

入 学 試 験 問 題 (1次)

理 科

令和5年1月23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42ページ(物理1~10ページ、化学11~22ページ、生物23~42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、マークする科目的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、草稿用に使用してよい。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。

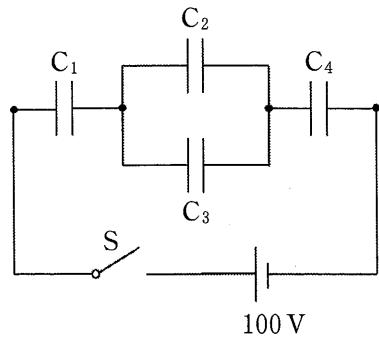
受験番号					
------	--	--	--	--	--

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 電気容量がいずれも $1 \mu\text{F}$ のコンデンサー C_1 , C_2 , C_3 , C_4 を図のようにつなぎ、起電力 100 V の電池で充電する。スイッチ S を閉じて十分に時間が経ったとき、コンデンサー C_1 に蓄えられる電気量は何 μC か。ただし、どのコンデンサーにも初め電荷は蓄えられていなかったものとする。



Ⓐ 5 Ⓑ 10 Ⓒ 20 Ⓓ 30 Ⓔ 40

- 2 同じ材質でできた、長さと断面積が次の表のような 5 本の抵抗線がある。各抵抗線の両端を一定電圧の直流電源につないだとき、単位時間あたりに発生する熱量が最も大きくなるのはどれか。

	長さ (mm)	断面積 (mm^2)
Ⓐ	100	0.20
Ⓑ	200	0.10
Ⓒ	200	0.20
Ⓓ	50	0.050
Ⓔ	200	0.050

3 電気抵抗の無視できるコイルに、実効値 100 V、周波数 50 Hz の交流電圧をかけたとき、流れる電流の実効値は 6.0 A であった。このコイルに実効値 100 V、周波数 60 Hz の交流電圧をかけたとき、流れる電流の実効値は何 A か。

Ⓐ 2.5

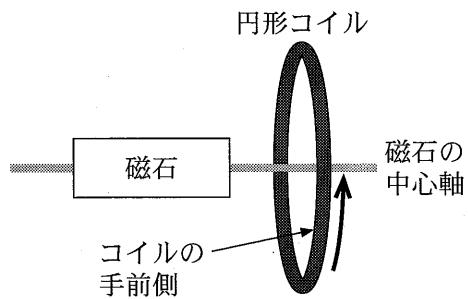
Ⓑ 5.0

Ⓒ 6.0

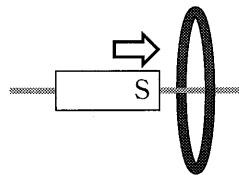
Ⓓ 7.2

Ⓔ 14

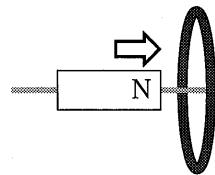
4 下図 a~f の \rightarrow の向きに磁石(a~c)
または円形コイル(d~f)を動かした。コ
イルに右図の \rightarrow の向き(磁石の右側から
眺めたとき時計回りの向き)の誘導起電
力が生じるのは a~f のうち何個ある
か。



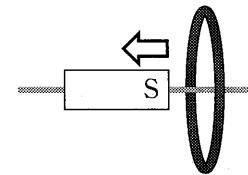
(a)



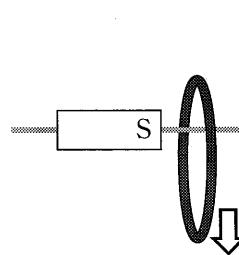
(b)



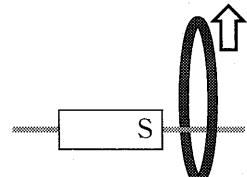
(c)



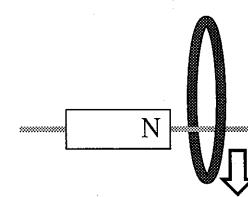
(d)



(e)



(f)



Ⓐ 1

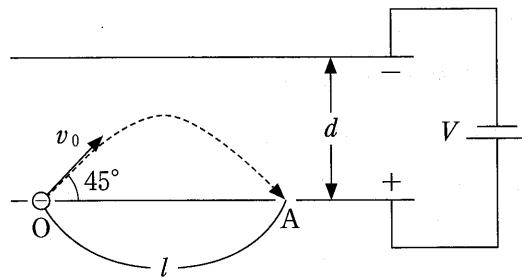
Ⓑ 2

Ⓒ 3

Ⓓ 4

Ⓔ 5

5 図のように、真空中に置かれた間隔 d の平行な極板間に電位差 V が加えられている。陽極板に開けられた小穴 O から電子を初速度 v_0 で極板間に打ち込んだところ、電子は O から距離 l だけ離れた陽極板の小穴 A を通り抜けた。 v_0 と陽極板とのなす角度は 45° であった。 v_0 の大きさはいくらか。電子の質量を m 、電気素量を e とする。極板間の電場は一様で重力の影響は無視できるものとし、電子は陰極板には到達しないものとする。



$$\textcircled{A} \sqrt{\frac{dmV}{le}} \quad \textcircled{B} \sqrt{\frac{meV}{dl}} \quad \textcircled{C} \sqrt{\frac{dle}{mV}} \quad \textcircled{D} \sqrt{\frac{dlV}{me}} \quad \textcircled{E} \sqrt{\frac{leV}{dm}}$$

6 α 線、 β 線、 γ 線に関する以下の記述の中から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. α 線は核子4個からなる粒子の流れである。
2. α 線、 β 線、 γ 線の全てが磁場で曲げられる。
4. β 線は負の電荷を持ち、質量を持たない粒子の流れである。
8. γ 線は電磁波であり、その波長は可視光線の波長よりも短い。

\textcircled{A} 3

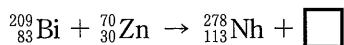
\textcircled{B} 4

\textcircled{C} 7

\textcircled{D} 9

\textcircled{E} 13

7 次の核反応式の□に入る粒子の名称は何か。

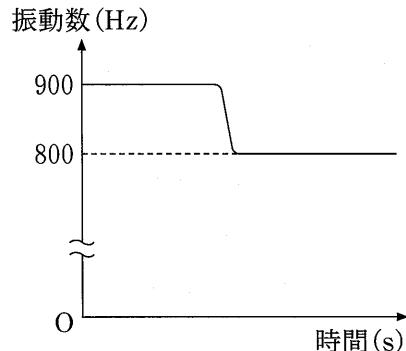


- Ⓐ ヘリウム原子核 Ⓛ 水素原子 Ⓝ 電子
Ⓑ 中性子 Ⓞ 陽子

8 ある金属の光電効果を調べたところ、 3.0×10^{-7} m より短い波長の光を当てるとき光電子が飛び出しが、これより長い波長の光ではいくら強い光を当てても光電子は飛び出さないことがわかった。この金属に波長 2.0×10^{-7} m の光を当てると、飛び出す光電子の運動エネルギーの最大値は何 eV か。最も近いものを選べ。光の速さを 3.0×10^8 m/s、プランク定数を 6.6×10^{-34} J·s、電気素量を 1.6×10^{-19} C とする。

- Ⓐ 0.10 Ⓛ 0.21 Ⓝ 1.0 Ⓞ 2.1 Ⓟ 4.1

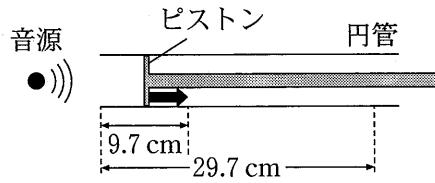
9 一定振動数のサイレンを鳴らしながら等速度で近づいてくる車が、静止している観測者のすぐ前を通り過ぎた。右のグラフは、この間に観測者が聞いたサイレンの振動数の時間変化を表す。車の速さは何 m/s か。音速は 340 m/s とする。



- Ⓐ 12 Ⓛ 14 Ⓝ 16 Ⓞ 18 Ⓟ 20

次の文章を読み、以下の問い合わせ(問題 10, 11)に答えよ。

図のように、内部にピストンを装着した細長い円管を水平に置き、左の開口端の近くに一定振動数の音源を置く。ピストンを左の開口端から右に移動させていくと、開口端から 9.7 cm と 29.7 cm の位置で 1 回目と 2 回目の共鳴が起こった。音速は 340 m/s とする。



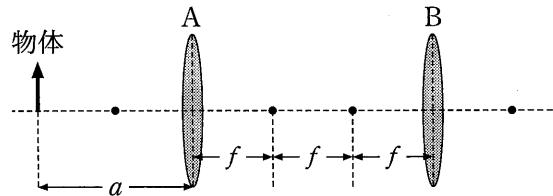
10 開口端補正は何 cm か。

- Ⓐ 0.1 Ⓑ 0.3 Ⓒ 0.5 Ⓓ 0.7 Ⓔ 0.9

11 音源の振動数は何 Hz か。

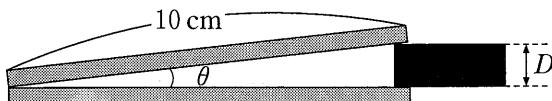
- Ⓐ 700 Ⓑ 750 Ⓒ 800 Ⓓ 850 Ⓔ 900

12 図のように、同じ光軸上に焦点距離 f の薄い凸レンズ A, B を距離 $3f$ 離して置く。レンズ A の左側の光軸上に物体を置き、これら 2 枚のレンズによってできる物体の像を B の右側から観察する。物体からレンズ A までの距離を a とすると、虚像が観測されるときの a の範囲は $a_1 < a < a_2$ となる。 $\frac{a_2}{a_1}$ はいくらか。



- Ⓐ $\frac{4}{3}$ Ⓑ $\frac{3}{2}$ Ⓒ $\frac{5}{3}$ Ⓓ 2 Ⓔ $\frac{7}{3}$

13 図のように、長さ 10 cm の 2 枚の透明なガラス板を上下に重ね、一端に厚さ D の薄い紙を挟んで頂角 θ のくさび形の空気層をつくる。ガラス板の鉛直上方から波長 $6.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ の光を当てるとき、1.0 cm 当たり 10 本の明るい線が見えた。 D は何 cm か。 θ は十分小さいので $\tan \theta = \sin \theta = \frac{D}{10}$ と近似できるとする。

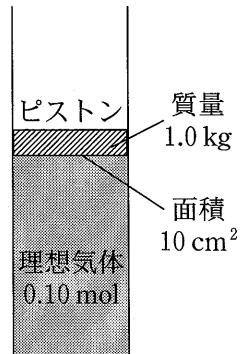


- Ⓐ 1.0×10^{-3} Ⓛ 2.0×10^{-3} Ⓝ 3.0×10^{-3}
 Ⓞ 4.0×10^{-3} Ⓟ 5.0×10^{-3}

14 断熱容器に入れた温度 10 °C の水 200 g に 96 °C のステンレス製の球を沈めて十分な時間が経過すると、水とステンレス球の温度はともに 12 °C になった。ステンレス球の質量は何 g か。ただし、水の比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、ステンレスの比熱は $0.50 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ であり、水の蒸発の影響は無視できるものとする。

- Ⓐ 10 Ⓛ 20 Ⓝ 30 Ⓞ 40 Ⓟ 50

15 図のように、鉛直に立てた断面積 10 cm^2 のシリンダー内に物質量 0.10 mol の理想気体がなめらかに動く質量 1.0 kg のピストンで密封されている。気体をゆっくり温めて温度を $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 上げたとき、ピストンは何 cm 上昇するか。最も近いものを選べ。気体定数を $8.3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 、大気圧を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、重力加速度の大きさを 10 m/s^2 とする。



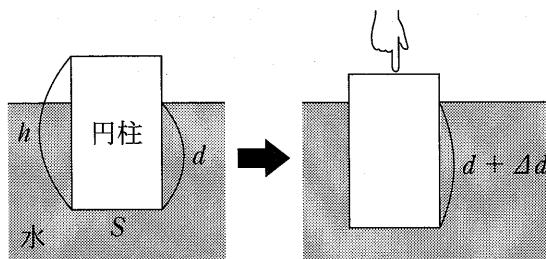
- Ⓐ 6.5 Ⓛ 7.0 Ⓝ 7.5
 Ⓞ 8.0 Ⓟ 8.5

16 単原子分子理想気体の分子1個の並進運動エネルギーの平均値は何Jか。ただし、温度は273Kとし、ボルツマン定数は 1.38×10^{-23} J/Kとする。

- Ⓐ 1.88×10^{-21} Ⓛ 3.77×10^{-21} Ⓝ 5.65×10^{-21}
 Ⓞ 9.42×10^{-21} Ⓟ 5.14×10^{-19}

次の文章を読み、以下の問い合わせ(問題17, 18)に答えよ。

図のように、底面積S、高さhの円柱を水に浮かべると、底面が水面から深さdまで沈んだ状態で静止した(図左)。次に、円柱を少しだけ鉛直に押し下げ(図右)、手を放すと上下に振動した。円柱を押し下げた距離を Δd とし、重力加速度の大きさをgとする。水の抵抗と円柱の運動に伴う水面の変化は無視できるものとする。



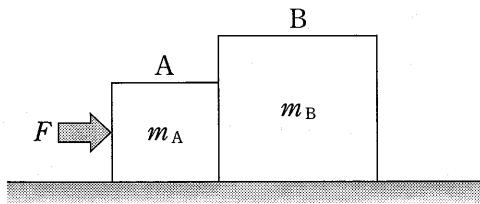
17 円柱の振動周期は 2π の何倍か。

- Ⓐ $\sqrt{\frac{h}{g}}$ Ⓛ $\sqrt{\frac{d}{g}}$ Ⓝ $\sqrt{\frac{\Delta d}{g}}$ Ⓞ $\sqrt{\frac{S}{gh}}$ Ⓟ $\sqrt{\frac{S}{g\Delta d}}$

18 振動する円柱の速さの最大値はいくらか。

- Ⓐ $\Delta d \sqrt{\frac{g}{h}}$ Ⓛ $\Delta d \sqrt{\frac{g}{d}}$ Ⓝ $d \sqrt{\frac{g}{\Delta d}}$
 Ⓞ $d \sqrt{\frac{gh}{S}}$ Ⓟ $d \sqrt{\frac{g\Delta d}{S}}$

19 図のように、なめらかな水平面上で質量 m_A の箱 A と質量 m_B の箱 B が接している。A に対して、水平右向きに一定の力 F を加えたとき、A と B が接したまま動き出した。B が A に及ぼす力の大きさは F の大きさの何倍か。



Ⓐ 1

Ⓑ $\frac{m_A}{m_B}$

Ⓒ $\frac{m_B}{m_A}$

Ⓓ $\frac{m_B}{m_A + m_B}$

Ⓔ $\frac{m_A + m_B}{m_B}$

20 ある恒星のまわりを周回する惑星 A の楕円軌道の半長軸は 4.0 天文単位であり、公転周期は 8.0 年である。同じ恒星を周回する惑星 B の楕円軌道の半長軸が 9.0 天文単位であるとき、その公転周期は何年か。ただし、1 天文単位は $1.50 \times 10^{11} \text{ m}$ であり、太陽と地球の平均距離に由来する長さの単位である。

Ⓐ 3.0

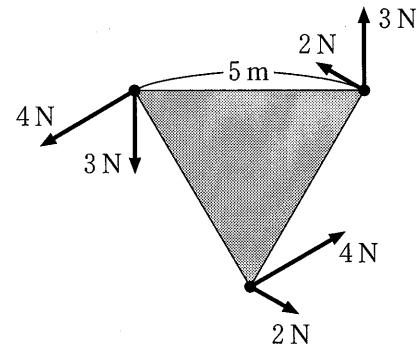
Ⓑ 4.5

Ⓒ 18

Ⓓ 27

Ⓔ 36

21 密度と厚さが一様な一辺 5 m の正三角形の薄い板が水平面に置かれている。図のように、この板の頂点に 2 N, 3 N, 4 N の大きさの 3 組の偶力がはたらくとき、板の重心のまわりの力のモーメントの大きさは何 N·m か。ただし、力は水平面内で各辺に対して垂直に作用する。



Ⓐ 0

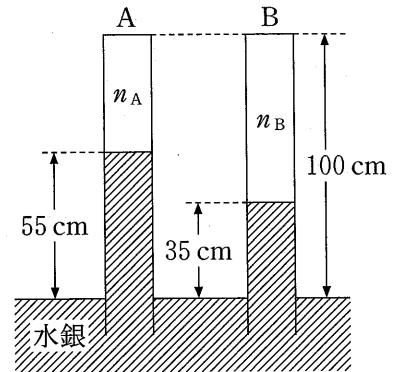
Ⓑ 5

Ⓒ 45

Ⓓ 90

Ⓔ 120

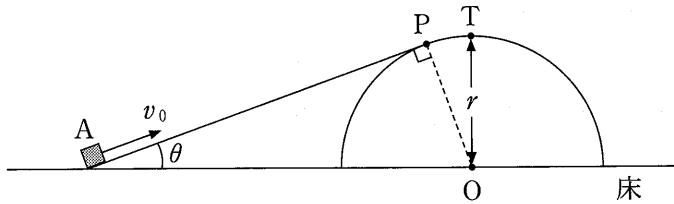
22 図のように、上端を閉じた同じ内径の円形断面を持つガラス管A, Bがある。これら2本のガラス管の上端の高さが水銀面から100 cmになるように水銀中に立てるとき、水銀面からそれぞれ55 cm, 35 cmの高さだけ水銀が管中を昇った。A, Bの上部の空洞部分には、それぞれ物質量 n_A , n_B の理想気体が入っている。 $\frac{n_A}{n_B}$ はいくらか。ただし、ガラス管の上部の空洞部分が真空のときの水銀の高さは水銀面から75 cmになるとする。



Ⓐ $\frac{4}{13}$ Ⓑ $\frac{9}{26}$ Ⓒ $\frac{1}{2}$ Ⓓ $\frac{7}{11}$ Ⓔ $\frac{9}{13}$

次の文章を読み、以下の問い合わせ(問題23~25)に答えよ。

図のように、水平な床に傾斜角 θ ($\cos \theta > \frac{2}{3}$)のなめらかな斜面と、断面が半径 r の半円のなめらかな曲面(半円の中心Oは床と同じ面内にある)が固定され、Pで接している。斜面の最下端に置かれた小物体Aに斜面上向きの初速度 v_0 を与えたところ、Aは曲面から離れることなく曲面の最高点Tまで到達できた。重力加速度の大きさを g とする。



23 v_0 の大きさには最小値と最大値がある。最小値はいくらか。

Ⓐ \sqrt{gr} Ⓑ $\sqrt{\frac{gr}{\sin \theta}}$ Ⓒ $\sqrt{2gr}$ Ⓓ $\sqrt{\frac{2gr}{\sin \theta}}$ Ⓔ $\sqrt{\frac{2gr}{\cos \theta}}$

24 v_0 の大きさの最大値はいくらか。

Ⓐ $\sqrt{gr \cos \theta}$

Ⓑ $\sqrt{2 gr \cos \theta}$

Ⓒ $\sqrt{3 gr \cos \theta}$

Ⓓ $\sqrt{4 gr \cos \theta}$

Ⓔ $\sqrt{5 gr \cos \theta}$

25 小物体 A が上問の最大の初速度 v_0 で運動を開始した場合を考える。A は最高点 T を越えた後、曲面を滑り落ち床面から高さ h の位置で曲面から離れる。 $\frac{h}{r}$ はいくらか。

Ⓐ $\cos \theta$

Ⓑ $\frac{\cos \theta}{3}$

Ⓒ $\frac{\cos \theta}{2}$

Ⓓ $2 \cos \theta - 1$

Ⓔ $3 \cos \theta - 2$

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 = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.0, Cl = 35.5, Cu = 63.5, Ag = 108 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 正しいものの組み合わせはどれか。

塩化鉄(III) FeCl_3 の水溶液を沸騰水に加えると【A : 黄褐色】の水酸化鉄(III) Fe(OH)_3 のコロイド溶液が得られる。このコロイド溶液を透析によって精製して【B : 水素イオン H^+ と塩素イオン Cl^- 】などを除いた後, 硫酸ナトリウム Na_2SO_4 水溶液を少量加えるとコロイド粒子と【C : ナトリウムイオン Na^+ 】の作用でコロイド粒子が集合して沈殿を生じる。このような金属水酸化物のコロイドの多くは【D : 疎水コロイド】である。タンパク質などのコロイド粒子は水中で安定に分散しているが, 多量の電解質を加えると電解質がコロイド表面の水分子を減少させるためにコロイド粒子は沈殿する。また疎水コロイドに親水コロイドを加えると, 疎水コロイドは親水コロイドの粒子によって取り囲まれ, 少量の電解質では沈殿しにくくなる。このような働きをするコロイドを【E : 会合コロイド】という。

Ⓐ A と C Ⓛ B と D Ⓝ C と E Ⓞ D と A Ⓟ E と B

2 濃硫酸(98 %, 密度 1.9 g/cm^3)を水で希釈して 2.5 mol/L の希硫酸 500 mL をつくりたい。必要な濃硫酸の体積[mL]はいくらか。最も近い値を選べ。

Ⓐ 12

ⓑ 25

ⓒ 33

ⓓ 66

ⓔ 84

次の文章を読み、以下の問い合わせ(問題 3, 4)に答えよ。

エタノール(分子量 46)4.0 g を体積 15 L の真空密閉容器に入れて温度を 60 °C に保った(状態 1)。次にこの容器を 30 °C まで冷却してそのまま放置した(状態 2)。

以下の設問に答えよ。ただし 60 °C, 30 °C でのエタノールの飽和蒸気圧はそれぞれ 4.4×10^4 Pa, 1.2×10^4 Pa で、容器内に液体が生じる場合はその体積は無視してよいものとする。

3 状態 1 における容器内の気体の圧力を求めよ。

- Ⓐ 0.80 × 10⁴ Pa Ⓛ 1.6 × 10⁴ Pa Ⓝ 2.4 × 10⁴ Pa
Ⓔ 3.2 × 10⁴ Pa Ⓛ 3.6 × 10⁴ Pa

4 状態 2 にした際に容器内のエタノールはどうなったか。正しい記述を選べ。

- Ⓐ 全て気体になった。
Ⓑ 0.17 g の液体のエタノールが生じた。
Ⓒ 0.35 g の液体のエタノールが生じた。
Ⓓ 0.52 g の液体のエタノールが生じた。
Ⓔ 0.70 g の液体のエタノールが生じた。

5 次のうち正しい組み合わせを選べ。

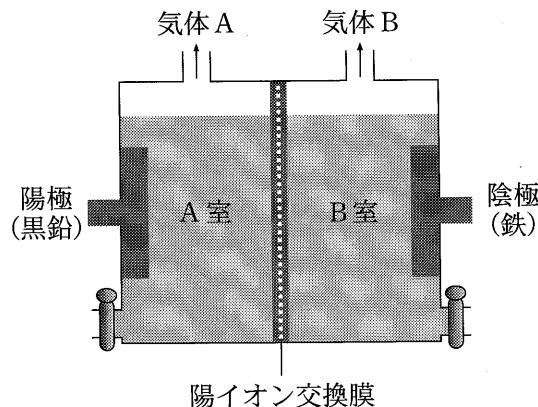
- A 原子が陽イオンになると、もとの原子より小さくなる。
- B 同族元素では原子番号が大きいほどイオンの大きさも大きくなる。
- C 同一周期内の元素ではイオン化エネルギーは希ガスが最も小さい。
- D 電子親和力が大きい原子ほど陰イオンになりにくい。
- E O^{2-} , F^- , Na^+ , Mg^{2+} は同じ電子配置を取るが、大きさは O^{2-} が最も小さい。

Ⓐ AとB Ⓛ BとC Ⓜ CとE Ⓝ DとE Ⓞ EとA

実験1と2について、以下の問い合わせ(問題6~8)に答えよ。ただし、電気分解で溶液の体積は変わらず、生成した気体は水溶液に溶けないものとする。

実験1 図のように、陽イオン交換膜で仕切ったA室とB室に0.500 mol/L 塩化ナトリウム水溶液を400 mLずつ入れ、陽極に黒鉛、陰極に鉄を用いて電気分解を行ったところ、7720 Cの電気量が流れた。

実験2 実験1の後、2.00 Aの電流を流して電気分解を再開したところ、標準状態で0.224 Lの気体がB室から生成した。



6 実験 1 の電気分解について正しいのはどれか。

- Ⓐ 気体 A は H_2 である。
- Ⓑ 気体 B は Cl_2 である。
- Ⓒ A 室では Na^+ の濃度が高くなる。
- Ⓓ B 室では OH^- の濃度が低くなる。
- Ⓔ 陰極側に移動するイオンは Na^+ のみである。

7 実験 1 の電気分解で生成した気体 A は何 mol か。

- Ⓐ 0.010
- Ⓑ 0.020
- Ⓒ 0.040
- Ⓓ 0.080
- Ⓔ 0.016

8 実験 2 の電気分解で通電した時間は何秒間か。最も近いものを選べ。

- Ⓐ 322
- Ⓑ 482
- Ⓒ 644
- Ⓓ 965
- Ⓔ 1930

次の文章を読み、以下の問い合わせ(問題9, 10)に答えよ。ただし、塩化銀、塩化ナトリウムの溶解による水溶液の体積変化は無視できるものとし、 $\sqrt{1.8} = 1.3$ とする。

塩化銀は水に溶けにくいため、ごくわずかだけ溶けて飽和水溶液となる。このような塩化銀の沈殿と平衡状態にある水溶液では、25 °Cにおいて次の関係が成り立つ。

$$[\text{Ag}^+] [\text{Cl}^-] = 1.8 \times 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

9 水1Lに塩化銀を0.0143g加えた水溶液中の銀イオンの濃度は何mol/Lか。

- Ⓐ 1.0 × 10⁻⁴ Ⓛ 1.0 × 10⁻⁸ Ⓝ 1.8 × 10⁻⁵
Ⓑ 3.0 × 10⁻⁵ Ⓞ 1.3 × 10⁻⁵

10 問題9の水溶液に塩化ナトリウムを0.585g加えると銀イオンの濃度は何mol/Lになるか。

- Ⓐ 1.8 × 10⁻⁸ Ⓛ 1.8 × 10⁻⁷ Ⓝ 1.3 × 10⁻⁵
Ⓑ 3.0 × 10⁻⁸ Ⓞ 3.0 × 10⁻⁷

11 以下の記述で誤っているのはどれか。

- Ⓐ ハロゲンの酸化力は原子番号が大きくなると弱くなる。
Ⓑ ヨウ化カリウムに臭素水を加えるとヨウ素が遊離する。
Ⓒ フッ素 < 塩素 < 臭素の順に単体の沸点は高くなる。
Ⓓ フッ化水素はガラス(SiO₂)を溶かす強酸である。
Ⓔ ヨウ素はヨウ化カリウム水溶液に三ヨウ化物イオンI³⁻を生じて溶ける。

12 以下の記述で正しいのはどれか。

- ⑦ 溶鉱炉に投入されるコークスが燃焼することで生じた二酸化炭素によって鉄の酸化物が還元され、銑鉄が得られる。
- ① 銑鉄は炭素成分を含み、鋼よりもろく割れやすい。
- ⑨ 溶鉱炉では、上部の鉄ほど酸化数が小さく、下部になるほど酸化数は大きい。
- ⑩ 鉄は金属元素のうち、地殻中に銅に次いで多く存在する元素である。
- ⑤ 鉄の表面に生じた四酸化三鉄は鉄器全体をもろくする。

次の文章を読み、以下の問い合わせ(問題13~15)に答えよ。

硫酸酸性下にて、シュウ酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ による過マンガン酸カリウム KMnO_4 の滴定を実施した。この滴定反応におけるイオン反応式1は以下のようになる。



1.5×10^{-2} mol/L に調製した KMnO_4 溶液 3.0 mL を溶液Xと混合し、Xに含まれる分子をすべて酸化した。ここに 1.5×10^{-2} mol/L に調製した $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ を 5.0 mL 添加した後、 1.5×10^{-2} mol/L の KMnO_4 溶液で滴定したところ、2.0 mL を添加したところで終点に至った。

13 この滴定反応やマンガンに関する記述として正しいのはどれか。

- ⑦ KMnO_4 は中性下や塩基性下において、酸性下より強い酸化剤となる。
- ① 滴定反応において硫酸は酸化剤にも還元剤にもならない。
- ⑨ 酸性下のマンガンの酸化数は +5 である。
- ⑩ KMnO_4 の固体は赤紫色を示す。
- ⑤ マンガンはもろい金属であるため、合金の成分としての需要はない。

14 イオン反応式 1 における [a] と [b] の係数として適切な組み合わせを選べ。

⑦ $a = 1, b = 2$

① $a = 1, b = 4$

⑨ $a = 2, b = 3$

⑩ $a = 2, b = 5$

④ $a = 2, b = 7$

15 溶液 X との酸化反応で使われた $KMnO_4$ の量 [mol] として正しいものを選べ。

⑦ 1.5×10^{-5}

① 3.0×10^{-5}

⑨ 4.5×10^{-5}

⑩ 6.0×10^{-5}

④ 9.0×10^{-5}

16 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を選べ。

油脂は、1 個のグリセリン分子に 3 個の高級脂肪酸が【A：エステル結合】した物質である。油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、油脂は【B：脱重合】され、高級脂肪酸のナトリウム塩とグリセリンを生成する。生成された高級脂肪酸のナトリウム塩は、【C：界面活性剤】と呼ばれ、水と油をなじませる作用を有する。この水溶液に油を加えてよく混合すると、油滴は微粒子となって分散する。これを【D：凝析】という。

⑦ A と B

① A と C

⑨ A と D

⑩ B と C

④ C と D

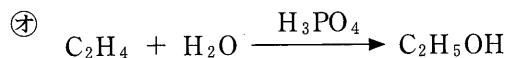
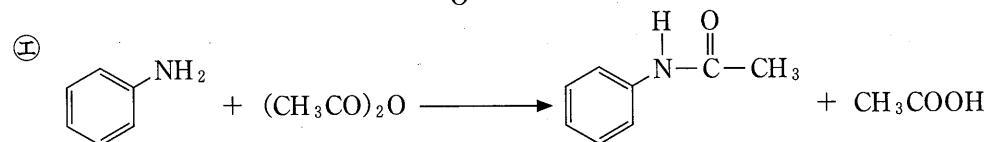
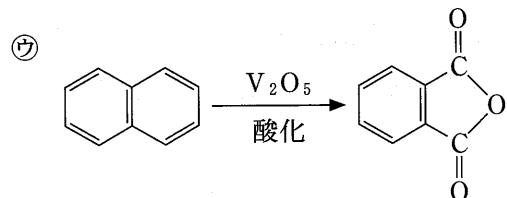
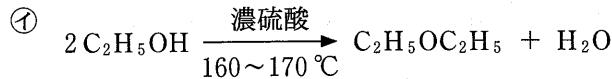
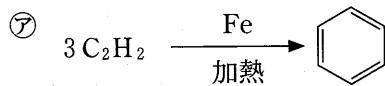
17 油脂 A(分子量 890)は、单一の飽和脂肪酸を含む。油脂 A 8.90 g を 0.300 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 100 mL 中で加熱し、十分に反応させた。その後、この反応液をセロハン膜に包んで、900 mL の蒸留水の入ったビーカーに浸した。この反応液の浸透圧を 27 °C で測定したところ、 2.50×10^3 Pa だった。浸透圧、溶液の体積、脂肪酸ナトリウム塩を含むミセルの物質量、絶対温度の間にはファント・ホップの法則が成立する。ミセル 1 個が含む脂肪酸ナトリウム塩の平均数に最も近い数値を下から選べ。ただし、未反応の水酸化ナトリウムは無視できるレベルであり、油脂は完全に反応し、セロハン膜からミセルの漏出はないものとする。

- Ⓐ 1.00×10^2 Ⓛ 3.00×10^2 Ⓝ 1.00×10^3
Ⓑ 3.00×10^3 Ⓞ 1.00×10^4

18 C_3H_8O の化学式を持つ化合物について正しい文章はどれか。

- Ⓐ 構造異性体は 2 種類である。
Ⓑ ナトリウムと反応して水素を発生する構造異性体は 1 種類である。
Ⓒ 酸化により得られる化合物の中で、還元性を示す構造異性体は 1 種類である。
Ⓓ ヨウ素を反応させると、黄色沈殿を生ずる構造異性体は 1 種類である。
Ⓔ エタノールの縮合反応によりできる構造異性体は 1 種類である。

19 誤っている反応式はどれか。

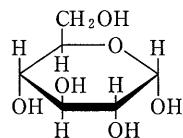


20 以下の記述で、誤っているものはどれか。

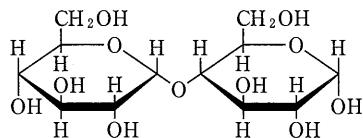
- ⑦ ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸を加えて加熱すると、ニトロベンゼンが生じる。
- ① アニリンは、さらし粉水溶液を加えると酸化され、赤紫に呈色する。
- ④ フェノールは水に少し溶け、水溶液は弱酸性を示す。
- ② アセチルサリチル酸は、塩化鉄(III)水溶液によって赤紫色を呈する。
- ⑤ 安息香酸は、トルエンを過マンガン酸カリウム水溶液中で酸化することにより得られる。

糖類の構造または構造の一部を示した A~E について、以下の問い
 (問題 21, 22)に答えよ。

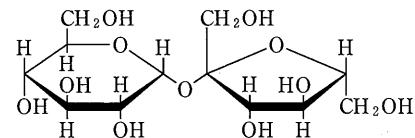
A



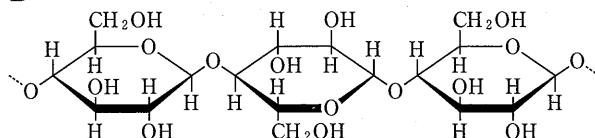
B



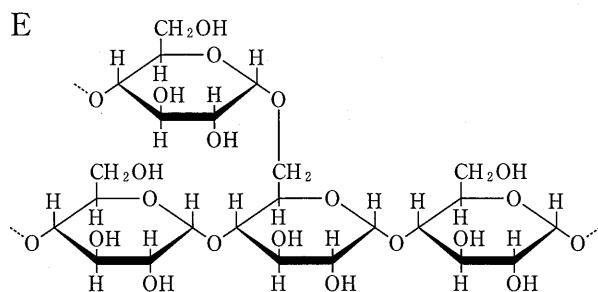
C



D



E



21 次の中で、正しい記述はいくつあるか。

- ・ 1 mol の糖類 A をアルコール発酵させると 2 mol のメタノールが得られる。
- ・ 脱水縮合した A の構造をもつのは B, C, E である。
- ・ D で示す構造をもつ糖類は、ヨウ素デンプン反応を示さない。
- ・ D で示す構造を 1×10^4 回繰りかえす糖類 1 分子を完全にアセチル化するためには、 6×10^4 個の無水酢酸分子が必要である。
- ・ E で示す構造をもつ糖類は、温水に不溶である。

Ⓐ 1

Ⓑ 2

Ⓒ 3

Ⓓ 4

Ⓔ 5

22 糖類 B と糖類 C の混合物に下記の操作を施した。

- 1) 混合物の半量にマルターゼを反応させ、基質を完全に分解させた後、十分量のフェーリング液を加えて加熱すると 2.86 g の酸化銅(I) Cu_2O が得られた。
- 2) 残りの混合物にスクラーゼを反応させ、基質を完全に分解させた後、フェーリング液で同様に反応させると、8.58 g の Cu_2O が得られた。

元々の混合物中に糖類 C は何 g 含まれていたか。ただし、1 mol の Cu_2O は 1 mol の還元糖より生成され、酵素は Cu_2O の生成に関与しないものとする。

Ⓐ 3.42 Ⓑ 6.84 Ⓒ 8.55 Ⓓ 17.1 Ⓔ 20.5

23 合成したナイロン 66 の 1 分子中に平均 6.00×10^3 個のアミド結合が存在する場合、このナイロン 66 の平均分子量の値に最も近いものを選べ。

Ⓐ 3.39×10^4 Ⓑ 6.78×10^4 Ⓒ 6.78×10^5
Ⓓ 13.6×10^4 Ⓔ 13.6×10^5

24 アミノ酸、ペプチド、タンパク質についての記述で、誤っているものはいくつあるか。

- ・アミノ酸をエステル化すると酸の性質を失う。
- ・グリシン水溶液が pH 11 の場合、陽イオン化したグリシンが最も多い。
- ・2 つ以上のペプチド結合をもつ分子はビウレット反応を示す。
- ・チロシンを含むペプチドはキサントプロテイン反応を示す。
- ・システイン間のジスルフィド結合はタンパク質の三次構造形成に関わる。

Ⓐ 1 Ⓑ 2 Ⓒ 3 Ⓓ 4 Ⓔ 5

25 次の中で、付加縮合によって得られる合成樹脂はいくつあるか。

- ・ポリエチレンテレフタラート
- ・メラミン樹脂
- ・ポリ塩化ビニル
- ・アルキド樹脂
- ・ベークライト

Ⓐ 1

Ⓑ 2

Ⓒ 3

Ⓓ 4

Ⓔ 5

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。

次の文章を読み、以下の問い(問題1～3)に答えよ。

夏休み、A君は、部活の合宿で厳しい練習にいそしんでいた。休憩時、水分補給をしようと多めの水を飲んだ。しばらくすると、尿意を感じたためトイレで用を足し、急いで練習に戻ろうとしたところで、突然、倒れ込んでしまった。

この時、A君の身体の中では、どのようなことが起こっていたのだろうか。

厳しい練習中、多量の発汗をしたA君のからだは、水分と同時にナトリウムイオンを失っていた。そこに、水を飲んだことによって、体液の浸透圧は高張となつた。この変化を間脳の視床下部が感知し、脳下垂体後葉からのホルモンの分泌が増加した。これによって、腎臓の集合管の上皮細胞の水透過性が上がり、生成される尿量が増加した。尿量の増加は、血液量の減少、血圧の低下を招き、倒れ込むに至ったものと考えられる。

A君は適切な治療を受け、数日後には元気に部活動に復帰することができた。以降、練習中には適切な塩分を含んだスポーツドリンクを飲むように心掛けている。

一方、魚類では、浸透圧の調節は、えらに存在する塩類細胞が担っている。ウナギなど、海水域と淡水域を往き来する種では、淡水中でも、また、塩類濃度が体液の約3倍となる海水中でも、体液浸透圧に差が起らぬよう調節が働いている。ウナギは、海水中では、ほとんど水を飲まず、高張の尿を多量に排出するとともに、えらの塩類細胞が能動輸送によって塩類を体外に排出し、腸から水を積極的に吸収することで、浸透圧を調節している。

1 下線部(1)～(4)で正しいものはいくつあるか。

Ⓐ 0 Ⓑ 1 Ⓒ 2 Ⓓ 3 Ⓔ 4

2 二重下線部のホルモンについて、正しいものはどれか。

- Ⓐ 血糖値を上げる作用をもつ。
- Ⓑ 神経細胞によってつくられる。
- Ⓒ 全身のほぼ全ての細胞に作用する。
- Ⓓ 標的細胞は、細胞質に受容体をもつ。
- Ⓔ 鉱質コルチコイドの分泌を促す作用をもつ。

3 下線部(5)～(8)で正しいものはいくつあるか。

Ⓐ 0 Ⓑ 1 Ⓒ 2 Ⓓ 3 Ⓔ 4

4 図1は、呼吸と2種類の発酵を比較したものである。解糖によってエネルギー(ATP)が合成された後、発酵では、一見、ATP合成とは関係ない①や②の反応によって、エタノールや乳酸が作られる。①、②の反応がもつ意味として適切なものはどれか。

- ⑦ 熱を発生する。
- ① NAD⁺(補酵素)を再生する。
- ② ピルビン酸の量を一定に保つ。
- ③ ATP以外のエネルギー物質を合成する。
- ④ 次のエネルギー代謝の基質としてエタノールや乳酸を生成する。

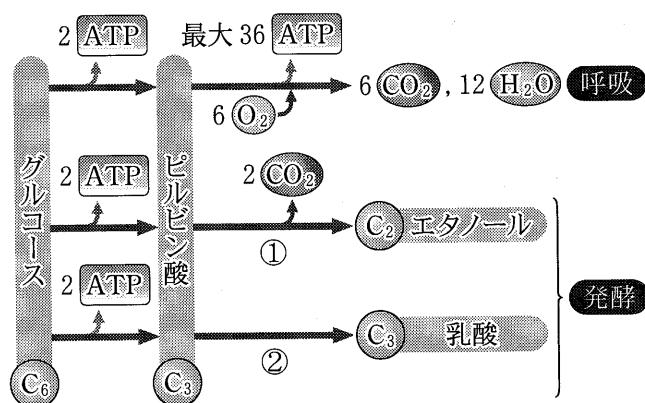


図1 呼吸と発酵の比較

5 血液の循環には、心臓のポンプ作用が重要な働きをしている。ヒトの心臓は、2つの心房と2つの心室で構成され、左右の心房、左右の心室がそれぞれ運動して収縮運動をする。また、心房と心室の間、心室と動脈の間には弁があり、その働きによって、血液は逆流せずに一方へと流れる。図1は、4つの弁を上方からみたものである。弁がこのような開閉状態となるのはA～Dのうち、どの時期か。

- A 心房が収縮し、血液が心室に流入する。
- B 心房は弛緩し、心室は収縮はじめる。
- C 心室から血液が動脈に流れる。
- D 心室は弛緩はじめる。

- Ⓐ Aのみ
- Ⓑ Bのみ
- Ⓒ Cのみ
- Ⓓ Dのみ
- Ⓔ BとDの両方

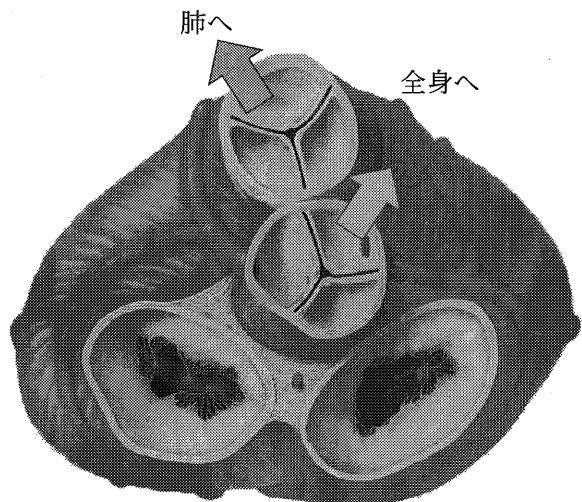


図1 上方からみた心臓の4つの弁の状態

6 食作用を有する細胞の組合せとして適当なものはどれか。

- Ⓐ 樹状細胞, キラーT細胞, マクロファージ
- Ⓑ 樹状細胞, ヘルパーT細胞, マクロファージ
- Ⓒ キラーT細胞, ヘルパーT細胞, マクロファージ
- Ⓓ 好中球, 樹状細胞, マクロファージ
- Ⓔ 好中球, 樹状細胞, キラーT細胞

7 A～Eのうち正しいものはいくつあるか。

- A アクチンフィラメントと微小管はATPの分解を伴う細胞の運動に関わる。
- B アクチンフィラメントは鞭毛の主要な構成成分である。
- C アクチンフィラメントは微小管より太い。
- D 微小管は動物細胞にのみ存在する。
- E 微小管には方向性がある。

Ⓐ 1

Ⓑ 2

Ⓒ 3

Ⓓ 4

Ⓔ 5

8 以下の文章中のA～Cに入る化学構造式と語句の組合せはどれか。

遺伝子の本体はDNAであり、DNAはリン酸、塩基、および(A)からなる。DNAを構成する塩基には4種類あり、アデニンとチミンは(B)のように特異的に結合し、残りの2つの塩基も特異的に結合する。この結合によってつながった2本のヌクレオチド鎖がねじれて二重らせん構造をとる。遺伝子が発現する際には、DNAがmRNAに転写され、mRNAは(C)と結合し、翻訳される。

	A	B	C
Ⓐ			リソソーム
Ⓑ			リソソーム
Ⓒ			リボソーム
Ⓓ			リボソーム
Ⓔ			リボソーム

次の文章を読み、以下の問い合わせ(問題9～11)に答えよ。

被子植物の花は、がく片、花弁、おしべ、めしべから構成される(図1)。それぞれの形成には、3種類のホメオティック遺伝子(*A*, *B*, *C*)が関わっていることが知られており、図1の領域1～4のそれぞれにおいて、どの遺伝子が発現するかの組み合わせで、花のどの構造が形成されるかが決まる。

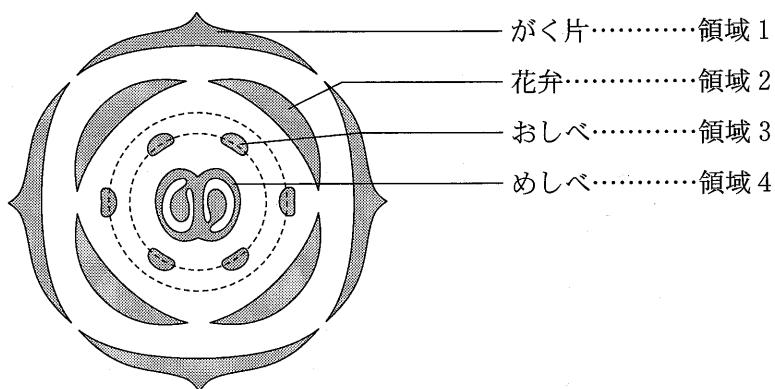


図1 被子植物の花の構造

野生型およびそれぞれの遺伝子を欠損したシロイヌナズナにおいて、4つの領域で花の構造が表1のようになっている。

表1 シロイヌナズナの野生型と欠損株の表現型

	領域1	領域2	領域3	領域4
野生型	がく片	花弁	おしべ	めしべ
<i>A</i> 遺伝子欠損株	めしべ	おしべ	おしべ	めしべ
<i>B</i> 遺伝子欠損株	がく片	がく片	めしべ	めしべ
<i>C</i> 遺伝子欠損株	がく片	花弁	花弁	がく片

9 野生型シロイヌナズナのすべての領域で *B* 遺伝子を強制的に発現させたとき、各領域の構造はどうなると予想されるか。

	領域 1	領域 2	領域 3	領域 4
Ⓐ	花弁	がく片	めしべ	おしべ
Ⓑ	花弁	花弁	おしべ	おしべ
Ⓒ	がく片	がく片	おしべ	おしべ
Ⓓ	花弁	花弁	めしべ	めしべ
Ⓔ	がく片	がく片	めしべ	めしべ

10 最近、花の形成に関わる新たな *E* 遺伝子が同定された。*E* 遺伝子を欠損させた株では、1～4 すべての領域が葉のような構造となった。また、*A*, *B*, *C* 遺伝子をすべて欠損させた場合も、1～4 すべての領域が葉のような構造になった。
次の 5 つの器官のうち、*A*, *B*, *C*, *E* のうち少なくとも 3 つの遺伝子の発現が必要なものはいくつあるか。

がく片 / 花弁 / おしべ / めしべ / 葉

Ⓐ 1

Ⓑ 2

Ⓒ 3

Ⓓ 4

Ⓔ 5

11 *A* 遺伝子の働きを失った株の遺伝子型を *aa* と表す (*A* は *a* に対して優性)。同様に *B*, *C*, *E* 遺伝子の働きが失われた株の遺伝子型をそれぞれ *bb*, *cc*, *ee* とする (*B*, *C*, *E* は *b*, *c*, *e* に対してそれぞれ優性)。今、ある個体の遺伝子型が *AaBbCcEe* のとき、自家受粉で得られた個体の花の4領域が、「がく片・花弁・花弁・がく片」となるのは何%か。最も近い値を選べ。ただし遺伝子間の連鎖はない仮定する。

Ⓐ 1 % Ⓛ 5 % Ⓜ 10 % Ⓝ 15 % Ⓞ 25 %

12 赤緑色覚異常とは、赤色と緑色の区別がつきにくい状態である。日本人での発症頻度は男性 5 %, 女性 0.2 %, また女性の保因者(発症はしていないが色覚異常の遺伝子を持つ)割合は 10 % と言われている。錐体細胞のオプシンをコードする遺伝子には *OPN1LW*, *OPN1MW*, *OPN1SW* の3種類があるが、赤緑色覚異常に関しては、*OPN1LW* の変異による1型と、*OPN1MW* の変異による2型がある。赤緑色覚異常男性の約 30 % が1型、約 70 % が2型である。*OPN1SW* の変異によるものは3型と呼ばれ、青色と黄色の区別がつきにくい青黄色覚異常になる。3型は非常にまれで、発症頻度に男女差はない。以下の文章のうち誤っているものはどれか。

- Ⓐ *OPN1MW* は X 染色体上に存在する。
- Ⓑ *OPN1SW* は常染色体上に存在する。
- Ⓒ *OPN1SW* は青錐体細胞に発現する。
- Ⓓ ある夫婦から生まれた男の子が1型赤緑色覚異常だった場合、その変異遺伝子は母親由来である。
- Ⓔ 赤緑色覚異常の父親と保因者の母親から生まれた女の子が赤緑色覚異常になる確率は約 50 % である。

13 以下の文章中のA～Iには数字が入る。3が入る箇所はいくつあるか。

被子植物の胚珠では、1個の胚のう母細胞から減数分裂により(A)個の細胞を生じる。そのうち(B)個の細胞は退化し、最終的に(C)個の胚のう細胞になる。胚のう細胞は(D)回核分裂を行って(E)個の核を生じる。これらの核の一部は、珠孔側で(F)個の卵細胞と(G)個の助細胞の核となる。また、珠孔の反対側で(H)個の反足細胞の核となる。残り(I)個の核は、胚のうの中央に集まり極核と呼ばれる中央細胞の核となる。

- Ⓐ 1以下 Ⓛ 2 Ⓝ 3 Ⓞ 4 Ⓟ 5以上

次の文章を読み、以下の問い合わせ(問題14~17)に答えよ。

骨格筋は、多核の筋細胞からなり、その細胞質には多数の(A)が存在する。(A)を顕微鏡で観察すると、(B)と(C)が交互に連なっており、(B)の中央は、Z膜で仕切られている。Z膜とZ膜の間を筋節という。(A)は、2種類のフィラメントが規則正しく重なり合った構造をしている。(D)ほうをアクチンフィラメント、(E)ほうをミオシンフィラメントという。

筋収縮を実際に観察するために、カエルの太腿の筋肉(新鮮な筋肉、生筋)を取り出した。生筋をグリセリン溶液に浸してグリセリン筋をつくった。グリセリン筋は、細胞膜をはじめとする膜構造が壊れ、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントの収縮構造のみを残す単純化された実験系である。

14 空欄に入る語句の組み合わせとして正しいものを選べ。

	A	B	E
Ⓐ	筋纖維	明 帯	細 い
Ⓑ	筋纖維	暗 帯	太 い
Ⓒ	筋原纖維	明 帯	細 い
Ⓓ	筋原纖維	暗 帯	太 い
Ⓔ	筋原纖維	明 帯	太 い

15 以下の5つの方法のうち生筋とグリセリン筋をともに収縮させる方法はいくつあるか。

- A 電気刺激
- B ATP の滴下
- C ADP の滴下
- D Ca^{2+} の滴下
- E 機械刺激

Ⓐ 0 Ⓑ 1 Ⓒ 2 Ⓓ 3 Ⓔ 4

16 問15でグリセリン筋のみを収縮させる方法はあるか。もしある場合、生筋を収縮させない理由として正しいものはどれか。

	グリセリン筋のみを収縮させる方法	生筋を収縮させない理由
Ⓐ	ある	筋小胞体からカルシウムイオンが放出されない。
Ⓑ	ある	トロポミオシンが、アクチンと結合している。
Ⓒ	ある	クレアチニンリン酸が枯渇している。
Ⓓ	ある	物質や刺激が細胞内に伝わらない。
Ⓔ	ない	

17 図1は、カエル胞胚の予定運命図である。太腿の筋肉に分化する領域を選べ。

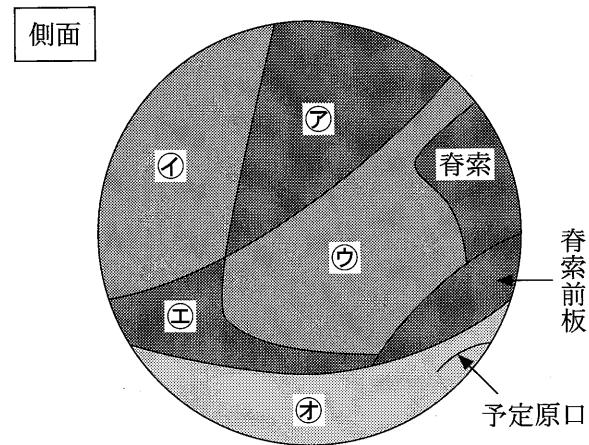


図1 カエル胞胚の予定運命図

18 軟体動物のアメフラシは、背中のえらに水管から海水を出し入れして呼吸している。この水管に接触刺激を与えると、えらを引っ込める。これは危険から身を守るために行動である。短期間に接触刺激を繰り返したとき、えら引っ込め反応は、図1のようになる。13回目の刺激を加える前の神経の状態として正しいものはどれか。

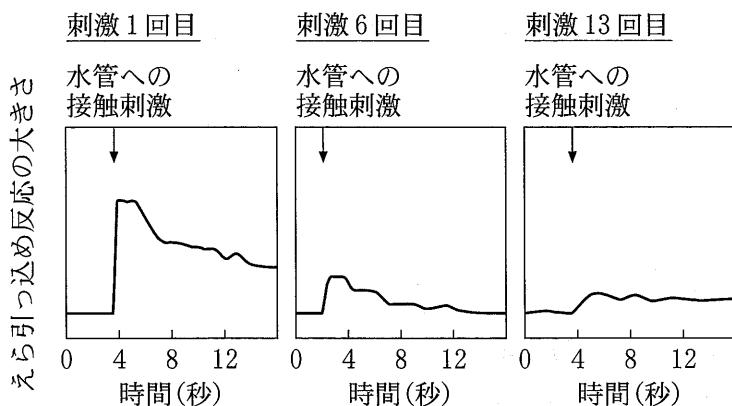


図1 接触刺激に対するアメフラシのえら引っ込め反応

- Ⓐ 水管の感覚ニューロンの神経終末のシナプス小胞が減少している。
- Ⓑ えらの運動ニューロンの神経終末のシナプス小胞が減少している。
- Ⓒ 介在ニューロンの神経終末のシナプス小胞が減少している。
- Ⓓ 介在ニューロンの神経終末のシナプス小胞が増加している。
- Ⓔ 水管の感覚ニューロンの神経終末のカルシウムチャネルが活性化している。

次の文章を読み、以下の問い合わせ(問題19~21)に答えよ。

生態系内で生産者が光合成によって無機物から有機物を生産する過程を物質生産という。植物は生産者として、太陽からの光エネルギーを利用し、光合成によって⁽¹⁾二酸化炭素と水から有機物を合成する。一方、動物は、植物の有機物を直接または間接的に取り込んで栄養源にする。植物を食べる植物食性動物を一次消費者とい⁽²⁾い、植物食性動物を食べる動物食性動物を二次消費者とい⁽³⁾う。

19 下線部(1)の生産者の物質収支として正しいものはいくつあるか。

- A 摂食量=同化量+不消化排出量
- B 同化量=生産量-呼吸量
- C 生産量=成長量+被食量+死滅量
- D 成長量=純生産量-(被食量+枯死量)
- E 総生産量=純生産量-呼吸量

Ⓐ 1 以下 Ⓛ 2 Ⓝ 3 Ⓞ 4 Ⓟ 5

20 下線部(2)の光合成において、22 g の二酸化炭素が吸収されたとき、何 g の有機物が生産されるか。有機物はグルコースとし、原子量は、H = 1, C = 12, O = 16 とする。

Ⓐ 15 Ⓛ 22 Ⓝ 30 Ⓞ 32 Ⓟ 90

21 表1は、ある森林の物質収支を示している。下線部(3)の一次消費者について、同化量が $280\text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ 、呼吸量が摂食量の60%であったとき、生産量 [$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$]はいくらか。ただし、老廃物排出量は考慮しないものとする。

表1 ある森林の物質収支

植物の呼吸量	枯死量	被食量	成長量
1090	510	300	600

単位： $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$

Ⓐ 80

Ⓑ 100

Ⓒ 120

Ⓓ 160

Ⓔ 180

22 ある環境下の動物 A と動物 B の個体数を 2 年間定期的に調べた。各調査時の個体数をグラフ上に打点して線で結んだところ、半年間で 1 周する円形の軌道となつた(図 1)。調査期間中、環境の変化は起こらなかつたとした場合、時間経過に伴う動物 A と動物 B の個体数の増減を表すグラフとして正しいものはどれか。選択肢のグラフは、動物 A を実線、動物 B を点線で示している。

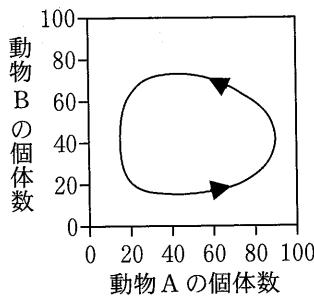
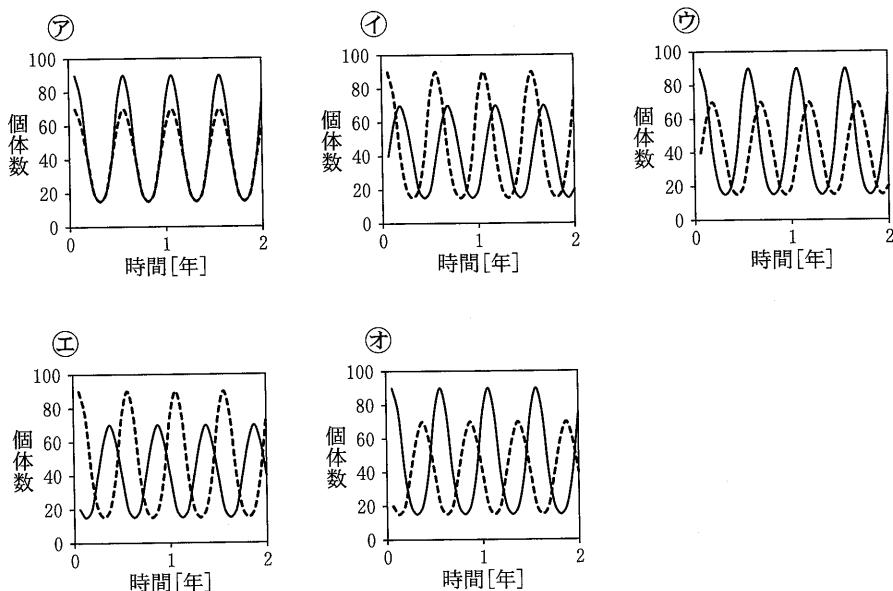


図 1 動物 A と動物 B の個体数の変動(矢印は時間が経過する方向を表す)。



23 進化に関する記述のうち、正しいものはどれか。

- Ⓐ 脊索を持つ動物は4つの*Hox*遺伝子群をもっている。
- Ⓑ 陸上植物は四肢をもった脊椎動物よりも先に出現した。
- Ⓒ 羊膜をもった脊椎動物は種子植物よりも先に出現した。
- Ⓓ 真核生物は最後の全球凍結の後に出現した。
- Ⓔ 2心房1心室をもった脊椎動物は中生代に出現した。

24 以下の文章に関する記述A～Eのうち、正しいものはいくつあるか。

乳酸脱水素酵素 LDH-B はピルビン酸の乳酸への変換を触媒する酵素である。北アメリカ東部沿岸に分布する小型の魚マミチョグでは、LDH-B の対立遺伝子の分布は地理的に異なっている。対立遺伝子 *b* は酵素 LDH-B(b) を指定し、*b* の分布は図 1 に示すように緯度に従って変化している。一方、LDH-B(a) を指定する対立遺伝子 *a* は、*b* とは逆の緯度に応じた分布を示す。LDH-B の酵素活性は温度による影響を受け、図 2 に示すように、LDH-B(b) は LDH-B(a) よりも低温で高い酵素活性を示す。図 3 は対立遺伝子 *b* のホモ接合体(*bb* 個体)と対立遺伝子 *a* のホモ接合体(*aa* 個体)を用い、10 °C と 25 °C における臨界遊泳速度を調べた結果である。

※臨界遊泳速度：持続遊泳速度の最大値。段階的に流速の負荷をかけながら測定する。ここでは1秒間に体長の何倍泳ぐかという単位で表している。

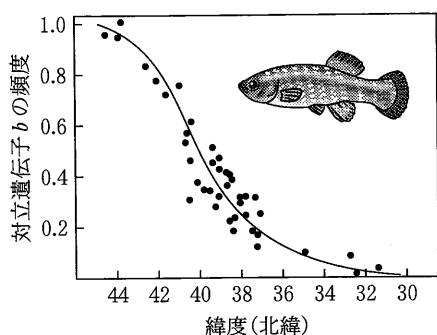


図 1 対立遺伝子 *b* の頻度

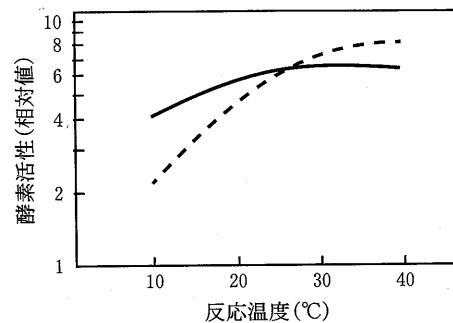


図 2 LDH-B(b) と LDH-B(a) の酵素活性

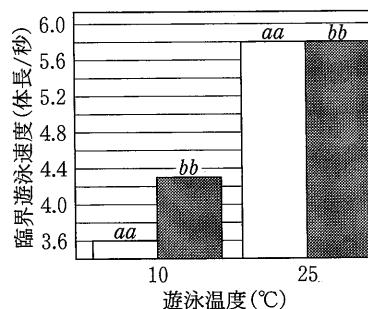


図 3 *bb* 個体と *aa* 個体の臨界遊泳速度

- A LDH-B は乳酸を還元する。
- B 図 2 の点線は LDH-B(b) の活性である。
- C 10 °C での *bb* 個体の遊泳速度は *aa* 個体の 4 倍程度である。
- D LDH-B(a) より LDH-B(b) の酵素活性が高い温度では、*bb* 個体は *aa* 個体より速く泳ぐことができる。
- E 南部では LDH-B(a) の酵素活性が LDH-B(b) より高く、*aa* 個体が生存に有利である。

Ⓐ 1

Ⓑ 2

Ⓒ 3

Ⓓ 4

Ⓔ 5

25 ある生物の集団が存在する。一対の対立遺伝子 G と g に注目すると、 G は g に対して優性であり、第 n 世代の誕生直後における G の遺伝子頻度は 0.1、 g の遺伝子頻度は 0.9 であった。ところが、第 n 世代のときに大きな環境の変化が起き、遺伝子型 gg の個体の $\frac{1}{2}$ が生殖可能になる前に死亡するようになった。一方で、生き残った gg の個体は生殖可能で GG や Gg の個体と同様に次世代を残す。この自然選択がはたらく環境は第 n 世代以降も続いている。

生殖可能な第 $n + 1$ 世代が 3000 個体いる。そのうち、遺伝子型 Gg の個体数として期待される数に最も近いのはどれか。

Ⓐ 500

Ⓑ 800

Ⓒ 1300

Ⓓ 1500

Ⓔ 1600