

理 科

(1～52ページ)

注 意

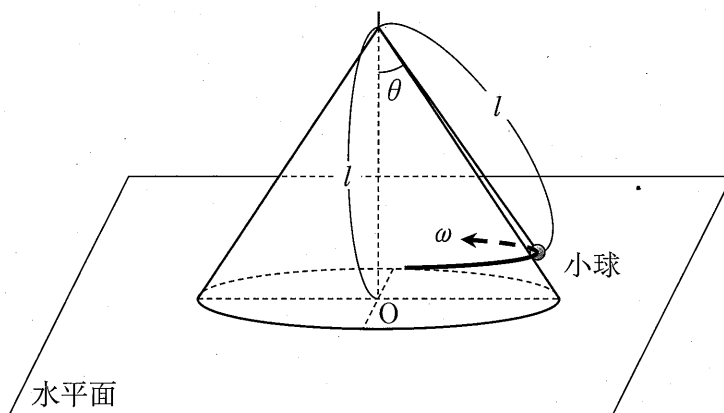
- 試験開始の合図があるまで、問題用紙を開いてはいけません。
- この問題用紙には、次の3科目の問題が収められています。
 - 物 理 (1～14ページ)
 - 化 学 (15～27ページ)
 - 生 物 (29～52ページ)
- 3科目の中から、医学部出願者は2科目、その他の出願者は1科目を選択し、解答は解答用紙にマークしなさい。解答用紙は3科目共通です。
- 解答用紙に受験番号・氏名・選択科目を記入しなさい。
 受験番号と選択科目は、下記の「受験番号欄記入例」「選択科目欄記入例」に従って正確にマークしなさい。
- 試験時間は **60分** (2科目受験者は1科目につき60分) です。
- 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					マーク式解答欄記入上の注意									
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	受 験 番 号 欄					「物理」を選択した場合 <table border="1" style="margin: 5px 0;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">選 択 科 目 欄</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">●</td> <td style="text-align: center;">物 理</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">化 学</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">生 物</td> </tr> </tbody> </table> ↑ 解答する1科目に必ずマークしなさい	選 択 科 目 欄		●	物 理	○	化 学	○	生 物
	選 択 科 目 欄													
	●	物 理												
	○	化 学												
	○	生 物												
	Y	8	1	5	0									
	●	○	○	○	●									
	②	①	●	①	①									
		②	②	②	②									
		③	③	③	③									
	④	④	④	④										
	⑤	⑤	●	⑤										
	⑥	⑥	⑥	⑥										
	⑦	⑦	⑦	⑦										
	●	⑧	⑧	⑧										
	⑨	⑨	⑨	⑨										
					1. 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 ⊕ ⊙ ⊗ ⊚ ○									
					2. 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。 3. 所定の記入欄以外には、何も記入してはいけません。 4. 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、質量 m の小球を長さ l の軽くて伸び縮みしない糸の一端に取り付け、もう一端を水平面上に固定された、高さ l 、頂角 2θ のなめらかな円錐形の台の頂点に固定した。ここで、台の底面の中心を点 O とする。この台の円錐面に小球を接触させて角速度 ω で円運動をさせたところ、円錐面と接触した状態を保ちながら回転した。この状態から角速度を徐々に大きくしていくと、角速度が ω_0 より大きくなった瞬間に小球は円錐面から離れた。小球の大きさ、および空気抵抗の影響は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g 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) 小球が角速度 $\omega (< \omega_0)$ で回転しているときに、小球とともに運動する観測者から見た小球にはたらく遠心力の大きさを F とする。 F を求めよ。

の解答群

- | | | |
|----------------|------------------------------|------------------------------|
| ① $m\omega^2$ | ② $m\omega^2 \sin \theta$ | ③ $m\omega^2 \cos \theta$ |
| ④ $ml^2\omega$ | ⑤ $ml^2\omega \sin^2 \theta$ | ⑥ $ml^2\omega \cos^2 \theta$ |

- (2) 小球が角速度 $\omega (< \omega_0)$ で回転しているときに、円錐面から小球にはたらく垂直抗力の大きさを N として、小球とともに運動する観測者から見た小球の円錐面に対して垂直な方向の力のつり合いの式として正しいものを一つ選べ。 2

2 の解答群

- ① $N + F \sin \theta = mg \sin \theta$ ② $N + F \cos \theta = mg \sin \theta$
 ③ $N + F \sin \theta = mg \cos \theta$ ④ $N + F \cos \theta = mg \cos \theta$
 ⑤ $N + F = mg \tan \theta$ ⑥ $N + F \tan \theta = mg$

- (3) 小球が円錐面から離れない最大の角速度 ω_0 を求めよ。 3

3 の解答群

- ① $\sqrt{\frac{g \sin \theta}{l}}$ ② $\sqrt{\frac{g \cos \theta}{l}}$ ③ $\sqrt{\frac{g \tan \theta}{l}}$
 ④ $\sqrt{\frac{g}{l \sin \theta}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{g}{l \cos \theta}}$ ⑥ $\sqrt{\frac{g}{l \tan \theta}}$

さらに角速度を大きくしていくと、糸の張力の大きさが $2mg$ になった瞬間に糸が切れて小球は放物運動をおこない、円錐面と衝突することなく水平面に落下した。

- (4) 糸が切れる瞬間に糸が鉛直方向となす角を θ_1 として、 $\cos \theta_1$ を求めよ。 4

4 の解答群

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

- (5) 糸が切れる瞬間の小球の速さを求めよ。 5

5 の解答群

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

- (6) 小球が水平面に落下した位置と点 O の距離を求めよ。 6

6 の解答群

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

- II 図1のように、圧力 p_0 、絶対温度(以下、単に温度と呼ぶ) T_0 の大気中において、水平な床上にシリンダーを鉛直に立て、シリンダーの内側をなめらかに動く断面積 S のピストンにより、単原子分子理想気体である気体 G_1 を封入した。シリンダーとピストンはともに断熱材でできており、シリンダーの上面には穴が空いている。また、底面には熱容量が無視できる温度調節器が内蔵されており、気体を加熱または冷却することができる。はじめ、気体 G_1 の圧力は $2p_0$ 、温度は T_1 であり、シリンダーの底面からピストンまでの高さは h 、ピストンからシリンダーの上面までの高さは $2h$ であった。この状態を状態 A とする。ピストンの厚みは無視できるものとし、気体定数を R 、重力加速度の大きさを g とする。

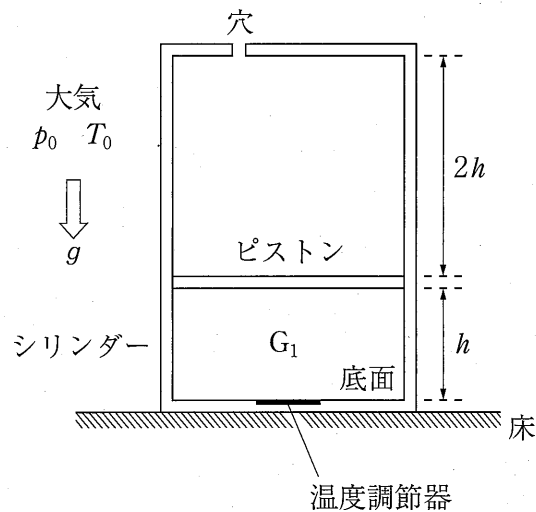


図1

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) ピストンの質量を求めよ。

の解答群

① $\frac{p_0 S}{3g}$

② $\frac{p_0 S}{2g}$

③ $\frac{p_0 S}{g}$

④ $\frac{3p_0 S}{2g}$

⑤ $\frac{2p_0 S}{g}$

⑥ $\frac{3p_0 S}{g}$

- (2) 温度調節器により状態 A の気体 G_1 をゆっくり加熱し、シリンダーの底面からピストンまでの高さが $2h$ になった直後に加熱をやめた。加熱をやめた直後の状態を状態 B とする。状態 A から状態 B までの間に気体 G_1 が吸収した熱量を求めよ。 8

8 の解答群

- ① $\frac{3}{2} p_0 Sh$ ② $\frac{5}{2} p_0 Sh$ ③ $3 p_0 Sh$
 ④ $\frac{7}{2} p_0 Sh$ ⑤ $5 p_0 Sh$ ⑥ $\frac{15}{2} p_0 Sh$

続いて図 2 のように、状態 B においてシリンダー上面の穴を栓で閉じ、ピストンの上方に大気を封入した。封入した大気を気体 G_2 とする。気体 G_2 は理想気体とみなせるものとする。栓をした直後の状態を状態 C とすると、状態 C における気体 G_2 の体積は Sh であった。栓はよく熱を通す材質でできており、気体 G_2 の温度は大気のと常に等しい。その後、温度調節器により気体 G_1 をゆっくり冷却し、シリンダーの底面からピストンまでの高さが h になった直後に冷却をやめた。冷却をやめた直後の状態を状態 D とする。

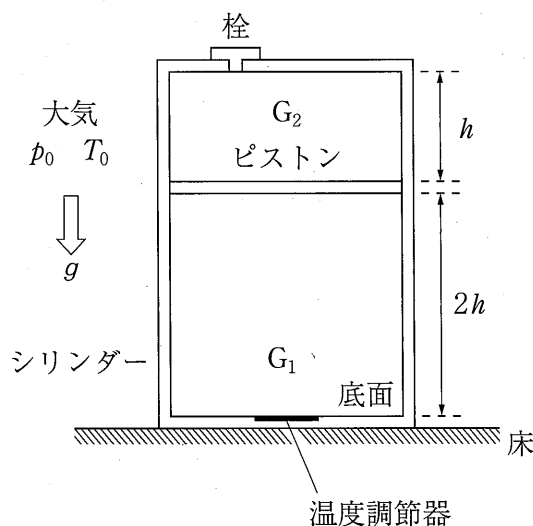


図 2

- (3) 状態 D における気体 G_1 の温度を求めよ。 9

9 の解答群

- ① $\frac{1}{2} T_1$ ② $\frac{3}{4} T_1$ ③ T_1
 ④ $\frac{5}{4} T_1$ ⑤ $\frac{3}{2} T_1$ ⑥ $\frac{5}{2} T_1$

- (4) 状態 C から状態 D までの間に気体 G_1 が放出した熱量を Q_1 、状態 C から状態 D までの間に気体 G_2 が吸収した熱量を Q_2 とする。 $Q_1 - Q_2$ を求めよ。 10

10 の解答群

① $\frac{2}{5} p_0 Sh$

② $\frac{3}{2} p_0 Sh$

③ $\frac{12}{5} p_0 Sh$

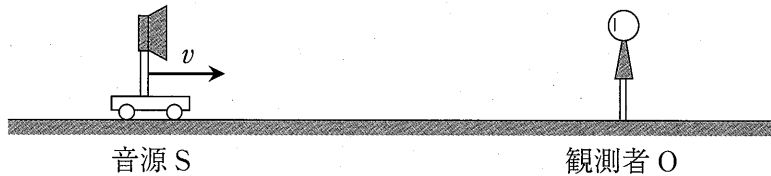
④ $\frac{7}{2} p_0 Sh$

⑤ $\frac{15}{4} p_0 Sh$

⑥ $\frac{19}{4} p_0 Sh$

物理の試験問題は次へ続きます。

- Ⅲ 図のように、振動数 f の音源 S が観測者 O に向かって速さ v で近づきながら音波を発し、静止している観測者 O がその音波を観測した。音源 S の速さ v は音速 V より小さく、音源 S が観測者 O を通り過ぎることにはないものとする。また、風は吹いておらず、音速 V は一定であるとする。



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) 音源 S から発せられ、観測者 O に向かう音波の波長を求めよ。

の解答群

- ① $\frac{f}{V+v}$ ② $\frac{f}{V}$ ③ $\frac{f}{V-v}$
 ④ $\frac{V-v}{f}$ ⑤ $\frac{V}{f}$ ⑥ $\frac{V+v}{f}$

- (2) 観測者 O が観測する音波の振動数を求めよ。

の解答群

- ① $\frac{V}{V+v}f$ ② $\frac{V}{V-v}f$ ③ $\frac{V-v}{V}f$
 ④ $\frac{V+v}{V}f$ ⑤ $\frac{V-v}{2V}f$ ⑥ $\frac{V+v}{2V}f$

音源 S から振動数 $f = 574 \text{ Hz}$ の音波を17.0秒間鳴らしたところ、観測者 O は16.4秒の間、音波を観測した。このときの音速は $V = 340 \text{ m/s}$ であった。

- (3) 観測者 O が観測する音波の振動数を求めよ。 Hz

の解答群

- ① 584 ② 590 ③ 595
 ④ 600 ⑤ 604 ⑥ 615

(4) 音源 S の速さ v を求めよ。 m/s

の解答群

- | | | |
|------|------|------|
| ① 12 | ② 15 | ③ 17 |
| ④ 20 | ⑤ 22 | ⑥ 24 |

(5) 音源 S から一定の時間、ある振動数の音波を鳴らすとする。音源 S から観測者 O に向かって一定の速さの風が吹いていた場合に観測者 O が観測する音波について、風が吹いていない場合と比較してどうなるか説明した文章として最も適当なものを一つ選べ。

の解答群

- ① 振動数が大きくなり、音を聞いている時間は短くなる。
- ② 振動数が小さくなり、音を聞いている時間は長くなる。
- ③ 振動数が大きくなり、音を聞いている時間は長くなる。
- ④ 振動数が小さくなり、音を聞いている時間は短くなる。
- ⑤ 音波の変化は観測されない。
- ⑥ 風速により、振動数が大きくなる場合も小さくなる場合もありうる。

IV 図1のように、起電力の大きさが5.0Vの電池、抵抗値が $10\ \Omega$ の抵抗 R_1 、抵抗値が $8.0\ \Omega$ の抵抗 R_2 、抵抗値が未知の抵抗 R_x 、電流と電圧の関係が図2で表される電球、長さが50cmで太さと材質が一樣な抵抗線PQ、検流計、電流計、およびスイッチ S_1 、 S_2 、 S_3 を用いて回路を作った。検流計は接点Tにより抵抗線PQに接触しており、接点TはPとQの間を移動させることができる。はじめ、スイッチ S_1 、 S_2 、 S_3 はすべて開いている。導線の抵抗、電池および電流計の内部抵抗は無視できるものとする。

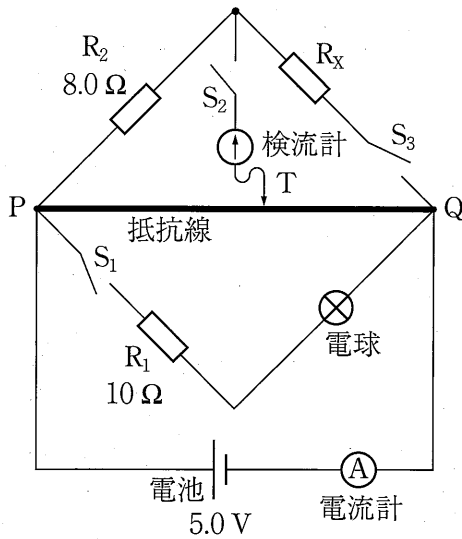


図1

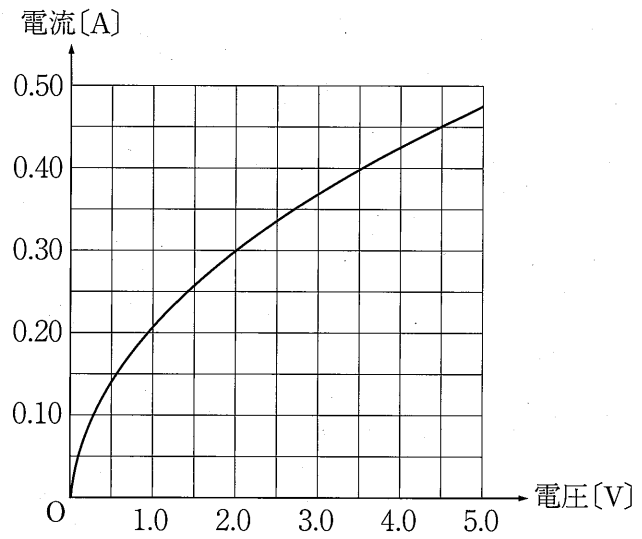


図2

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) スイッチ S_1 、 S_2 、 S_3 がすべて開いているとき、電流計が示す値は0.20Aであった。抵抗線PQの抵抗値を求めよ。 Ω

の解答群

- | | | |
|------|------|------|
| ① 10 | ② 15 | ③ 20 |
| ④ 25 | ⑤ 50 | ⑥ 75 |

(2) はじめに、スイッチ S_1 だけを閉じた。このとき電流計が示す値を求めよ。 A

の解答群

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 0.25 | ② 0.30 | ③ 0.50 |
| ④ 0.60 | ⑤ 0.75 | ⑥ 0.90 |

(3) スイッチ S_1 だけを閉じているとき、電球が消費する電力を求めよ。 W

の解答群

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 0.30 | ② 0.45 | ③ 0.60 |
| ④ 0.90 | ⑤ 1.2 | ⑥ 1.5 |

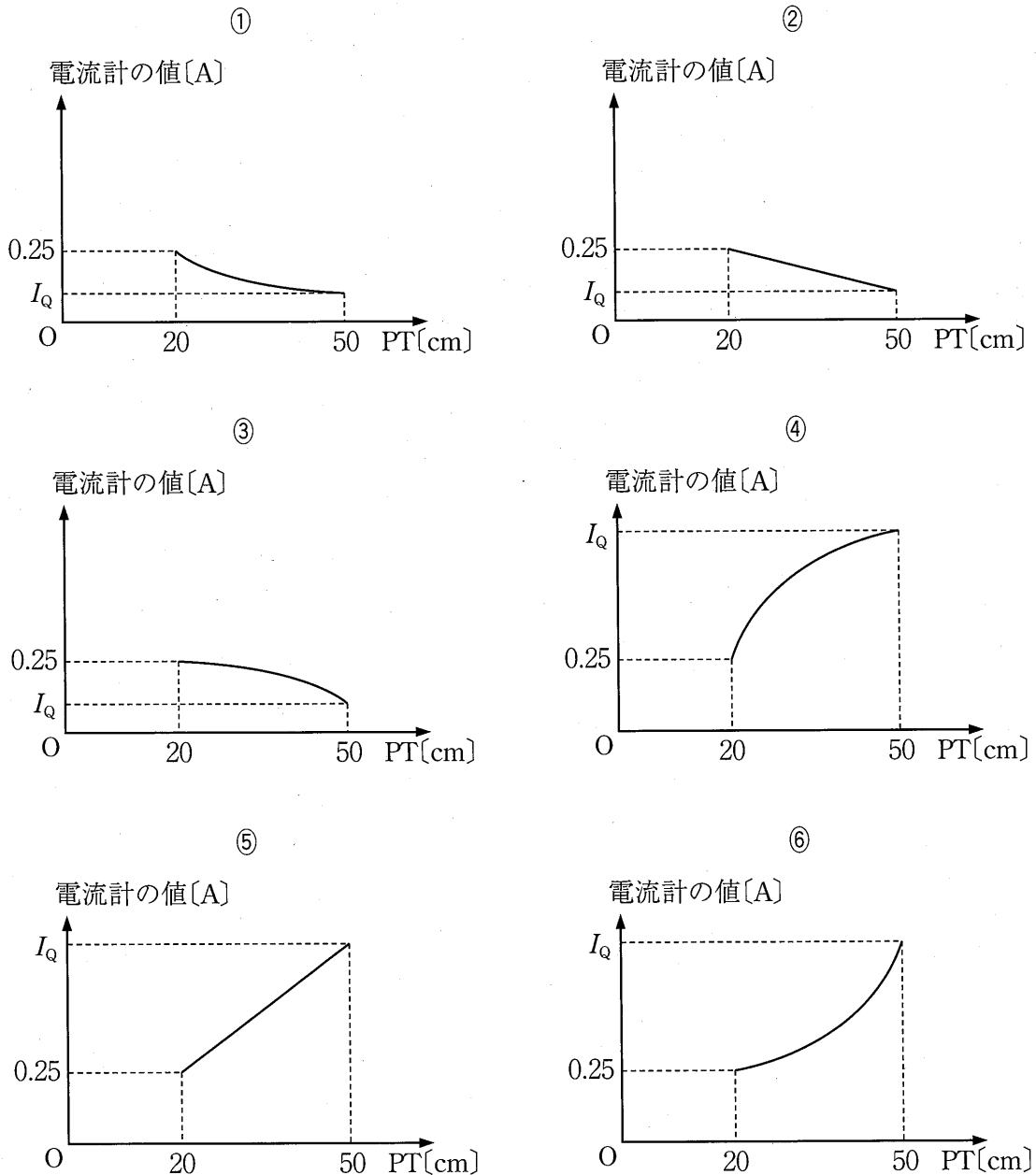
(4) 続いてスイッチ S_1 を開いたあと、接点 T を移動させて PT 間の長さを 20 cm としてからスイッチ S_2 を閉じたところ、電流計が示す値は 0.25 A であった。検流計の内部抵抗の抵抗値を求めよ。 19 Ω

19 の解答群

- | | | |
|--------|-------|-------|
| ① 0.50 | ② 1.0 | ③ 1.5 |
| ④ 2.0 | ⑤ 3.0 | ⑥ 5.0 |

(5) 続いてスイッチ S_2 だけを閉じたまま、接点 T をゆっくりと PT 間の長さが 20 cm となる位置から 50 cm となる位置まで移動させたときに、電流計の値と PT 間の長さの関係を表すグラフとして最も適当なものを一つ選べ。ただし、 PT 間の長さが 50 cm のときの電流計の値を I_Q とする。 20

20 の解答群



- (6) 続いてスイッチ S_2 を閉じたまま，スイッチ S_3 を閉じ，接点 T を移動させて PT 間の長さを 40 cm としたところ，検流計に流れる電流は 0 A となった。抵抗 R_x の抵抗値を求めよ。

Ω

の解答群

① 2.0

② 5.0

③ 9.0

④ 12

⑤ 15

⑥ 20

物理の試験問題は次へ続きます。

V 原子核の崩壊について述べた以下の文章を読み、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。

放射性同位体の原子核は不安定で、放射線を放出して別の原子核に変化する。これを原子核の放射性崩壊といい、 α 線として(ア)を放出する α 崩壊、 β 線として(イ)を放出する β 崩壊がある。同じ運動エネルギーをもつこれら2種の放射線が一定の強さの磁場に垂直に入射し、円軌道を描く場合、その軌道半径は(ウ)の方が大きい。また、 α 崩壊や β 崩壊のあと、原子核のもつ余分なエネルギーを電磁波である γ 線として放出するような放射性崩壊を γ 崩壊という。

原子核が毎秒1個の割合で崩壊するときの放射能の強さを表す単位には(エ)を用い、放射線の人体への影響をあらわす量(等価線量)を表す単位には(オ)を用いる。

原子核の放射性崩壊によって、もとの原子核の数が半分になるまでの時間を半減期といい、半減期が長い原子核ほど(カ)な原子核であるといえる。放射性同位体の半減期は、過去の生物を起源に持つ遺物の年代を調べる放射性炭素年代測定などに利用されている。

(1) 上記の文章中の(ア)~(ウ)に当てはまる語句の組合せとして最も適切なものを一つ選べ。

の解答群

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	リチウム原子核	リチウム原子核	リチウム原子核	ヘリウム原子核	ヘリウム原子核	ヘリウム原子核
イ	電子	中性子	中性子	電子	電子	中性子
ウ	α 線	β 線	α 線	β 線	α 線	β 線

(2) 上記の文章中の(エ)~(カ)に当てはまる語句の組合せとして最も適切なものを一つ選べ。

の解答群

	①	②	③	④	⑤	⑥
エ	Bq	Bq	Bq	Gy	Gy	Gy
オ	Sv	Gy	Sv	Bq	Sv	Bq
カ	安定	安定	不安定	不安定	不安定	安定

- (3) 文章中の下線部(a)の放射性炭素年代測定では、宇宙線(宇宙からの放射線)により、大気中の ^{12}C (炭素)に対して、大気中で常に一定の割合に保たれている炭素の放射性同位体 ^{14}C を用いる。 ^{14}C は生物が活着している間は生物の体内でも大気と同じ割合で存在するが、生物が死んだ後は半減期 5700 年で減少していくため、 ^{12}C に対する割合が減少していく。遺跡で使用されていた木材に含まれる ^{12}C に対する ^{14}C の割合が、大気中の割合に対して $\frac{1}{5}$ 倍であるとき、この遺跡はおよそ何万年前のものかを求めよ。ただし、 $\log_{10}2 \doteq 0.30$ 、 $\log_{10}5 \doteq 0.70$ とする。 24 万年

24 の解答群

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 1.1 | ② 1.2 | ③ 1.3 |
| ④ 1.4 | ⑤ 1.5 | ⑥ 1.6 |

- (4) 静止状態にあった ^{220}Rn (ラドン)が α 崩壊をしてPo(ポロニウム)になる反応を考える。この反応による総質量の減少により、発生したエネルギー E がすべてPo原子核と α 粒子(α 線を構成する粒子)に与えられた場合に、 α 粒子がもつ運動エネルギーを求めよ。ただし、ここでは原子核の質量は原子核の質量数に比例するものとする。 25

25 の解答群

- | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| ① $\frac{1}{55}E$ | ② $\frac{1}{54}E$ | ③ $\frac{1}{27}E$ |
| ④ $\frac{1}{2}E$ | ⑤ $\frac{53}{54}E$ | ⑥ $\frac{54}{55}E$ |

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, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Ar : 40.0

標準状態における気体のモル体積 22.4 L/mol

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

Ⅰ 元素の周期律と元素の性質に関する、次の(1)～(6)に答えなさい。

(1) 周期表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 現在の周期表の原型となるものは、アボガドロによってつくられた。
- ② 第3周期の元素のうち、イオン化エネルギーが最も大きいのはナトリウムである。
- ③ 第3周期の元素のうち、電子親和力が最も大きいのはアルゴンである。
- ④ 第3周期の元素のうち、電気陰性度が最も大きいのは塩素である。
- ⑤ 原子番号1～20の元素では、非金属元素よりも金属元素の方が多い。
- ⑥ 遷移元素には、非金属元素と金属元素の両方が含まれる。

(2) ハロゲン元素であるものを、 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

- | | | |
|------|-------|--------|
| ① リン | ② ヨウ素 | ③ 酸素 |
| ④ 炭素 | ⑤ ホウ素 | ⑥ アルゴン |

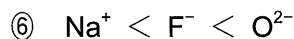
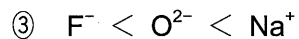
(3) 原子の最外殻電子の数が5であるものを、 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

- | | | |
|----------|-------|--------|
| ① アルミニウム | ② 酸素 | ③ 窒素 |
| ④ ベリリウム | ⑤ ホウ素 | ⑥ リチウム |

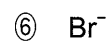
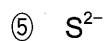
(4) O^{2-} , F^- , Na^+ をイオン半径が小さいものから順に並べたものを, の解答群から1つ選びなさい。

の解答群



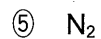
(5) アルゴンと同じ電子配置のイオンを, の解答群から1つ選びなさい。

の解答群



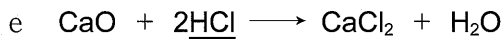
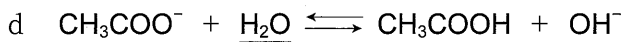
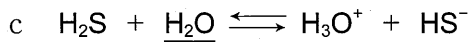
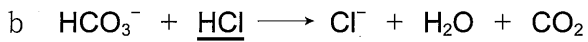
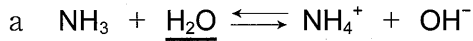
(6) 分子内の共有電子対と非共有電子対の数が等しいものを, の解答群から1つ選びなさい。

の解答群



II 酸と塩基に関する, 次の(1)~(4)に答えなさい。

(1) 次の反応 a~eのうち, 下線を引いた物質が, ブレンステッド・ローリーの定義による酸としてはたらいっているものはいくつあるか。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

- | | | |
|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 |
| ④ 4 | ⑤ 5 | ⑥ 0 |

(2) 0.20 mol/Lの希硫酸を純水で500倍に希釈した水溶液のpH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。ただし, 硫酸は完全に電離しているものとし, $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

の解答群

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 3.04 | ② 3.10 | ③ 3.22 |
| ④ 3.40 | ⑤ 3.52 | ⑥ 3.70 |

(3) 水に溶かすと塩基性を示す正塩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

- | | | |
|-----------|------------|-------------|
| ① 硝酸ナトリウム | ② 硝酸アンモニウム | ③ 塩化アンモニウム |
| ④ 塩化カルシウム | ⑤ 炭酸カリウム | ⑥ 炭酸水素ナトリウム |

- (4) 気体のアンモニア NH_3 を 0.200 mol/L の希塩酸 HCl 200 mL に完全に通じたところ、反応後の水溶液は酸性であった。この水溶液から 20.0 mL を取り出して 0.100 mol/L の水酸化カルシウム Ca(OH)_2 水溶液を少しずつ加えていったところ、 10.0 mL 加えたところで完全に中和した。はじめに通じたアンモニアの体積は標準状態で何 mL か。最も近いものを、 の解答群から1つ選びなさい。ただし、アンモニアを通じたことによる水溶液の体積変化は無視できるものとする。

 の解答群

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 224 mL | ② 336 mL | ③ 448 mL |
| ④ 560 mL | ⑤ 672 mL | ⑥ 851 mL |

Ⅲ 物質の状態に関する、次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$, 27°C において、ある気体Xの密度は 0.24 g/L である。気体Xとして最も適するものを、11の解答群から1つ選びなさい。

11 の解答群

- | | | |
|-----------------|----------------|--------------------------|
| ① CH_4 | ② N_2 | ③ CO_2 |
| ④ Ar | ⑤ O_2 | ⑥ C_2H_6 |

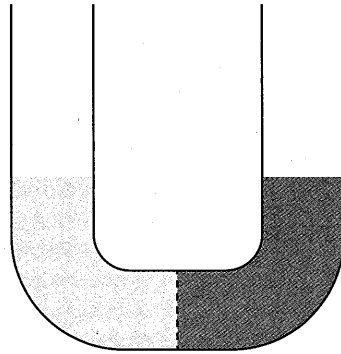
- (2) 次の文章中の空欄ア～エにあてはまる語句または化学構造の組合せとして最も適するものを、12の解答群から1つ選びなさい。

塩化ナトリウム NaCl を水に加えると、ナトリウムイオン Na^+ の周りには水分子がもつア原子が、塩化物イオン Cl^- の周りには水分子がもつイ原子が静電気力によって引きつけられ、水に溶けるようになる。また、エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ を水に加えると、エタノールがもつウの部分に水分子がエ結合し、水に溶けるようになる。

12 の解答群

	ア	イ	ウ	エ
①	水素	酸素	C_2H_5-	水素
②	水素	酸素	C_2H_5-	イオン
③	水素	酸素	$-\text{OH}$	水素
④	水素	酸素	$-\text{OH}$	イオン
⑤	酸素	水素	C_2H_5-	水素
⑥	酸素	水素	C_2H_5-	イオン
⑦	酸素	水素	$-\text{OH}$	水素
⑧	酸素	水素	$-\text{OH}$	イオン

- (3) 次の図に示すようにU字管の中央を半透膜で仕切り、左側には純水 100 mL を、右側には 0.10 mol/L の塩化マグネシウム MgCl_2 水溶液 100 mL を入れてしばらく放置した。



- 1) この実験に関する次の文章中の空欄 ~ 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。

しばらく放置すると、 側の液面が下がり、他方の液面が上がって、液面差 h で一定となった。また、用いる塩化マグネシウム水溶液のモル濃度が ほど、実験時の温度が ほど、液面差 h は大きくなる。

の解答群

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>
①	純水	小さい	低い
②	純水	小さい	高い
③	純水	大きい	低い
④	純水	大きい	高い
⑤	塩化マグネシウム水溶液	小さい	低い
⑥	塩化マグネシウム水溶液	小さい	高い
⑦	塩化マグネシウム水溶液	大きい	低い
⑧	塩化マグネシウム水溶液	大きい	高い

- 2) 0.100 mol/L の塩化バリウム BaCl_2 水溶液 100 mL と同温で同じ浸透圧を示すグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 水溶液 100 mL を調製するのに必要なグルコースの質量は何 g か。最も近いものを、 の解答群から 1 つ選びなさい。ただし、電解質は完全に電離しているものとする。

の解答群

- ① 1.80 g ② 3.60 g ③ 5.40 g
 ④ 18.0 g ⑤ 36.0 g ⑥ 54.0 g

IV 酸化と還元に関する、次の(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 次の文章中の空欄 ~ にあてはまる数値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。

鉛蓄電池は酸化鉛(IV) PbO_2 と鉛 Pb を電極として希硫酸に浸した構造をした電池である。
鉛蓄電池を放電すると、負極に含まれる Pb の酸化数は から へと変化し、正
極に含まれる Pb の酸化数は から へと変化する。

の解答群

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>	<input type="text" value="エ"/>
①	0	+ 2	+ 4	0
②	0	+ 2	+ 4	+ 2
③	0	+ 4	+ 4	0
④	0	+ 4	+ 4	+ 2
⑤	+ 4	0	0	+ 2
⑥	+ 4	0	0	+ 4
⑦	+ 4	+ 2	0	+ 2
⑧	+ 4	+ 2	0	+ 4

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

金属が腐食するのを防ぐために、金属の表面を別の金属でめっきする方法をとることがある。代表的なものとしては、鋼板(鉄)の表面に **ア** をめっきしたブリキと、鋼板(鉄)の表面に **イ** をめっきしたトタンがある。いずれも鋼板だけのときよりさびにくい、表面に傷がついて鉄が露出すると、 **ウ** は鉄の腐食が進みやすくなる。

16 の解答群

	ア	イ	ウ
①	スズ	亜鉛	ブリキ
②	スズ	亜鉛	トタン
③	銅	亜鉛	ブリキ
④	銅	亜鉛	トタン
⑤	亜鉛	スズ	ブリキ
⑥	亜鉛	スズ	トタン
⑦	亜鉛	銅	ブリキ
⑧	亜鉛	銅	トタン

- (3) 5.00 A の一定電流で2時間8分40秒間、白金電極を用いて水酸化ナトリウム水溶液を電気分解した。

- 1) 流れた電子の物質量は何 mol か。最も近いものを、 **17** の解答群から1つ選びなさい。

17 の解答群

- ① 0.0200 mol ② 0.0400 mol ③ 0.0800 mol
 ④ 0.200 mol ⑤ 0.400 mol ⑥ 0.800 mol

- 2) この電気分解で陰極および陽極で発生した気体の体積の合計は標準状態で何 L か。最も近いものを、 **18** の解答群から1つ選びなさい。ただし、発生した気体は水に溶けないものとする。

18 の解答群

- ① 1.12 L ② 2.24 L ③ 3.36 L
 ④ 4.48 L ⑤ 5.60 L ⑥ 6.72 L

V 無機物質に関する、次の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 硫酸 H_2SO_4 の脱水作用を利用した反応として最も適するものを、19 の解答群から1つ選びなさい。

19 の解答群

- ① スクロース $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ に濃硫酸を加えると、炭化する。
- ② 亜鉛 Zn に希硫酸を加えると、水素 H_2 が発生する。
- ③ 銅 Cu に熱濃硫酸を加えると、二酸化硫黄 SO_2 が発生する。
- ④ 硫化鉄(II) FeS に希硫酸を加えると、硫化水素 H_2S が発生する。
- ⑤ 塩化ナトリウム NaCl に濃硫酸を加えて加熱すると、塩化水素 HCl が発生する。
- ⑥ 亜硫酸ナトリウム Na_2SO_3 に希硫酸を加えると、二酸化硫黄が発生する。

- (2) 鉄の単体および化合物に関する記述として正しいものを、20 の解答群から1つ選びなさい。

20 の解答群

- ① 単体の鉄 Fe は、希塩酸 HCl や濃硝酸 HNO_3 と反応して水素が発生しながら溶ける。
- ② 単体の鉄 Fe は、コークスから生じた一酸化炭素 CO で鉄鉱石を酸化して得られる。
- ③ 鉄(II)イオン Fe^{2+} を含む水溶液に水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を加えると、緑白色の沈殿が生じる。
- ④ 鉄(II)イオン Fe^{2+} を含む水溶液にチオシアン酸カリウム KSCN 水溶液を加えると、血赤色の水溶液になる。
- ⑤ 鉄(III)イオン Fe^{3+} を含む水溶液にヘキサシアニド鉄(II)酸カリウム $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加えると、白色の沈殿が生じる。
- ⑥ ステンレス鋼は鉄にアルミニウム Al や銅 Cu を混ぜてつくった合金である。

- (3) 湿ったヨウ化カリウムデンプン紙を青く変化させる気体として最も適するものを、21 の解答群から1つ選びなさい。

21 の解答群

- | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① オゾン O_3 | ② 塩化水素 HCl | ③ 水素 H_2 |
| ④ 一酸化窒素 NO | ⑤ 二酸化硫黄 SO_2 | ⑥ 二酸化炭素 CO_2 |

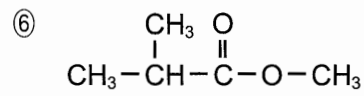
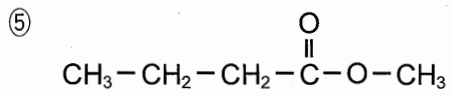
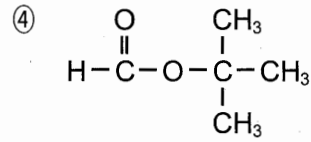
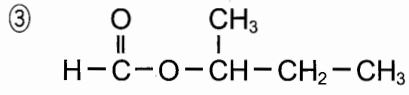
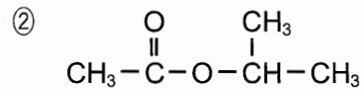
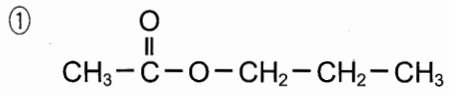
(4) 気体の性質に関する記述として正しいものを、 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

- ① フッ化水素 HF の水溶液は強酸性を示す。
- ② 硫化水素 H_2S は無色、腐卵臭の気体で、還元性を示す。
- ③ 二酸化硫黄 SO_2 は無色、刺激臭の気体で、硫化水素と反応すると硫酸へ変化する。
- ④ 一酸化炭素 CO は無色、刺激臭の気体で、有毒である。
- ⑤ 湿ったアンモニア NH_3 を乾燥させるには、濃硫酸に通すとよい。
- ⑥ 二酸化窒素 NO_2 を空気中に放置しておくと、一部が赤褐色の四酸化二窒素 N_2O_4 に変化する。

(4) 化合物 A の構造を、26 の解答群から 1 つ選びなさい。

26 の解答群



VII 糖類に関する、次の(1)および(2)に答えなさい。

- (1) 次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまる語句の組合せとして最も適するものを、**27** の解答群から1つ選びなさい。

デンプンは、**ア**-グルコースが縮合重合した多糖であり、植物の光合成によって生産される。デンプンを **イ** で加水分解すると、二糖類であるマルトースが得られる。マルトースをさらにマルターゼで加水分解すると、グルコースが得られる。

我々が日常的に食材・調味料として使用する砂糖の主成分はスクロースである。スクロースをインベルターゼで加水分解すると、グルコースとフルクトースが得られる。グルコース、フルクトース、マルトース、スクロースのうち、フェーリング液を還元しないのは **ウ** である。

27 の解答群

	ア	イ	ウ
①	α	リパーゼ	グルコース
②	α	リパーゼ	フルクトース
③	α	アミラーゼ	マルトース
④	α	アミラーゼ	スクロース
⑤	β	リパーゼ	マルトース
⑥	β	リパーゼ	スクロース
⑦	β	アミラーゼ	グルコース
⑧	β	アミラーゼ	フルクトース

- (2) 分子量 8.1×10^4 のデンプン ($C_6H_{10}O_5$)_n を酵素で加水分解して、すべてマルトース $C_{12}H_{22}O_{11}$ に変換したとすると、1.0 mol のデンプンから何 mol のマルトースが生成するか。最も近いものを、**28** の解答群から1つ選びなさい。

28 の解答群

- ① 2.0×10^2 mol ② 2.3×10^2 mol ③ 2.5×10^2 mol
 ④ 4.5×10^2 mol ⑤ 5.0×10^2 mol ⑥ 1.0×10^3 mol

化学の問題はここまでです。

このページは余白です。

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 葉緑体とミトコンドリアに関する問1～問3に答えなさい。

問1 次のa～dの文のうち、電子顕微鏡で葉緑体とミトコンドリアを観察した際の記述の組合せとして、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。

- a 二重膜で包まれており、膜のところどころに小孔がみられる。
- b 二重膜で包まれており、内膜が内側に突出している。
- c 二重膜で包まれており、内部には扁平な小胞が積み重なっている。
- d 扁平な袋状の構造が積み重なっており、周囲に小胞を伴っている。

	葉緑体	ミトコンドリア
①	a	c
②	a	d
③	b	a
④	b	d
⑤	c	a
⑥	c	b
⑦	d	b
⑧	d	c

問2 葉緑体とミトコンドリアは、原始的な真核細胞に別の生物が共生することで獲得された細胞小器官であると考えられている（共生説）。次のa～fの記述のうち、共生説の根拠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。

2

- a リン脂質でできた膜で包まれている。
- b 細胞内で分裂によって増殖する。
- c 内部に独自の環状DNAをもつ。
- d 無機窒素化合物から有機窒素化合物を合成している。
- e 原形質流動で細胞内を移動している。
- f 真核細胞に必ず存在している。

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 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 葉緑体とミトコンドリアには電子伝達系が存在し、電子供与体から電子受容体に電子が移行する過程を経てATPが合成される。これについて、次の(1)と(2)に答えなさい。

(1) 葉緑体の電子供与体と電子受容体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①～⑨のうちから一つ選びなさい。

3

(2) ミトコンドリアの電子供与体と電子受容体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①～⑨のうちから一つ選びなさい。

4

	電子供与体	電子受容体
①	酸化型補酵素	還元型補酵素
②	酸化型補酵素	酸素
③	酸化型補酵素	水
④	還元型補酵素	酸化型補酵素
⑤	還元型補酵素	酸素
⑥	還元型補酵素	水
⑦	水	酸化型補酵素
⑧	水	還元型補酵素
⑨	水	酸素

Ⅱ タンパク質に関する問1～問3に答えなさい。

問1 タンパク質の立体構造に関する次の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。

5

- a アミノ酸の側鎖の違いは、タンパク質の機能には影響を及ぼすが、立体構造には影響を及ぼさない。
- b タンパク質の二次構造の形成に必要なアミノ酸を必須アミノ酸という。
- c 二次構造の α ヘリックス構造や β シート構造は、水素結合によって維持されている。
- d ヒトのタンパク質を70℃程度で熱処理した場合、二次構造より一次構造の方が大きく変化する。
- e ポリペプチドの正常な折りたたみを助けるタンパク質をシャペロンという。
- f 立体構造を維持するS-S結合の形成に直接関わるアミノ酸はシステインである。

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

問2 あるタンパク質Xはポリペプチドが4つ集まって(四量体)構成されている。正常な細胞では、遺伝子AからつくられるポリペプチドAが使われる。しかし、突然変異が生じた遺伝子aからつくられるポリペプチドaは、ポリペプチドAと同様に四量体を構成することはできるが、ポリペプチドaが一つでも含まれているタンパク質Xはその機能が失われることがわかっている。複相の細胞において、遺伝子Aと遺伝子aをヘテロにもつ場合、タンパク質Xの機能は正常な細胞(遺伝子型AA)の何%になっていると考えられるか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお、遺伝子Aと遺伝子aの発現量は等しく、タンパク質Xの機能は、正常な四量体の量に比例するものとする。

6

- ① 75% ② 50% ③ 25%
- ④ 13% ⑤ 6% ⑥ 3%

問3 12個のアミノ酸からなるペプチドを、タンパク質分解酵素IとII（以下、酵素Iと酵素IIとする）で処理した結果生じたペプチドのアミノ酸配列を表1に示す。酵素IはリシンあるいはアルギニンのC末端側を切断し、酵素IIはチロシンあるいはトリプトファンのC末端側を切断する。元のペプチドのN末端から6番目のアミノ酸は何か。最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。なお、ペプチドのアミノ酸配列はすべてN末端からC末端の順に並んでいるものとする。

7

表1 タンパク質分解酵素処理で生じたペプチド

酵 素	生じたペプチドの アミノ酸配列
酵 素 I	メチオニン-グリシン-リシン
	トリプトファン-アスパラギン-バリン-アルギニン
	トリプトファン-セリン-チロシン-グリシン-リシン
酵 素 II	セリン-チロシン
	アスパラギン-バリン-アルギニン
	グリシン-リシン-トリプトファン
	メチオニン-グリシン-リシン-トリプトファン

- | | | |
|---------|-----------|---------|
| ① グリシン | ② トリプトファン | ③ セリン |
| ④ チロシン | ⑤ アスパラギン | ⑥ アルギニン |
| ⑦ メチオニン | ⑧ リシン | ⑨ バリン |

Ⅲ DNAの複製と遺伝子の発現に関する問1～問4に答えなさい。

問1 DNAの複製に関する次の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。

8

- a メセルソンとスタールによるDNAの半保存的複製の証明は、炭素の同位体を用いて行われた。
- b 真核生物のDNAは線状であるため、新たに合成される鎖の末端が一部複製されない。このためDNAが複製されるたびに末端部分が短くなっていく。
- c DNAの複製に使われるヌクレオチドには3つのリン酸基がついており、外側の2つのリン酸基がはずれるときのエネルギーを利用して伸長反応が進む。
- d PCR法で用いられるDNAポリメラーゼは、古細菌に属する大腸菌がもつ酵素で、最適温度が非常に高い。
- e DNAの複製開始時に、DNAポリメラーゼはプロモーターと呼ばれる塩基配列を認識してDNAに結合する。

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

問2 異なる蛍光色で標識したチミジン類似体である物質Gと物質Rを用いて次の実験を行った。増殖している動物の培養細胞にまず物質Gを加えて培養し、10分後に洗い流し、直後に物質Rを加えてさらに10分間培養した。その後、物質Rも洗い流し、通常の培養液で5分間培養した後、細胞からDNAを取り出して蛍光顕微鏡で観察した。その結果を模式図として図1に示す。図では、物質Gと物質Rが取り込まれた領域を、それぞれ黒色と灰色で示し、取り込まれなかった領域を白色で示す。

また、Lは10分間でDNAポリメラーゼが伸長できたヌクレオチド鎖の長さを示す。図中の矢印を複製起点とした場合、観察される可能性がある結果はa～gのうちどれか。最も適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。なお、真核細胞には複数の複製起点があり、複製が開始されるタイミングは複製起点ごとに同じであるとは限らない。

9

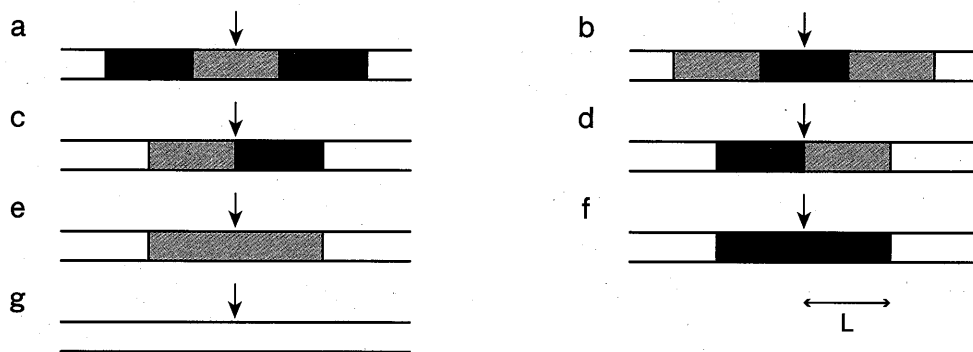


図1 蛍光顕微鏡でDNAを観察した結果の模式図

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

問3 遺伝子突然変異の塩基の置換は、DNA合成期においてDNAポリメラーゼが鋳型鎖の塩基に対して誤った塩基をもつヌクレオチドを取り込み、それを修復できなかったことが原因で生じる場合がある。このような原因で生じた変異型の塩基の置換を図2に示す。図中の変異型の塩基配列に関する次のa～h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。

10



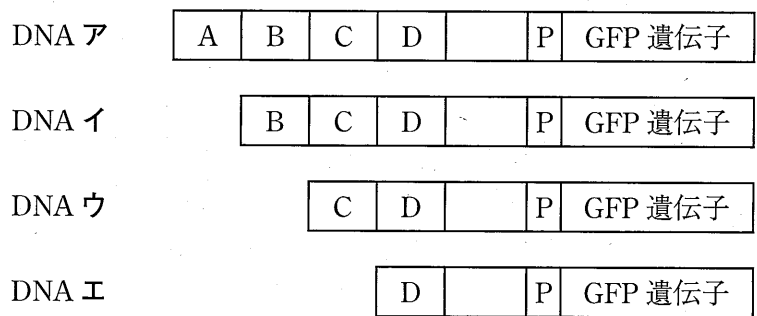
図2 野生型と変異型の塩基配列

- a 鋳型鎖のアデニンに対して、アデニンをもつヌクレオチドを取り込んだ。
- b 鋳型鎖のアデニンに対して、グアニンをもつヌクレオチドを取り込んだ。
- c 鋳型鎖のアデニンに対して、シトシンをもつヌクレオチドを取り込んだ。
- d 鋳型鎖のチミンに対して、チミンをもつヌクレオチドを取り込んだ。
- e 鋳型鎖のチミンに対して、グアニンをもつヌクレオチドを取り込んだ。
- f 鋳型鎖のチミンに対して、シトシンをもつヌクレオチドを取り込んだ。
- g 鋳型鎖のグアニンに対して、グアニンをもつヌクレオチドを取り込んだ。
- h 鋳型鎖のシトシンに対して、シトシンをもつヌクレオチドを取り込んだ。

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

問4 ^ほ哺乳類がもつ遺伝子 X の転写調節領域のはたらきを調べるために、図3のように、遺伝子 X を GFP (緑色蛍光タンパク質) 遺伝子におきかえ、A ~ D に分けた転写調節領域を結合させた DNA ア ~ エ を用意した。次に、DNA ア ~ エ を、培養している表皮細胞と神経細胞に導入して、緑色蛍光の強度を測定したところ図4に示す結果になった。遺伝子 X の転写調節に関する次のページの 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、次のページの① ~ ⑩のうちから一つ選びなさい。なお、この実験では、表皮細胞と神経細胞への DNA 導入効率、および DNA ア ~ エ がそれぞれ細胞に導入される効率は同じであり、それぞれの細胞は転写量に応じて GFP を合成するものとする。

11



*P はプロモーターを示す。

図3 導入した DNA の構造

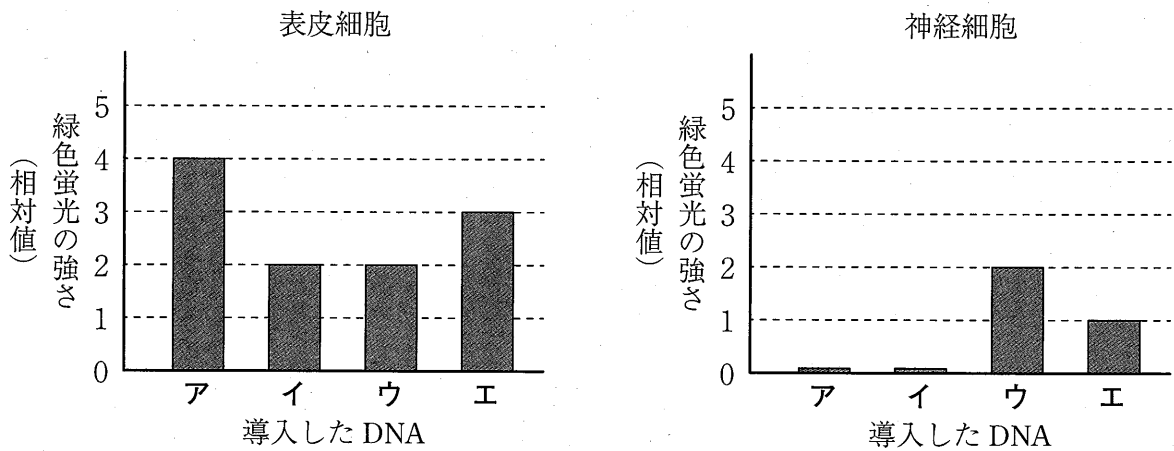


図4 表皮細胞と神経細胞における導入した DNA と蛍光強度の関係

- a 表皮細胞において、上流領域 A は遺伝子 X の発現の促進的制御に関与する。
- b 神経細胞において、上流領域 A は遺伝子 X の発現の促進的制御に関与する。
- c 表皮細胞において、上流領域 B は遺伝子 X の発現の促進的制御に関与する。
- d 神経細胞において、上流領域 B は遺伝子 X の発現の促進的制御に関与する。
- e 表皮細胞には、上流領域 C に結合して遺伝子 X の発現を促進する調節タンパク質が存在している。
- f 神経細胞には、上流領域 C に結合して遺伝子 X の発現を促進する調節タンパク質が存在している。

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

IV 動物の発生に関する問1と問2に答えなさい。

問1 両生類の胞胚の断面を図1に示す。図中の点線の位置で切断して得たX, Y, Zの組織片を用いて、次の実験を行った。これについて、(1)と(2)に答えなさい。

<実験1> Xを単独で培養した。

<実験2> XとY, XとZをそれぞれ接着させて培養した。

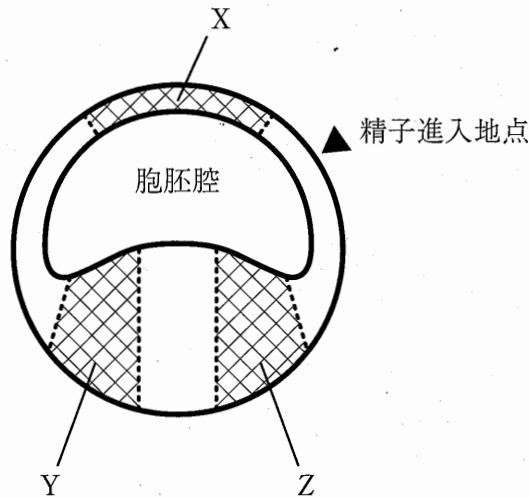


図1 胞胚の断面

(1) <実験1>で生じると予想される組織・器官は次のa～hのうちどれか。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 肝臓 | b 肺 | c 心臓 | d 腎臓 |
| e 脳 | f 腸 | g 表皮 | h 筋肉 |

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

(2) <実験2>で得られる結果に関する次のa～iの記述のうち正しいものはどれか。最も適切なものを、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

13

- a XとYを接着させたときのみ、Xの一部が腸管に分化した。
- b XとZを接着させたときのみ、Xの一部が腸管に分化した。
- c XとY, XとZを接着させたとき、ともにXの一部が腸管に分化した。
- d XとYを接着させたときのみ、Xの一部が脊索に分化した。
- e XとZを接着させたときのみ、Xの一部が脊索に分化した。
- f XとY, XとZを接着させたとき、ともにXの一部が脊索に分化した。
- g XとYを接着させたときのみ、Xの一部が血球に分化した。
- h XとZを接着させたときのみ、Xの一部が血球に分化した。
- i XとY, XとZを接着させたとき、ともにXの一部が血球に分化した。

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

問2 眼の器官形成において、形成体の誘導する能力（誘導能）と誘導される側の反応する能力（反応能）の関係を調べるために、カエルの胚を用いて次の実験を行った。これについて、(1)と(2)に答えなさい。

<実験1> 神経胚期に左右の眼胞の片方を除去したところ、除去した側では予定水晶体領域の表皮には変化がみられず、水晶体が形成されなかった。一方、眼胞を除去しなかった側では正常な眼が形成された。

<実験2> 組織片を提供する個体（ドナー）として原腸胚の初期と後期、神経胚の初期と後期の4つの発生段階を準備し、頭部領域と胴部領域の表皮からそれぞれ組織片を切り出した。その組織片を別の神経胚後期の胚の予定水晶体領域の表皮部分に移植し、尾芽胚まで発生させて、移植した組織の分化状態を調べた。その結果を表1に示す。

表1 移植実験の結果

ドナーの時期	ドナーの部位	実験数	移植した組織の分化状態とその個体数		
			水晶体	水晶体と表皮の間	表皮
原腸胚 初期	頭部	24	0	0	24
	胴部	23	0	0	23
原腸胚 後期	頭部	21	5	11	5
	胴部	20	0	0	20
神経胚 初期	頭部	24	20	1	3
	胴部	23	0	0	23
神経胚 後期	頭部	20	20	0	0
	胴部	19	0	0	19

(1) <実験1>で、眼胞を除去しなかった側で表皮細胞が水晶体の細胞へ分化する過程において、発現が促進された遺伝子はどれか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

14

- ① アルブミン遺伝子 ② インスリン遺伝子 ③ ロドプシン遺伝子
④ クリスタリン遺伝子 ⑤ ヘモグロビン遺伝子 ⑥ ミオシン遺伝子

(2) 次の a～e の記述のうち、＜実験 1＞と＜実験 2＞の結果から導き出せる結論はどれか。最も
適当なものを、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。

15

- a 眼胞は原腸胚期の表皮を水晶体に分化させる誘導能をもっている。
- b 眼胞は神経胚期の表皮を水晶体に分化させる誘導能をもっている。
- c 発生の時期に関わらず、胴部領域の表皮は水晶体に分化する反応能をもっていない。
- d 頭部領域の表皮と胴部領域の表皮がもつ水晶体に分化する反応能はともに原腸胚期から神経胚期にかけて高まっていく。
- e 頭部領域の表皮がもつ水晶体に分化する反応能は原腸胚期から神経胚期にかけて高まっていくが、胴部領域の表皮では失われていく。

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

V 結核菌に関する次の文章を読んで、問1～問3に答えなさい。

結核は、 の一種である結核菌に感染することで引き起こされる病気であり、患者の飛沫^{まつ}を吸い込むことで他人の肺に入りこみ感染が広がっていく。肺では、結核菌は異物として認識され、マクロファージなどに取り込まれるが、結核菌はマクロファージの内部で生存、増殖することが可能である。したがって、細胞膜を通過できない抗体では、結核菌に対して有効な免疫応答が行えず、 を主体とする 免疫によって結核菌は排除される。

過去に結核菌に感染したことがあるかを調べる方法として有名なのがツベルクリン反応⁽¹⁾である。これは、結核菌のタンパク質を注射する方法であり、過去に感染経験がある場合には、注射した部分が赤く腫れる陽性反応がみられる。ツベルクリン反応が陰性だった場合には、結核を予防するために、BCG ワクチン⁽²⁾を接種する。これは、ウシ型結核菌を弱毒化させたものであり、高い予防効果が期待できる。

問1 文章中の空欄 ～ に入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

16

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>
①	ウイルス	B細胞	細胞性
②	ウイルス	B細胞	体液性
③	ウイルス	T細胞	細胞性
④	ウイルス	T細胞	体液性
⑤	原核生物	B細胞	細胞性
⑥	原核生物	B細胞	体液性
⑦	原核生物	T細胞	細胞性
⑧	原核生物	T細胞	体液性

問2 下線部(1)と(2)に関して、BCG ワクチンを接種してからツベルクリン反応を行ったときの記述として正しいものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

17

- ① BCG ワクチンにより体内に生じた記憶細胞が、ツベルクリン反応の際に結核抗原を産生するので、注射した以外の場所でも陽性反応がみられる。
- ② BCG ワクチンにより体内に生じた記憶細胞は、ツベルクリン反応では全く応答しないため、問題なくツベルクリン反応により感染の有無を確認できる。
- ③ BCG ワクチンにより体内に生じた記憶細胞が、ツベルクリン反応の際に二次応答を示すため、過去の感染の有無に関わらず陽性判定となる。
- ④ BCG ワクチンにより体内に生じた記憶細胞が、ツベルクリン反応の際に一次応答を示すため、過去の感染の有無に関わらず陰性判定となる。
- ⑤ BCG ワクチンにより体内に生じた記憶細胞から、ツベルクリン反応時に多量の抗体が産生されるため、感染経験の判定精度が著しく上昇する。
- ⑥ BCG ワクチンにより体内に生じた記憶細胞が、ツベルクリン反応時の抗体産生を抑制するため、感染経験の判定精度が著しく低下する。

問3 下線部(2)に関して、免疫記憶に関する次の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。

18

- a 体内に侵入した異物の構造が、B細胞やT細胞の遺伝子の再編成に影響を与え、より特異性の高い免疫応答を行うことができる。
- b B細胞の細胞膜にあるB細胞受容体(BCR)の構造は一種類のみだが、T細胞の細胞膜にあるT細胞受容体(TCR)には細胞ごとに多様性があり、記憶細胞がつくられるのはT細胞のみである。
- c T細胞の細胞膜にあるTCRの構造は一種類のみだが、B細胞の細胞膜にあるBCRには細胞ごとに多様性があり、記憶細胞がつくられるのはB細胞のみである。
- d 体内には、産生する抗体の構造が異なる膨大な種類のB細胞が存在し、異物が侵入した際には、その異物と結合する抗体を産生できるB細胞のみが増殖し、その一部が記憶細胞となる。
- e 記憶細胞が存在するため、体内に侵入した回数に比例して、産生される抗体量は増加していく。
- f 体内に侵入した異物に対する記憶細胞が存在する場合、最初の侵入時よりもすばやい免疫応答が可能である。

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

Ⅵ 植物の環境応答に関する問1～問3に答えなさい。

問1 植物の成長の方向は、図1のように個々の細胞の大きくなる方向を調節することでも行われている。これについて、次の(1)と(2)に答えなさい。

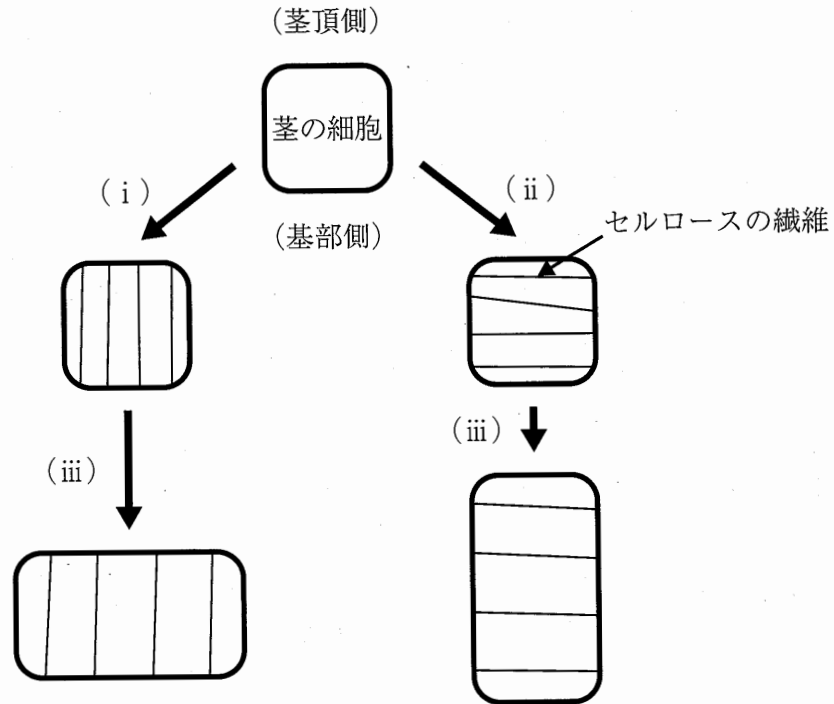


図1 植物の成長の方向

(1) 図1の(i)～(iii)の過程に関わっている植物ホルモンの組合せとして正しいものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

19

	(i)	(ii)	(iii)
①	ジベレリン	エチレン	ジャスモン酸
②	ジベレリン	エチレン	オーキシシン
③	ジベレリン	エチレン	フロリゲン
④	エチレン	ジベレリン	ジャスモン酸
⑤	エチレン	ジベレリン	オーキシシン
⑥	エチレン	ジベレリン	フロリゲン

- (2) 図1の(i) → (iii) でみられる細胞の形の変化は茎の肥大成長を、(ii) → (iii) でみられる細胞の形の変化は茎の伸長成長を促す。これらの茎の成長の方向の切り替えは、さまざまな環境要因によって引き起こされる。次のa～dの記述のうち、茎の肥大成長と伸長成長が引き起こされるもの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。

20

- a 乾燥ストレスを受けた場合
- b 植物食性動物による食害を受けた場合
- c 赤色光や青色光よりも遠赤色光の割合が多い光を受けた場合
- d 障害物と触れる接触刺激を継続的に受けた場合

	肥大成長	伸長成長
①	a	c
②	a	d
③	b	a
④	b	d
⑤	c	a
⑥	c	b
⑦	d	b
⑧	d	c

問2 気孔が開く過程で起こる現象を次のa～fのうちから3つ選び、それらを正しい順番に並べた場合、最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

21

- a 孔辺細胞の細胞膜上のイオンチャネルが開いてカリウムイオンが流入する。
- b 孔辺細胞の細胞膜上のイオンチャネルが開いてカリウムイオンが流出する。
- c 孔辺細胞の細胞膜上のアクアポリンを介して水が流出する。
- d 孔辺細胞の細胞膜上のアクアポリンを介して水が流入する。
- e 孔辺細胞の膨圧が低下する。
- f 孔辺細胞の膨圧が上昇する。

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

問3 気孔が閉じる機構には、植物ホルモンのアブシシン酸の作用によるものと、アブシシン酸の作用とは別の機構で暗条件に応答して起こるものがある。野生株と比較して気孔が閉じにくい突然変異株 X, Y について、次の実験を行った。

<実験> 野生株と変異株 X, Y を、明条件で水を十分に与えて栽培したところ、どの株も気孔が開いていた。これらの株を次の新たな条件 I ~ III で栽培し、気孔の開度を調べたところ、表 1 の結果が得られた。

条件 I : 明条件で与える水を制限して栽培する。

条件 II : 明条件で十分に水を与えて、培地にアブシシン酸を添加する。

条件 III : 暗条件で十分に水を与えて栽培する。

表 1 野生株と変異株の気孔の開度

	野生株	変異株 X	変異株 Y
条件 I	+	-	-
条件 II	+	+	-
条件 III	+	+	-

+ : 気孔が閉じた - : 気孔が閉じなかった

次の a ~ d の記述のうち、変異株 X, Y がもつ突然変異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。

22

- a 孔辺細胞におけるイオンの流入出に関わる遺伝子に変異があり、孔辺細胞の膨圧が常に高い。
- b 孔辺細胞におけるイオンの流入出に関わる遺伝子に変異があり、孔辺細胞の膨圧が常に低い。
- c アブシシン酸合成酵素の遺伝子に変異があり、アブシシン酸を合成できない。
- d アブシシン酸の受容に関わる遺伝子に変異があり、アブシシン酸を受容できない。

	変異株 X	変異株 Y
①	a	c
②	a	d
③	b	c
④	b	d
⑤	c	a
⑥	c	b
⑦	d	a
⑧	d	b

VII 生態と環境に関する問1～問3に答えなさい。

問1 個体群に関する次の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。

23

- a 群れをつくる動物の分布は、集中分布になりやすい。
- b 風で種子を散布する植物の分布は、ランダム分布になりやすい。
- c ある環境で存在できる個体群の最大の個体数を包括適応度という。
- d 固着生活をする動物の個体数を推定する場合は、標識再捕法を用いる。
- e 個体群密度が高くなると、個体群の成長は常に妨げられる。
- f 個体群密度の影響によって、個体の形態や生理、行動が変化する可能性がある。

- 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2 自然条件下で産まれた卵や子について、時間とともに生存個体数がどのように変化するかを示したグラフは生存曲線（図1）と呼ばれ、多くの生物はI、II、IIIの3つの型に大別される。個体群には雌雄が1：1の割合で含まれ、図1のII型が相対年齢40の時期に、III型が相対年齢20の時期に繁殖するとする。II型が雌1個体あたり35個の卵を産み、III型が雌1個体あたり350個の卵を産んだ場合、次世代の個体群を構成する個体数はどのようにになると考えられるか。最も適切な組合せを、下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

24

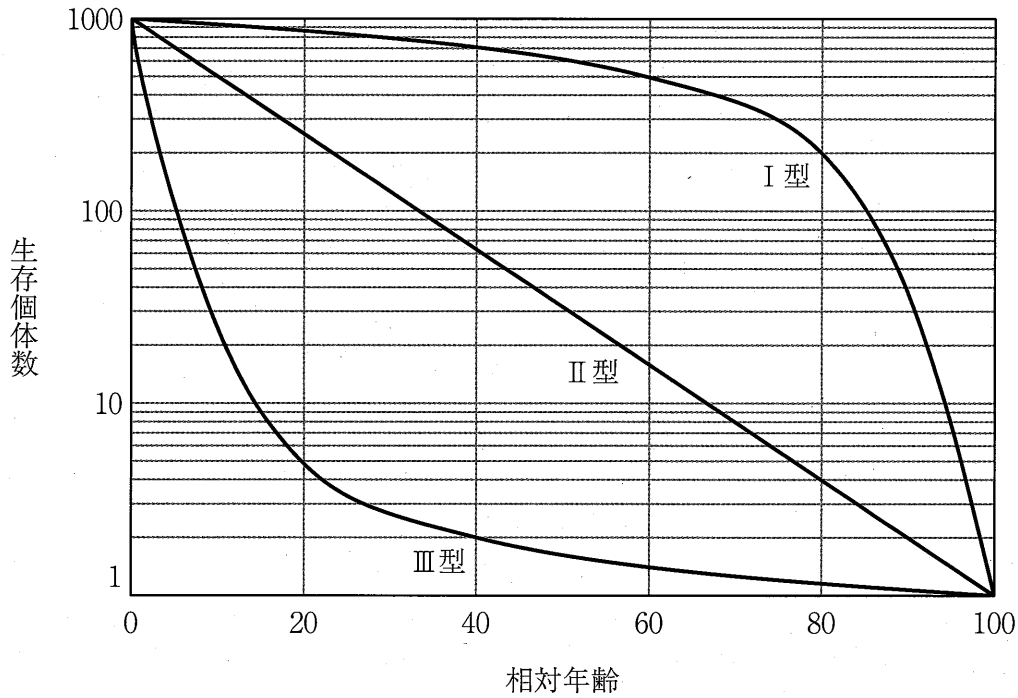


図1 生存曲線

	II型	III型
①	増加する	増加する
②	増加する	維持される
③	増加する	減少する
④	維持される	増加する
⑤	維持される	維持される
⑥	維持される	減少する
⑦	減少する	増加する
⑧	減少する	維持される
⑨	減少する	減少する

問3 2種類の植物の間の相互作用を調べる場合には、2種類の植物を異なる割合で混在させて栽培し、一定期間後にそれぞれの植物群の乾燥重量を測定することで相互作用を評価することができる。2種の間には相互作用がなければ、それぞれの植物群の乾燥重量は最初に混在させた割合に比例することになる。植物Xと植物Yを、 $X:Y = (100:0)$, $(50:50)$, $(0:100)$ の割合で栽培したところ、それぞれの植物群の乾燥重量として図2の結果が得られた。このことから、植物Xと植物Yの間にはどのような相互作用があると考えられるか。最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

25

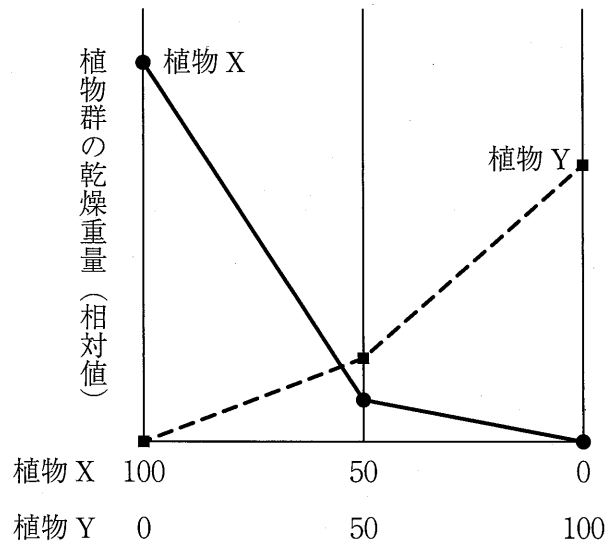


図2 植物群の割合と乾燥重量

- ① 植物 X と植物 Y が互いに利益を受ける相利共生
- ② 植物 X のみが利益を受ける片利共生
- ③ 植物 Y のみが利益を受ける片利共生
- ④ 植物 X が宿主となり、植物 Y が寄生者となる寄生関係
- ⑤ 植物 X が寄生者となり、植物 Y が宿主となる寄生関係
- ⑥ 植物 X のみが不利益を受ける片害作用
- ⑦ 植物 Y のみが不利益を受ける片害作用
- ⑧ 植物 X よりも植物 Y の方が大きな不利益を受ける種間競争
- ⑨ 植物 Y よりも植物 X の方が大きな不利益を受ける種間競争

生物の問題はここまでです。