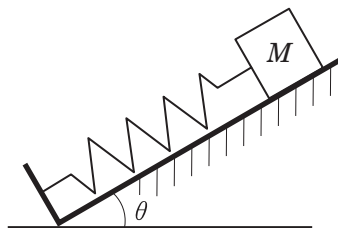


物 理

以下の 1 から 30 にあてはまる最も適切な答えを各解答群から1つ選び、解答用紙（マークシート）にマークせよ。ただし、同じ番号をくり返し選んでもよい。数値を選ぶ場合は最も近い値を選ぶものとする。

- I 図のように、水平面となす角度 θ [rad] $\left(0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}\right)$ が変えられる粗い斜面がある。この斜面に沿って、ばね定数 k の軽いばねが一端を固定して置かれている。他端には質量 M の小物体が取り付けられている。ここで、重力加速度の大きさを g 、小物体と斜面の間の静止摩擦係数と動摩擦係数をそれぞれ μ_0 と μ' ($\mu_0 > \mu'$) とし、空気抵抗は無視できる。また、小物体の運動は全て紙面内に限るものとし、ばねはフックの法則が成立する範囲内で伸び縮みする。



- (1) 最初、小物体は角度 $\theta \neq 0$ で固定された斜面上で滑らずに静止しており、ばねは自然長であった。このとき、小物体と斜面の間にはたらく摩擦力の大きさは 1 である。

1 の解答群

- | | | | |
|--------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① Mg | ② $Mg \sin \theta$ | ③ $Mg \cos \theta$ | ④ $Mg \tan \theta$ |
| ⑤ 0 | ⑥ $\frac{Mg}{\sin \theta}$ | ⑦ $\frac{Mg}{\cos \theta}$ | ⑧ $\frac{Mg}{\tan \theta}$ |

(2) (1)の状態からゆっくりと斜面の角度 θ を大きくしていき、小物体が滑りだした瞬間に角度 θ を一旦固定した。このときの θ を θ_0 とすると、 $\mu_0 = \boxed{2}$ である。

滑りだした小物体は、ばねが自然長から長さ $\frac{Mg}{k} \times (\boxed{3})$ だけ縮んだ位置で速さが最大となる。その後、ばねが自然長から長さ l ($l > 0$)だけ縮んだ位置で静止した。斜面を滑る前後で、小物体はばねの弾性力による位置エネルギーを $\boxed{4}$ だけ得るが、重力による位置エネルギーを $Mgl \times \boxed{5}$ だけ失う。したがって、小物体の力学的エネルギーの変化 ΔU は $\Delta U = \boxed{4} - Mgl \times \boxed{5}$ である。 ΔU は摩擦力が斜面を滑る前後で小物体に行った仕事 $-\mu' Mgl \times \boxed{6}$ と等しい。このことから、 $\mu' - \mu_0 = \boxed{7}$ とかける。

$\boxed{2}$, $\boxed{5}$, $\boxed{6}$ の解答群

- ① $\sin \theta_0$ ② $\cos \theta_0$ ③ $\tan \theta_0$ ④ $\frac{1}{\sin \theta_0}$ ⑤ $\frac{1}{\cos \theta_0}$ ⑥ $\frac{1}{\tan \theta_0}$
 ⑦ $\frac{\sin \theta_0}{2}$ ⑧ $\frac{\cos \theta_0}{2}$ ⑨ $\frac{\tan \theta_0}{2}$ ⑩ $\frac{2}{\sin \theta_0}$ a $\frac{2}{\cos \theta_0}$ b $\frac{2}{\tan \theta_0}$

$\boxed{3}$ の解答群

- ① $\sin \theta_0 + \mu' \cos \theta_0$ ② $\cos \theta_0 + \mu' \sin \theta_0$ ③ $\sin \theta_0 - \mu' \cos \theta_0$
 ④ $\cos \theta_0 - \mu' \sin \theta_0$ ⑤ $-\sin \theta_0 + \mu' \cos \theta_0$ ⑥ $-\cos \theta_0 + \mu' \sin \theta_0$
 ⑦ $-\sin \theta_0 - \mu' \cos \theta_0$ ⑧ $-\cos \theta_0 - \mu' \sin \theta_0$

$\boxed{4}$ の解答群

- ① $4kl$ ② $2kl$ ③ kl ④ $\frac{kl}{2}$ ⑤ $\frac{kl}{4}$
 ⑥ $4kl^2$ ⑦ $2kl^2$ ⑧ kl^2 ⑨ $\frac{kl^2}{2}$ ⑩ $\frac{kl^2}{4}$

$\boxed{7}$ の解答群

- ① $-\frac{Mg \sin \theta_0}{2kl}$ ② $-\frac{Mg}{2kl \sin \theta_0}$ ③ $-\frac{Mg \cos \theta_0}{2kl}$ ④ $-\frac{Mg}{2kl \cos \theta_0}$
 ⑤ $-\frac{kl \sin \theta_0}{2Mg}$ ⑥ $-\frac{kl}{2Mg \sin \theta_0}$ ⑦ $-\frac{kl \cos \theta_0}{2Mg}$ ⑧ $-\frac{kl}{2Mg \cos \theta_0}$

(3) 次に(2)の状態から、小物体の斜面上での位置が変わらないように手で押さえながら $\theta=0$ としたのち、手を離れたところ、小物体は動き出した。このことから、 $\mu_0 < \boxed{8}$ が成立している。

ここで、 $\mu' > 0$ であること、および、(2)で求めた $\mu' - \mu_0 = \boxed{7}$ を踏まえると、小物体が上述のように動き出すためには θ_0 がある θ_M を越えないことが条件となる。 θ_M [rad] の最小値は $\boxed{9}$ である。

$\boxed{8}$ の解答群

- | | | | |
|------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| ① $Mgkl$ | ② $\frac{kl}{Mg}$ | ③ $\frac{Mg}{kl}$ | ④ $\frac{1}{Mgkl}$ |
| ⑤ $Mgkl^2$ | ⑥ $\frac{kl^2}{Mg}$ | ⑦ $\frac{Mg}{kl^2}$ | ⑧ $\frac{1}{Mgkl^2}$ |

$\boxed{9}$ の解答群

- | | | | |
|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| ① $\frac{\pi}{12}$ | ② $\frac{\pi}{7}$ | ③ $\frac{\pi}{6}$ | ④ $\frac{\pi}{5}$ |
| ⑤ $\frac{\pi}{4}$ | ⑥ $\frac{\pi}{3}$ | ⑦ $\frac{2\pi}{5}$ | ⑧ $\frac{5\pi}{12}$ |

(大問Ⅱは次ページから始まる)

II

- (1) コイルに磁石を近づけてコイル内部の磁束が変化すると誘導起電力が発生する。コイルに発生する誘導起電力の向きは、10 向きである。

10 の解答群

- ① 誘導電流の作る磁束がコイルを貫く磁束の変化を小さくする
 - ② 誘導電流の作る磁束がコイルを貫く磁束の変化を大きくする
 - ③ 誘導電流と磁束がフレミングの左手の法則を満たす
 - ④ 誘導電流の曲がる向きがローレンツ力の向きと同じになる
 - ⑤ 誘導電流の曲がる向きがローレンツ力の向きと反対になる
- (2) 断面積が $2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ で、抵抗の無視できる 200 回巻きのコイルがある。このコイルは図 1 のように、点 P を始点として導線を時計回りにたどると先に進む、右巻きらせん状に巻かれている。コイルの中心軸が紙面と垂直となるようにコイルを置き、 1000Ω の抵抗をつないで図 2 のような回路を作った。次にコイルの断面と垂直に一樣な磁界をかけ、時刻 $t \text{ [s]}$ における磁束密度 $B \text{ [T]}$ を図 3 のように変化させた。磁界の向きは紙面に垂直で裏から表向きを正とする。点 P を流れる電流の大きさは、時刻 $t = 1 \text{ s}$ では 11 A, $t = 3 \text{ s}$ では 12 A, $t = 5 \text{ s}$ では 13 A, $t = 7 \text{ s}$ では 14 A, $t = 9 \text{ s}$ では 15 A である。

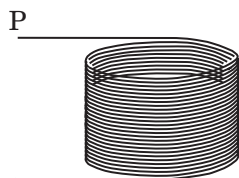


図 1

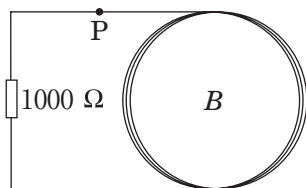


図 2

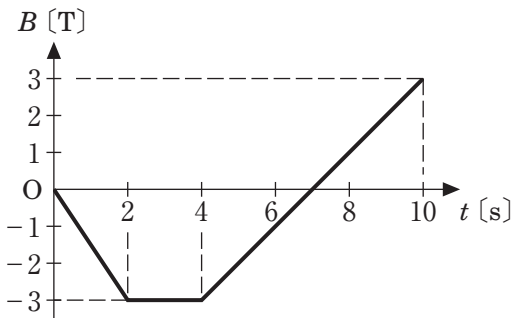


図 3

- (3) 図4の電圧－電流特性をもつダイオードがある。このダイオードに逆方向電圧が加わるときは、ダイオードに電流が流れないとしてよい。図2の回路で用いたコイルと、図4の電圧－電流特性をもつダイオード3つから構成された図5の回路を作り、(2)の実験と同じ条件で図3のようにコイルを貫く磁束密度 B を変化させた。このとき、点Pを流れる電流の大きさは、 $t=1\text{ s}$ では 16 A、 $t=3\text{ s}$ では 17 A、 $t=7\text{ s}$ では 18 Aである。

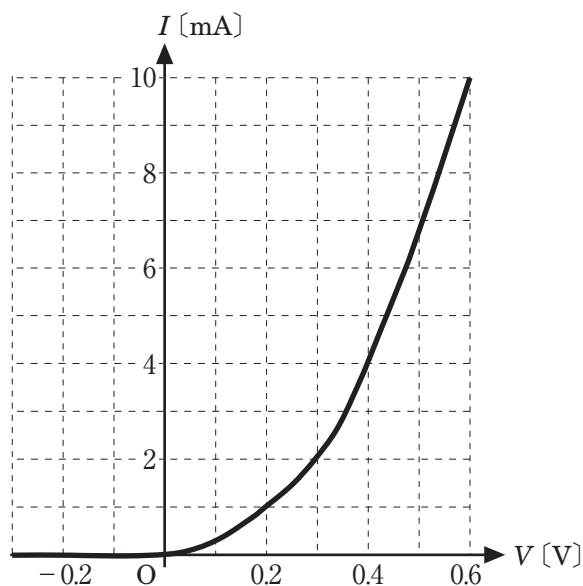


図4

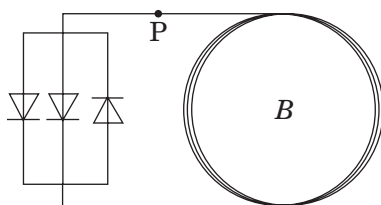


図5

- (4) 図2の回路で用いたコイル，図4の電圧－電流特性をもつダイオード3つ， $200\ \Omega$ の抵抗から構成された図6の回路を作り，(2)の実験と同じ条件で図3のようにコイルを貫く磁束密度 B を変化させた。このとき，点 P を流れる電流の大きさは， $t=1\ \text{s}$ では 19 A， $t=7\ \text{s}$ では 20 A である。

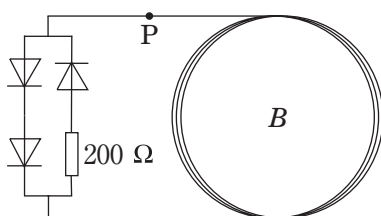


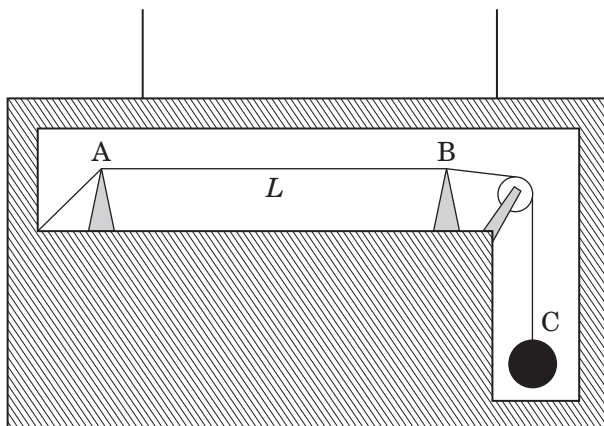
図 6

11 ～ 20 の解答群

- | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① 1×10^{-4} | ② 2×10^{-4} | ③ 3×10^{-4} | ④ 4×10^{-4} |
| ⑤ 5×10^{-4} | ⑥ 6×10^{-4} | ⑦ 8×10^{-4} | ⑧ 1×10^{-3} |
| ⑨ 2×10^{-3} | ⑩ 3×10^{-3} | a 4×10^{-3} | b 5×10^{-3} |
| c 6×10^{-3} | d 8×10^{-3} | e 1×10^{-2} | f 2×10^{-2} |
| g 3×10^{-2} | h 4×10^{-2} | i 5×10^{-2} | j 0 |

(大問Ⅲは次ページから始まる)

- Ⅲ 図のように、傾かないように2本のワイヤーでつり下げられた丈夫な箱の中に一端が箱に固定された弦がある。間隔 $L=0.60\text{ m}$ の2つの支点 A, B の間にこの弦を張り、滑車を通した他端の点 C に質量 $M\text{ [kg]}$ のおもりをつるしてある。弦の振動は箱に伝わらないものとし、弦の線密度を $\rho=1.0\times 10^{-3}\text{ kg/m}$ 、重力加速度の大きさを $g=9.8\text{ m/s}^2$ とする。



- (1) 箱は静止しているものとする。弦の AB 間を振動させ、基本振動を生じさせた。振動数が $f_0=70\text{ Hz}$ のとき、弦に伝わる波の波長は m, 速さは $v_0 =$ m/s である。

弦やおもりを変えないで、弦の AB 間に3倍振動を生じさせた。このとき、弦を伝わる波の波長は m であり、速さは m/s, 振動数は Hz となる。

振動する弦の横波の速さ $v\text{ [m/s]}$ は、弦にかかる張力の大きさ $T\text{ [N]}$ の平方根に比例し、線密度 $\rho\text{ [kg/m]}$ の平方根に反比例する。ここで比例および反比例の定数は1である。

このとき、 M は kg である。

21 , 23 の解答群

- | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.20 | ② 0.30 | ③ 0.40 | ④ 0.50 | ⑤ 0.60 | ⑥ 0.80 |
| ⑦ 1.0 | ⑧ 1.2 | ⑨ 1.4 | ⑩ 1.6 | Ⓐ 1.8 | Ⓑ 2.0 |

22 , 24 の解答群

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① 21 | ② 28 | ③ 35 | ④ 42 |
| ⑤ 56 | ⑥ 70 | ⑦ 84 | ⑧ 98 |

25 の解答群

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 35 | ② 70 | ③ 80 | ④ 100 |
| ⑤ 140 | ⑥ 210 | ⑦ 280 | ⑧ 350 |

26 の解答群

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.12 | ② 0.32 | ③ 0.52 | ④ 0.72 |
| ⑤ 0.92 | ⑥ 1.1 | ⑦ 1.3 | ⑧ 1.5 |

(2) 次に、AB間の弦の振動を基本振動に戻し、箱を鉛直上向きに加速度の大きさ a [m/s²] で等加速度運動させると、弦の基本振動数は f [Hz] に変化した。 a は g に比べ十分小さいものとし、弦にはたらく慣性力は無視できるものとする。

箱を鉛直上向きに等加速度運動させた場合、弦にかかる張力の大きさ T を M 、 a 、および g を用いて表すと、 $T = \boxed{27}$ となる。(1)で述べた v と T および ρ との関係より、 a を f_0 、 f 、および g を用いて表すと、 $a = \boxed{28} \times g$ の関係式が導かれる。このことから、箱が加速度運動することにより、弦の振動数が変化することがわかる。

箱が鉛直上向きに等加速度運動しているとき、運動前と運動中で弦を伝わる波の振動数と速さを比較すると、 $\boxed{29}$ である。 $a = 3.0 \text{ m/s}^2$ のとき、 $f = \boxed{30}$ Hz となる。

$\boxed{27}$ の解答群

- | | | | |
|--------|------------|------------|------------|
| ① Mg | ② $M(a+g)$ | ③ $M(a-g)$ | ④ $M(g-a)$ |
| ⑤ Ma | ⑥ $Ma-g$ | ⑦ $Mg+a$ | ⑧ $Ma+g$ |

$\boxed{28}$ の解答群

- | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ① $\frac{f^2 - f_0^2}{f^2}$ | ② $\frac{f^2 + f_0^2}{f^2}$ | ③ $\frac{f^2 - f_0^2}{f_0^2}$ | ④ $\frac{f^2 + f_0^2}{f_0^2}$ |
| ⑤ $\frac{f_0^2}{f^2 - f_0^2}$ | ⑥ $\frac{f_0^2}{f^2 + f_0^2}$ | ⑦ $\frac{f^2}{f^2 - f_0^2}$ | ⑧ $\frac{f^2}{f^2 + f_0^2}$ |

$\boxed{29}$ の解答群

- | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① $f = f_0, v > v_0$ | ② $f = f_0, v < v_0$ | ③ $f > f_0, v = v_0$ | ④ $f < f_0, v = v_0$ |
| ⑤ $f > f_0, v > v_0$ | ⑥ $f > f_0, v < v_0$ | ⑦ $f < f_0, v > v_0$ | ⑧ $f < f_0, v < v_0$ |

$\boxed{30}$ の解答群

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 35 | ② 70 | ③ 80 | ④ 100 |
| ⑤ 140 | ⑥ 210 | ⑦ 280 | ⑧ 350 |

化 学

(解答番号 ~)

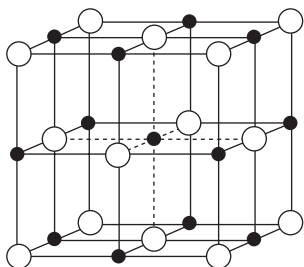
I 次の ~ に入れる最も適当なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものをくり返し選んでもよい。 $\sqrt{2}=1.41$, $\sqrt{3}=1.73$, アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。必要であれば $0.111^3 = 1.37 \times 10^{-3}$ を使ってもよい。

イオン結晶では、あるイオンの最も近くにある反対符号のイオンの数を配位数という。MX という組成式をもつイオン結晶において、陽イオン M と陰イオン X の配位数は等しい。図は代表的なイオン結晶の単位格子を示している。A 型の配位数は , B 型の配位数は , C 型の配位数は である。A 型、B 型、C 型のイオン結晶が安定な構造を保つための条件を考えてみる。陽イオンも陰イオンも一定の半径をもつ球とみなし、陽イオン (半径 r_+) より陰イオン (半径 r_-) の方が大きいと仮定すると、イオン結晶は陰イオンの格子の隙間に陽イオンが充填されているとみなすことができる。その場合、陽イオンと陰イオンが互いに接する状態が安定であり、陰イオンどうしは互いに接すると不安定になる。陰イオンのつくる隙間より陽イオンが小さくなると、陰イオンどうしがぶつかり不安定になる。図の A 型、B 型、C 型の単位格子において、陽イオンと陰イオンが接触し、かつ、最も近くにある陰イオンどうしも接触しているときの陰イオンに対する陽イオンのイオン半径比 $\frac{r_+}{r_-}$ を限界半径比とよぶ。それぞれの限界半径比は、A 型が 0.414, B 型が 0.732, C 型が 0.225 である。A 型、B 型、C 型の結晶構造では、イオン半径比 $\frac{r_+}{r_-}$ が各型の限界半径比よりも 場合、各型の結晶構造は不安定になり、配位数の小さい別の安定な結晶構造をとると予測される。また、各イオンができるだけ多くの反対符号のイオンと接触して取り囲まれるとき、イオン結晶は最も安定となるため、陽イオンと陰イオンはできるだけ配位数の大きな結晶構造をとろうとする傾向がある。

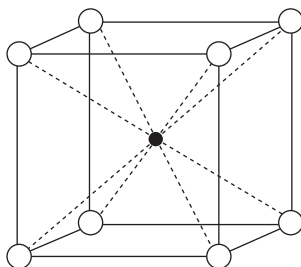
MX という組成式をもち、陽イオン M のイオン半径が 0.050 nm, 陰イオン X のイオン半径が 0.190 nm であるイオン結晶について考える。限界半径比に従って予測すると、

このイオン結晶は、 型の構造をとると考えられる。MX の結晶の単位格子中には、M 原子 個と X 原子 個が含まれる。最も近接する陽イオンと陰イオンが接しているとする、この単位格子の一辺の長さは、 nm となる。MX の式量が 96.0 のとき、この結晶の密度は g/cm³ である。

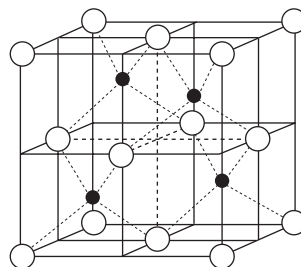
A 型



B 型



C 型



○ 陰イオン

● 陽イオン

図

解答群

~ , ,

- | | | | | |
|-------|------|------|------|------|
| ① 0.5 | ② 1 | ③ 2 | ④ 3 | ⑤ 4 |
| ⑥ 5 | ⑦ 6 | ⑧ 7 | ⑨ 8 | ⑩ 9 |
| ⑪ 10 | ⑫ 11 | ⑬ 12 | ⑭ 13 | ⑮ 14 |
| ⑯ 15 | ⑰ 16 | ⑱ 17 | ⑲ 18 | ⑳ 19 |

- ① 大きい ② 小さい

- ① A ② B ③ C

8

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ① 0.050 | ② 0.055 | ③ 0.100 | ④ 0.111 |
| ⑤ 0.139 | ⑥ 0.190 | ⑦ 0.200 | ⑧ 0.222 |
| ⑨ 0.240 | ⑩ 0.277 | Ⓐ 0.333 | Ⓑ 0.380 |
| Ⓒ 0.444 | Ⓓ 0.480 | Ⓔ 0.539 | Ⓕ 0.555 |
| Ⓖ 0.666 | Ⓗ 0.960 | Ⓘ 1.11 | ⓵ 2.21 |

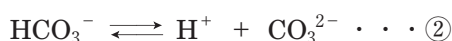
9

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 3.91×10^{-21} | ② 7.43×10^{-21} | ③ 1.48×10^{-2} | ④ 5.93×10^{-2} |
| ⑤ 1.45×10^{-1} | ⑥ 2.92×10^{-1} | ⑦ 3.74×10^{-1} | ⑧ 4.09×10^{-1} |
| ⑨ 5.79×10^{-1} | ⑩ 7.23×10^{-1} | Ⓐ 1.45 | Ⓑ 2.81 |
| Ⓒ 2.92 | Ⓓ 3.74 | Ⓔ 4.09 | Ⓕ 4.63 |
| Ⓖ 5.61 | Ⓗ 5.79 | Ⓘ 7.53 | ⓵ 8.00 |

(第Ⅱ問は次ページから始まる)

Ⅱ 次の 10 ～ 16 に入れる最も適当なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものをくり返し選んでもよい。必要であれば $\log_{10} 4.5 = 0.65$ を使ってもよい。

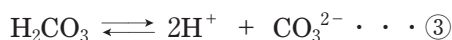
炭酸 H_2CO_3 は水溶液中で①、②式のように2段階に電離して平衡に達している。



ここで、炭酸の濃度が $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ のときの水溶液の pH について考える。この水溶液の温度が 25°C のとき、①式の電離定数 K_1 が $4.5 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ 、②式の電離定数 K_2 が $4.7 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ であるとする、このような K_1 が K_2 に比べてはるかに大きい2価の酸の水溶液の pH は、1段階目の電離でほとんど決まる。

①式において電離前の炭酸の濃度を $c \text{ [mol/L]}$ 、平衡時の $[\text{H}^+]$ を $x \text{ [mol/L]}$ とすると、平衡時の $[\text{H}_2\text{CO}_3]$ は 10 [mol/L] 、 $[\text{H}^+]$ は 11 [mol/L] 、 $[\text{HCO}_3^-]$ は 12 [mol/L] のように表される。ここで、 K_1 が $4.5 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ であることより、 c は x より十分大きいとみなすことができる。ここで、②式の電離は非常に小さく、pH への影響は考慮しなくて良いとすると、 25°C における $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の炭酸水の pH は 13 と計算できる。

また、①式と②式をまとめた反応式は③式のようになり、③式の電離定数 K は K_1 、 K_2 を用いて 14 と表すことができる。このことより、平衡時の $[\text{CO}_3^{2-}]$ は 15 mol/L と計算できる。



同様に2段階に電離をする化合物としてベンゼン環上にヒドロキシ基とカルボキシ基を持つ化合物であるサリチル酸 (*o*-ヒドロキシ安息香酸) がある。サリチル酸は、水溶液中では分子型 (H_2A)、カルボキシ基のみが電離した1価の陰イオン (HA^-) およびカルボキシ基、ヒドロキシ基の両方が電離した2価の陰イオン (A^{2-}) の2段階に電

離して平衡に達している。25℃における1段階目の電離定数 K_{s1} は $1.0 \times 10^{-2.8}$ mol/L, 2段階目の電離定数 K_{s2} は $1.0 \times 10^{-13.4}$ mol/L であるとき, pH2.8 におけるサリチル酸のカルボキシ基の電離度は 16 であると計算できる。ただし pH2.8 において, ヒドロキシ基は電離していないものとする。

解答群

10 ~ 12

- | | | | | |
|----------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| ① c | ② $c+x$ | ③ $c-x$ | ④ cx | ⑤ $\frac{c}{x}$ |
| ⑥ cx^2 | ⑦ $\frac{c}{x^2}$ | ⑧ $c+2x$ | ⑨ x | ⑩ x^2 |
| ⑪ $2x$ | ⑫ $c+x^2$ | ⑬ $\frac{x}{c}$ | ⑭ $\frac{x^2}{c}$ | ⑮ $c-x^2$ |
| ⑯ $c-2x$ | ⑰ $x-c$ | ⑱ $x-2c$ | ⑲ $2x-c$ | ⑳ x^2-c |

13 , 16

- | | | | | |
|-------|-------|-------|--------|--------|
| ① 0.1 | ② 0.2 | ③ 0.3 | ④ 0.5 | ⑤ 0.7 |
| ⑥ 1.4 | ⑦ 1.7 | ⑧ 2.4 | ⑨ 3.7 | ⑩ 4.2 |
| ⑪ 4.7 | ⑫ 5.2 | ⑬ 5.7 | ⑭ 6.2 | ⑮ 6.7 |
| ⑯ 7.5 | ⑰ 8.2 | ⑱ 9.7 | ⑲ 10.2 | ⑳ 11.7 |

14

- | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------|--------------------|
| ① K_1+K_2 | ② K_1-K_2 | ③ K_2-K_1 | ④ $K_1 \times K_2$ |
| ⑤ $\frac{K_1}{K_2}$ | ⑥ $\frac{K_2}{K_1}$ | | |

15

- | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 1.0×10^{-18} | ② 2.1×10^{-18} | ③ 4.7×10^{-17} | ④ 9.5×10^{-17} |
| ⑤ 1.0×10^{-16} | ⑥ 2.1×10^{-16} | ⑦ 4.7×10^{-15} | ⑧ 9.5×10^{-15} |
| ⑨ 1.0×10^{-14} | ⑩ 2.1×10^{-14} | ⑪ 4.7×10^{-13} | ⑫ 9.5×10^{-13} |
| ⑬ 1.0×10^{-12} | ⑭ 2.1×10^{-12} | ⑮ 4.7×10^{-11} | ⑯ 9.5×10^{-11} |
| ⑰ 1.0×10^{-10} | ⑱ 2.1×10^{-10} | ⑲ 4.7×10^{-9} | ⑳ 9.5×10^{-9} |

Ⅲ 次の ～ に入れる最も適当なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものをくり返し選んでもよい。気体は理想気体としてふるまい、気体定数 R は $8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。また、原子量は $\text{H}=1.0$, $\text{O}=16$, $\text{K}=39$, $\text{Mn}=55$ とする。

遷移元素は周期表上で ～12 族の元素で、 とされている。遷移元素の特徴の一つとして、いろいろな酸化数をとるものが多い。例えばマンガンの場合、過マンガン酸カリウム KMnO_4 のマンガンの酸化数は であり、塩化マンガン MnCl_2 のマンガンの酸化数は である。このように複数の酸化数を取りえる遷移元素は酸化還元反応に利用することができる。

そこで、過マンガン酸カリウムによる酸化還元反応を利用して、オキシドール（過酸化水素 H_2O_2 を含有する消毒薬、密度 1.02 g/cm^3 ）中の過酸化水素の濃度を調べるために、以下の実験を行った。オキシドール 10.0 mL を純水で希釈して正確に 200 mL にし、その試料水溶液 10.0 mL に希硫酸を加え強酸性にしてから、 $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の過マンガン酸カリウム水溶液を用いて滴定したところ、 9.60 mL 滴下したところで過マンガン酸カリウムの赤紫色が消えなくなり、反応が完了した。この実験で過マンガン酸カリウムと反応した過酸化水素の物質量は mol である。したがって、オキシドール中の過酸化水素の質量パーセント濃度は %であることがわかる。また、この実験で発生した を 27°C , $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ で、全て水上置換で捕集できたとすると、集気びん中の の体積は mL となる。ここで、実験に用いた水溶液の飽和蒸気圧は実験の前後で変化はなく 27°C で $4.00 \times 10^3 \text{ Pa}$ とし、溶液中に溶存している気体は無視できるものとする。

遷移元素のイオンや化合物は有色のものが多く、錯イオンを作りやすい。塩化クロム(Ⅲ)水溶液は(ア)、硫酸銅水溶液は(イ)、二クロム酸カリウム水溶液は(ウ)を呈する。ここで(ア)、(イ)、(ウ)の正しい組み合わせは である。また、錯イオンの形は中心イオンの種類により決まることが多く、テトラアンミン銅(Ⅱ)イオンは(エ)、テトラアンミン亜鉛(Ⅱ)イオンは(オ)、ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸イオンは(カ)の形をとる。ここで(エ)、(オ)、(カ)の正しい組み合わせは である。ただし、水分子の配位は考えないこととする。

解答群

17

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 10 |
| ⑪ 11 | ⑫ 12 | ⑬ 13 | ⑭ 14 | ⑮ 15 |
| ⑯ 16 | ⑰ 17 | ⑱ 18 | ⑲ 19 | ⑳ 20 |

18

- ① すべて金属元素 ② すべて非金属元素 ③ 約半分が金属元素

19

20

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① - 7 | ② - 6 | ③ - 5 | ④ - 4 | ⑤ - 3 |
| ⑥ - 2 | ⑦ - 1 | ⑧ 0 | ⑨ + 1 | ⑩ + 2 |
| ⑪ + 3 | ⑫ + 4 | ⑬ + 5 | ⑭ + 6 | ⑮ + 7 |

21

- | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 1.22×10^{-4} | ② 2.45×10^{-4} | ③ 3.65×10^{-4} | ④ 4.80×10^{-4} |
| ⑤ 7.22×10^{-4} | ⑥ 1.45×10^{-3} | ⑦ 2.80×10^{-3} | ⑧ 5.62×10^{-3} |
| ⑨ 7.25×10^{-3} | ⑩ 8.40×10^{-3} | ⑪ 1.12×10^{-2} | ⑫ 2.25×10^{-2} |
| ⑬ 3.40×10^{-2} | ⑭ 5.22×10^{-2} | ⑮ 8.65×10^{-2} | ⑯ 1.20×10^{-1} |
| ⑰ 2.42×10^{-1} | ⑱ 3.45×10^{-1} | ⑲ 6.80×10^{-1} | ⑳ 9.02×10^{-1} |

22

24

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 1.25 | ② 1.62 | ③ 2.40 | ④ 3.20 | ⑤ 4.80 |
| ⑥ 6.40 | ⑦ 9.62 | ⑧ 12.5 | ⑨ 15.2 | ⑩ 19.5 |
| ⑪ 21.4 | ⑫ 23.2 | ⑬ 28.1 | ⑭ 30.2 | ⑮ 34.3 |
| ⑯ 38.7 | ⑰ 40.2 | ⑱ 41.3 | ⑲ 44.6 | ⑳ 48.2 |

23

- ① 水 素 ② ヘリウム ③ 窒 素 ④ アルゴン
⑤ 酸 素 ⑥ 塩 素 ⑦ オゾン ⑧ アンモニア

25

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	橙赤色	青 色	緑 色
②	橙赤色	緑 色	青 色
③	青 色	橙赤色	緑 色
④	青 色	緑 色	橙赤色
⑤	緑 色	橙赤色	青 色
⑥	緑 色	青 色	橙赤色

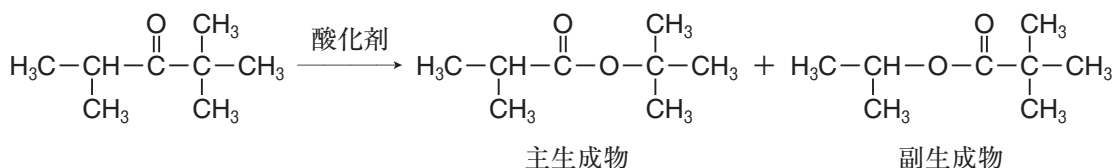
26

	(エ)	(オ)	(カ)
①	正四面体	正方形	正八面体
②	正四面体	正八面体	正方形
③	正方形	正四面体	正八面体
④	正方形	正八面体	正四面体
⑤	正八面体	正四面体	正方形
⑥	正八面体	正方形	正四面体

(第Ⅳ問は次ページから始まる)

IV 次の 27 ～ 33 に入れる最も適当なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。原子量は H=1.0, C=12, O=16, I=127 とする。

ケトンからエステルを合成する有用な反応としてバイヤー・ビリガー酸化が知られている。この反応では、ケトンに適切な酸化剤を作用させて酸化すると、カルボニル基のとなりに1つの酸素原子が導入されて、エステルが生成する。カルボニル基に別々の炭化水素が結合したケトンのバイヤー・ビリガー酸化では、下式に示すようにカルボニル基の両隣の炭素原子のうち、より多くの枝分かれを持つ炭素原子とカルボニル基の間に酸素原子が導入されたエステルが主に生成する。バイヤー・ビリガー酸化反応によって生じたエステルはそれ以上反応しない。

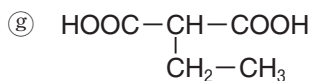
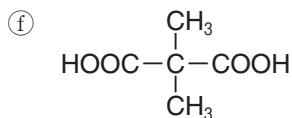
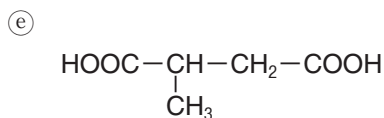
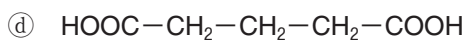
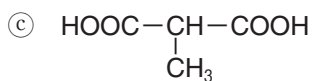
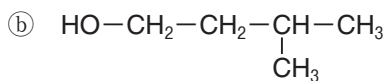
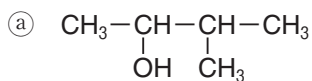
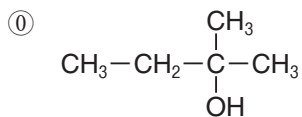
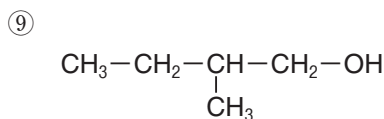
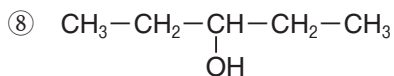
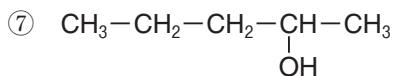
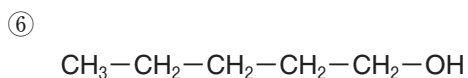
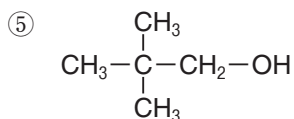
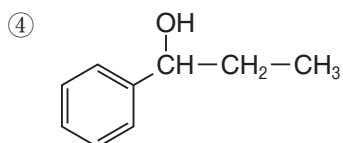
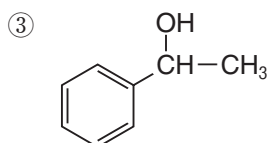
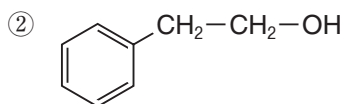
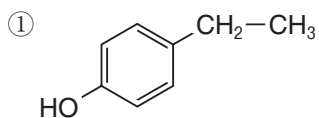


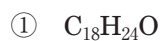
化合物 A は、炭素、水素、酸素からなるカルボニル化合物である。この化合物 A に対してバイヤー・ビリガー酸化反応を行ったところ、エステル B が主生成物として得られた。化合物 A を完全に加水分解すると、2つの化合物 C, D が得られた。エステル B を完全に加水分解すると、3つの化合物 D, E, F が得られた。化合物 C, E は炭酸水素ナトリウムと反応して二酸化炭素を発生する。化合物 D と F は炭酸水素ナトリウムとは反応しないが、単体のナトリウムとの反応で水素を発生した。化合物 D と F を硫酸酸性の二クロム酸カリウム溶液で穏やかに反応させると、化合物 F は反応せず、化合物 D は反応した。化合物 E の分子式は $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$ であった。化合物 D は分子量 122 であり、分子中にベンゼン環が存在し、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を反応させると特異臭を持つ黄色沈殿の化合物 G が生じた。化合物 D, E, F のの中では、化合物 D と E は不斉炭素原子を有していた。化合物 F の分子量は 88 であり、化合物 F の構造異性体であるアルコール H を濃硫酸とともに加熱したところ、シーストランス異性体を区別すると、3種類のアルケンが生成した。また、化合物 F の構造異性体であるアルコール I を硫酸酸性の二クロム酸カリウム溶液で穏やかに酸化したところ、不斉炭素

原子を有するアルデヒドが生じた。したがって、化合物 D は , 化合物 E は , 化合物 F は , 化合物 G は , アルコール H は , アルコール I は である。また、化合物 A の分子式は である。

解答群

27 ~ 32





生 物

(解答番号 ～)

I 個体群内の個体間の関係に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。答えは各問いの下解答群から最も適当なものを選び、解答欄にマークせよ。

ある一定地域で生活する、同種の個体の集まりを個体群と呼ぶ。個体群内では、各生物種の生活様式に応じて、さまざまな関係がみられる。動物では、同種の個体どうして集まって統一的な行動をとるとき、その集合を群れと呼ぶ。

生物種が存続して子孫を残していくには、適正な (食物や生息場所など) が必要である。これら には限りがあるので、 を手に入れるための個体間の相互作用が常に生じている。個体群内の各個体が必要とする は同一となるので、 をめぐって個体間で取り合いが生じやすい。これを という。

アリやシロアリなどの昆虫は、 といわれる同種の個体が密に集合した集団を形成している。 内での役割分業によって、その を維持している昆虫を社会性昆虫という。 内には自らは生殖を行わず、血縁関係にある他個体の子の世話や巣作りをする と呼ばれる個体なども存在している。このように、動物の社会では、しばしば他個体を助ける行動がみられる。

とは、ある個体が繁殖可能な子をどれだけ残せたかを表す尺度である。通常、社会行動を含む生物の形質の広まり方は、 によって違うと考えられている。社会性昆虫の は、 の維持に役立つ行動をするが、生殖しない個体なので、 の考え方では、集団内における が存在する理由を説明できない。イギリスの生物学者である は、個体が増やそうとしているのは「自分の子というより、自分のもっている遺伝子である」と考え、^(B)血縁度という概念を用いて などが存在する理由を説明した。血縁度とは、2 個体が共通の祖先に由来する特定の対立遺伝子をともにもつ確率によって表される。

問1 文中の に当てはまるものをそれぞれ1つ選べ。ただし、同じ番号は同じものを示す。

1 ~ 5 に対する解答群

- | | | | |
|--------|------|--------|--------|
| ① 遺伝子 | ② 資源 | ③ 寄生者 | ④ 種内競争 |
| ⑤ 血縁選択 | ⑥ 交配 | ⑦ コロニー | ⑧ 種間競争 |
| ⑨ ワーカー | ⑩ 栄養 | Ⓐ 順位制 | Ⓑ 自然選択 |
| Ⓒ 適応度 | | | |

6 に対する解答群

- | | | | |
|-------|---------|--------|-------|
| ① ウーズ | ② ハミルトン | ③ チェイス | ④ リンネ |
|-------|---------|--------|-------|

問2 下線部（A）に関する次の記述のうち，正しい記述はどれか。正しい記述をすべて含む組み合わせを1つ選べ。

7

ア．一部の哺乳類や鳥類の群れには，親以外の成体も，子の世話に関与することがあり，このような繁殖様式を共同繁殖という。

イ．動物が日常的に行動する範囲（行動圏）のなかで，主に同種の他個体を排除する空間は，特に縄張りと呼ばれる。

ウ．一般的に，群れが大きくなるほど，食物をめぐる個体どうしが争う時間が短くなり，採食に使える時間が増加する。

エ．群れのなかでは，個体間に安定した優劣関係がみられることがあり，一般的に，劣位な個体よりも優位な個体のほうが，食物や配偶者などを優先的に得ることができる。

7 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | Ⓐ アとイとウ | Ⓑ アとイとエ |
| Ⓒ アとウとエ | Ⓓ イとウとエ | Ⓔ アとイとウとエ | |

(問 3 は次ページから始まる)

問3 下線部（B）に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

雄雌ともに二倍体（ $2n$ ）のある生物の血縁度について考える。図1で示す「自分（雌）」がもつ、ある遺伝子座Aの対立遺伝子A1が母親由来である確率は0.5であり、母親がもつ対立遺伝子A1が自分の兄弟姉妹にも伝わる確率は0.5である。つまり、自分がもつ対立遺伝子A1が母親由来で、兄弟姉妹も母親由来の対立遺伝子A1をもつ確率は 0.5×0.5 となる。同様に、図2で示す「自分（雌）」がもつ対立遺伝子A2が父親由来で、自分の兄弟姉妹も父親由来の対立遺伝子A2をもつ確率は 0.5×0.5 となる。以上から、兄弟姉妹の間の血縁度は となる。

アリやミツバチなどの生物の一部では、雌は二倍体（ $2n$ ）、雄は一倍体（半数体、 n ）である。このような生物において、雄と雌の交配によってのみ雌が生まれる場合について考える。図3で示す「自分（雌）」がもつある遺伝子座Bの対立遺伝子B1が父親由来である確率は0.5である。父親がもつ対立遺伝子B1が図3で示す姉妹に伝わる確率は1となる。つまり、自分がもつ対立遺伝子B1が父親由来で、姉妹も父親由来の対立遺伝子B1をもつ確率は である。一方、図4で示す「自分（雌）」がもつ対立遺伝子B2が母親由来で姉妹も母親由来の対立遺伝子B2をもつ確率は、雌雄ともに二倍体の生物と同様で、 0.5×0.5 である。このとき、姉妹（同じ両親をもつ雌個体）の間の血縁度は となる。

文中の に当てはまるものとして正しいものはどれか。正しいものを1つ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでも良い。

～ に対する解答群

- | | | | |
|---------|--------|--------|----------|
| ① 0.125 | ② 0.25 | ③ 0.5 | ④ 0.75 |
| ⑤ 1 | ⑥ 1.25 | ⑦ 1.75 | ⑧ 0.0625 |

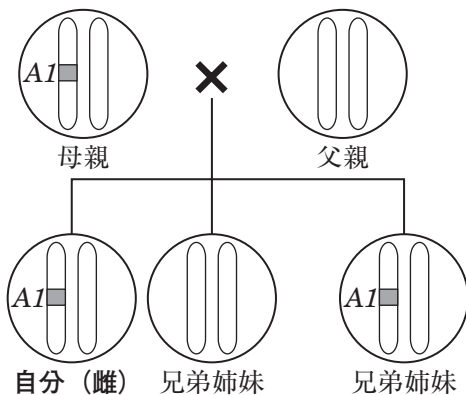


図1 両親ともに二倍体 ($2n$) のとき、自分がもつ遺伝子座 A の対立遺伝子 $A1$ が母親由来である場合

*対立遺伝子 $A1$ 以外の対立遺伝子は図中に示していない。

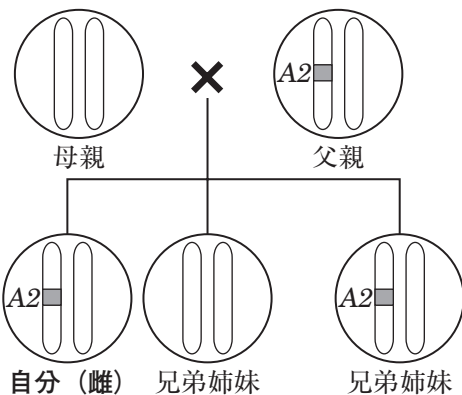


図2 両親ともに二倍体 ($2n$) のとき、自分がもつ遺伝子座 A の対立遺伝子 $A2$ が父親由来である場合

*対立遺伝子 $A2$ 以外の対立遺伝子は図中に示していない。

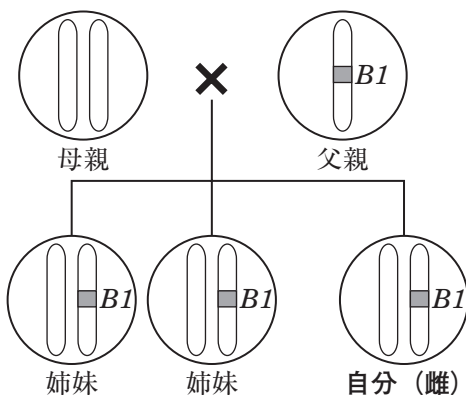


図3 母親は二倍体 ($2n$) で、父親は半数体 (n) のとき、自分がもつ遺伝子座 B の対立遺伝子 $B1$ が父親由来の場合

*対立遺伝子 $B1$ 以外の対立遺伝子は図中に示していない。

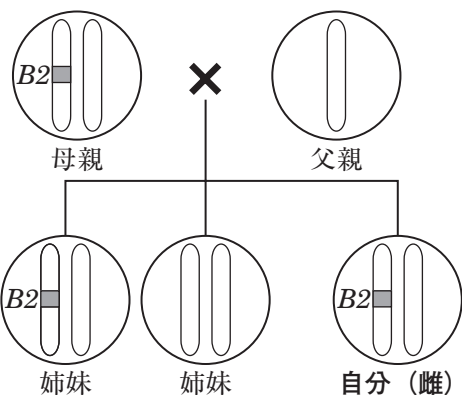


図4 母親は二倍体 ($2n$) で、父親は半数体 (n) のとき、自分がもつ遺伝子座 B の対立遺伝子 $B2$ が母親由来の場合

*対立遺伝子 $B2$ 以外の対立遺伝子は図中に示していない。

Ⅱ タンパク質に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。答えは各問いの下の解答群から最も適当なものを選び、解答欄にマークせよ。

生命活動の担い手であるタンパク質は、多数のアミノ酸が鎖状につながった構造をしている。^(A)タンパク質のなかには、^(B)酵素として生体内での化学反応を促進するはたらきをもつものがある。^(C)化学反応において酵素があると活性化エネルギーが なるため、反応が起こりやすくなる。酵素が作用する物質を基質といい、酵素の 部位に基質が結合して が形成されると、基質は酵素の作用を受けて生成物となる。基質とよく似た構造の物質（阻害物質）が 部位と結合する場合、その阻害物質は酵素と基質との結合を妨げるので酵素の反応が妨げられる。このような反応の阻害は 阻害と呼ばれる。

問1 文中の に当てはまるものをそれぞれ1つ選べ。ただし、同じ番号は同じものを示す。

に対する解答群

- ① 大きく ② 小さく

～ に対する解答群

- | | | | |
|---------|------------|---------|-------|
| ① シャペロン | ② アロステリック | ③ 反応速度 | ④ 失活 |
| ⑤ 活性 | ⑥ フィードバック | ⑦ 基質特異性 | ⑧ 定常 |
| ⑨ 可変 | ⑩ 酵素－基質複合体 | ⑨ 透析 | ⑩ 競争的 |
| ⑪ 非競争的 | ⑪ 凝集体 | ⑪ 変性 | |

問2 下線部（A）に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組み合わせを1つ選べ。 15

ア. 植物細胞を構成する物質で最も含量が多いのは水であり、動物細胞を構成する物質で最も含量が多いのはタンパク質である。

イ. 補酵素は、酵素のはたらきを補助するタンパク質である。

ウ. 複数のポリペプチドが組みあわさってできる立体構造を一次構造という。

エ. 抗体は、免疫グロブリンというタンパク質である。

15 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | Ⓐ アとイとウ | Ⓑ アとイとエ |
| Ⓒ アとウとエ | Ⓓ イとウとエ | Ⓔ アとイとウとエ | |

問3 下線部（B）に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組み合わせを1つ選べ。 16

ア. グリシンはアミノ基をもたない。

イ. メチオニンとシステインは硫黄（S）を含む。

ウ. ヒスチジンはカルボキシ基をもたない。

エ. リシンはヒトの必須アミノ酸である。

16 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | Ⓐ アとイとウ | Ⓑ アとイとエ |
| Ⓒ アとウとエ | Ⓓ イとウとエ | Ⓔ アとイとウとエ | |

問4 下線部（C）に関して以下の実験を行った。実験の内容に関する以下のa～cの各問いに答えよ。

ニワトリの肝臓片に多く含まれるカタラーゼは、過酸化水素を分解するはたらきをもつ酵素である。酵素のはたらきを無機触媒と比較するために、ニワトリの肝臓片と酸化マンガン(Ⅳ)を使って、表のような試験管A～Gを準備した。その後、試験管の様子を観察したところ、何本かの試験管から気泡（気体）が発生していた。

表 試験管内の薬品と材料

A	3 % 過酸化水素水 5 mL + 蒸留水 2 mL + 石英粒
B	3 % 過酸化水素水 5 mL + 蒸留水 2 mL + ニワトリの肝臓片 0.5 g
C	3 % 過酸化水素水 5 mL + 3.5 % 塩酸 2 mL + ニワトリの肝臓片 0.5 g
D	3 % 過酸化水素水 5 mL + 蒸留水 2 mL + 煮沸したニワトリの肝臓片 0.5 g
E	3 % 過酸化水素水 5 mL + 蒸留水 2 mL + 酸化マンガン(Ⅳ) 0.5 g
F	3 % 過酸化水素水 5 mL + 3.5 % 塩酸 2 mL + 酸化マンガン(Ⅳ) 0.5 g
G	3 % 過酸化水素水 5 mL + 蒸留水 2 mL + 煮沸した酸化マンガン(Ⅳ) 0.5 g

※石英粒には触媒作用はない。

※濃度は重量（質量）%濃度とする。

※ニワトリの肝臓片と酸化マンガン(Ⅳ)を煮沸する場合は100℃で10分間行い、室温まで十分に冷ましてから試験管に入れた。また、酸化マンガン(Ⅳ)は二酸化マンガンともいう。

※ニワトリの肝臓片と煮沸したニワトリの肝臓片は、試験管に入れる前に乳鉢ですりつぶしたものとする。この作業自体はカタラーゼのはたらきに影響を与えないものとする。

※観察開始から終了まで試験管内の温度は37℃で一定に保たれていたものとする。

a. Bの試験管から発生した気体の量を測定した。生成物としての気体の総量と反応時間の関係をグラフにしたところ、図の太線で示した基準グラフのようになった。この反応において、Bの試験管の条件を条件①、条件②のように変更したところ、グラフは図のア～カのうちのいずれかに変化した。それぞれどのように変化したと考えられるか。図のア～カのうちからそれぞれ1つ選べ。ただし、条件①、条件②以外に、反応に関与する条件は変化せず、観察中に試験管内の過酸化水素はすべて分解されたものとする。

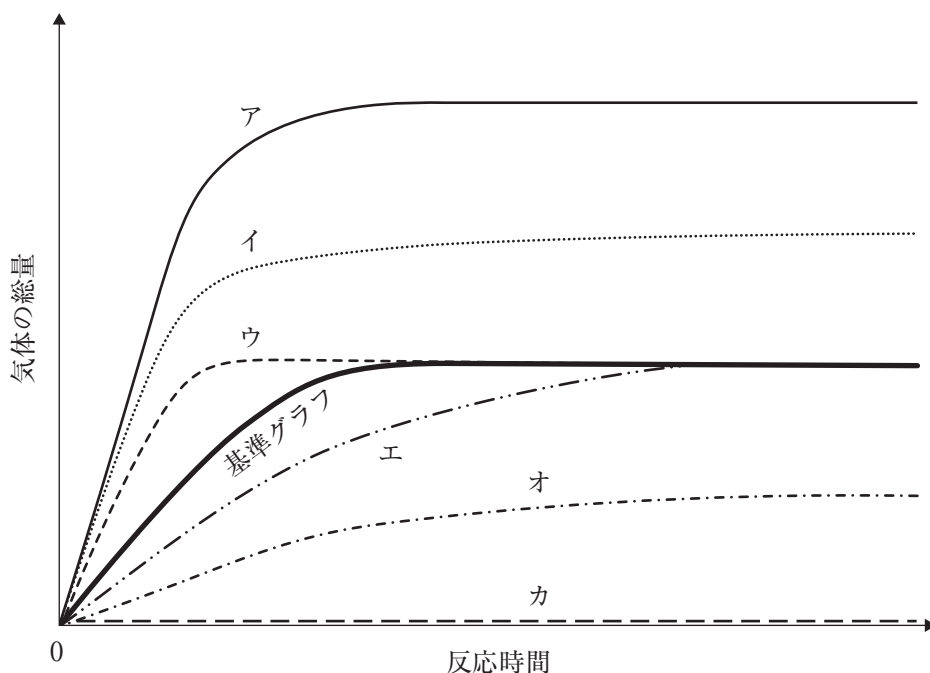


図 生成物としての気体の総量と反応時間の関係

条件①：ニワトリの肝臓片の量を2倍にした。

17

条件②：ニワトリの肝臓片の量を1/2倍にした。

18

17, 18 に対する解答群

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ ⑥ カ

- b. カタラーゼもしくは酸化マンガン(Ⅳ)が関与する反応に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組みあわせを1つ選べ。

19

- ア. Cの試験管からBの試験管と同程度の量の気体が発生した。
イ. Dの試験管からBの試験管と同程度の量の気体が発生した。
ウ. AとFの試験管からは気体が発生しなかった。
エ. EとGの試験管から気体が発生した。

19 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | Ⓐ アとイとウ | Ⓑ アとイとエ |
| Ⓒ アとウとエ | Ⓓ イとウとエ | Ⓔ アとイとウとエ | |

- c. カタラーゼもしくは酸化マンガン(Ⅳ)が関与する反応で生じた気体は何か。1つ選べ。

20

20 に対する解答群

- | | | |
|---------------|------------|------------|
| ① 酸素 | ② 水素 | ③ 二酸化炭素 |
| ④ 酸素と水素 | ⑤ 酸素と二酸化炭素 | ⑥ 水素と二酸化炭素 |
| ⑦ 酸素と水素と二酸化炭素 | | |

(第Ⅲ問は次ページから始まる)

Ⅲ 植物の環境応答に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。答えは各問いの下の解答群から最も適当なものを選び、解答欄にマークせよ。

(A) 被子植物の器官は、根、茎、葉に分けられる。植物の葉には、気孔と呼ばれる2個の孔辺細胞に囲まれたすき間が存在し、気孔を通して光合成に必要な [21] を取り込む。[21] は光合成に関与するリブローズ1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ（ルビスコ）によって固定される。孔辺細胞の細胞壁は、気孔側が [22] く、外側が [23] いため、孔辺細胞の [24] が変化すると気孔が開く。気孔の開閉は、^(B)光や水分量といった環境要因の変化に応じて調節されている。葉に光が当たると [25] 光受容体である [26] によって感知され、孔辺細胞への [ア] イオンの流入を促進して、孔辺細胞内の浸透圧を [イ] 。一方、植物が乾燥状態におかれると、^(C)植物ホルモンである [27] が合成され、細胞外へ [ア] イオンを流出させ、気孔が閉鎖される。その結果、植物体内からの水の損失が防がれている。

問1 文中の [] に当てはまるものをそれぞれ1つ選べ。ただし、同じ番号は同じものを示す。

[21] , [24] に対する解答群

- ① 原形質分離 ② 硫化水素 ③ 二酸化炭素 ④ 窒素
⑤ 膨圧 ⑥ 重力

[22] , [23] に対する解答群

- ① 厚 ② 薄

[25] に対する解答群

- ① 赤色 ② 緑色 ③ 青色

26 , 27 に対する解答群

- ① フォトリポシン ② エチレン ③ クリプトクロム
④ アブシシン酸 ⑤ フィトクロム

問2 文中の ア , イ に入る組みあわせとして正しいものはどれか。1
つ選べ。 28

28 に対する解答群

	ア	イ
①	ナトリウム	上昇させる
②	ナトリウム	減少させる
③	カリウム	上昇させる
④	カリウム	減少させる
⑤	鉄	上昇させる
⑥	鉄	減少させる

問3 下線部（A）に関する次の記述のうち正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組み合わせを1つ選べ。

29

- ア．根の先端には根端分裂組織と呼ばれる分裂組織がある。
- イ．葉で合成されたフロリゲンが，師部を通して茎頂分裂組織に運ばれ，花芽の形成に機能する遺伝子の発現を誘導し，花芽形成を引き起こす。
- ウ．被子植物では，維管束の外側に形成層と呼ばれる分裂組織がある。
- エ．維管束には木部と師部が含まれ，木部は主に水や無機養分の輸送を行う。

29 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | Ⓐ アとイとウ | Ⓑ アとイとエ |
| Ⓒ アとウとエ | Ⓓ イとウとエ | Ⓔ アとイとウとエ | |

(問 4 は次ページから始まる)

問4 下線部（B）に関して，植物の光屈性のしくみを理解するために以下のボーイセン
イエンセンの実験を再現した。この実験に関する次の文章を読み，以下の問いに答
えよ。 30

実 験

マカラスムギの幼葉鞘は先端で光を感知すると，光の方向へ屈曲する。マカラス
ムギの幼葉鞘を用いて，光を一方向から照射する実験を行った（図）。

- （ア） マカラスムギの幼葉鞘の先端部に，物質を通さない板状の雲母片を水平に差
し込み，雲母片の側から光を照射した。
- （イ） マカラスムギの幼葉鞘の先端部に，雲母片を水平に差し込み，雲母片の反対
側から光を照射した。
- （ウ） マカラスムギの幼葉鞘の先端部に，光が当たる方向と垂直に雲母片を差し込
み，光を一方向から照射した。
- （エ） マカラスムギの幼葉鞘の先端部に，水溶性の物質が溶けこむゼラチン片をは
さみ，光を一方向から照射した。

（ア）～（エ）の実験で，マカラスムギの幼葉鞘が光の方向へ屈曲した結果が得
られた実験はどれか。正しいものをすべて含む組みあわせを1つ選べ。

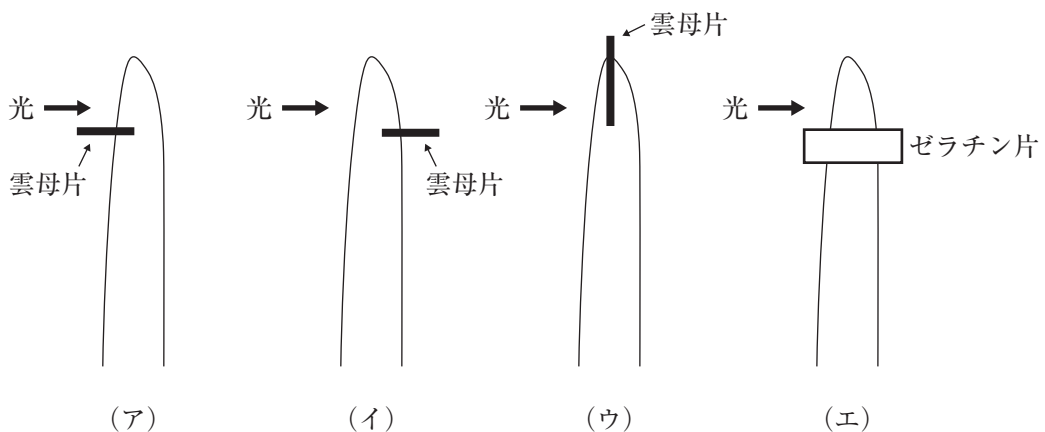


図 マカラスムギの幼葉鞘を用いた，光屈性のしくみに関する実験

30 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | ㉐ アとイとウ | ㉑ アとイとエ |
| ㉒ アとウとエ | ㉓ イとウとエ | ㉔ アとイとウとエ | |

問5 下線部（C）に関して，以下のa，bの各問いに答えよ。

a. オーキシンに関する次の記述のうち，正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組みあわせを1つ選べ。 31

ア. 細胞壁を酸性化することで細胞壁の構造をゆるめ，植物細胞の成長を促進する。

イ. 茎は根よりもオーキシンへの感受性が高く，根の成長を促進する濃度では茎は成長が抑制される。

ウ. 頂芽優勢に関与し，側芽の成長を抑制する。

エ. 離層の形成を抑制する。

31 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | Ⓐ アとイとウ | Ⓑ アとイとエ |
| Ⓒ アとウとエ | Ⓓ イとウとエ | Ⓔ アとイとウとエ | |

b. ジベレリンに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組み合わせを1つ選べ。

32

ア. オオムギの糊粉層^{こふんそう}に作用して、アミラーゼの合成を誘導する。

イ. 馬鹿苗病菌と呼ばれるカビの一種が分泌する、イネの草丈を異常に高くする作用をもつ物質として発見された。

ウ. 細胞壁のセルロース繊維を茎の軸方向と平行になるように作用することで、茎の肥大成長を促進する。

エ. リンゴの果実では、成熟開始時にジベレリンが急激に生成されて成熟が促進される。

32 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | Ⓐ アとイとウ | Ⓑ アとイとエ |
| Ⓒ アとウとエ | Ⓓ イとウとエ | Ⓔ アとイとウとエ | |

Ⅳ 遺伝情報の発現に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。答えは各問いの下の解答群から最も適当なものを選び、解答欄にマークせよ。

遺伝情報は染色体に含まれる DNA の塩基配列に保存されている。DNA の塩基配列は RNA に転写された後、RNA の塩基配列をもとにアミノ酸配列に翻訳されてタンパク質が合成される。このように、DNA → RNA → タンパク質へと遺伝情報が流れる原則を 33 という。

真核生物の遺伝子では、34 内の DNA の塩基配列に最終的にタンパク質に翻訳される配列（エキソン）と、翻訳されない配列（イントロン）がある。真核生物の多くの遺伝子では、複数のエキソンがイントロンで分断された構造をしており、転写によってできた mRNA 前駆体にはイントロンの領域が含まれている。イントロンの領域が除かれると同時に、エキソンの領域がつなぎ合わされて mRNA が完成する。この過程をスプライシングという。スプライシングは 34 のなかで起こり、完成した mRNA は 35 へと運ばれる。35 へ運ばれた mRNA は、リボソームと結合して複合体を形成する。この複合体に、mRNA 上のコドンに対応するアミノ酸を tRNA が運び、アミノ酸がペプチド結合でつながれて、ポリペプチド（タンパク質）が合成される。

(B)

スプライシングによって除かれる領域は、発生の段階や細胞によって異なる場合があり、転写された 1 つの mRNA 前駆体から複数の mRNA ができる場合がある。これを 選択的スプライシングという。選択的スプライシングによって、1 つの遺伝子から複数種類のタンパク質を合成することが可能になる。

(C)

問1 文中の に当てはまるものをそれぞれ1つ選べ。ただし、同じ番号は同じものを示す。

33 に対する解答群

- | | | |
|------------|----------|---------|
| ① RNA ワールド | ② 半保存的複製 | ③ 逆転写 |
| ④ セントラルドグマ | ⑤ 滑り説 | ⑥ リボザイム |

34 , 35 に対する解答群

- | | | | |
|-----------------|-------|-------|--------|
| ① 核 | ② 細胞膜 | ③ 中心体 | ④ ゴルジ体 |
| ⑤ 細胞質基質 (サイトゾル) | ⑥ 液 胞 | | |

問2 下線部 (A) に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組みあわせを1つ選べ。 36

ア. リボソームは、rRNA とタンパク質からなる。

イ. リボソームは大小2つのサブユニット（顆粒）で構成されており、小サブユニットが最初に mRNA と結合する。

ウ. ポリペプチド合成時には、リボソームは mRNA 上を3' 末端側から5' 末端側方向にコドン1つ分ずつ移動する。

エ. リボソームは、原核生物には存在しない。

36 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | Ⓐ アとイとウ | Ⓑ アとイとエ |
| Ⓒ アとウとエ | Ⓓ イとウとエ | Ⓔ アとイとウとエ | |

問3 下線部（B）に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。正しい記述をすべて含む組み合わせを1つ選べ。

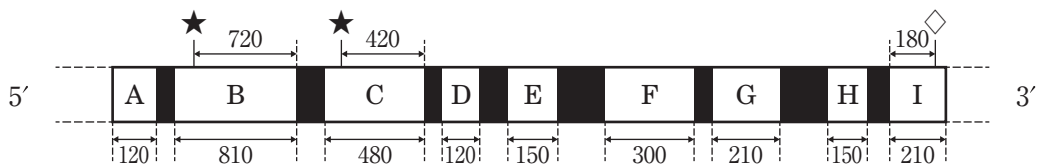
37

- ア. tRNA は、DNA の塩基配列が RNA の塩基配列へと写しとられてつくられる。
- イ. tRNA には塩基配列の異なるさまざまな種類があり、これらの tRNA は、それぞれ特定のアミノ酸を結合して、リボソームまで運搬するはたらきをもつ。
- ウ. tRNA は、運搬するアミノ酸の種類に応じた塩基3個の配列（アンチコドン）をもっており、アンチコドンの部分で mRNA のコドンと相補的に結合する。
- エ. tRNA は1本鎖であるが、その分子内で相補的な塩基どうしが局所的に対になることで、特有の構造を形成する。

37 に対する解答群

- | | | | |
|---------|---------|-----------|---------|
| ① アのみ | ② イのみ | ③ ウのみ | ④ エのみ |
| ⑤ アとイ | ⑥ アとウ | ⑦ アとエ | ⑧ イとウ |
| ⑨ イとエ | ⑩ ウとエ | ㉑ アとイとウ | ㉒ アとイとエ |
| ㉓ アとウとエ | ㉔ イとウとエ | ㉕ アとイとウとエ | |

問4 下線部(C)について、下図は、ある mRNA 前駆体（便宜上、RNA-X とする）の転写直後の構造を示している。RNA-X が、次の1)から6)に従って選択的スプライシングを受けるとした場合にできる mRNA について、以下の a～e の各問いに答えよ。



★，開始コドン（AUG）の位置； ◇，終止コドン（UAA）の位置；
 白色部分，エキソン； 黒色部分，イントロン； 数字，塩基数；
 ただし，エキソン B と C については，開始コドンから 3' 末端側の塩基数（開始コドンを含める），エキソン I については，終止コドンより 5' 末端側の塩基数（終止コドンを含める）を構造の上に示す。

図 mRNA 前駆体（RNA-X）の構造

- 1) エキソン A, E, および I は、常に mRNA 中に残る。
- 2) エキソン B が mRNA 中に残る場合はエキソン C が必ず取り除かれる。一方、エキソン C が mRNA 中に残る場合はエキソン B が必ず取り除かれる。エキソン B あるいは C が mRNA 中に残る確率は、それぞれ60および40%である。なお、エキソン B と C の両方が残ること、および、両方とも取り除かれることはない。
- 3) エキソン D が mRNA 中に残る確率は80%である。
- 4) エキソン F と G については、どちらか一方のみが mRNA 中に残る場合と、両方とも残る場合がある。エキソン F だけが残る確率は30%，エキソン G だけが残る確率は50%，エキソン F と G の両方が残る確率は20%である。なお、エキソン F と G の両方が取り除かれることはない。
- 5) エキソン H が mRNA 中に残る確率は60%である。
- 6) 1)から5)の各選択的スプライシングは、お互い依存せずに独立に生じる。

a. RNA-X が選択的スプライシングを受けた結果、何種類の mRNA ができるか。

1 つ選べ。 38 種類

38 に対する解答群

- | | | |
|------|------|------|
| ① 15 | ② 18 | ③ 24 |
| ④ 36 | ⑤ 48 | ⑥ 54 |

b. ACDEFHI という構造の mRNA は、RNA-X からできるすべての mRNA の何 % か。1 つ選べ。 39 %

39 に対する解答群

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.96 | ② 1.44 | ③ 2.16 | ④ 2.40 |
| ⑤ 3.60 | ⑥ 3.84 | ⑦ 5.76 | ⑧ 8.64 |
| ⑨ 9.60 | ⑩ 14.4 | Ⓐ 21.6 | Ⓑ 24.0 |

c. RNA-X から選択的スプライシングの結果できる最も短い mRNA の構造はどれか。1 つ選べ。 40

40 に対する解答群

- | | | |
|---------|----------|----------|
| ① ABEFI | ② ACEFI | ③ ABEGI |
| ④ ACEGI | ⑤ ABEFGI | ⑥ ACEFGI |

d. cで答えた最も短い mRNA から翻訳されるタンパク質のアミノ酸の数はどれか。1つ選べ。

41

41 に対する解答群

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 259 | ② 260 | ③ 319 | ④ 320 | ⑤ 379 |
| ⑥ 380 | ⑦ 609 | ⑧ 610 | ⑨ 619 | ⑩ 620 |
| Ⓐ 769 | Ⓑ 770 | Ⓒ 779 | Ⓓ 780 | Ⓔ 849 |

e. RNA-X から選択的スプライシングの結果できたある mRNA から翻訳されたタンパク質を解析したところ、アミノ酸の数は519個であった。このタンパク質のもとになったある mRNA の構造はどれか。1つ選べ。

42

42 に対する解答群

- | | | |
|---------|----------|----------|
| ① ACEGI | ② ABDEGI | ③ ACEGHI |
| ④ ABEFI | ⑤ ABEGHI | ⑥ ABEFGI |