

理 科

(1～48ページ)

注 意

- 試験開始の合図があるまで、問題用紙を開いてはいけません。
- この問題用紙には、次の3科目の問題が収められています。
物 理 (1～10ページ)
化 学 (11～26ページ)
生 物 (27～48ページ)
- 3科目の中から、医学部出願者は2科目、その他の出願者は1科目を選択し、解答は解答用紙にマークしなさい。解答用紙は3科目共通です。
- 解答用紙に受験番号・氏名・選択科目を記入しなさい。
 受験番号と選択科目は、下記の「受験番号欄記入例」「選択科目欄記入例」に従って正確にマークしなさい。
- 試験時間は **60分** (2科目受験者は1科目につき60分) です。
- 試験開始後、問題用紙に不備(ページのふぞろい・印刷不鮮明など)があったら申し出なさい。
- 中途退出は認めません。試験終了後、問題用紙は持ち帰りなさい。

受験番号欄記入例・選択科目欄記入例

アルファベットと数字の位置に注意してマークしなさい
(アルファベットのO・Qはありませぬ)

受 験 番 号 欄	
H	5 7 0 9
(A)	(0) (0) (●) (0)
(B)	(1) (1) (1) (1)
(C)	(2) (2) (2) (2)
(D)	(3) (3) (3) (3)
(E)	(4) (4) (4) (4)
(F)	(●) (5) (5) (5)
(G)	(6) (6) (6) (6)
(H)	(●) (7) (●) (7) (7)
(J)	(8) (8) (8) (8)
(K)	(9) (9) (9) (●)
(L)	
(M)	
(N)	
(P)	
(R)	
(S)	
(T)	
(U)	
(V)	
(W)	
(X)	

「物理」を選択した場合

選 択 科 目 欄	
●	物 理
○	化 学
○	生 物

↑
 解答する1科目に
 必ずマークしなさい

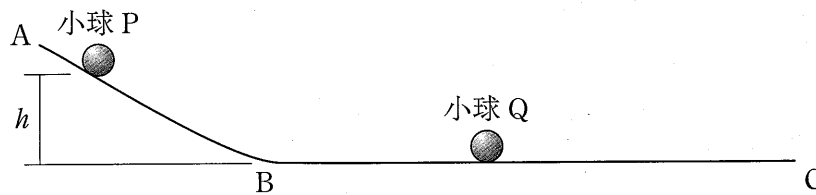
マーク式解答欄記入上の注意

- 解答は、HBの黒鉛筆を使用して丁寧にマークしなさい。
 《マーク例》
 良い例 ●
 悪い例 ⊕ ⊙ ⊗ ○ ○
- 訂正する場合は、プラスチック消しゴムで、きれいにマークを消し取りなさい。
- 所定の記入欄以外には、何も記入してはいけません。
- 解答用紙を汚したり、折り曲げたりしてはいけません。

物 理

この問題はIからVまであります。解答用紙には問題番号が から までですが、解答に使用する問題番号は から までです。

- I 図のように、斜面 AB と水平面 BC がなめらかにつながっている。水平面 BC 上に質量 $4m$ の小球 Q を静止させておき、斜面 AB 上で水平面 BC に対する高さ h の点から質量 m の小球 P を静かにはなしたところ、小球 P は速さ v_0 で小球 Q と衝突した。小球 P と小球 Q の間のはね返り係数を e とする。小球 P と小球 Q は同一鉛直面内を運動し、斜面 AB や水平面 BC から小球 P, Q に摩擦ははたらかないものとする。小球にはたらく空気抵抗は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。また、速度は水平右向きを正とする。



次の各問いについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

- (1) 小球 Q と衝突する直前の小球 P の速さ v_0 を求めよ。

の解答群

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|----------------|
| ① $\frac{\sqrt{gh}}{2}$ | ② $\sqrt{\frac{gh}{2}}$ | ③ \sqrt{gh} |
| ④ $\sqrt{2gh}$ | ⑤ $\sqrt{3gh}$ | ⑥ $2\sqrt{gh}$ |

- (2) 衝突直後の小球 P の速度を v 、小球 Q の速度を V として、衝突前後の小球 P と小球 Q についての運動量保存の法則を表した式、ならびに、はね返り係数を用いた式の組合せとして正しいものを選び。 2

2 の解答群

- | 運動量保存の法則 | はね返り係数を用いた式 |
|----------------------|-----------------|
| ① $mv_0 = mv + 4mV$ | $ev_0 = v - V$ |
| ② $mv_0 = mv + 4mV$ | $ev_0 = -v + V$ |
| ③ $mv_0 = mv + 4mV$ | $ev_0 = v + V$ |
| ④ $mv_0 = -mv + 4mV$ | $ev_0 = v - V$ |
| ⑤ $mv_0 = -mv + 4mV$ | $ev_0 = -v + V$ |
| ⑥ $mv_0 = -mv + 4mV$ | $ev_0 = v + V$ |

- (3) (2)の結果を用いて、衝突後の小球 P の速度 v を求めよ。 3

3 の解答群

- | | | |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① $\frac{1-3e}{5}v_0$ | ② $\frac{1+3e}{5}v_0$ | ③ $\frac{1-4e}{5}v_0$ |
| ④ $\frac{1+4e}{5}v_0$ | ⑤ $\frac{4(1-e)}{5}v_0$ | ⑥ $\frac{4(1+e)}{5}v_0$ |

- (4) 小球 P は小球 Q との衝突後、左向きにはね返されて斜面 AB に沿って上向きに運動した後、斜面 AB に沿って下向きに運動し、再び水平面 BC 上で小球 Q と 2 回目の衝突をした。2 回目の衝突が起こるためのはね返り係数 e の条件を求めよ。 4

4 の解答群

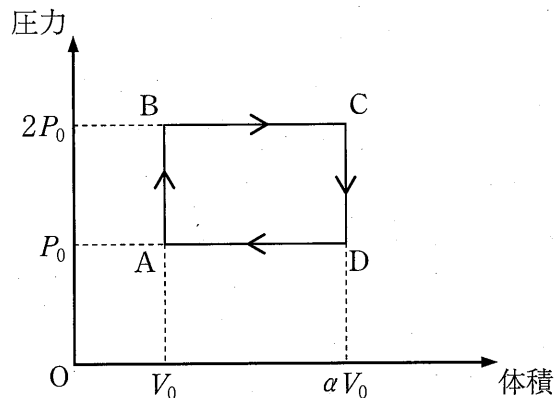
- | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ① $0 \leq e < \frac{1}{3}$ | ② $\frac{1}{4} < e < \frac{2}{3}$ | ③ $\frac{1}{3} < e < \frac{2}{3}$ |
| ④ $\frac{1}{4} < e \leq 1$ | ⑤ $\frac{1}{3} < e \leq 1$ | ⑥ $\frac{2}{3} < e \leq 1$ |

- (5) 最初の衝突から 2 回目の衝突までに、小球 P が斜面 AB 上で達する最高点は、水平面 BC から $\frac{4}{25}h$ の高さであった。この場合の、はね返り係数 e を求めよ。 5

5 の解答群

- | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| ① $\frac{1}{3}$ | ② $\frac{2}{5}$ | ③ $\frac{1}{2}$ |
| ④ $\frac{2}{3}$ | ⑤ $\frac{3}{4}$ | ⑥ $\frac{4}{5}$ |

Ⅱ 一定量の単原子分子理想気体の状態を、図の圧力-体積グラフに示すように状態 A → 状態 B → 状態 C → 状態 D → 状態 A の順に変化させた。状態 A における気体の絶対温度は T_0 であり、図中の係数 α は、 $\alpha > 1$ とする。



次の各問いについて、それぞれの**解答群**の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

(1) 状態 B における気体の温度を求めよ。

の解答群

- | | | |
|----------|--------------------|-----------|
| ① T_0 | ② $\frac{3}{2}T_0$ | ③ $2T_0$ |
| ④ $3T_0$ | ⑤ $6T_0$ | ⑥ $12T_0$ |

(2) 気体が状態 A から状態 B へと変化する間に、気体が外部にした仕事、ならびに外部から気体に与えた熱量の組合せとして正しいものを選べ。

の解答群

- | | 気体がした仕事 | 気体に与えた熱量 |
|---|-----------|---------------------|
| ① | 0 | P_0V_0 |
| ② | 0 | $\frac{3}{2}P_0V_0$ |
| ③ | 0 | $3P_0V_0$ |
| ④ | $2P_0V_0$ | P_0V_0 |
| ⑤ | $2P_0V_0$ | $\frac{3}{2}P_0V_0$ |
| ⑥ | $2P_0V_0$ | $3P_0V_0$ |

- (3) 気体が状態 B から状態 C へと変化する間に、気体が外部にした仕事、ならびに外部から気体に与えた熱量の組合せとして正しいものを選び。

の解答群

	気体がした仕事	気体に与えた熱量
①	$(\alpha - 1)P_0V_0$	$\frac{3}{2}(\alpha - 1)P_0V_0$
②	$(\alpha - 1)P_0V_0$	$\frac{5}{2}(\alpha - 1)P_0V_0$
③	$(\alpha - 1)P_0V_0$	$3(\alpha - 1)P_0V_0$
④	$2(\alpha - 1)P_0V_0$	$3(\alpha - 1)P_0V_0$
⑤	$2(\alpha - 1)P_0V_0$	$5(\alpha - 1)P_0V_0$
⑥	$2(\alpha - 1)P_0V_0$	$6(\alpha - 1)P_0V_0$

- (4) 「状態 A → 状態 B → 状態 C → 状態 D → 状態 A」の 1 サイクルにおける気体の熱効率を求めよ。

の解答群

① $\frac{\alpha - 1}{10\alpha - 7}$	② $\frac{2(\alpha - 1)}{10\alpha - 7}$	③ $\frac{\alpha - 1}{2(10\alpha - 7)}$
④ $\frac{\alpha - 1}{5\alpha - 2}$	⑤ $\frac{2(\alpha - 1)}{5\alpha - 2}$	⑥ $\frac{\alpha - 1}{2(5\alpha - 2)}$

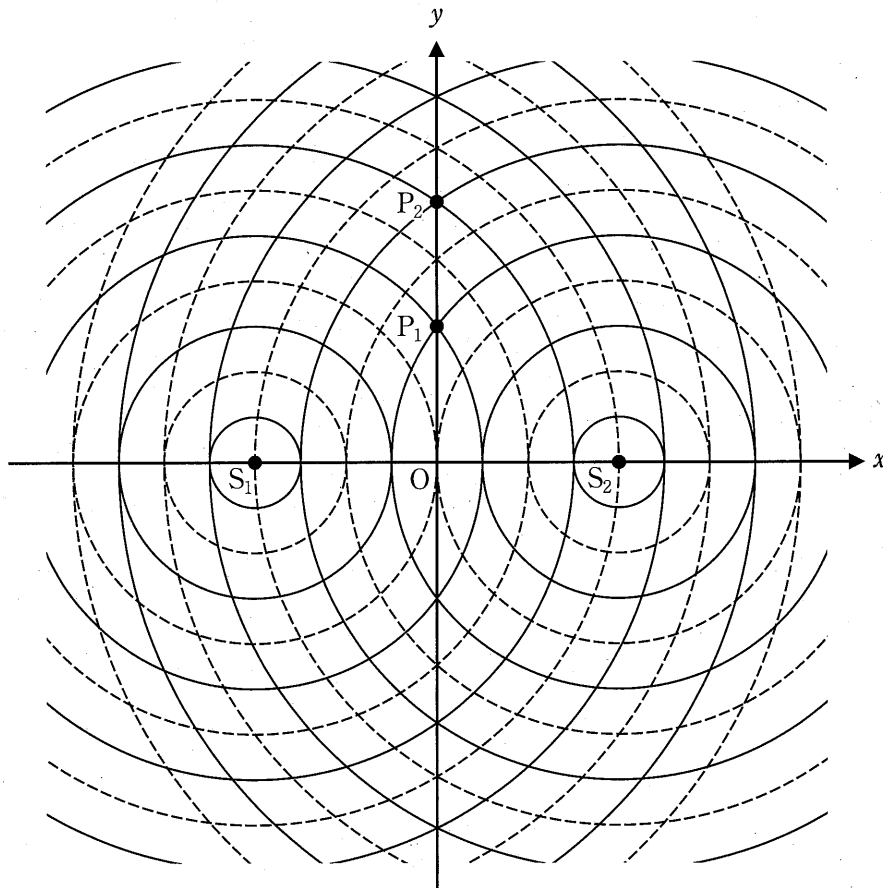
- (5) この 1 サイクルにおける気体の熱効率が 12.5 % となる場合の α を求めよ。

の解答群

① 1.5	② 1.8	③ 2.0
④ 2.4	⑤ 2.5	⑥ 3.0

Ⅲ 水面上に直交する xy 座標をとり，水面の2点 $S_1(-d, 0)$, $S_2(d, 0)$ ($d > 0$) に周期 T で振幅が等しい同位相の波が発生する波源を配置する。図は時刻 $t = 0$ の水面の状況を表しており，実線は2つの波源から発生した波の山を連ねた円であり，破線は波の谷を連ねた円である。

y 軸上にある P_1 および P_2 は2つの波源から発生した波がともに山で重なる点である。この点のように重なる波の位相が等しい点を腹といい，腹を連ねた線を腹線という。水面に存在する腹は時間の経過とともに腹線に沿って移動していく。この腹の動きについて考える。波が水面を広がる速さは一定であるとする。また，水面に生じる波は正弦波であり，振幅の減衰は考えないものとする。



次の各問いについて、それぞれの**解答群**の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

(1) 2つの波源 S_1 および S_2 から広がる波の波長を求めよ。 11

11 の解答群

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| ① $\frac{1}{8}d$ | ② $\frac{1}{4}d$ | ③ $\frac{1}{2}d$ |
| ④ d | ⑤ $2d$ | ⑥ $4d$ |

(2) 2つの波源 S_1 および S_2 から広がる波の速さを求めよ。 12

12 の解答群

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| ① $\frac{d}{4T}$ | ② $\frac{d}{2T}$ | ③ $\frac{d}{T}$ |
| ④ $\frac{2d}{T}$ | ⑤ $\frac{4d}{T}$ | ⑥ $\frac{8d}{T}$ |

(3) 2つの波源 S_1 と S_2 の間 ($-d < x < d$) を通る腹線の本数を求めよ。 13 本

13 の解答群

- | | | |
|------|------|------|
| ① 4 | ② 7 | ③ 8 |
| ④ 14 | ⑤ 15 | ⑥ 16 |

(4) y 軸上を移動する腹が点 P_1 から点 P_2 まで移動するのにかかる時間を求めよ。 14

14 の解答群

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| ① $\frac{1}{4}T$ | ② $\frac{1}{2}T$ | ③ $\frac{2}{3}T$ |
| ④ T | ⑤ $\frac{3}{2}T$ | ⑥ $2T$ |

(5) 原点 O から十分はなれた位置において、 y 軸上を移動する腹の速さを求めよ。 15

15 の解答群

- | | | |
|---------------------------|--------------------------|------------------|
| ① $\frac{d}{2T}$ | ② $\frac{\sqrt{3}d}{2T}$ | ③ $\frac{d}{T}$ |
| ④ $\frac{2\sqrt{3}d}{3T}$ | ⑤ $\frac{\sqrt{2}d}{T}$ | ⑥ $\frac{2d}{T}$ |

IV 図1のように、2つの起電力 V の電池と抵抗値 R_1, R_2, R_3 の3つの電気抵抗を用いて回路を作成した。それぞれの電気抵抗を流れる電流を I_1, I_2, I_3 とし、図の矢印の向きを正とする。また、電池の内部抵抗および導線の抵抗は無視できるものとする。

電流 I_1, I_2, I_3 は重ね合わせの原理を利用して求めることができる。重ね合わせの原理とは、『複数の起電力がある場合、各起電力がそれぞれ単独にあるときに流れる電流を求め、その電流を合計したものが回路を流れる電流と等しくなる。』というものである。この場合、図1の回路は図2の回路(a)と回路(b)の重ね合わせと考えられる。したがって、図2の回路(a)で電流 I_1', I_2', I_3' を、回路(b)で電流 I_1'', I_2'', I_3'' を求め、 $I_1 = I_1' + I_1'', I_2 = I_2' + I_2'', I_3 = I_3' + I_3''$ と計算すればよい。回路(a)については、図3のように書き換えると抵抗の直列つなぎと並列つなぎを組み合わせた回路とわかるので、合成抵抗の知識を用いて解くことができる。また、回路(b)についても同様に考えることができる。

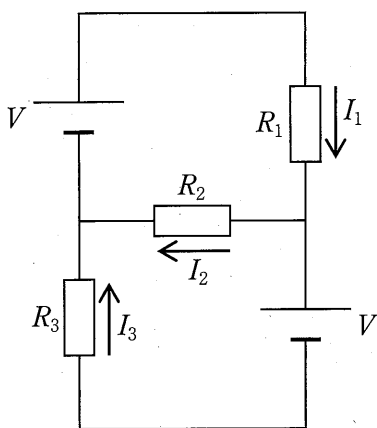
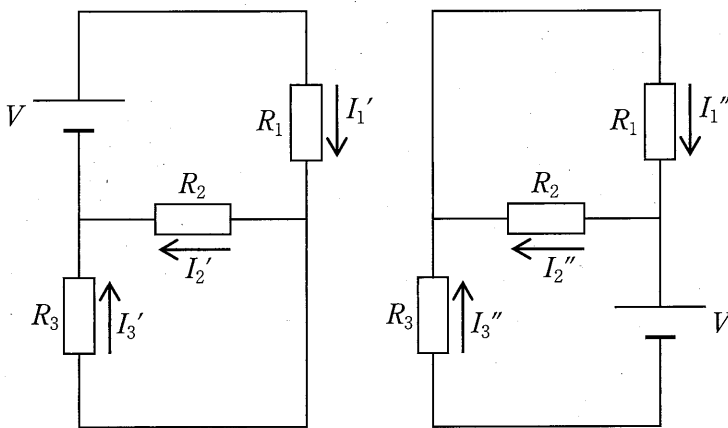


図1



回路(a)

回路(b)

図2

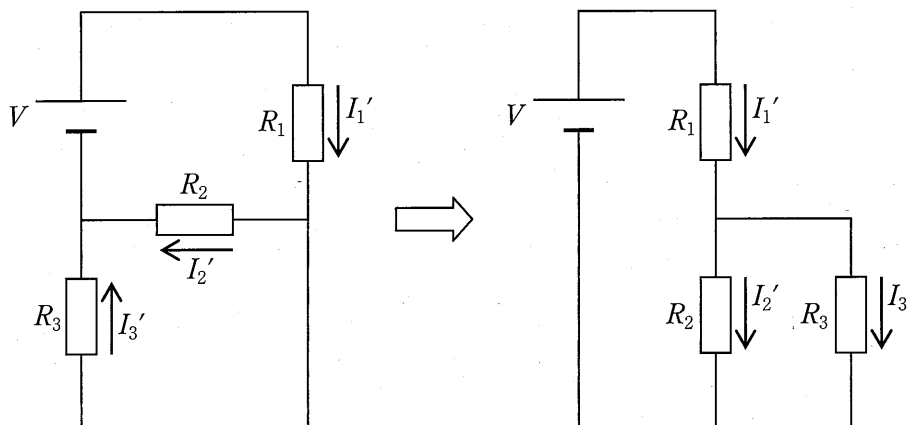


図3

次の各問いについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

(1) 図2の回路(a)全体の合成抵抗の値を求めよ。 16

16 の解答群

- | | | |
|---|---|---|
| ① $R_1 + R_2 + R_3$ | ② $\frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1}$ | ③ $\frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1 + R_2}$ |
| ④ $\frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1 + R_3}$ | ⑤ $\frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_2 + R_3}$ | ⑥ $\frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$ |

(2) 図2の回路(a)において、 R_2 の抵抗に流れる電流 I_2' を求めよ。 17

17 の解答群

- | | | |
|---|---|---|
| ① $\frac{R_1 V}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$ | ② $\frac{R_2 V}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$ | ③ $\frac{R_3 V}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$ |
| ④ $\frac{(R_1 + R_2) V}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$ | ⑤ $\frac{(R_1 + R_3) V}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$ | ⑥ $\frac{(R_2 + R_3) V}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$ |

(3) 図1の回路において、 R_2 の抵抗に流れる電流 I_2 を求めよ。 18

18 の解答群

- | | | |
|---|---|---|
| ① $\frac{(R_1 - R_2) V}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$ | ② $\frac{(R_1 - R_3) V}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$ | ③ $\frac{(R_2 - R_3) V}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$ |
| ④ $\frac{(R_1 + R_2) V}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$ | ⑤ $\frac{(R_1 + R_3) V}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$ | ⑥ $\frac{(R_2 + R_3) V}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$ |

(4) 電流 I_1 , I_2 , I_3 のうち、負の電流を全て選べ。 19

19 の解答群

- | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| ① I_1 のみ | ② I_2 のみ | ③ I_3 のみ |
| ④ I_1 と I_2 | ⑤ I_1 と I_3 | ⑥ I_2 と I_3 |

(5) 図1の回路において、 R_1 の抵抗で消費される電力は R_3 の抵抗で消費される電力の何倍か求めよ。 20 倍

20 の解答群

- | | | |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ① $\sqrt{\frac{R_1}{R_3}}$ | ② $\sqrt{\frac{R_3}{R_1}}$ | ③ $\frac{R_1}{R_3}$ |
| ④ $\frac{R_3}{R_1}$ | ⑤ $\left(\frac{R_1}{R_3}\right)^2$ | ⑥ $\left(\frac{R_3}{R_1}\right)^2$ |

V ボーアは、水素原子から放射される光のスペクトル系列を説明するために、量子条件および振動数条件という2つの仮説を立てた。それらは次のように解釈される。

1. 量子条件は、電子の軌道の1周の長さが電子の物質波の波長の自然数倍になるときに、電子が定常状態になることを表す(ここでの自然数を n で表わし量子数とよぶ)。
2. 振動数条件は、電子がエネルギー準位 E_n からそれよりも低いエネルギー準位 $E_{n'}$ へ遷移する際に放出する光子のエネルギーが、 $E_n - E_{n'}$ に一致することを表す。

これら2つの仮説を用いることにより、ボーアは水素原子について、 $+e$ ($e > 0$) に帯電した原子核のまわりを電子が等速円運動するというモデルを提唱した。電子の質量を m 、電気量を $-e$ 、電子の速さを v 、円運動の半径を r 、クーロンの法則の比例定数を k とすると、円運動の運動方程式は、

$$m \frac{v^2}{r} = k \frac{e^2}{r^2}$$

と表すことができる。また、電気量 $+e$ の原子核を中心とする半径 r の円軌道上において、電子の静電気力による位置エネルギーは、無限遠を基準にとると、

$$-k \frac{e^2}{r}$$

と表すことができる。プランク定数を h 、真空中の光の速さを c とする。

次の各問いについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び、解答欄の数字にマークしなさい。

- (1) 半径 r の円軌道上において、速さ v で運動する電子がもつ運動エネルギーと静電気力による位置エネルギーの和 E を求めよ。

の解答群

① $-\frac{2ke^2}{r}$

② $-\frac{ke^2}{r}$

③ $-\frac{ke^2}{2r}$

④ $\frac{ke^2}{2r}$

⑤ $\frac{ke^2}{r}$

⑥ $\frac{2ke^2}{r}$

- (2) 量子条件を用いて、電子が原子核のまわりを半径 r で等速円運動するときの速さ v を求めよ。 22

22 の解答群

- ① $\frac{2\pi r m}{h} n$ ② $\frac{2\pi r h}{m} n$ ③ $\frac{2\pi r}{h m} n$
 ④ $\frac{h}{2\pi r m} n$ ⑤ $\frac{m}{2\pi r h} n$ ⑥ $\frac{h m}{2\pi r} n$

- (3) 量子数 n を用いて、等速円運動の半径 r を求めよ。 23

23 の解答群

- ① $\frac{h^2}{4\pi^2 k e m} n^2$ ② $\frac{h^2}{4\pi^2 k e^2 m} n^2$ ③ $\frac{h^2}{4\pi^2 k e m^2} n^2$
 ④ $\frac{4\pi^2 k e m}{h^2} n^2$ ⑤ $\frac{4\pi^2 k e^2 m}{h^2} n^2$ ⑥ $\frac{4\pi^2 k e m^2}{h^2} n^2$

- (4) 量子数 n を用いて、半径 r の円軌道上における電子のエネルギー E_n を求めよ。 24

24 の解答群

- ① $-\frac{2\pi^2 k^2 e^4 m}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$ ② $-\frac{\pi^2 k^2 e^4 m}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$ ③ $-\frac{\pi^2 k^2 e^4 m}{2h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$
 ④ $\frac{\pi^2 k^2 e^4 m}{2h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$ ⑤ $\frac{\pi^2 k^2 e^4 m}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$ ⑥ $\frac{2\pi^2 k^2 e^4 m}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$

- (5) 振動数条件を用いて、電子が量子数 $n = 2$ のエネルギー準位から $n = 1$ のエネルギー準位へ遷移する際に放出する光子の波長 λ を E_1 を用いて求めよ。 25

25 の解答群

- ① $-\frac{4ch}{3E_1}$ ② $-\frac{ch}{3E_1}$ ③ $-\frac{ch}{4E_1}$
 ④ $\frac{ch}{4E_1}$ ⑤ $\frac{ch}{3E_1}$ ⑥ $\frac{4ch}{3E_1}$

物理の問題はここまでです。

化 学

この問題は I から VII まであります。解答用紙には問題番号が から までですが、解答に使用する問題番号は から までです。

原子量 H : 1.01, B : 10.8, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Na : 23.0

標準状態における気体のモル体積 22.4 L/mol

アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

I 同位体と物質量に関する、次の(1)～(5)に答えなさい。

- (1) 中性子の数が等しい原子の組合せとして正しいものを、 の解答群から 1 つ選びなさい。

の解答群

- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| ① ^1H と ^2H | ② ^1H と ^3H | ③ ^3He と ^4He |
| ④ ^2H と ^3He | ⑤ ^2H と ^4He | ⑥ ^3H と ^3He |

- (2) ホウ素には相対質量が 10.0 の ^{10}B と相対質量が 11.0 の ^{11}B がある。 ^{10}B の天然存在比は何%か。最も近いものを、 の解答群から 1 つ選びなさい。

の解答群

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 20% | ② 25% | ③ 30% |
| ④ 50% | ⑤ 60% | ⑥ 80% |

- (3) 質量数 14 の炭素 ^{14}C の原子は放射性同位体であり、その半減期は 5700 年である。17100 年が経過すると ^{14}C の量はもとの量の何分の 1 になるか。最も近いものを、 の解答群から 1 つ選びなさい。

の解答群

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| ① 2 分の 1 | ② 3 分の 1 | ③ 4 分の 1 |
| ④ 6 分の 1 | ⑤ 8 分の 1 | ⑥ 16 分の 1 |

(4) 次の a ~ c を数の多い順に並べたものとして正しいものを、 の解答群から 1 つ選びなさい。

- a 0.20 mol の塩化水素 HCl に含まれる水素原子の数
 b 1.7 g のアンモニア NH₃ に含まれる水素原子の数
 c 1.5×10^{22} 個のメタン CH₄ に含まれる水素原子の数

の解答群

- ① $a > b > c$ ② $a > c > b$ ③ $b > a > c$
 ④ $b > c > a$ ⑤ $c > a > b$ ⑥ $c > b > a$

(5) 2.0 L の酸素を無声放電させたところ、次の反応により一部がオゾンに変化した。



反応後の気体の体積は 1.8 L であった。ただし、気体の体積はすべて標準状態におけるものとする。

1) 反応前の酸素の何%がオゾンに変化したか。最も近いものを、 の解答群から 1 つ選びなさい。

の解答群

- ① 10% ② 20% ③ 30%
 ④ 50% ⑤ 60% ⑥ 80%

2) 反応後の混合気体の標準状態における密度はいくらか。最も近いものを、 の解答群から 1 つ選びなさい。

の解答群

- ① 0.10 g/L ② 0.16 g/L ③ 0.20 g/L
 ④ 1.0 g/L ⑤ 1.6 g/L ⑥ 2.0 g/L

II 物質の状態と変化に関する、次の(1)~(3)に答えなさい。

(1) 1.0×10^5 Paのもとで、 -20°C の氷 90 g を加熱して、 40°C の水 90 g をつくった。

1) 固体から液体への変化を何というか。 の解答群から1つ選びなさい。

 の解答群

- | | | |
|------|------|------|
| ① 凝固 | ② 昇華 | ③ 溶解 |
| ④ 蒸発 | ⑤ 融解 | ⑥ 凝縮 |

2) 加えた熱量は合計でいくらか。最も近いものを、 の解答群から1つ選びなさい。ただし、 1.0×10^5 Paにおける氷の比熱は $2.1\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、水の比熱は $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。また、 0°C の氷 1.0 mol を 0°C の液体の水に変化させるために必要な熱量は 6.0 kJ とする。

 の解答群

- | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ① 3.0 kJ | ② 3.8 kJ | ③ 4.9 kJ |
| ④ 30 kJ | ⑤ 38 kJ | ⑥ 49 kJ |

(2) 次の文章中の空欄 ~ にあてはまる語句の組合せとして最も適するものを、 の解答群から1つ選びなさい。

デンプン水溶液のように、分散媒が液体のコロイドをコロイド溶液または という。また、霧のように分散媒が気体のコロイドを という。

セッケン水中では、脂肪酸イオンが集まってコロイド粒子となって分散している。このようなコロイドを という。

 の解答群

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>
①	ゲル	ゾル	分散コロイド
②	ゲル	エアロゾル	分散コロイド
③	ゾル	ゲル	分散コロイド
④	ゾル	エアロゾル	分散コロイド
⑤	ゲル	ゾル	会合コロイド
⑥	ゲル	エアロゾル	会合コロイド
⑦	ゾル	ゲル	会合コロイド
⑧	ゾル	エアロゾル	会合コロイド

- (3) 次の文章中の空欄 , にあてはまる語句の組合せとして最も適するものを、
 の解答群から1つ選びなさい。

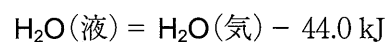
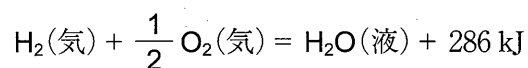
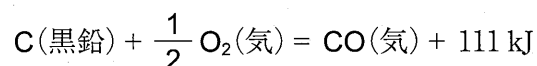
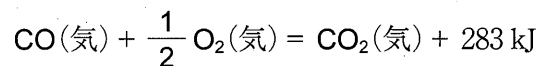
塩化鉄(Ⅲ) FeCl_3 水溶液を沸騰水に滴下すると、赤褐色のコロイド溶液が得られた。これを によって精製したのち、電気泳動を行ったところコロイド粒子は陰極側に移動した。精製後のコロイド溶液を3等分し、それぞれにリン酸イオンを含む水溶液、塩化物イオンを含む水溶液、硫酸イオンを含む水溶液を加えていったとき、最も凝析しやすいのは であった。

の解答群

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>
①	塩析	リン酸イオンを含む水溶液
②	塩析	塩化物イオンを含む水溶液
③	塩析	硫酸イオンを含む水溶液
④	透析	リン酸イオンを含む水溶液
⑤	透析	塩化物イオンを含む水溶液
⑥	透析	硫酸イオンを含む水溶液

Ⅲ 化学反応とエネルギーに関する、次の(1)および(2)に答えなさい。

- (1) 化学変化や状態変化が起こるとき、エネルギーが放出または吸収される。このときに放出または吸収されるエネルギーは熱化学方程式を用いて表すことができる。次にいくつかの熱化学方程式を記す。



- 1) これらの熱化学方程式に関する記述として正しいものを、11 の解答群から1つ選びなさい。

11 の解答群

- ① エネルギーの低い状態から、エネルギーの高い状態への変化は発熱変化である。
- ② $\text{CO}_2(\text{気})$ の生成熱は 283 kJ/mol である。
- ③ C(黒鉛) の燃焼熱は 111 kJ/mol である。
- ④ $\text{H}_2(\text{気})$ の燃焼熱は 286 kJ/mol である。
- ⑤ $\text{H}_2\text{O(気)}$ の生成熱は 330 kJ/mol である。
- ⑥ $\text{H}_2\text{O(液)}$ の蒸発熱は -44.0 kJ/mol である。

- 2) 一酸化炭素と水蒸気から水素を得る反応は、次の熱化学方程式で表される。

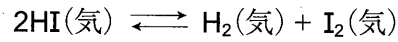


この熱化学方程式における反応熱 Q [kJ] の値はいくらか。最も近いものを、12 の解答群から1つ選びなさい。

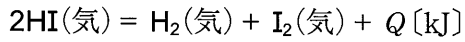
12 の解答群

- | | | |
|---------|--------|-------|
| ① -3.00 | ② 41.0 | ③ 353 |
| ④ 397 | ⑤ 525 | ⑥ 569 |

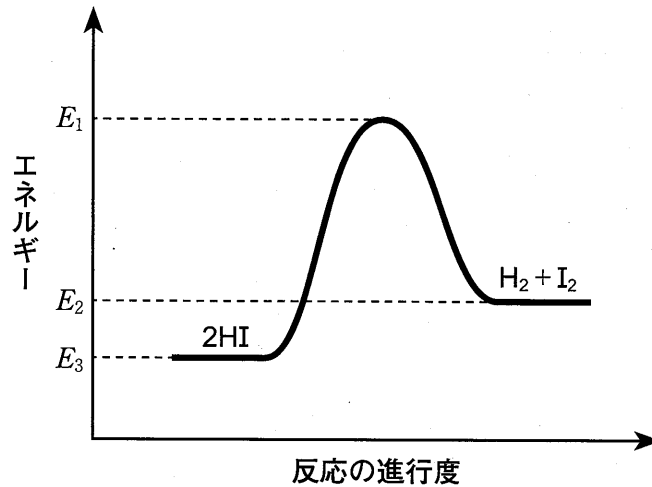
(2) 高温下では、ヨウ化水素は一部が次のように分解して水素とヨウ素を生じる。



この反応は可逆反応であり、反応熱を Q とすると、熱化学方程式は、



と表され、そのエネルギーの変化は次のように表される。



1) このヨウ化水素の分解反応における活性化エネルギー E および反応熱 Q の組合せとして正しいものを、 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

	活性化エネルギー E	反応熱 Q
①	$E_1 - E_2$	$E_2 - E_3$
②	$E_1 - E_3$	$E_2 - E_3$
③	$E_2 - E_3$	$E_2 - E_3$
④	$E_1 - E_2$	$E_3 - E_2$
⑤	$E_1 - E_3$	$E_3 - E_2$
⑥	$E_2 - E_3$	$E_3 - E_2$

2) この反応に関する記述として正しいものを、14 の解答群から1つ選びなさい。

14 の解答群

- ① 触媒を加えると、正反応の反応速度は大きくなるが、逆反応の反応速度は小さくなる。
- ② 触媒を加えると、正反応および逆反応の反応速度はいずれも大きくなる。
- ③ 温度を下げると、正反応の反応速度は大きくなるが、逆反応の反応速度は小さくなる。
- ④ 温度を下げると、正反応および逆反応の反応速度はいずれも大きくなる。
- ⑤ 容器の容積を大きくすると、正反応の反応速度は大きくなる。
- ⑥ 容器の容積を大きくすると、逆反応の反応速度は大きくなる。

化学の試験問題は次へ続きます。

IV 無機物質に関する、次の(1)~(4)に答えなさい。

- (1) 窒素化合物に関する記述として正しいものを、
- 15
- の解答群から1つ選びなさい。

15 の解答群

- ① 塩化アンモニウム NH_4Cl を水に溶かすと塩基性を示す。
 ② アンモニア NH_3 は肥料の原料として用いられている。
 ③ 一酸化窒素 NO は水に溶けやすい無色の気体である。
 ④ 二酸化窒素 NO_2 は水に溶けやすい黄緑色の気体である。
 ⑤ 硝酸 HNO_3 は工業的にはハーバー・ボッシュ法(ハーバー法)でつくられる。
 ⑥ 硝酸は揮発性のある液体で、還元性が強い。

- (2) 次の金属のうち、濃硝酸に溶解するものはいくつあるか。最も適するものを、
- 16
- の解答群から1つ選びなさい。

亜鉛 アルミニウム スズ 銅 白金 マグネシウム

16 の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

- (3) 炭酸カルシウム
- CaCO_3
- に希塩酸を加えると二酸化炭素
- CO_2
- が発生する。ある量の炭酸カルシウムに
- 0.200 mol/L
- の希塩酸
- $v[\text{mL}]$
- を加えると、希塩酸中の塩化水素
- HCl
- はすべて反応し、二酸化炭素が標準状態で
- 448 mL
- 発生した。
- v
- の値はいくらか。最も近いものを、
- 17
- の解答群から1つ選びなさい。ただし、発生した二酸化炭素は水には溶けないものとする。

17 の解答群

- ① 50.0 ② 100 ③ 200
 ④ 250 ⑤ 400 ⑥ 500

- (4) ハロゲンの単体および化合物に関する記述として正しいものを、18 の解答群から1つ
選びなさい。

18 の解答群

- ① フッ素 F_2 は水と激しく反応して酸素が発生する。
- ② 臭素 Br_2 は常温常圧では赤褐色の固体である。
- ③ ヨウ素 I_2 は常温常圧では潮解性をもつ固体である。
- ④ 湿った水酸化カルシウム $Ca(OH)_2$ に塩化水素 HCl を通じると、さらし粉 $CaCl(ClO) \cdot H_2O$ が生成する。
- ⑤ 塩化カリウム KCl 水溶液にヨウ素 I_2 を加えると、塩素 Cl_2 が発生する。
- ⑥ ヨウ化銀 AgI は白色の固体であり、水に溶けない。

V 無機物質に関する、次の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 以下に示す金属の中で、アルカリ土類金属の元素およびその炎色反応の色の組合せとして最も適するものを、 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

	アルカリ土類金属の元素	炎色反応の色
①	カリウム	赤紫色
②	カルシウム	青色
③	ストロンチウム	黄色
④	銅	紅色
⑤	バリウム	黄緑色
⑥	リチウム	青緑色

- (2) 炭酸ナトリウム Na_2CO_3 に関する記述として正しいものを、 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

- ① 塩基性塩に分類される。
- ② 水に溶かすと酸性を示す。
- ③ その水溶液は石灰水とよばれる。
- ④ 希塩酸に溶かすと二酸化炭素が発生するが、希硫酸には溶けない。
- ⑤ 重曹ともよばれ、胃腸薬やベーキングパウダーなどに利用される。
- ⑥ 工業的にはアンモニアソーダ法によって製造される。

- (3) 炭酸ナトリウム十水和物 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ の結晶を乾いた空气中に放置すると、水和水の一部が失われて炭酸ナトリウム n 水和物 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ となる。いま、炭酸ナトリウム十水和物の結晶 14.3 g を乾いた空气中に放置すると、すべてが炭酸ナトリウム n 水和物へと変化し、その質量は 6.20 g であった。生成する水和物が一種類であるならば、 n の値はいくらか。最も近いものを、 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

(4) 鉛(Ⅱ)イオンを含む水溶液に加えると黄色沈殿が生じる水溶液として最も適するものを、
22 の解答群から1つ選びなさい。

22 の解答群

- | | |
|---|------------------------------|
| ① アンモニア NH_3 水 | ② 塩化水素 HCl 水溶液(塩酸) |
| ③ クロム酸カリウム K_2CrO_4 水溶液 | ④ 硝酸 HNO_3 |
| ⑤ 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液 | ⑥ 硫酸 H_2SO_4 |

VI 有機化合物と人間生活に関する、次の(1)および(2)に答えなさい。

(1) 医薬品の原料として用いられるサリチル酸は、次の操作1, 2によって合成される。

操作1 ナトリウムフェノキシドに のもとで を作用させると、サリチル酸ナトリウムが生成する。

操作2 サリチル酸ナトリウムの水溶液を希硫酸で酸性にすることで、サリチル酸が得られる。

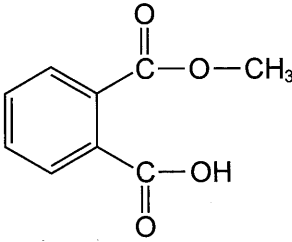
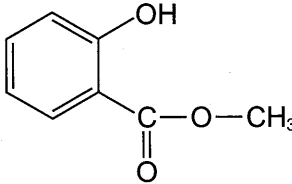
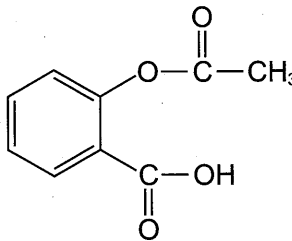
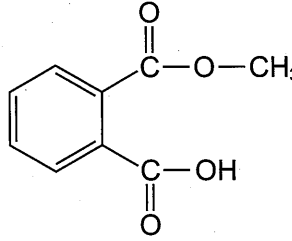
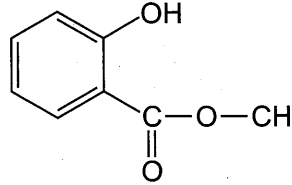
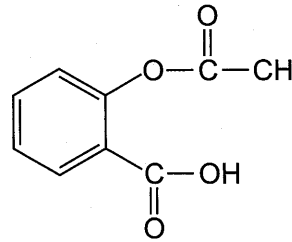
1) 空欄 , にあてはまる語句の組合せとして最も適するものを、 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>
①	常温・常圧	酸素
②	常温・常圧	二酸化炭素
③	高温・高圧	酸素
④	高温・高圧	二酸化炭素
⑤	低温・低圧	酸素
⑥	低温・低圧	二酸化炭素

2) サリチル酸と無水酢酸に濃硫酸を加えて反応させてできる有機化合物の名称とその構造式の組合せとして最も適するものを、24 の解答群から1つ選びなさい。

24 の解答群

	名称	構造式
①	アセチルサリチル酸	
②	アセチルサリチル酸	
③	アセチルサリチル酸	
④	サリチル酸メチル	
⑤	サリチル酸メチル	
⑥	サリチル酸メチル	

- (2) *p*-フェニルアゾフェノール(*p*-ヒドロキシアゾベンゼン)は、次の**操作1**、**2**によってアニリンから合成される。

操作1 アニリンを氷冷しながら塩酸と亜硝酸ナトリウムを加えると、塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液が得られる。

操作2 塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液にナトリウムフェノキシドの水溶液を加えると、*p*-フェニルアゾフェノールが生成する。

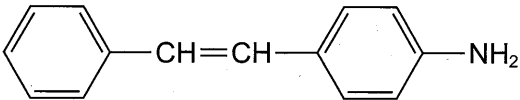
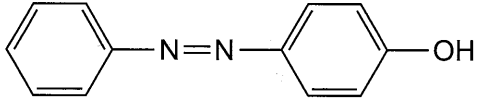
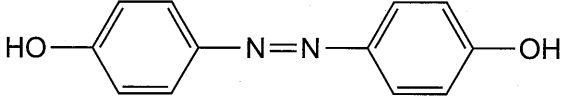
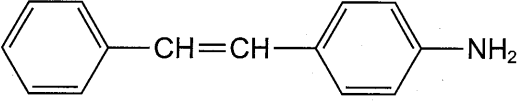
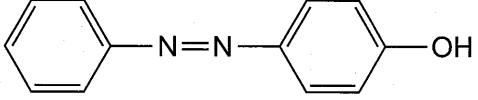
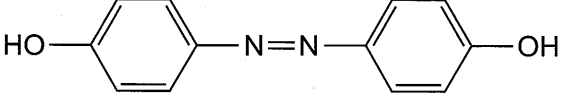
- 1) **操作1**において、得られた塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液を温めると、塩化ベンゼンジアゾニウムは容易に分解して別の有機化合物に変化する。この有機化合物として最も適するものを、**25**の解答群から1つ選びなさい。

25 の解答群

- ① 安息香酸 ② キシレン ③ クレゾール
④ トルエン ⑤ ニトロベンゼン ⑥ フェノール

- 2) **操作2**で起こる反応の名称、および、得られた*p*-フェニルアゾフェノールの構造式の組合せとして最も適するものを、**26**の解答群から1つ選びなさい。

26 の解答群

	反応の名称	構造式
①	カップリング	
②	カップリング	
③	カップリング	
④	ジアゾ化	
⑤	ジアゾ化	
⑥	ジアゾ化	

VII 合成高分子化合物に関する、次の(1)および(2)に答えなさい。

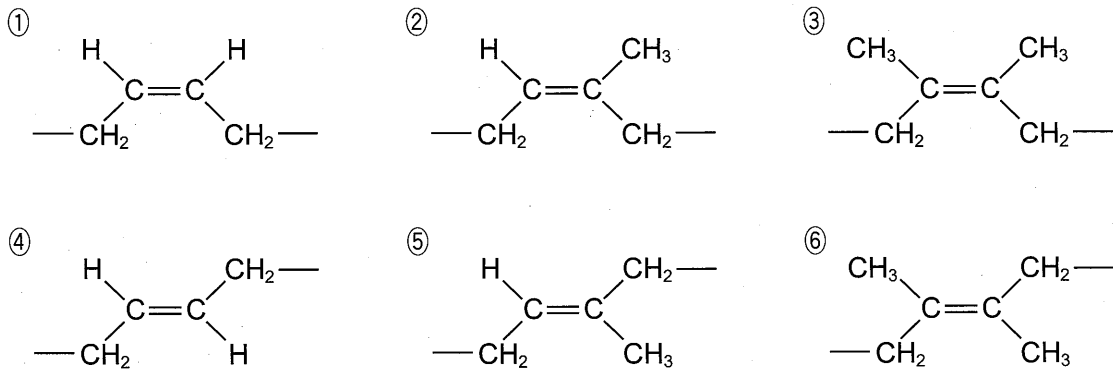
- (1) 0.10 mol/L 塩化カリウム KCl 水溶液 10.0 mL を陽イオン交換樹脂に通した後、十分量の純水を流した。得られた流出液すべてを中和するために必要な 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液の体積はいくらか。最も近いものを、27 の解答群から 1 つ選びなさい。ただし、塩化カリウムは水溶液中ではすべてイオンになっているものとし、塩化カリウム水溶液を陽イオン交換樹脂に通すことで、カリウムイオン K^+ はすべて水素イオン H^+ に置き換わったものとする。

27 の解答群

- ① 5.00 mL ② 10.0 mL ③ 15.0 mL
④ 20.0 mL ⑤ 25.0 mL ⑥ 30.0 mL

- (2) 合成ゴムの 1 つであるシス形のイソプレンゴムに含まれる、弾性を示す原因となる繰り返し単位の構造式として正しいものを、28 の解答群から 1 つ選びなさい。

28 の解答群



化学の問題はここまでです。

生 物

この問題はⅠからⅦまであります。解答用紙には問題番号が から までですが、解答に使用する問題番号は から までです。

Ⅰ 消化酵素に関する問1～問4に答えなさい。

問1 次のa～fの物質のうち、ペプシンによって分解される物質として正しいものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

a リン脂質

b ヒストン

c グロブリン

d セルロース

e インスリン

f プラスミド

① aのみ

② dのみ

③ a, b

④ a, f

⑤ b, c

⑥ d, e

⑦ a, b, f

⑧ a, d, e

⑨ b, c, e

⑩ c, d, f

問2 消化酵素の特性に関する次のa～fの記述のうち、正しいものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

2

- a 酵素は、アミノ酸が多数連結したポリペプチドが複雑に枝分かれすることで、固有の立体構造を形成している。
- b 酵素は、特定の反応を触媒する際に生成物に組み込まれていくため、反応の結果、徐々に失われていく。
- c 温度が高くなるほど酵素の立体構造は安定するため、酵素は高い触媒活性を示すようになる。
- d 酵素の活性部位は複雑な立体構造を示しており、その構造に結合できる物質に対してのみ触媒活性を示す。
- e 酵素の主成分であるタンパク質の正常な立体構造が失われることを変性と呼び、その結果、酵素の触媒活性が失われることを失活と呼ぶ。
- f 酵素は細胞内では活性をもたず、細胞外に分泌されてはじめて触媒活性をもつようになる。

- ① aのみ
- ② dのみ
- ③ a, b
- ④ a, f
- ⑤ b, c
- ⑥ d, e
- ⑦ a, b, f
- ⑧ a, d, e
- ⑨ b, c, e
- ⑩ c, d, f

問3 一定量のデンプンに、だ液アミラーゼを加え、pH7, 35℃に保ちながら時間ごとの生成物量を測定したところ、図1のaのグラフが得られた。条件1, 条件2の場合に得られるグラフの組合せとして、最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

3

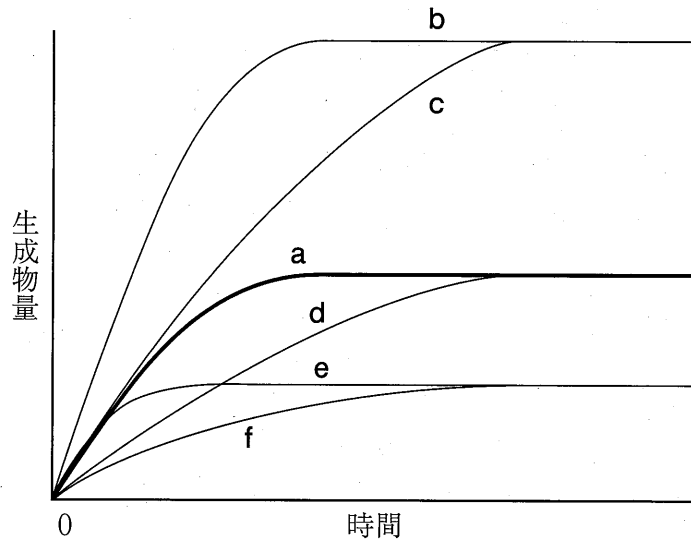


図1 だ液アミラーゼによるデンプンの分解反応

条件1 実験を行う条件を、pH6, 35℃に変更した。

条件2 実験に用いるデンプンの量を $\frac{1}{2}$ に減らした。

	条件1	条件2
①	b	d
②	b	e
③	b	f
④	c	d
⑤	c	e
⑥	c	f
⑦	d	d
⑧	d	e
⑨	d	f

問4 次のa～fの記述のうち、非競争的阻害に関する記述として正しいものはどれか。最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

4

- a 阻害物質がアロステリック部位に結合する。
- b 阻害物質が活性部位に結合する。
- c 活性部位の立体構造を変化させない。
- d 活性部位の立体構造を変化させる。
- e 基質濃度が高い場合は、阻害の影響が小さくなる。
- f 基質濃度に関わらず、一定の割合で阻害の影響が現われる。

- ① a, c, e ② a, c, f ③ a, d, e ④ a, d, f
- ⑤ b, c, e ⑥ b, c, f ⑦ b, d, e ⑧ b, d, f

II 光合成に関する次の実験について、問1～問4に答えなさい。

光の波長と光合成の関係を調べるために温度と二酸化炭素濃度を保った条件で、AとBの異なる波長のLEDを用いて、それぞれ同じ強さの光をある植物の緑葉に照射し、1時間に放出される葉面積100 cm²あたりの酸素量を測定した。その結果を表1に示す。なお、2種類のLEDは、緑色光LEDと赤色光LEDのどちらかである。

表1 異なるLEDを照射した時の、葉からの酸素放出量

	LED	
	A	B
酸素放出量 (mL/(時間・100 cm ²))	2.8	0.6

問1 LEDの種類と、緑葉に吸収された二酸化炭素量として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。

5

- ① Aが緑色光LEDであり、Aを用いた方が二酸化炭素吸収量が多い。
- ② Aが緑色光LEDであり、Bを用いた方が二酸化炭素吸収量が多い。
- ③ Aが赤色光LEDであり、Aを用いた方が二酸化炭素吸収量が多い。
- ④ Aが赤色光LEDであり、Bを用いた方が二酸化炭素吸収量が多い。

問2 実験に用いた緑葉に含まれる植物色素ア～ウが吸収する光の波長を調べたところ、次の図1が得られた。植物色素ア～ウのなかで、どの植物色素が最も多くのLEDの光を吸収し光合成を行ったか。植物色素とLEDの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

6

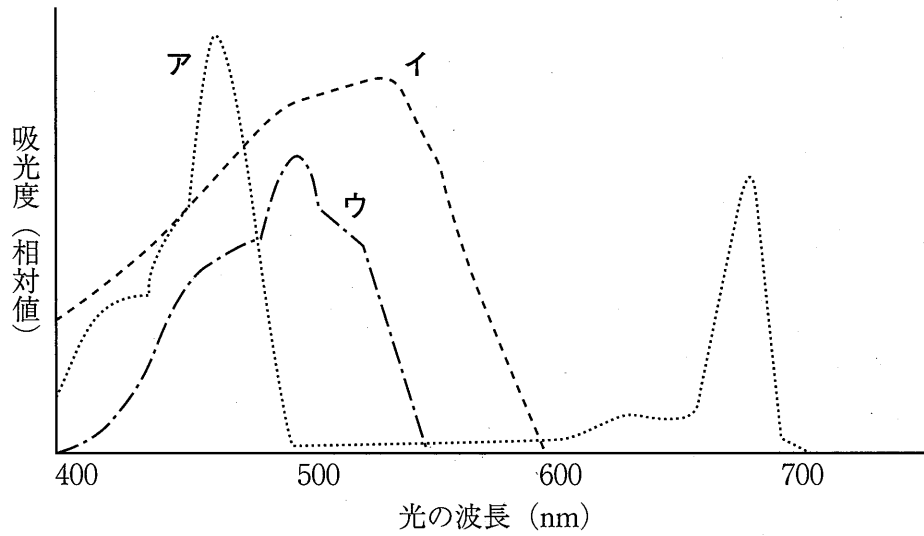


図1 植物色素の光吸収スペクトル

	植物色素	LED
①	ア	A
②	ア	B
③	イ	A
④	イ	B
⑤	ウ	A
⑥	ウ	B

問3 実験に用いた緑葉と他の植物種の緑葉に白色光を当てた場合の光の強さと光合成速度の関係は、図2のようになった。実験に用いた緑葉において、大気中の二酸化炭素が最初に固定されてできた物質として正しいものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

7

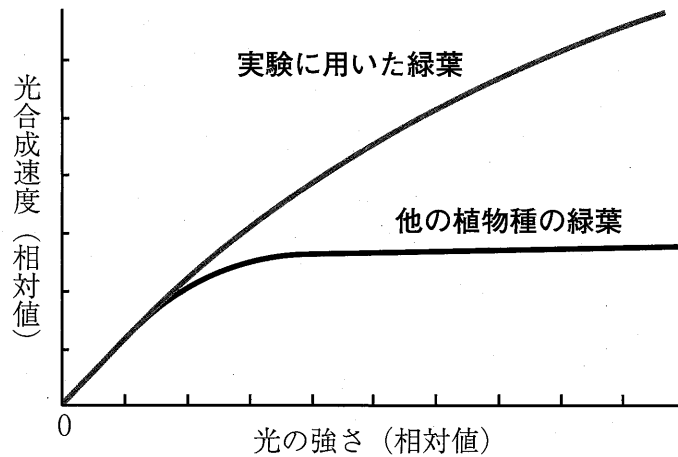


図2 光-光合成曲線

- ① PGA
- ② オキサロ酢酸
- ③ RuBP
- ④ ピルビン酸
- ⑤ リンゴ酸

問4 実験に用いた植物の名称として正しいものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

8

- ① ベンケイソウ
- ② イネ
- ③ トウモロコシ
- ④ サボテン
- ⑤ サザンカ

生物の試験問題は次へ続きます。

Ⅲ 植物の色素と遺伝子組換えに関する次の文章を読んで、問1～問3に答えなさい。

植物の花弁には、主にアントシアニンという色素が含まれている。赤色と朱色の花には、赤色アントシアニンや朱色アントシアニンが含まれ、青色の花には、青色アントシアニンが含まれている。一方、白色の花には、それらのアントシアニンが含まれない。アントシアニンの合成には E_1 , E_2 , E_3 の酵素がはたらいている。アントシアニンの合成経路と3つの酵素が作用する反応を図1に示す。

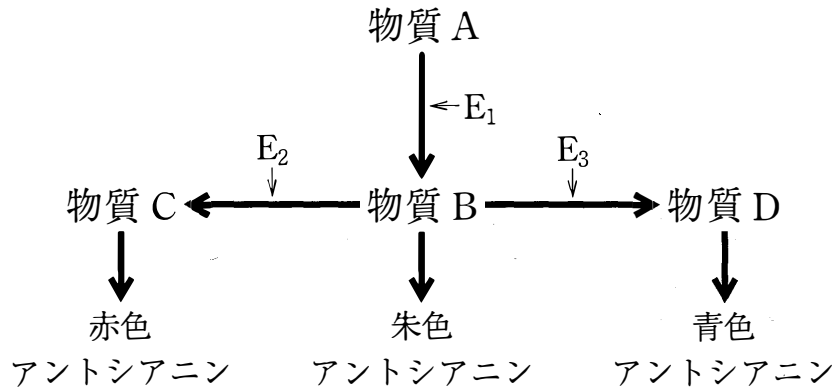


図1 アントシアニン合成経路

問1 白色花における酵素 E_1 , E_2 , E_3 の組合せは次の a～h のうちどれか。最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

9

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| a E_2 のみ | b E_1 のみ |
| c E_3 のみ | d E_1 と E_2 |
| e E_2 と E_3 | f E_1 と E_3 |
| g E_1 と E_2 と E_3 | h すべてもたない |

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| ① h | ② e | ③ d, f |
| ④ a, c, e | ⑤ b, d, f | ⑥ b, e, g |
| ⑦ a, c, e, h | ⑧ b, d, f, h | ⑨ c, e, f, g |

問2 遺伝子組換え技術を用いて植物に E_1 , E_2 , E_3 の遺伝子を導入する場合、アグロバクテリウムを用いることが多い。以下に示したその方法中の空欄 ～ に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

<方法>

アグロバクテリウムからプラスミドを精製し、 と を用いて必要な酵素の遺伝子をプラスミドに導入する。それを再びアグロバクテリウムに戻してから、植物細胞に感染させると、 のDNAに目的の遺伝子が導入される。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>
①	DNA ポリメラーゼ	DNA ヘリカーゼ	核内
②	DNA ポリメラーゼ	DNA ヘリカーゼ	ミトコンドリア内
③	DNA ポリメラーゼ	DNA リガーゼ	核内
④	DNA ポリメラーゼ	DNA リガーゼ	ミトコンドリア内
⑤	制限酵素	DNA ヘリカーゼ	核内
⑥	制限酵素	DNA ヘリカーゼ	ミトコンドリア内
⑦	制限酵素	DNA リガーゼ	核内
⑧	制限酵素	DNA リガーゼ	ミトコンドリア内

問3 遺伝子組換え技術により E_3 の遺伝子のみを導入して青色の花をもつ植物を作出する場合、遺伝子を導入する品種として最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。

- a 赤色花の品種
- b 朱色花の品種
- c 白色花の品種

- | | | | |
|--------|--------|-----------|--------|
| ① aのみ | ② bのみ | ③ cのみ | ④ a, b |
| ⑤ a, c | ⑥ b, c | ⑦ a, b, c | |

IV 生殖と遺伝に関する次の問1～問3に答えなさい。

問1 減数分裂に関する次のa～eの記述のうち正しいものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

12

- a 第一分裂と第二分裂の間に、染色体が複製される。
- b 相同染色体の対合が起こるのは、第一分裂であり、染色体の乗換えが起こるのは、第二分裂である。
- c 核相が $2n$ の母細胞が第一分裂によって生じる2つの細胞の核相は n である。
- d 染色体の乗換えが起こらないとした場合、1つの一次精母細胞が減数分裂をして生じる4つの精細胞の遺伝子構成は2種類となる。
- e シダ植物の生活環において、減数分裂によって生じる生殖細胞は配偶子である。

- ① cのみ
- ② eのみ
- ③ a, d
- ④ a, c
- ⑤ b, d
- ⑥ c, d
- ⑦ a, c, d
- ⑧ a, b, e
- ⑨ b, c, e
- ⑩ c, d, e

問2 植物のある形質は2つの対立遺伝子 (A と a , B と b) によって決められ, それぞれ A と B が a と b に対し優性であるとする。優性ホモの個体と劣性ホモの個体を交配させて F_1 世代を得た。この F_1 世代の個体を自家受精させて得られる F_2 世代には何種類の遺伝子型の子が生じることになるか。 A (a) と B (b) が独立の関係にある場合と, 連鎖しており, かつ乗換えが起こらないとした場合のそれぞれについて求め, その値の組合せとして最も適当なものを, 次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

13

	独立	連鎖
①	4種類	2種類
②	4種類	3種類
③	4種類	4種類
④	9種類	2種類
⑤	9種類	3種類
⑥	9種類	4種類
⑦	16種類	2種類
⑧	16種類	3種類
⑨	16種類	4種類

問3 マウスのゲノム中には、特定の塩基配列が繰り返されている領域があり、その繰り返し回数が系統によって異なることが知られている。同じ染色体の異なる遺伝子座にある繰り返し領域X～Zの繰り返し配列をPCR法で増幅し、電気泳動を行うことで、系統Sと系統Mを識別できる。系統S同士、系統M同士、系統Sと系統Mを交配させて得られたF₁に対してPCR法を行い、電気泳動を行うと、それぞれ図1のパターンa、b、cとなった。また、F₁と系統Sの交配を複数回行い、100個体のF₂を得た。それらすべてに対し、同様に電気泳動を行ったところ、図1のa～gのうちbを除くパターンがみられ、それぞれのパターンと個体数を表1に示す。これについて、(1)、(2)に答えなさい。ただし、3つの遺伝子座の間で複数回乗換えが起こることはないものとする。

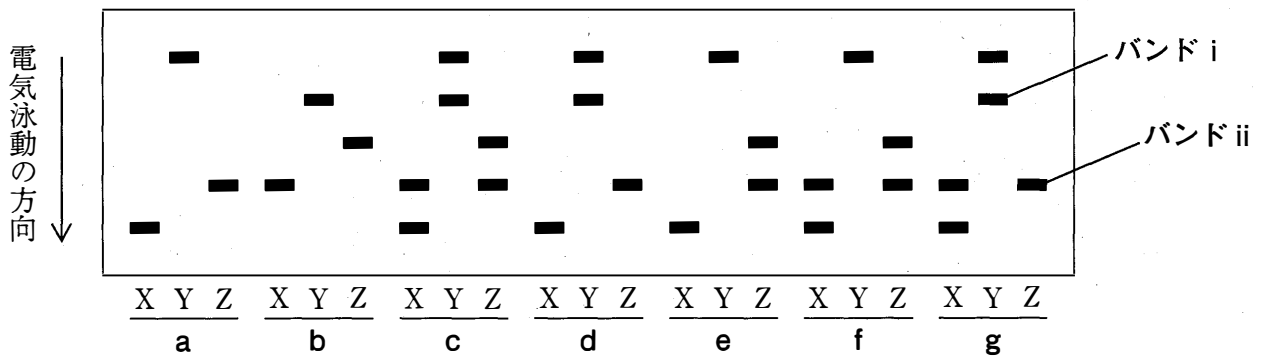


図1 電気泳動のパターン

表1 F₂にみられた電気泳動パターンと個体数

電気泳動のパターン	個体数
a	42
b	0
c	42
d	5
e	3
f	5
g	3

- (1) 図1のパターンgにみられるバンドiとバンドiiのDNAは、 F_1 と系統Sのどちらの親に由来すると考えられるか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

14

	バンド i	バンド ii
①	F_1	F_1
②	F_1	系統 S
③	F_1	F_1 と 系統 S
④	系統 S	F_1
⑤	系統 S	系統 S
⑥	系統 S	F_1 と 系統 S
⑦	F_1 と 系統 S	F_1
⑧	F_1 と 系統 S	系統 S
⑨	F_1 と 系統 S	F_1 と 系統 S

- (2) 領域X～領域Zが染色体上で並んでいる順番と、領域Xと領域Yの組換え価の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

15

	順番	組換え価
①	X - Y - Z	6 %
②	X - Y - Z	10 %
③	X - Y - Z	16 %
④	X - Z - Y	6 %
⑤	X - Z - Y	10 %
⑥	X - Z - Y	16 %
⑦	Y - X - Z	6 %
⑧	Y - X - Z	10 %
⑨	Y - X - Z	16 %

V ショウジョウバエの発生に関する次の文章を読んで、問1～問4に答えなさい。

ショウジョウバエの未受精卵には母性効果遺伝子（ハンチバック・ナノス・コーダル・ビコイド）の mRNA が含まれており、図1のように分布している。これが、頭尾（前後）軸の決定に大きく関わっている。受精後の翻訳産物（タンパク質）は図2のような分布になる。これらのはたらきで頭尾軸が決定し、さらに分節遺伝子⁽¹⁾がはたらくことで、体節が形成される。その後、ホメオティック遺伝子⁽²⁾により、それぞれの体節に特有な構造が形成されていく。

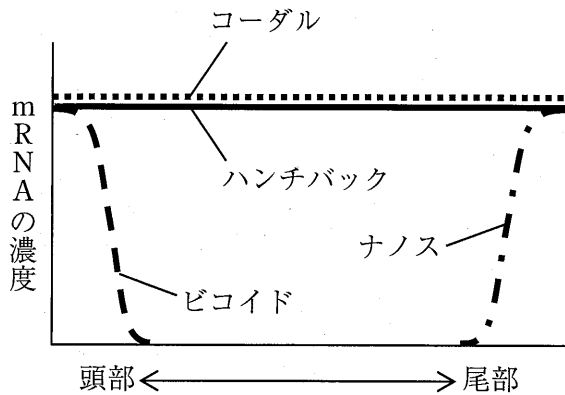


図1 mRNAの濃度勾配

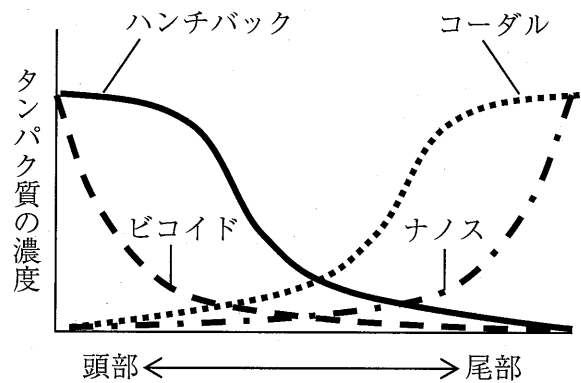


図2 タンパク質の濃度勾配

問1 次のa～hの記述のうち、図1と図2から考えられる仮説として正しいものはどれか。その組合せとして最も適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

16

- a コーダルタンパク質は、ハンチバック mRNA の翻訳を阻害する。
- b コーダルタンパク質は、ビコイドとナノスの mRNA の翻訳を阻害する。
- c ビコイドタンパク質は、ハンチバック mRNA の翻訳を阻害する。
- d ビコイドタンパク質は、コーダル mRNA の翻訳を阻害する。
- e ナノスタンパク質は、ハンチバック mRNA の翻訳を阻害する。
- f ナノスタンパク質は、コーダル mRNA の翻訳を阻害する。
- g ハンチバックタンパク質は、コーダル mRNA の翻訳を阻害する。
- h ハンチバックタンパク質は、ビコイドとナノスの mRNA の翻訳を阻害する。

- ① a, g ② a, d ③ b, e ④ b, h
- ⑤ c, f ⑥ d, e ⑦ e, g ⑧ f, h
- ⑨ b, d, e ⑩ c, f, g

問2 下線部(1)には大きく3つの遺伝子群が存在する。これらの遺伝子が発現する順番として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

17

- ① ペアルール遺伝子 → セグメントポラリティー遺伝子 → ギャップ遺伝子
- ② ペアルール遺伝子 → ギャップ遺伝子 → セグメントポラリティー遺伝子
- ③ セグメントポラリティー遺伝子 → ペアルール遺伝子 → ギャップ遺伝子
- ④ セグメントポラリティー遺伝子 → ギャップ遺伝子 → ペアルール遺伝子
- ⑤ ギャップ遺伝子 → ペアルール遺伝子 → セグメントポラリティー遺伝子
- ⑥ ギャップ遺伝子 → セグメントポラリティー遺伝子 → ペアルール遺伝子

問3 下線部(2)に関する次のa～eの記述のうち、正しいものはどれか。その組合せとして最も適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

18

- a 各遺伝子間で塩基配列の多様性が高い領域をホメオボックスと呼び、そこから作られるアミノ酸配列をホメオドメインと呼ぶ。
- b 調節遺伝子としてはたらき、特定の遺伝子の発現を調節して、分化の方向性を決定させる。
- c ショウジョウバエに特有な遺伝子であり、染色体の決まった領域に集まって並んでいる。
- d ショウジョウバエでは、アンテナペディア遺伝子群とバイソラックス遺伝子群に分けられる。
- e ハウスキーピング遺伝子としてはたらき、翻訳産物が細胞の生存に直接関与することになる。

- ① a, d ② a, e ③ b, e ④ b, d
- ⑤ c, d ⑥ d, e ⑦ a, b, d ⑧ a, c, d
- ⑨ b, c, d ⑩ c, d, e

問4 ショウジョウバエの受精卵内部では、細胞質分裂が起こらずに、同調的な核分裂が9回起こり、核の数が増える。その一部が卵の表層部へ移動し、そこで4回の核分裂を行うことで、卵表面に約5000個の核が集積する胞胚となる。初めの9回の核分裂により生じた核の何%が表層に移動すると考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

19

① 0～10%

② 20～30%

③ 40～50%

④ 60～70%

⑤ 80～90%

VI ヒトの免疫に関する問1～問3に答えなさい。

問1 マクロファージ以外に食細胞としてはたらく免疫細胞の組合せとして、最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

20

- | | | |
|---|------|------|
| ① | NK細胞 | 形質細胞 |
| ② | 形質細胞 | 好中球 |
| ③ | 好中球 | 樹状細胞 |
| ④ | 樹状細胞 | NK細胞 |
| ⑤ | NK細胞 | 好中球 |
| ⑥ | 形質細胞 | 樹状細胞 |

問2 自然免疫に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

21

- ① 破傷風を発症したヒトに抗血清を注射して治療する。
- ② 血液型の異なる血液を混合すると、赤血球が凝集反応を起こす。
- ③ 異物の侵入に反応した免疫細胞が毛細血管壁を緩めて血管外に移動する。
- ④ ワクチンを接種すると、病原体に対する抵抗性が高まる。
- ⑤ 年ごとに異なる型のウイルスが流行するため、毎年インフルエンザに罹患することがある。

問3 次の実験に関して (1), (2) に答えなさい。

A 系統と B 系統, およびこの二系統を交配させて得られた F_1 マウスの皮膚を, A 系統や B 系統, または F_1 マウスの皮膚に移植し, 移植片が移植先に生着するか拒絶されるかを調べた。その結果を表 1 に示す。表中の (+) は移植片が生着, (-) は拒絶されたことを表す。

表 1 皮膚移植の結果

移植先	移植片		
	A 系統	B 系統	F_1
A 系統	+	-	ア
B 系統	-	+	イ
F_1	ウ	エ	+

(1) 移植片の拒絶に関する記述として最も適当なものを, 次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。

22

- ① 移植片の MHC 抗原が異物として認識されると, NK 細胞が攻撃し, 移植片が拒絶される。
- ② 移植片の MHC 抗原が異物として認識されると, T 細胞が攻撃し, 移植片が拒絶される。
- ③ 移植片の MHC 抗原が異物として認識されると, B 細胞が攻撃し, 移植片が拒絶される。
- ④ 移植片のパターン認識受容体が異物として認識されると, NK 細胞が攻撃し, 移植片が拒絶される。
- ⑤ 移植片のパターン認識受容体が異物として認識されると, T 細胞が攻撃し, 移植片が拒絶される。
- ⑥ 移植片のパターン認識受容体が異物として認識されると, B 細胞が攻撃し, 移植片が拒絶される。

(2) 表1の空欄ア～エに入るものとして、最も適切な組合せを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

23

	ア	イ	ウ	エ
①	+	+	+	+
②	+	+	-	-
③	+	-	+	-
④	+	-	-	+
⑤	-	+	+	-
⑥	-	+	-	+
⑦	-	-	+	+
⑧	-	-	-	-

VII 個体群にみられる社会性に関する問1, 問2に答えなさい。

問1 縄張りに関する記述として, 正しいものはどれか。最も適当なものを, 次の①~⑤のうちから一つ選びなさい。

24

- ① 個体や群れが日常的に行動する範囲を行動圏と呼び, 一般に縄張りよりも小さい空間となる。
- ② 縄張りが大きくなるほど, 食物の確保や配偶者の確保などの利益が大きくなるが, 縄張りを維持するコストも大きくなるため, 最適な縄張りの大きさは利益とコストの差が最小となる大きさであると考えられる。
- ③ 縄張りを維持するコストが縄張りから得られる利益を常に上回るような条件では, 縄張りは形成されない。
- ④ アユの個体群では縄張りをもつ個体ともたない個体が観察されるが, 個体群密度が非常に高くなると, 縄張りから得られる利益が大きくなるため, ほとんどの個体が縄張りをもつようになる。
- ⑤ 縄張りを形成したシジュウカラの一部の個体を実験的に除去しても, 新しい個体が侵入して新たな縄張りを作るため, 地域の縄張りの数や大きさはあまり変化しない。このことから, 縄張りには地域の個体数を増加させる効果があるといえる。

問2 社会性昆虫であるミツバチのコロニーを構成するワーカー（雌）と雄は、すべて女王の子である。女王の生んだ受精卵が発生すると雌に、未受精卵が発生すると雄になる。したがって、図1に示すように雄の染色体数は女王やワーカーの半数である。いま、血縁度を「2個体が特定の対立遺伝子を共有する確率」と定義し、女王は一度しか交尾していないとすると、ワーカーからみた女王との血縁度、ワーカーからみた雄との血縁度、ワーカー同士の血縁度の組合せとして正しいものはどれか。最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

25

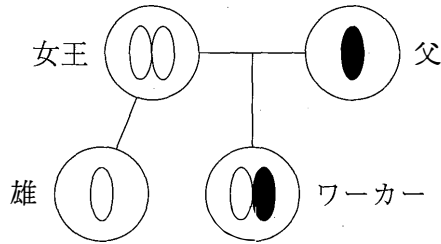


図1 染色体の組合せ

	ワーカーからみた 女王との血縁度	ワーカーからみた 雄との血縁度	ワーカー同士の 血縁度
①	0.25	0.25	0.5
②	0.25	0.25	0.75
③	0.25	0.5	0.5
④	0.25	0.5	0.75
⑤	0.5	0.25	0.5
⑥	0.5	0.25	0.75
⑦	0.5	0.5	0.5
⑧	0.5	0.5	0.75

生物の問題はここまでです。

問題訂正票

令和5年度 日本大学一般選抜 N全学統一方式第1期

生物 P 3 7 大問Ⅳ 問 1

d 2行目

誤：遺伝子

正：ある対立遺伝子の