

入 学 試 験 問 題 (1 次)

理 科

令和 3 年 1 月 25 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 37 ページ(物理 1～10 ページ、化学 11～22 ページ、生物 23～37 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。

訂 正

理科（生物）

24 頁

設問 1 C

誤 食物をめぐって両種の間に競争が起こったためヒザラガイとカサガイの数が減った。

正 食物をめぐってヒザラガイとカサガイの間に競争が起こったため両種の数が減った。

29 頁

設問 9 問題文の上から 1・2 行目

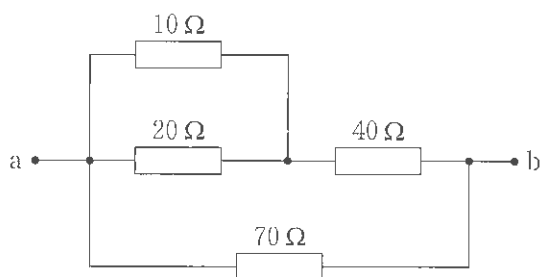
誤 タンパク質の中で機能に直接かかわらない部位にはアミノ酸置換がより高頻度でみられる。

正 タンパク質の中で機能に直接かかわらない部位にアミノ酸配列の多様性がみられる。

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。

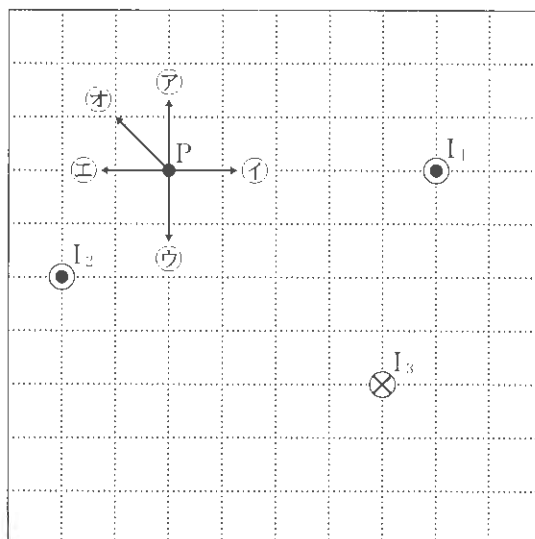
- 1 図のように、4個の抵抗を接続し、ab間に電圧を加えた。10Ωの抵抗を流れる電流の大きさが0.10 Aのとき、70Ωの抵抗を流れる電流の大きさは何Aか。



- (ア) 0.10 (イ) 0.20 (ウ) 0.30 (エ) 0.40 (オ) 0.50

- 2 図のように、紙面に対して垂直に3本の直線電流 I_1 、 I_2 、 I_3 が流れている。各直線電流は十分に長く、向きと大きさは下表の通りである。点Pでの磁場の向きは、図のどの矢印の向きか。

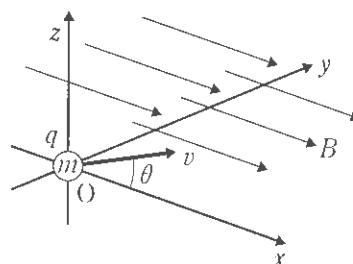
電流	向き	大きさ
I_1	紙面の裏から表	4.0 A
I_2	紙面の裏から表	1.0 A
I_3	紙面の表から裏	2.0 A



- 3 電池の両極間に $10\ \Omega$ の抵抗と電圧計を並列に接続したところ、電圧計は $6.0\ \text{V}$ を示した。抵抗を $5.0\ \Omega$ のものに交換すると、電圧計は $5.5\ \text{V}$ を示した。この電池の起電力は何 V か。ただし、電圧計の内部抵抗は十分に大きいとする。

㉔ 6.2 ㉕ 6.4 ㉖ 6.6 ㉗ 6.8 ㉘ 7.0

- 4 図のように、 x 軸の正の向きに磁束密度 B の一様な磁場がかかっている。原点 O から、質量 m 、電気量 $q(>0)$ の粒子を、 x 軸とのなす角度が θ ($0 < \theta < 90^\circ$) となるように xy 平面内に速さ v で発射する。原点を離れた粒子が再び x 軸を通過するまでに、 x 軸方向に進む距離はいくらか。重力の影響は無視できるものとする。



㉔ $\frac{2\pi mv \sin \theta}{qB}$ ㉕ $\frac{2\pi mv \cos \theta}{qB}$ ㉖ $\frac{2\pi mv \tan \theta}{qB}$
 ㉗ $\frac{2\pi mv}{qB \tan \theta}$ ㉘ $\frac{2\pi mv}{qB \sin \theta}$

- 5 容量が可変のコンデンサー、抵抗値 $10\ \Omega$ の抵抗、自己インダクタンス $1.0\ \text{mH}$ のコイルを直列につなぎ、電圧の実効値が一定で角周波数 $1.0 \times 10^3\ \text{rad/s}$ (周波数 $1.6 \times 10^2\ \text{Hz}$) の交流電源に接続した。この回路に流れる電流が最大となるためのコンデンサーの容量は何 μF か。

㉔ 0.10 ㉕ 0.31 ㉖ 0.62 ㉗ 3.1 ㉘ 3.9

- 6 ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ の原子核は α 崩壊を起こして ${}^{218}_{84}\text{Po}$ の原子核になる。このとき、放出される α 粒子の運動エネルギーは、反動で動く ${}^{218}_{84}\text{Po}$ の運動エネルギーの何倍か。 ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ の原子核は最初静止していたとする。

ア 1 イ $\frac{4}{218}$ ウ $\frac{218}{4}$ エ $\left(\frac{4}{218}\right)^2$ オ $\left(\frac{218}{4}\right)^2$

- 7 ヨウ素 131 (${}^{131}_{53}\text{I}$) の半減期は 8.0 日である。2.0 g のヨウ素 131 は 4.0 日後に何 g になるか。

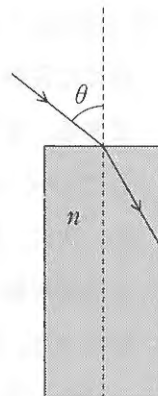
ア 0.50 イ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ウ 1.0 エ $\sqrt{2}$ オ $\sqrt{3}$

- 8 電子線に関する記述として正しいものを全て選び、それらの先頭に付してある数 (1, 2, 4, または 8) の和を求めよ。

- 1) 進行方向に垂直な電場があると、軌道が曲げられる。
- 2) 進行方向に垂直な磁場があると、軌道が曲げられる。
- 4) 速さが速いほど、物質波(電子波)の波長は短くなる。
- 8) 電磁波の一種である。

ア 3 イ 5 ウ 6 エ 7 オ 15

- 9 図のように、絶対屈折率 n の透明な物質で作られた十分に長い円柱が真空中に置かれている。円柱の上面から、中心軸と θ をなす角度で単色光を入射した。光が円柱の側面から出ないような入射角 θ の最大値を $\theta_{\max}$ とする。 $\sin \theta_{\max}$ はいくらか。ただし、 $1 < n < \sqrt{2}$ とする。



㉞ $\frac{1}{n^2}$

㉟ $\frac{1}{n}$

㊱ $\frac{1}{\sqrt{n}}$

㊲ $\sqrt{n^2 - 1}$

㊳ $n^2 - 1$

- 10 真空中に置かれた絶対屈折率 1.6 のガラス板の表面を、絶対屈折率 1.4 の透明な薄膜で一様におおい、この面に垂直に入射する波長 $5.6 \times 10^{-7} \text{ m}$ (真空中の波長) の光の反射光 (薄膜表面の反射光とガラス板表面の反射光) が弱めあうようにしたい。最小の薄膜の厚さは何 m か。

㉞ 1.0×10^{-7}

㉟ 2.0×10^{-7}

㊱ 4.0×10^{-7}

㊲ 8.0×10^{-7}

㊳ 1.6×10^{-6}

- 11 振動数がそれぞれ f_A と $f_B (> f_A)$ のおんさ A と B があり、同時に鳴らすと毎秒 4 回のうなりが観測された。次に、観測者が A と B を結ぶ線分上を音速の 1000 分の 1 の速さで動くと、うなりは消えた。音速は 340 m/s である。 f_A と f_B の平均値は何 Hz か。

㉞ 500

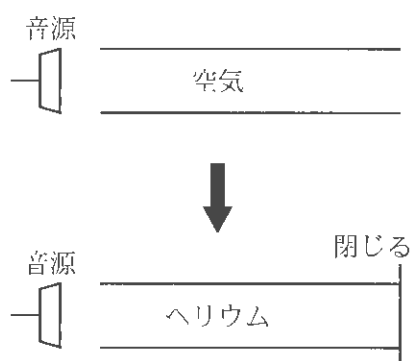
㉟ 1000

㊱ 1500

㊲ 2000

㊳ 2500

- 12 図のように、両端の開いた細長い管の一端の近くに音源を置いて音を出す。音の媒質は空気である。音の振動数を 0 Hz から徐々に大きくしていくと、 440 Hz のときに初めて共鳴した。次に、媒質をヘリウムガスに置換し、音源とは反対側の管の端を閉じた状態で同様の実験を行った。初めて共鳴する振動数は何 Hz か。ヘリウムガス中の音速は空気中の 3.0 倍とし、開口端補正は無視できるものとする。



- (ア) 220 (イ) 330 (ウ) 660 (エ) 880 (オ) 990
- 13 $-10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 100 g の氷に、常圧下で $3.93 \times 10^4\text{ J}$ の熱量を与えると、溶けて $10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水になった。氷の比熱を $2.10\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、水の比熱を $4.20\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とすると、氷の融解熱は何 J/g か。比熱の温度依存性は無視できるものとする。
- (ア) 110 (イ) 220 (ウ) 330 (エ) 440 (オ) 550
- 14 同じ初期状態の単原子分子理想気体に対して、①定圧変化、②等温変化、または、③断熱変化による操作をそれぞれ行い、体積を元の 2 倍にした。①、②、③の各操作後の気体の絶対温度をそれぞれ T_1 、 T_2 、 T_3 とする。正しい大小関係はどれか。

- (ア) $T_1 < T_2 < T_3$ (イ) $T_1 < T_3 < T_2$ (ウ) $T_2 < T_1 < T_3$
 (エ) $T_3 < T_1 < T_2$ (オ) $T_3 < T_2 < T_1$

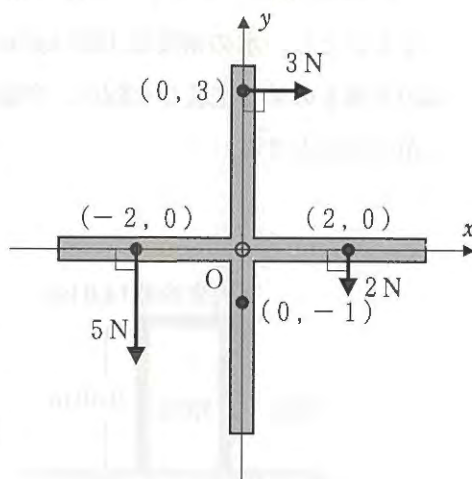
- 15 物質質量 2.0 mol の単原子分子理想気体の圧力を一定に保ったまま、温度を 50 K 上昇させた。このとき気体が外部にした仕事は何 J か。気体定数を $8.3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

ア 50 イ 83 ウ 100 エ 420 オ 830

- 16 なめらかな水平面上を速さ v で進む質量 m の小球 A が、静止している質量 $M (> m)$ の小球 B に正面衝突する。A と B の間の反発係数を e とするとき、衝突後に A が逆方向に進むための必要十分条件はどれか。

ア $e > \frac{m}{M}$ イ $e > \frac{m}{m+M}$ ウ $e = \frac{m+M}{mM}$
 エ $e < \frac{m}{m+M}$ オ $e < \frac{m}{M}$

- 17 図のように、原点 O で直交するように 2 本の軽い棒を結合し、O を通る軸を中心として xy 平面内でひとつの剛体として回転できるようにする。 x 軸または y 軸に平行な 2 N , 3 N , 5 N の力が図のように棒に加わるとき、剛体が回転しないためには、 $(0, -1)$ の点に何 N の力を加えればよいか。ただし、加える力の方向は x 軸に平行とし、 x 軸の正の向きを正とする。

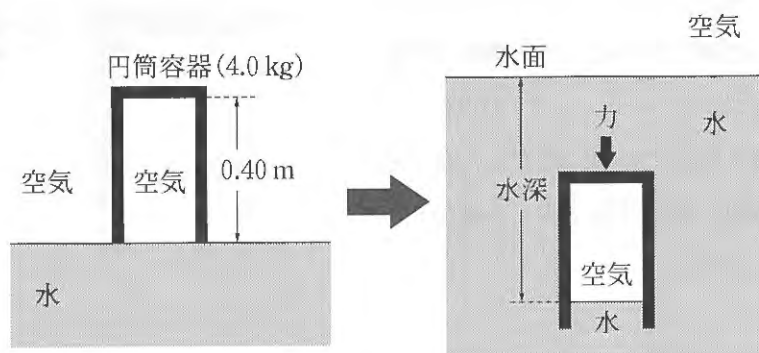


ア -3 イ -1 ウ 0 エ 1 オ 3

- 18 周期 T_0 の単振り子がある。もし、「地球の平均密度と半径が共に現在の 2 倍であったとする」ならば、この単振り子の周期は T_0 の何倍になるか。ただし、周期は地表面上で測定し、振れ角の小さい場合を考える。また、地球の自転、扁平率（真球からのずれ）の影響は無視できるものとする。

ア $\frac{1}{4}$ イ $\frac{1}{2}$ ウ 1 エ 2 オ 4

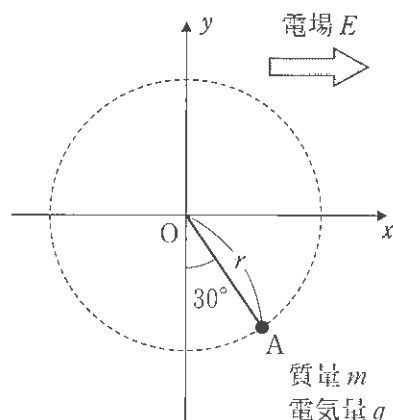
- 19 図のように、質量 4.0 kg 、高さ 0.40 m 、容積 $1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ (10 リットル) の変形しない円筒形の容器を逆さにし、水面に持ってくる(図左)。容器の中には大気圧 (1.0 気圧) の空気が入っており、容器中の空気の質量および容器の壁の厚さは無視できるものとする。この容器に鉛直下向きの力を加え、円筒の中心軸を鉛直に保ちながら、中の空気が漏れない状態でゆっくりと水中に沈めていく(図右)。水深が h_0 を超えると、下向きの力を加えなくても容器はそのままさらに深く沈んでいく。 h_0 は何 m か。ただし、水圧は水深が 10 m 深くなるごとに 1.0 気圧ずつ上昇するものとし、水の密度は 1000 kg/m^3 とする。また、水深は、水面と容器中の空気の下面との差で定義し(図右)、容器中の空気は温度一定の理想気体として扱うことができるものとする。



ア 5.0 イ 10 ウ 15 エ 20 オ 25

次の文章を読み、以下の問い(問題 20～22)に答えよ。

図のように、水平軸を x 軸、鉛直軸を y 軸 (上向きを正) とする xy 平面内での、質量 m 、電気量 $q(>0)$ の点電荷 A の運動を考える。A は、原点 O を中心に xy 平面内で回転できる長さ r の絶縁体でできた曲がらない細い棒の端に固定されている。図のように、 x 軸の正の向きに一様な電場 E をかけたところ、A は y 軸の負の部分と棒のなす角度が 30° の位置でつり合い静止した。重力加速度の大きさを g とし、棒の質量、および、棒と電場の相互作用は無視できるものとする。



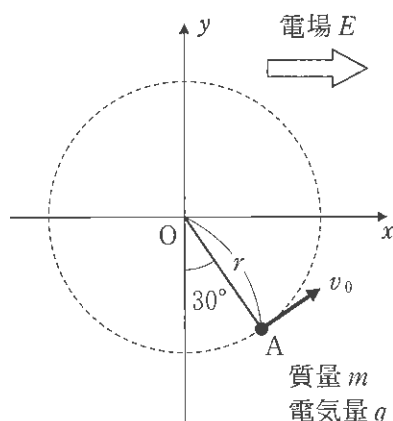
20 E の強さは $\frac{mg}{q}$ の何倍か。

- ㊦ $\frac{\sqrt{3}}{6}$ ㉠ $\frac{1}{2}$ ㊵ $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ㊦ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ㊦ 1

21 A が棒を引っ張る力の大きさは mg の何倍か。

- ㊦ 1 ㉠ $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ ㊵ $\sqrt{3}$ ㊦ $\frac{4\sqrt{3}}{3}$ ㊦ $\frac{5\sqrt{3}}{3}$

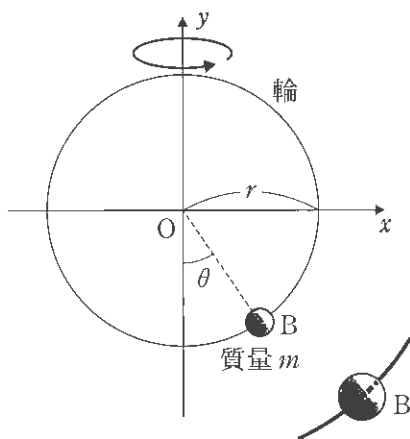
22 次に、図のように電場 E の中で静止している A に、円の反時計回り接線方向の初速度を与える。A が円運動をするためには、初速度の大きさはある値 v_0 を超える必要がある。 v_0^2 は rg の何倍か。



- ㉞ $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ㉟ $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ ㊱ $\sqrt{3}$
 ㊲ $\frac{4\sqrt{3}}{3}$ ㊳ $\frac{8\sqrt{3}}{3}$

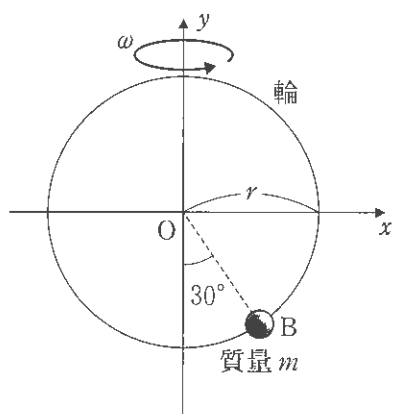
次の文章を読み、以下の問い(問題 23～25)に答えよ。

図のように、水平軸を x 軸、鉛直軸を y 軸(上向きを正)とする xy 平面に、半径 r の輪を固定する。輪の中心は原点 O に一致させる。さらに、質量 m の穴の開いた小球 B を輪に通し、輪にそって動けるようにする。輪は、図のように y 軸のまわりに x 軸と一緒に回転できるようになっており、B の位置は、B と O を結ぶ線分が y 軸の負の部分となす角度 θ で表すことができる。重力加速度の大きさを g とする。



23 輪と小球 B の間に摩擦がない場合を考える。

図のように、輪が角速度の大きさ ω で回転することにより、B は $\theta = 30^\circ$ の位置でつり合い止まっている。 ω^2 は $\frac{g}{r}$ の何倍か。



㉞ $\frac{\sqrt{3}}{3}$

㉟ $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

㊱ $\sqrt{3}$

㊲ $\frac{4\sqrt{3}}{3}$

㊳ $\frac{8\sqrt{3}}{3}$

24 次に、輪と小球 B の間の静止摩擦係数が 0.50 の場合を考える。輪がある角速度で回転することにより、B は $\theta = 30^\circ$ の位置でつり合い止まっているとする。この条件を満たす角速度の大きさには、最大値 ω_H と最小値 ω_L が存在する(角速度の大きさが ω_H より大きいと $\theta > 30^\circ$ 、 ω_L より小さいと $\theta < 30^\circ$ となる)。 ω_H^2 は $\frac{g}{r}$ の何倍か。

㉞ $\frac{10\sqrt{3} + 12}{11}$

㉟ $\frac{15\sqrt{3} + 12}{11}$

㊱ $\frac{20\sqrt{3}}{11}$

㊲ $\frac{10\sqrt{3} + 16}{11}$

㊳ $\frac{15\sqrt{3} + 24}{11}$

25 ω_L^2 は $\frac{g}{r}$ の何倍か。

㉞ $\frac{15\sqrt{3} - 24}{11}$

㉟ $\frac{10\sqrt{3} - 16}{11}$

㊱ $\frac{\sqrt{3}}{11}$

㊲ $\frac{10\sqrt{3} - 12}{11}$

㊳ $\frac{15\sqrt{3} - 12}{11}$

化 学

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だけ選べ。(原子量は $H = 1.00$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $Al = 27.0$, $Cl = 35.5$ 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 は $F = 9.65 \times 10^4\text{ C/mol}$ 、アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。)

物質がそれぞれ水 100 g に 0.01 mol 溶けている。これに関して、以下の問い(問題 1・2)に答えよ。

1 水溶液の蒸気圧がもっとも小さくなるのはどれか。

- ㉞ 塩化ナトリウム ㉟ グルコース ㊱ 尿 素
㊲ 硫酸ナトリウム ㊳ 塩化カリウム

2 この水溶液を冷却した時の冷却時間と温度の関係を示した冷却曲線と溶液について正しいものを選べ。

- ㉞ 過冷却の後に凝固が始まると冷却を続けても温度が上昇することはない。
㉟ 凝固が進む間は冷却を続けても温度が一定に保たれる。
㊱ 凝固が進む間に冷却を続けると残りの溶液の濃度は低下する。
㊲ 溶媒の結晶と溶液が共存する時に冷却を続けると溶液の凝固点降下は大きくなる。
㊳ 過冷却の後に凝固が開始したときの温度が凝固点である。

次の文章を読み、以下の問い(問題 3・4)に答えよ。

非電解質の希薄溶液の浸透圧は、ファントホッフの法則により気体の状態方程式と同じ形で示される。0.10 g の非電解質 A を溶かした 10 mL の水溶液 B を作製した。

3 下線に厳密にしたがう気体にもっとも近いふるまいをするのはどれか。

- ㉠ 300 K, 1.0×10^5 Pa の水素
- ㉡ 100 K, 1.0×10^5 Pa の水素
- ㉢ 300 K, 1.0×10^7 Pa の二酸化炭素
- ㉣ 100 K, 1.0×10^7 Pa の水素
- ㉤ 300 K, 1.0×10^5 Pa の二酸化炭素

4 断面積 1.0 cm^2 の U 字管の中央部に半透膜を置き、左側に水溶液 B を全て入れ、右側に水を入れて同じ高さにした。27 °C でしばらく放置したところ、両液面の差が 4.0 cm のところで停止した。気体定数 R を $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ 、放置後の水溶液および水の密度を 1.0 g/cm^3 、1.0 cm の水柱に相当する圧力を 98 Pa に等しいものとした時、A の分子量として最も近い値を選べ。

- ㉠ 4.5×10^4
- ㉡ 5.3×10^4
- ㉢ 6.4×10^4
- ㉣ 7.3×10^4
- ㉤ 8.3×10^4

5 同じ「分子の形」を示す極性分子の組み合わせはどれか。

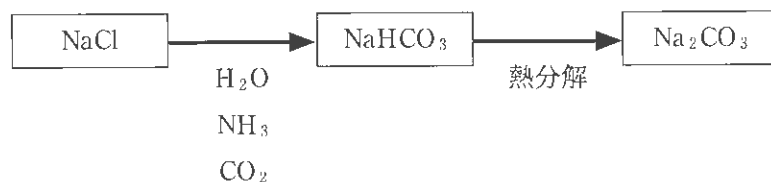
- ㉞ 水, 硫化水素
- ① 水素, 塩化水素
- ㉡ 二酸化炭素, 塩化水素
- ㊥ メタン, アンモニア
- ㊦ 塩素, 水

6 濃硫酸および希硫酸の性質と反応の組合せとして誤ったものはどれか。

- A 吸湿性—濃硫酸を水に注ぐと水が沸騰してはねた。
- B 強酸性—炭酸ナトリウムに希硫酸を加えると二酸化炭素が発生した。
- C 酸化作用—希硫酸に亜鉛を加えると水素が発生した。
- D 不揮発性—塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると塩化水素が発生した。
- E 脱水作用—スクロースに濃硫酸を加えると炭化した。

- ㉞ AとC ① BとD ㉡ CとE ㊥ DとA ㊦ EとB

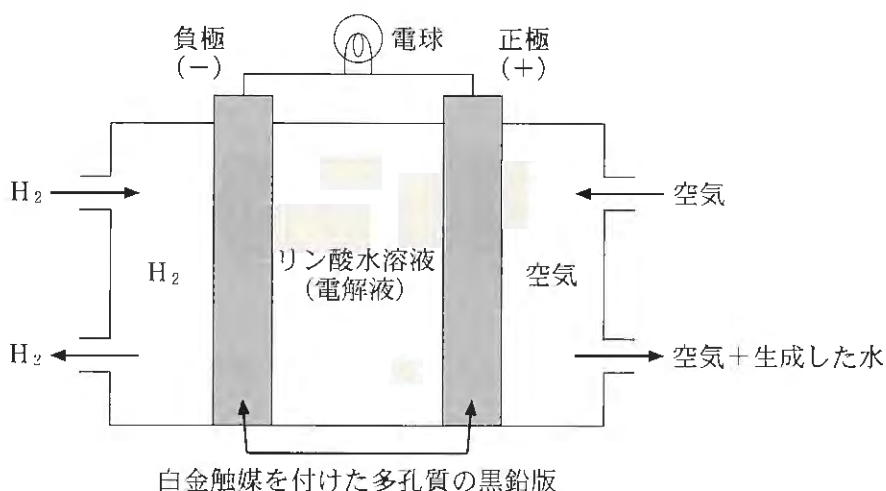
7 アンモニアソーダ法では、図のようにナトリウムの化合物が反応する。塩化ナトリウム 32 kg から炭酸ナトリウムは何 kg つくられるか。最も近いものを選べ。



- ㉞ 15 ① 29 ㉡ 46 ㊥ 58 ㊦ 92

次の文章を読み、以下の問い(問題8～10)に答えよ。

下図に示すような電池を作製した。両方の電極には白金触媒をつけた多孔質の黒鉛板を用い、その間に電解液としてリン酸水溶液を用いた。この電池は、正極側に十分に空気が供給される条件で、負極側に水素を送り込むことにより電気エネルギーを生ずる。起電力は約1.20 Vであった。この電池を用いて257分間、電流を流した。その結果、正極側に水が0.720 g生成された。



8 この電池の名称はどれか。

- ㉠ ダニエル電池 ㉡ 燃料電池 ㉢ 白金鉛電池
 ㉣ 鉛蓄電池 ㉤ リチウムイオン電池

9 この間に生じた電気量に最も近いものはどれか。

- ㉠ $7.72 \times 10^3 \text{ C}$ ㉡ $3.86 \times 10^3 \text{ C}$ ㉢ $3.08 \times 10^3 \text{ C}$
 ㉣ $1.93 \times 10^3 \text{ C}$ ㉤ $1.54 \times 10^3 \text{ C}$

10 この実験条件で生じた電流に最も近いものはどれか。

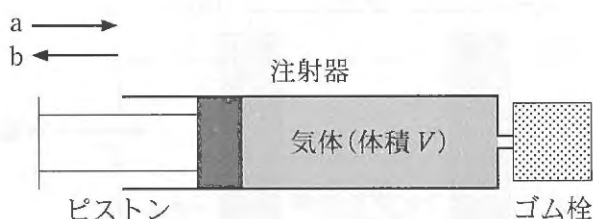
- ㉠ 0.05 A ㉡ 0.13 A ㉢ 0.25 A ㉣ 0.50 A ㉤ 1.00 A

次の文章を読み、以下の問い(問題 11・12)に答えよ。

純粋な四酸化二窒素を図に示すような注射器に密封して、注射器内の体積を $V[\text{L}]$ 、温度を $T[\text{K}]$ に維持した。その結果、容器内は次に示す平衡状態に達した。



容器内の圧力は $P[\text{Pa}]$ であった。平衡状態に達した際の NO_2 、 N_2O_4 の物質量はそれぞれ $x[\text{mol}]$ 、 $y[\text{mol}]$ であった。気体定数は $R[\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})]$ とする。



11 上記の可逆反応の圧平衡定数 K_p として適切なものを選び。

- ㊦ $VRT/(xy)$ ㊩ $V^2RT/(xy^3)$ ㊵ $V^2R^2T^2/(xy^3)$
 ㊥ $V^2/(xy^3RT)$ ㊪ $x^2RT/(yV)$

12 上記の平衡状態について以下に示す各操作を行った際の変化について正しい文章を選び。上記の平衡状態における平衡定数を K_1 とする。

- ㊦ 上記の状態から温度を上げて、新しい平衡に達したときの平衡定数は K_1 より大きい。
 ㊩ 上記の状態から注射器のピストンを矢印 a の方向に動かしたとき、注射器内の気体は赤褐色から薄い色に変化する。
 ㊵ 上記の状態から注射器のピストンを矢印 a の方向に動かして、新しい平衡に達したときの平衡定数は K_1 より大きい。
 ㊥ 上記の状態から温度を下げたとき、赤褐色が濃くなる。
 ㊪ 上記の状態から注射器のピストンを矢印 b の方向に動かしたとき、注射器内の気体は赤褐色から薄い色に変化する。

次の文章を読み、以下の問い(問題 13・14)に答えよ。

K^+ 、 Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} の 4 種類の金属イオンを含む混合溶液に下記①～④の操作を行った。

- ① 希塩酸を加え、生じた「沈殿物 A」をろ過により分離し、「ろ液 X」を得た。
- ② 次に、硫化水素を十分に通じ、生じた「沈殿物 B」をろ過により分離し、「ろ液 Y」を得た。
- ③ 「ろ液 Y」を加熱した後、希硝酸を加えた。
- ④ その後、過剰のアンモニア水を加え、生じた「沈殿物 C」をろ過により分離し、「ろ液 Z」を得た。

13 ①～④の操作で分離される「沈殿物 A～C」について正しい文章はどれか。

- ㉖ 「沈殿物 A」と「沈殿物 B」は白色、「沈殿物 C」は赤褐色である。
- ㉗ 「沈殿物 A」は、光を当てても変色しない。
- ㉘ 「沈殿物 A」は、熱水を加えると溶解する。
- ㉙ 「沈殿物 B」は、塩基性の溶液に硫化水素を通じても生じる。
- ㉚ 「沈殿物 C」は過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると溶解する。

14 ①～④の操作で回収される「ろ液 X～Z」について誤った文章はどれか。

- ㉛ 「ろ液 X」に、過剰のアンモニア水を加えると錯イオンが形成される。
- ㉜ ㉖の操作では、「沈殿物 C」と同じ沈殿物が生じる。
- ㉝ 「ろ液 Y」には、3 価の金属イオンが含まれる。
- ㉞ 「ろ液 Y」の加熱操作は、溶液中の硫化水素を除くために行う。
- ㉟ 「ろ液 Z」の炎色反応は、赤紫色を呈する。

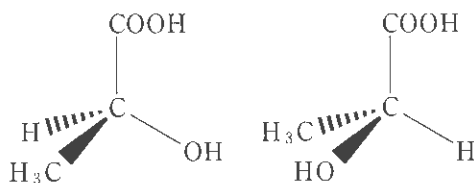
15 正しいのはどれか。

- A クメンヒドロペルオキシドを希硫酸で分解するとフェノールとアセトアルデヒドが得られる。
- B フェノールはベンゼンよりも置換反応が起こりやすい。
- C フェノールを混酸と反応させると主として *m*-ニトロフェノールが生成する。
- D エチルベンゼンを過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると安息香酸ができる。
- E フェノールはさらし粉水溶液により赤紫色を呈する。

㉖ AとC ㉗ BとD ㉘ CとE ㉙ DとA ㉚ EとB

16 正しいのはどれか。

- A アセトアルデヒドは工業的にはエチレンを酸素で酸化して合成される。
- B 無水酢酸は水に溶けやすい。
- C アセトアルデヒドはヨードホルム反応も銀鏡反応も示す。
- D 酢酸はヨードホルム反応を示す。
- E 下図は互いに鏡像異性体である。



㉖ AとC ㉗ BとD ㉘ CとE ㉙ DとA ㉚ EとB

次の文章を読み、以下の問い(問題 17・18)に答えよ。

炭素、水素、酸素のみを含む化合物 10.1 mg を取って元素分析をしたところ水 3.10 mg, 二酸化炭素 15.4 mg を生じた。

17 この化合物の組成式はどれか。

- ア CHO イ CH₂O ウ C₂H₂O エ C₂H₄O オ C₂H₅O

18 以下の条件を参考にして前問 17 の化合物を推定せよ。

- ・分子量は 115 から 136 の間である。
- ・炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると二酸化炭素の泡を出して溶ける。
- ・臭素水を脱色する。
- ・160℃で加熱すると分子内の脱水反応によって融点の低い化合物に変化する。

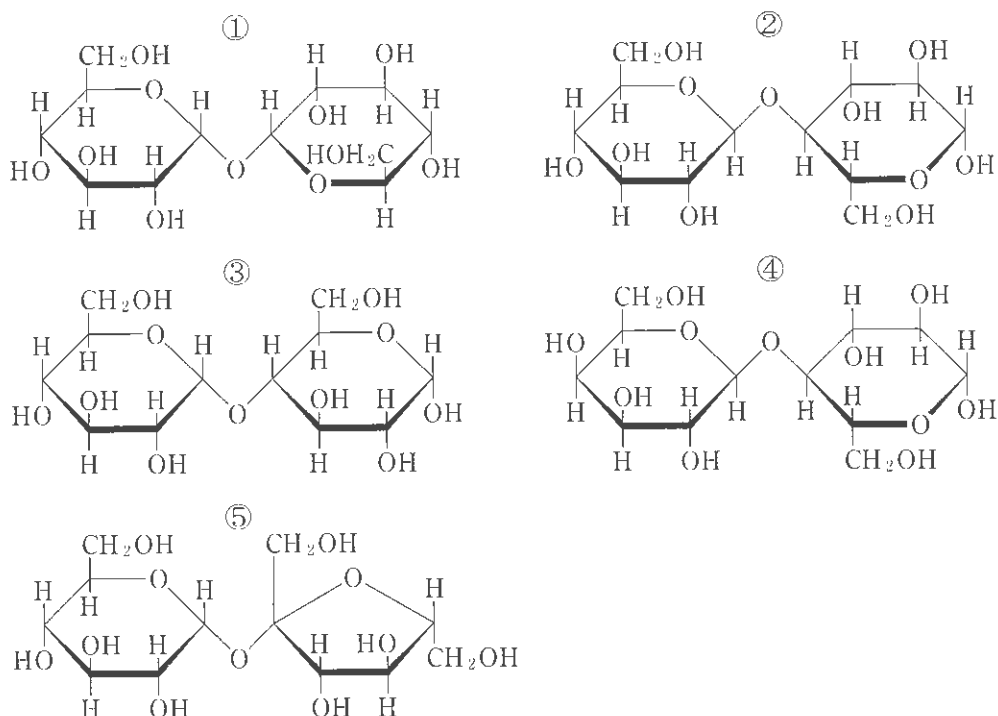
- ア フタル酸 イ テレフタル酸 ウ フマル酸
エ マレイン酸 オ シュウ酸

19 カルシウムとマグネシウムに関する文章で、カルシウムのみに該当するものはいくつあるか。

- A 単体は、常温で水と容易に反応して水素を発生する。
B 単体は、周期表において同周期のアルカリ金属の単体よりも融点が高い。
C 銅や亜鉛などと合金をつくる。
D 炭酸塩が溶けて、鍾乳洞を形成する。
E 水酸化物を高温(約 600℃)で加熱すると酸化物を生じる。

- ア 1 イ 2 ウ 3 エ 4 オ 5

20 次の二糖①～⑤について正しいのはどれか。



- A フェーリング液を加えて加熱したとき、赤色沈殿を生じるものは①、③、⑤である。
- B セルロースを酵素セルラーゼで加水分解したとき生成するものは①である。
- C デンプンに薄い酸を加えて加熱し徐々に加水分解したとき生成するものは③である。
- D 1,4-グリコシド結合をもつものは②、③、④である。

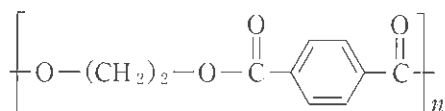
㉞ AとB ㉟ BとC ㊱ CとD ㊲ DとA ㊳ BとD

21 酸化アルミニウムと氷晶石から熔融塩電解で 720 g のアルミニウムが得られた。この時発生した一酸化炭素と二酸化炭素の体積の合計が標準状態で 672 L とすると、一酸化炭素の物質量は二酸化炭素の何倍か。もっとも近い値を選べ。

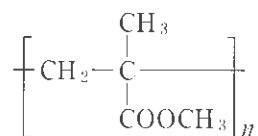
㉞ 0.5 ㉟ 1 ㊱ 1.5 ㊲ 2 ㊳ 3

合成高分子化合物①～④について、以下の問い(問題 22・23)に答えよ。

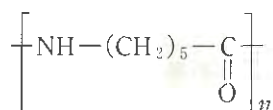
①



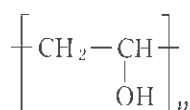
②



③



④



22 正しいのはどれか。

- A ①はアラミド繊維である。
- B ②と④は単量体の付加重合によりつくられる。
- C ③はアクリル繊維である。
- D ④はポリ酢酸ビニルをけん化してつくられる。

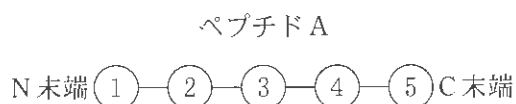
㉞ AとB ㉟ BとC ㊱ CとD ㊲ DとA ㊳ BとD

23 重合度 1,200 の④44.0 g をホルムアルデヒド水溶液で処理したところ、④の構造の一部がアセタール化されて高分子化合物 X が 46.0 g 得られた。X の 1 分子に残存するヒドロキシ基の数にもっとも近いものはどれか。

㉞ 201 ㉟ 402 ㊱ 804 ㊲ 1,206 ㊳ 1,608

次の文章を読み、以下の問い(問題 24・25)に答えよ。

図に示した①～⑤の α -アミノ酸 5 個からなるペプチド A について以下の実験 1～4 を行った。



実験 1 ペプチド A を加水分解したところ、表に示す 5 種類のアミノ酸が得られた。

名 称	略 号	分子量	等電点
アスパラギン酸	Asp	133	2.8
グルタミン酸	Glu	147	3.2
システイン	Cys	121	5.1
リシン	Lys	146	9.7
チロシン	Tyr	181	5.7

実験 2 pH 5.1 に調整したアミノ酸①～⑤の混合液を電気泳動したところ、③、④は陽極側へ、①、⑤は陰極側へそれぞれ移動した。また、②はどちらの側にも移動しなかった。

実験 3 210 mg の③をメタノールと反応させたところ、③に含まれるカルボキシ基がすべてメタノールと反応し、250 mg のエステルが生成した。

実験 4 ペプチド A を③のカルボキシ基側のペプチド結合のところで加水分解したところ、①～③からなるペプチド B と④と⑤からなるペプチド C が得られた。ペプチド B とペプチド C に濃硝酸を加えて加熱し、冷却後にアンモニア水を加えて塩基性になるとペプチド B のみが橙黄色を呈した。

24 正しいのはどれか。

- ㉖ ①は Lys, ③は Glu である。
- ㉗ ②は Cys, ④は Glu である。
- ㉘ ③は Glu, ⑤は Tyr である。
- ㉙ ④は Asp, ①は Tyr である。
- ㉚ ⑤は Lys, ③は Asp である。

25 正しいのはどれか。

- A ④の鏡像異性体のうち L 型はうま味調味料として用いられる。
- B ②に水酸化ナトリウムを加えて加熱し、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黒色沈殿を生じる。
- C ペプチド B に固体の水酸化ナトリウムを加えて加熱するとアンモニアを生成するが、ペプチド C に同様の操作をしてもアンモニアは生成しない。
- D ペプチド B に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫色を呈するが、ペプチド C に同様の操作をしても赤紫色を呈しない。

- ㉖ A と B ㉗ B と C ㉘ C と D ㉙ D と A ㉚ B と D

生 物

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 ある海岸の岩場では、図1のような生物の食物網が成立している。この食物網に見られるフジツボ、イガイ、カメノテ、藻類は、固着生物であり、ヒザラガイ、カサガイ、イボニシ、ヒトデは、岩場を移動して生活している。ヒトデはおもにフジツボとイガイを食べ、イボニシはおもにフジツボを食べている(太い矢印)。この岩場でヒトデだけを除去し続ける実験を行った。その結果、3ヶ月後にフジツボが岩場の大部分を占め、1年後には、イガイが岩場をほぼ独占した。ヒトデを除去することによって生態系のバランスはくずれ、岩場に生息する生物の種類は減ってしまった。記述A～Dのうち、この結果から導かれる考察として適当なものはいくつあるか。

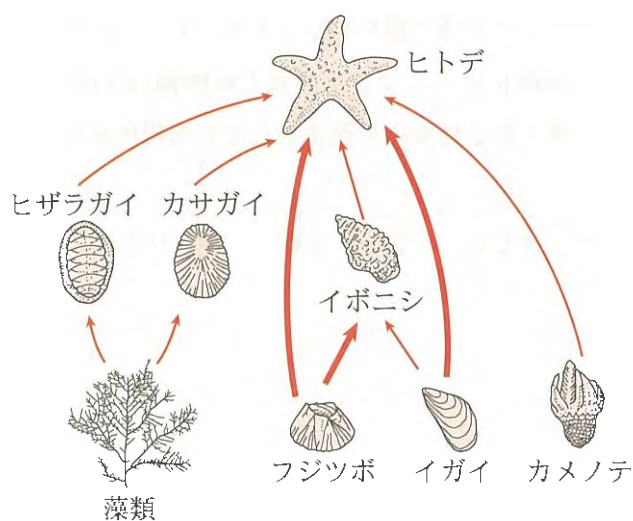


図1 海岸の岩場に見られる食物網

- A ヒトデがフジツボやイガイを捕食して、その数を減らすことによって、多様な生物の生息する生態系が形成されていた。
- B 競争する2種イガイとフジツボのみの場合は、共存できないが、ヒトデがいると競争的排除が起こりにくかった。
- C 食物をめぐる両種の間で競争が起こったためヒザラガイとカサガイの数が減った。
- D ヒトデの捕食がなくなったため、イガイとフジツボが増えた。

㊦ 0 ㊩ 1 ㊭ 2 ㊥ 3 ㊦ 4

- 2 5つの都市の各月の平均気温と降水量を表1に示す。硬葉樹林がみられる都市として最も適当なものを選べ。

表1 5つの都市の平均気温と降水量

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
㊦	気温(℃)	5.7	7.6	11.7	16.7	21.0	23.9	25.3	25.1	21.3	17.2	12.1	7.3
	降水量(mm)	8.3	12.5	19.8	14.1	83.0	107.1	228.2	202.8	121.3	35.6	14.8	5.9
㊩	気温(℃)	8.1	9.0	10.9	13.2	17.2	21.0	23.9	21.0	21.1	16.9	12.1	9.4
	降水量(mm)	71.0	73.9	60.7	60.0	33.5	21.4	8.5	32.7	74.4	98.2	93.3	86.3
㊭	気温(℃)	1.2	-0.7	2.1	8.3	13.3	17.2	21.1	23.3	19.3	13.1	6.8	1.5
	降水量(mm)	144.9	111.0	69.9	63.4	80.6	75.6	117.0	122.7	122.7	103.9	137.7	150.8
㊥	気温(℃)	17.0	17.1	18.9	21.4	24.0	26.8	28.9	28.7	27.6	25.2	22.1	18.7
	降水量(mm)	107.0	119.7	161.1	165.7	231.6	247.2	141.1	240.5	260.5	152.9	110.2	102.8
㊦	気温(℃)	-5.4	-4.7	-0.9	3.7	8.1	11.7	15.3	18.0	16.0	10.6	4.3	-1.9
	降水量(mm)	43.2	22.6	58.2	75.8	111.9	107.7	127.7	130.8	155.6	91.6	61.0	50.8

3 細胞骨格に関する記述として最も適切なものを選べ。

- ㊦ 微小管は最も細い細胞骨格で、チューブリンと呼ばれる球状タンパク質が多数結合して管状構造を形成する。
- ㊧ 中間径フィラメントは、細胞内小胞の輸送に関係する。
- ㊨ アクチンフィラメントは、細胞の収縮や伸展、細胞運動に関与する。
- ㊩ 中心体は、中間径フィラメントの形成に重要である。
- ㊪ モータータンパク質であるキネシンやダイニンは、アクチンフィラメントに結合する。

4 生物が呼吸により吸収する酸素と放出する二酸化炭素の体積比(CO_2/O_2)は、呼吸商と呼ばれる。図1のような実験装置を用意し、三角フラスコAとBにそれぞれ同量のダイズ、コムギあるいはトウモロコシの発芽種子を入れる。一定時間後に、メスピペット内の着色液の動きから各フラスコ内の気体の減少量を測定し、その結果を表1に示した。この実験に関する記述のうち、最も適当なものを選べ。

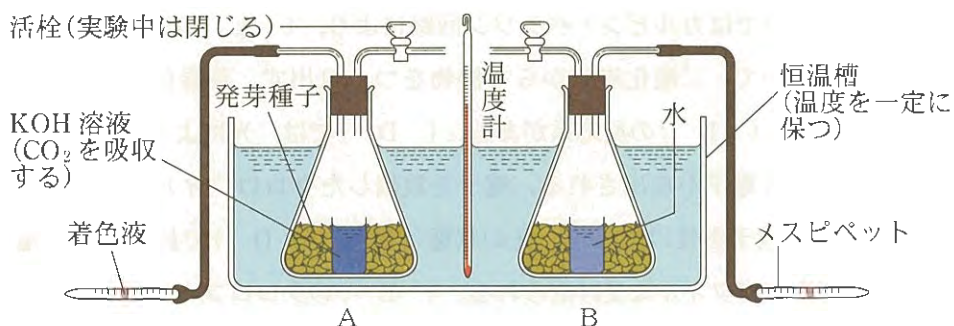


図1 実験装置

表1 実験結果

	ダイズ	コムギ	トウモロコシ
Aの気体減少量	1020 mm ³	982 mm ³	1124 mm ³
Bの気体減少量	204 mm ³	20 mm ³	326 mm ³

- ㊦ Bの気体減少量は二酸化炭素の体積を表している。
- ㊧ トウモロコシの発芽種子では呼吸基質として脂肪が使われている。
- ㊨ コムギの発芽種子では呼吸基質としてタンパク質が使われている。
- ㊩ ダイズが吸収した酸素は816 mm³である。
- ㊪ コムギの方がトウモロコシより呼吸商が小さい。

- 5 光合成に関する次の文章中の(A)～(E)に入る語の組合せとして最も適当なものを選び。

植物は光合成により、光エネルギーを用いて水と二酸化炭素から炭水化物などの有機物を合成できる。植物の葉緑体では、(A)と呼ばれる扁平な袋状の構造で光エネルギーを吸収し、水を分解するとともにATPと(B)をつくり出す。葉緑体の(C)ではカルビン・ベンソン回路により、(A)で作られたATPと(B)を用いて、二酸化炭素から有機物をつくり出す。葉緑体の(A)膜には、(D)と(E)の反応系がある。(D)では、光により活性化されたクロロフィルから電子が放出される。電子を放出したクロロフィルは、水の分解によって生じた電子を受け取って、元の状態に戻る。(D)で放出された電子は(E)のクロロフィルに受け取られる。(E)のクロロフィルは異なる波長の光エネルギーの吸収で活性化され、電子が再放出される。電子は(B)をつくるのに使われる。

	A	B	C	D	E
㊦	チラコイド	NADH	ストロマ	光化学系Ⅱ	光化学系Ⅰ
㊧	ストロマ	NADPH	チラコイド	光化学系Ⅰ	光化学系Ⅱ
㊨	チラコイド	NADH	ストロマ	電子伝達系	光化学系
㊩	チラコイド	NADPH	ストロマ	光化学系Ⅱ	光化学系Ⅰ
㊪	ストロマ	NADH	チラコイド	電子伝達系	光化学系

6 次の文章中の(A)～(F)に入る数値を合計するといくつになるか。最も
 適当なものを選べ。

ハチやアリなどの社会性昆虫では、雌は二倍体(2n)、雄は半数体(n)である。図
 1はあるミツバチの血縁関係を示している。雌①が母親とある遺伝子を共有する確
 率は(A)、父親とある遺伝子を共有する確率は(B)となる。雌①が姉妹間
 で遺伝子を共有する確率は、母親由来で(C)、父親由来で(D)、姉妹間の
 血縁度は(C)+(D)=(E)となる。雌①に子がうまれたと仮定した場
 合、雌①と子(雌)の血縁度は(F)である。この血縁度という概念によりワー
 カーなどの生殖しない個体の存在をうまく説明することができる。

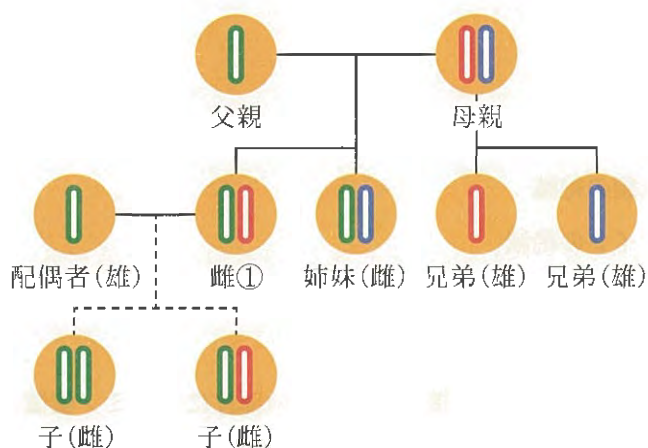


図1 雌①の血縁関係

- ア 3.25 ① 3.5 ウ 3.75 エ 4.0 オ 4.25

7 ある河川の一次消費者である水生昆虫カワゲラの幼虫について、物質の収支を調査した。6月～9月の期間の成長量と被食量の和、呼吸量、不消化排出量は、それぞれ113.0 J, 159.9 J, 1447.5 Jであった。同化の効率(%)を同化量/摂食量 $\times 100$ で求められる値とするとき、カワゲラの同化の効率として最も適当なものを選べ。ただし、死亡量を0とする。

- ㉖ 6.6 % ㉗ 9.3 % ㉘ 15.9 % ㉙ 41.4 % ㉚ 58.6 %

8 生物の変遷に関する記述の中で、哺乳類の出現以前に起こったものを選べ。

- ㉖ 鳥類の出現
㉗ 三葉虫の絶滅
㉘ 被子植物の出現
㉙ 大型は虫類の絶滅
㉚ アンモナイトの絶滅

9 タンパク質の中で機能に直接かかわらない部位にはアミノ酸置換がより高頻度で見られる。このことが分子進化の中立説を支持する根拠とされるのはなぜか。最も適当なものを選べ。

- ㉖ 多くの個体に同じ突然変異が起こっていることを示しているため
㉗ 突然変異が自然選択によらずに集団に広まることを示しているため
㉘ 機能にかかわる部分では突然変異が修復されることを示しているため
㉙ 突然変異が交配以外の機構によって集団に広まることを示しているため
㉚ タンパク質の部位によって突然変異の頻度が異なることを示しているため

- 10 あるウイルスのさまざまな株で塩基配列を調べ、分子系統樹を作成した。
2020年に採取された試料では祖先配列からの枝の長さ(塩基置換数/位置)が0.21
となった。一方、2000年に採取された試料では0.16であった。このウイルスの推
定される起源として最も適当なものを選べ。

- ㊦ 1939年以前
㊧ 1940—1949年
㊨ 1950—1959年
㊩ 1960—1969年
㊪ 1970年以降

生物の体内環境に関する次の文章を読み、下の問い(問11～15)に
答えよ。

ヒトの体液中の物質の濃度は、適切な値になるよう調節されている。そのために
血しょうは腎臓で絶えずろ過されており、ろ過された原尿のうち、必要な物質は細
尿管で再吸収され、不要な物質は尿として排泄される。表1は健康な成人男性の血
しょう、原尿、尿中の物質の成分を表す。イヌリンに関しては、もともと体内に存
在していないので、測定中イヌリンの血しょう中の濃度が0.01%に保たれるよう
持続的に投与している。なお、イヌリンは糸球体で完全にろ過され、かつ細尿管に
おいて再吸収も分泌もされないとする。

表1 成人男性の血しょう、原尿、尿中の物質の成分
質量パーセント濃度(%)

成 分	血しょう	原 尿	尿
タンパク質	7.2	0	0
グルコース	0.1	0.1	0
ナトリウムイオン	0.3	0.3	0.35
カリウムイオン	0.02	0.02	0.15
イヌリン	0.01	0.01	1.2

その後、その男性に1Lの水を飲ませ、1時間後に再び血しょう、原尿、尿中の物質の成分を測定した結果が表2である。なお、イヌリンは血しょう中の濃度が0.01%に保たれるよう投与され続けている。

表2 1Lの水を飲み、1時間後に測定した結果
質量パーセント濃度(%)

成 分	血しょう	原 尿	尿
タンパク質	7.1	0	0
グルコース	0.1	0.1	0
ナトリウムイオン	0.3	0.3	0.05
カリウムイオン	0.02	0.02	0.03
イヌリン	0.01	0.01	0.2

- 11 水を飲んだことで起きた変化について説明した下の文章中の(A)と(B)に入る語の組合せとして最も適当なものを選べ。

体液の塩分濃度は間脳視床下部で常に監視されており、体液の塩分濃度が上がると(A)から(B)というホルモンが血液中に分泌される。(C)にある標的細胞が(B)を受け取ると、原尿から再吸収される水の量が増加して尿量が減少する。逆に多量の水を飲むことで体液の塩分濃度が低下した場合は、(B)の分泌が抑制され、(C)で再吸収される水の量が減少して尿量が増加する。

	A	B
㉠	副腎皮質	バソプレシン
㉡	副腎皮質	鉱質コルチコイド
㉢	脳下垂体前葉	鉱質コルチコイド
㉣	脳下垂体前葉	副腎皮質刺激ホルモン
㉤	脳下垂体後葉	バソプレシン

12 上の文章中の(C)に入る語として最も適当なのはどれか。

- ㉖ 腎小体 ㉗ 毛細血管 ㉘ 集合管 ㉙ 腎 う ㉚ ぼうこう

13 表1と表2に示す成分のうち、細尿管において再吸収される物質の組合せとして最も適当なものを選べ。

- ㉖ タンパク質、グルコース
㉗ グルコース、ナトリウムイオン
㉘ ナトリウムイオン、カリウムイオン
㉙ グルコース、ナトリウムイオン、カリウムイオン
㉚ 表中の物質のうちイヌリン以外すべて

14 1 Lの水を飲む前、尿が1分間に1 mL生成されていたとすると、その時1分間に生成されていた原尿は何 mLか。最も適当なものを選べ。

- ㉖ 1.5 mL ㉗ 12 mL ㉘ 15 mL ㉙ 120 mL ㉚ 150 mL

15 水を飲んだ後、1分間に生成される尿の量は水を飲む前に比べおよそ何倍になっているか。最も適当なものを選べ。ただし、原尿の生成速度に変化はないものとする。

- ㉖ 1.5 倍 ㉗ 3 倍 ㉘ 6 倍 ㉙ 10 倍 ㉚ 20 倍

生物の環境応答に関する次の文章(Ⅰ・Ⅱ)を読み、下の問い(問16～20)に答えよ。

- Ⅰ 図1はヒトの眼球と拡大した網膜の水平断面(上から見たもの)を示している。このようにヒトの眼は球形の器官である。眼に入った光は、(1)と水晶体で屈折し、ガラス体を通して網膜上に像を結ぶ。図1は、(2)眼を示しており、鼻側の網膜から出た視神経は脳の(3)視覚野へと伝えられる。

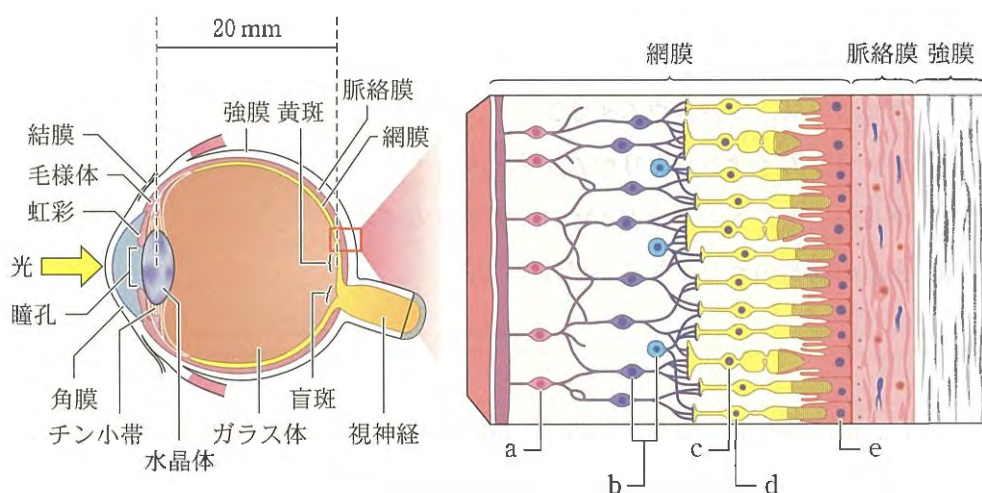


図1 ヒトの眼球と拡大した網膜の構造

- 16 上の文章中の(1)～(3)に入る語の組合せとして最も適当なものを選べ。

	1	2	3
㊦	角 膜	左	右
㊧	瞳 孔	左	左
㊨	角 膜	右	左
㊩	瞳 孔	右	左
㊪	角 膜	右	右

17 遠くのものを見るときの調節として、最も適当なものを選び。

	毛様体	チン小帯	水晶体	焦点距離
㉖	収縮する	ゆるむ	薄くなる	長くなる
㉗	収縮する	ゆるむ	厚くなる	短くなる
㉘	収縮する	緊張する	薄くなる	短くなる
㉙	弛緩する	緊張する	厚くなる	短くなる
㉚	弛緩する	緊張する	薄くなる	長くなる

18 図1の網膜の拡大図に示すa～eのうち、吸収する光の色(波長)によって感度の異なる3種類が存在する細胞はどれか。最も適当なものを選び。

㉖ a ㉗ b ㉘ c ㉙ d ㉚ e

Ⅱ 図 1 に示した眼とは反対の眼を閉じたあと、図 1 の眼の前方正面に図 2 の盲斑検出板をおき、A の●印に視線を固定する。視線を動かさないようにして盲斑検出板を遠近方向に動かしたところ、盲斑検出板と眼(水晶体の中心)の距離が 400 mm のときに B の●印が見えなくなった。次に、盲斑検出板と眼(水晶体の中心)の距離 400 mm を保ち、A の●印に鉛筆の芯を重ねる。視線を A の●印に固定したまま鉛筆を水平方向に動かすと、鉛筆の芯は B の●印の位置で見えなくなり、C の●印で再び見えた。

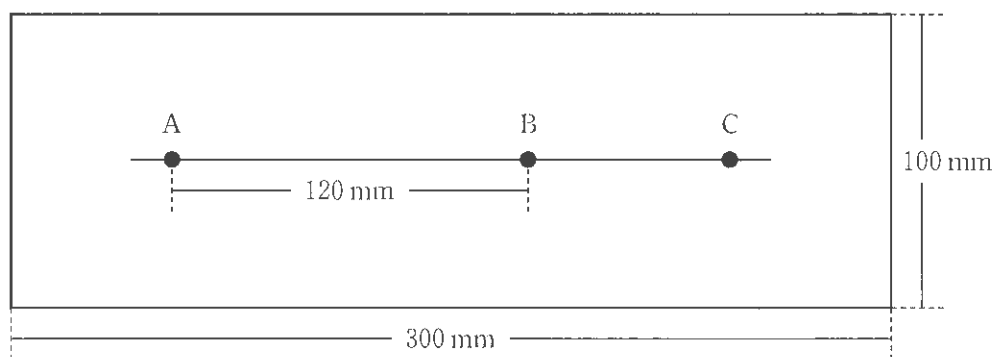


図 2 盲斑検出板

19 黄斑と盲斑の距離は何 mm か。最も適当なものを選べ。

- ㉠ 4.0 mm ㉡ 4.5 mm ㉢ 5.0 mm ㉣ 5.5 mm ㉤ 6.0 mm

20 盲斑の長径が 3.5 mm のとき、B の●印と C の●印の距離は何 mm か。最も適当なものを選べ。

- ㉦ 40 mm ㉧ 50 mm ㉨ 60 mm ㉩ 70 mm ㉪ 80 mm

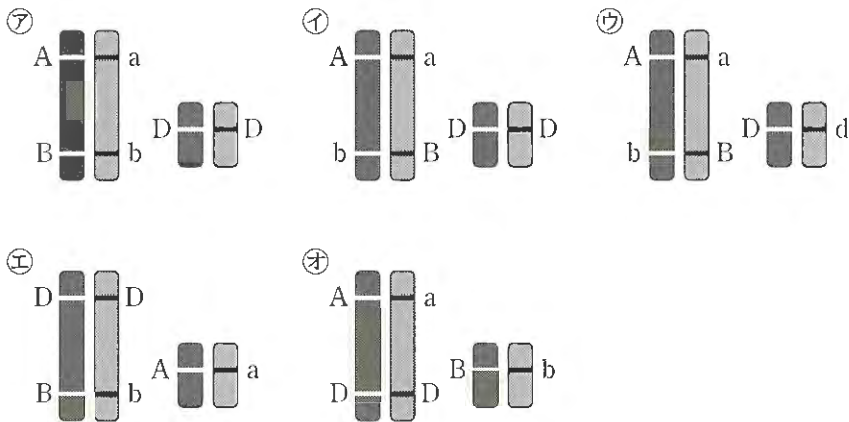
生物の遺伝に関する次の文章(Ⅰ・Ⅱ)を読み、下の問い(問 21～25)に答えよ。

- Ⅰ ある生物の3組の対立遺伝子A, aとB, bとD, dについて、A, aとB, bは完全連鎖であり、D, dは他の対立遺伝子に対して独立であるとする。また、A, aとB, bとD, dはそれぞれ関連しない形質を発現し、Aはaに、Bはbに、Dはdに対して優性であるとする。

- 21 これらの3組の対立遺伝子について、ヘテロ接合体どうしの交配によって得られた子について考えられる表現型は全部で何種類あるか。最も適当なものを選べ。

ア 9 イ 8 ウ 6 エ 4 オ 3

- 22 下線部①の個体のうち表現型が[A・B・D]の雌と[a・b・d]の雄を交配したところ、表現型が[A・b・D]の子と[a・B・D]の子が1：1の比で得られた。②の個体の染色体の模式図として最も適当なものを選べ。



Ⅱ 別のある生物の1組の対立遺伝子E、eは、雌雄に同様に発現する形質を決定し、Eがeに対して優性である。また、この生物では遺伝子の組換えは起こらないものとする。

23 eの形質を発現する雄とEの形質を発現する雌を交配したところ、次世代の雄はすべてE、雌はすべてeの形質を発現した。遺伝子Eはどの染色体上にあると考えられるか。最も適当なものを選べ。

- ㉞ 常染色体 ㉠ W染色体 ㉡ X染色体
 ㉢ Y染色体 ㉣ Z染色体

24 下線部㉢の雄と雌を交配したとき、次世代の表現型の分離比はどうなるか。最も適当なものを選べ。

	雄	雌
	E : e	E : e
㉞	1 : 1	1 : 1
㉠	1 : 0	1 : 0
㉡	0 : 1	0 : 1
㉢	1 : 0	0 : 1
㉣	0 : 1	1 : 0

25 この生物はどれか。

- ㉞ ハツカネズミ
 ㉠ ニワトリ
 ㉡ キイロショウジョウバエ
 ㉢ ニホンミツバチ
 ㉣ シロイルカ