

物 理

以下の 1 ～ 24 にあてはまる答えを解答群から1つえらび、解答用紙(マークシート)にマークせよ。ただし、解答が数値の場合は最も近い値を正解とする。また、同じ答えをくりかえし選んでもよい。

- I スケルトンは、選手が頭を進行方向に向けて専用のそりにうつ伏せに乗り、氷で出来た断面がU字型のコースを高速で滑走し、走行タイムを競う競技である。図1はスケルトンのそり(左図)と選手がそりに乗った様子(右図)を示している。そりは胴体、バンパー、ハンドル、ランナーなどの部分からなる。そりの前後方向に向き平行に2本取り付けられた丸棒のことをランナーと呼ぶ。ランナーは、丸棒の表面に軸に沿った方向に溝がつけられていて、氷面と接しながら滑らかに滑走できるようになっている。ランナーと平行な方向のそりと氷面との間の摩擦はじゅうぶん小さく無視できるものとし、ランナーと垂直な方向のそりと氷面との間の摩擦のみ考慮すればよいものとする。いま、選手がスタート地点から滑り始めようとしている。そりの質量を $m = 35 \text{ kg}$ 、選手の質量を $M = 60 \text{ kg}$ とし、選手とそりの大きさや空気抵抗の影響などは特にことわらない限り無視できるものとする。重力加速度の大きさを $g \text{ [m/s}^2\text{]}$ として以下の問いに答えよ。

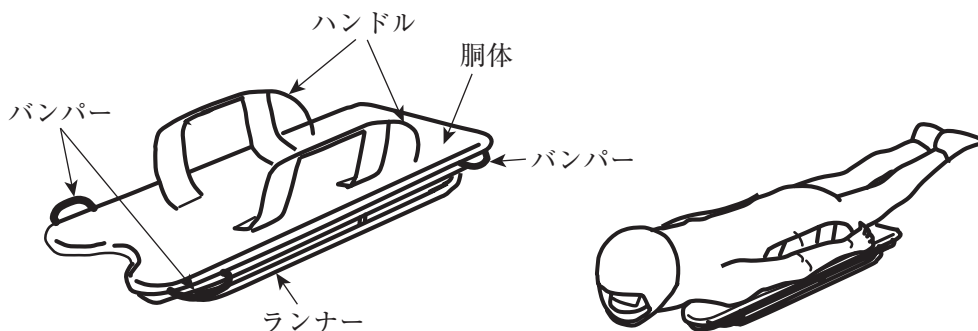


図1

- (1) 助走区間では、選手はそりに乗らず、そりを押して加速させる。いま、図2のように初速度 0 m/s で選手がそりを一定の大きさの力で押しながら、助走区間の終わりまで加速させた。ここで、選手とそりの接点である点 A において選手とそりにかかる力の水平方向成分について考えると、1 である。ただし、選手とそりの距離は一定であったものとし、同じ加速度で等加速度直線運動したものとする。また、助走区間の水面は水平面であるとする。

1 の解答群

- ① 選手がそりに与える力の向きはア、そりが選手に与える力の向きもアである
- ② 選手がそりに与える力の向きはア、そりが選手に与える力の向きはイである
- ③ 選手がそりに与える力の向きはイ、そりが選手に与える力の向きはアである
- ④ 選手がそりに与える力の向きはイ、そりが選手に与える力の向きもイである

- (2) 助走区間でのそりと選手の走行距離が 27 m 、加速度の大きさが 2.0 m/s^2 であったとき、この助走にかかった時間は 2 s であり、この助走区間で選手とそりに与えられた力学的エネルギーの総和は 3 $\times 10^3 \text{ J}$ となる。

2 の解答群

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 1.7 | ② 2.5 | ③ 3.0 | ④ 4.2 | ⑤ 5.2 |
| ⑥ 6.6 | ⑦ 8.4 | ⑧ 9.9 | ⑨ 12 | ⑩ 14 |

3 の解答群

- | | | | | |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| ① 0.92 | ② 1.4 | ③ 2.6 | ④ 3.8 | ⑤ 4.4 |
| ⑥ 5.1 | ⑦ 6.5 | ⑧ 7.8 | ⑨ 8.7 | ⑩ 9.6 |

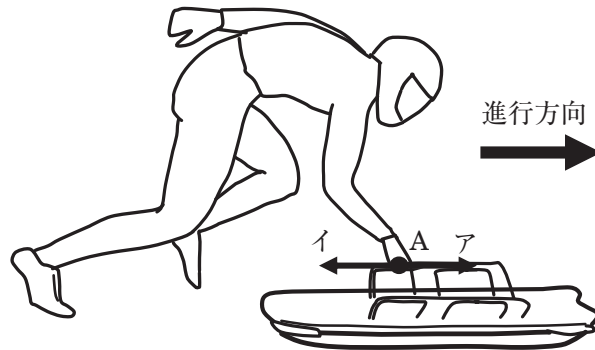


図 2

(3) 助走区間後は，選手はそりに乗り，選手とそりが一体となって運動する。以後，この一体となった選手とそりを「選手・そり」と呼ぶことにし，その質量を $\bar{m} = m + M$ [kg] とする。しばらく滑走したのち，カーブにおいて選手・そりが水平面内の円に沿った等速円運動をした。この円は中心軸を鉛直に，頂点 O を下にした，半頂角が $(90 - \alpha)$ [°] の円錐面^{えんすい}の一部であるとする。よって，図 3 に示すように中心軸を含む鉛直面でこの円錐面の断面を見たとき水平面と角度 α [°] をなす斜面となるため，以下では斜面と呼ぶことにする。図において，点 G は選手・そりの重心である。選手・そりの円運動の速さが v [m/s]，その半径が R [m] のとき，選手・そりにはたらく遠心力の大きさは 4 [N] であり，選手・そりが斜面から受ける垂直抗力の大きさは 5 [N] である。ここで，そりにはたらく斜面に沿った方向の静止摩擦力の向きについては，6 こととなる。そこで，そりが斜面上で半径 R の等速円運動を続ける条件を求めてみよう。この条件を求めるに際して，斜面に沿った方向については動かないので静止摩擦係数を用いて良いと考えると，選手・そりの受ける遠心力と重力の斜面に沿った方向成分の合力 F [N] の大きさ $|F| =$ 7 [N] が，最大摩擦力の大きさ以下であればよい。求める条件を導くと， v について 8 となる。ただし，図 3 の斜面に沿った方向のそりと斜面との間の静止摩擦係数は μ であるとし，そりの向きは常に円の接線方向であり，斜面に垂直な軸まわりには回転しないものとする。

このように，そりの速さは大きすぎても小さすぎても斜面を上る方向または下る方向にずれていき，それらに応じてそりの進む方向を斜面を下るあるいは上る方向に修

正しなければならない。つまりそりは蛇行することになり，滑走タイムは遅くなる。
 よって，カーブでの速さと半径は滑走タイムと密接な関係があるものと考えられる。
 しかし，図1に示す通りスケルトンにはそりを曲げる仕組みやブレーキなどは直接的
 には備わっていないため，選手は体重移動だけでそりのスピードと進行方向を微調整
 しながら滑走する必要があるのである。

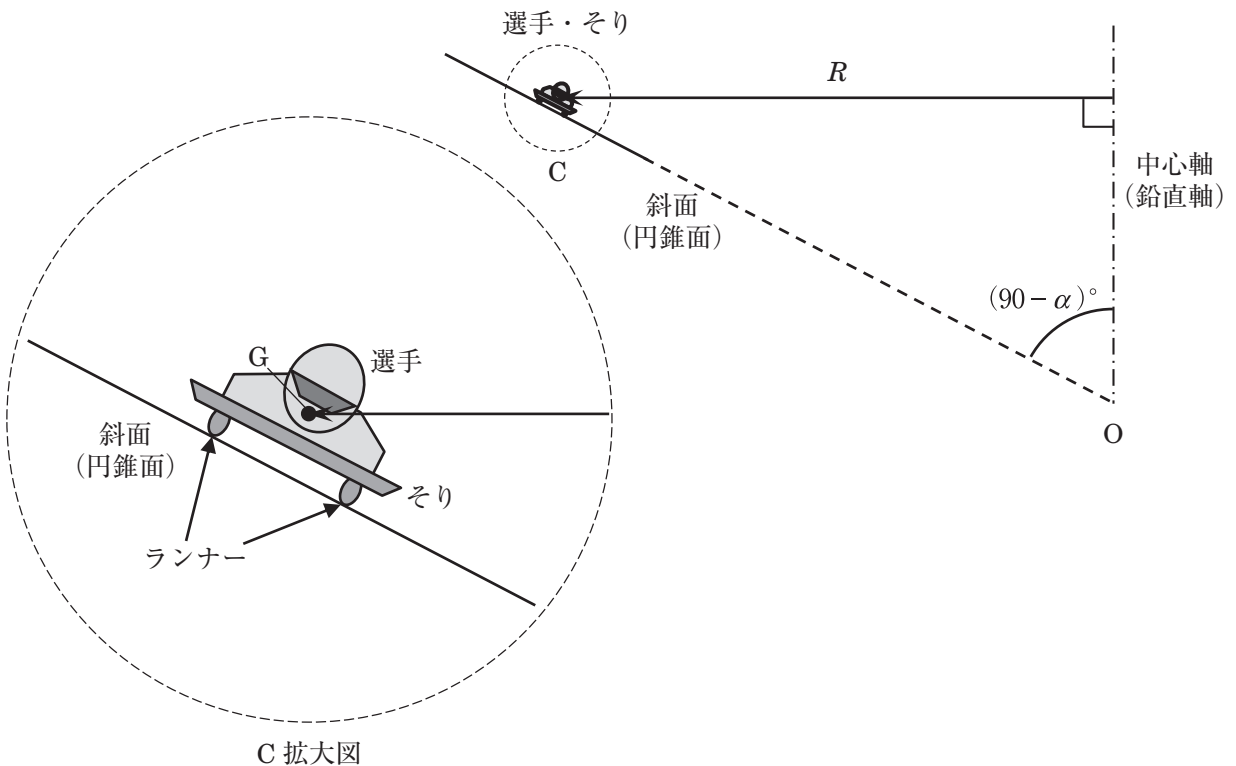


図 3

4 の解答群

① $\bar{m} \frac{v^2}{R}$

② $\bar{m} \frac{v^2}{R} \cos \alpha$

③ $\bar{m} \frac{v^2}{R} \sin \alpha$

④ $\bar{m} \frac{v^2}{R \cos \alpha}$

⑤ $\bar{m} \frac{v^2}{R \sin \alpha}$

5 の解答群

- | | |
|--|--|
| ① $\overline{m}g \sin \alpha + \overline{m} \frac{v^2}{R} \cos \alpha$ | ② $\overline{m}g \cos \alpha + \overline{m} \frac{v^2}{R} \cos^2 \alpha$ |
| ③ $\overline{m}g \sin \alpha + \overline{m} \frac{v^2}{R} \sin \alpha \cos \alpha$ | ④ $\overline{m}g \cos \alpha + \overline{m} \frac{v^2}{R} \sin \alpha$ |
| ⑤ $\overline{m}g \cos \alpha + \overline{m} \frac{v^2}{R} \sin^2 \alpha$ | ⑥ $\overline{m}g \cos \alpha + \overline{m} \frac{v^2}{R} \sin \alpha \cos \alpha$ |
| ⑦ $\overline{m}g \sin \alpha + \overline{m} \frac{v^2}{R}$ | ⑧ $\overline{m}g \cos \alpha + \overline{m} \frac{v^2}{R}$ |

6 の解答群

- ① 遠心力が大きくなると静止摩擦力は斜面を下る向きにはたらく，遠心力が小さくなると静止摩擦力は斜面を上る向きにはたらく
- ② 遠心力が大きくなると静止摩擦力は斜面を上る向きにはたらく，遠心力が小さくなると静止摩擦力は斜面を下る向きにはたらく
- ③ 遠心力の大きさにかかわらず，静止摩擦力は斜面を下る向きにはたらく
- ④ 遠心力の大きさにかかわらず，静止摩擦力は斜面を上る向きにはたらく

$$\textcircled{1} \quad \left| \overline{m}g \sin \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \right|$$

$$\textcircled{3} \quad \left| \overline{m}g \sin \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \sin \alpha \right|$$

$$\textcircled{5} \quad \left| \overline{m}g \sin \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \cos \alpha \right|$$

$$\textcircled{7} \quad \left| \overline{m}g \sin \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \cos^2 \alpha \right|$$

$$\textcircled{9} \quad \left| \overline{m}g \sin \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \sin^2 \alpha \right|$$

$$\textcircled{a} \quad \left| \overline{m}g \cos \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \sin \alpha \cos \alpha \right|$$

$$\textcircled{c} \quad \left| \overline{m}g \cos \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R \cos \alpha} \right|$$

$$\textcircled{e} \quad \left| \overline{m}g \sin \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R \cos \alpha} \right|$$

$$\textcircled{g} \quad \left| \overline{m}g \sin \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \tan \alpha \right|$$

$$\textcircled{i} \quad \left| \overline{m}g \cos \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \tan \alpha \right|$$

$$\textcircled{2} \quad \left| \overline{m}g \cos \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \right|$$

$$\textcircled{4} \quad \left| \overline{m}g \cos \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \cos \alpha \right|$$

$$\textcircled{6} \quad \left| \overline{m}g \cos \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \sin \alpha \right|$$

$$\textcircled{8} \quad \left| \overline{m}g \sin \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \sin \alpha \cos \alpha \right|$$

$$\textcircled{0} \quad \left| \overline{m}g \cos \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \sin^2 \alpha \right|$$

$$\textcircled{b} \quad \left| \overline{m}g \cos \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R} \cos^2 \alpha \right|$$

$$\textcircled{d} \quad \left| \overline{m}g \cos \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R \sin \alpha} \right|$$

$$\textcircled{f} \quad \left| \overline{m}g \sin \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R \sin \alpha} \right|$$

$$\textcircled{h} \quad \left| \overline{m}g \sin \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R \tan \alpha} \right|$$

$$\textcircled{j} \quad \left| \overline{m}g \cos \alpha - \overline{m} \frac{v^2}{R \tan \alpha} \right|$$

$$\textcircled{1} \quad \sqrt{gR \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}} \leq v \leq \sqrt{gR \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}}$$

$$\textcircled{2} \quad \sqrt{gR \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}} \leq v \leq \sqrt{gR \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}}$$

$$\textcircled{3} \quad \sqrt{gR \frac{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}} \leq v \leq \sqrt{gR \frac{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}}$$

$$\textcircled{4} \quad \sqrt{gR \frac{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}} \leq v \leq \sqrt{gR \frac{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}}$$

$$\textcircled{5} \quad \sqrt{gR \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}} \leq v \leq \sqrt{gR \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}}$$

$$\textcircled{6} \quad \sqrt{gR \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}} \leq v \leq \sqrt{gR \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}}$$

$$\textcircled{7} \quad \sqrt{gR \frac{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}} \leq v \leq \sqrt{gR \frac{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}}$$

$$\textcircled{8} \quad \sqrt{gR \frac{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}} \leq v \leq \sqrt{gR \frac{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}}$$

(大問Ⅱは次ページから始まる)

II

(1)

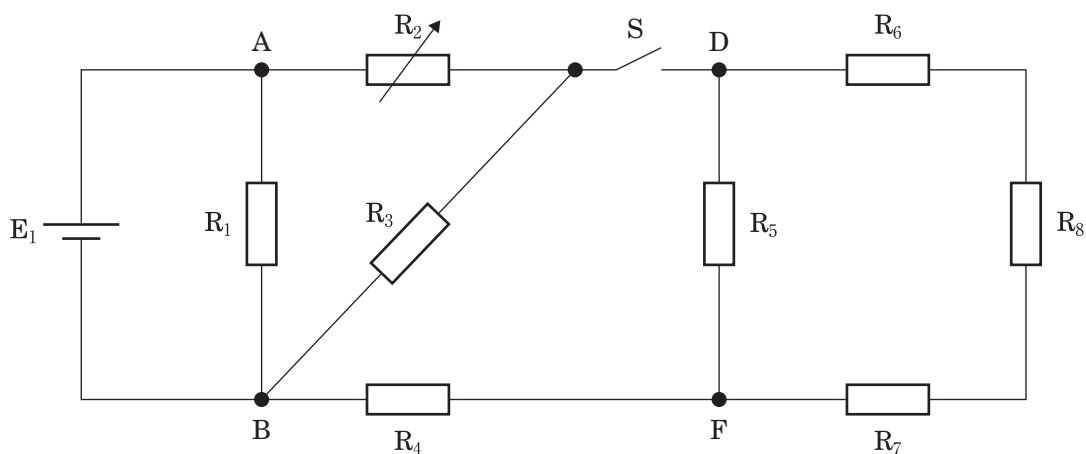


図 1

図 1 の回路において、電池 E_1 の起電力を $E_1 = 24 \text{ V}$ 、 R_2 は可変抵抗であり、抵抗 R_1 と $R_3 \sim R_8$ の抵抗値をそれぞれ、 $R_1 = 4.0 \text{ k}\Omega$ 、 $R_3 = 4.0 \text{ k}\Omega$ 、 $R_4 = 2.0 \text{ k}\Omega$ 、 $R_5 = 3.0 \text{ k}\Omega$ 、 $R_6 = 2.0 \text{ k}\Omega$ 、 $R_7 = 3.0 \text{ k}\Omega$ 、 $R_8 = 1.0 \text{ k}\Omega$ とする。スイッチ S は、はじめは開いた状態にあり、導線の抵抗、電池の内部抵抗は無視できるものとする。

図 1 の DF 間の合成抵抗の抵抗値は 9 $\text{k}\Omega$ である。

9 の解答群

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.10 | ② 0.20 | ③ 0.30 | ④ 0.40 |
| ⑤ 0.50 | ⑥ 1.0 | ⑦ 2.0 | ⑧ 3.0 |

可変抵抗 R_2 の抵抗値をある値に設定し、スイッチ S を閉じたところ、抵抗 R_6 で消費される電力が $2.0 \times 10^{-3} \text{ W}$ となった。このときの抵抗 R_6 を流れる電流は 10 $\times 10^{-3} \text{ A}$ である。

10 の解答群

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.10 | ② 0.30 | ③ 0.50 | ④ 0.70 |
| ⑤ 1.0 | ⑥ 2.5 | ⑦ 3.0 | ⑧ 4.3 |

つぎに、可変抵抗 R_2 の抵抗値を $4.0 \text{ k}\Omega$ に設定した。このとき、 AB 間の合成抵抗の抵抗値は 11 $\text{k}\Omega$ となる。

11 の解答群

- | | | | |
|--------|-------|-------|-------|
| ① 0.50 | ② 1.6 | ③ 2.0 | ④ 2.4 |
| ⑤ 3.5 | ⑥ 4.0 | ⑦ 4.2 | ⑧ 4.8 |

さらに、可変抵抗 R_2 の抵抗値を変えることで、回路全体で消費する電力が 0.288 W となるように調整した。このときの可変抵抗 R_2 の抵抗値は 12 $\text{k}\Omega$ である。ただし、12 は有効数字2桁で答えよ。

12 の解答群

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 1.5 | ② 2.0 | ③ 2.5 | ④ 3.0 |
| ⑤ 3.5 | ⑥ 4.0 | ⑦ 4.5 | ⑧ 5.0 |

(2)

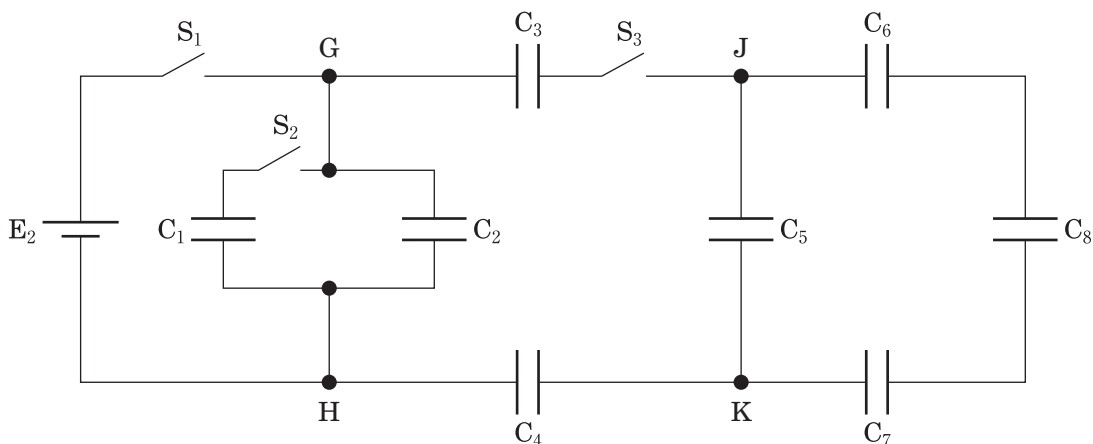


図 2

図 2 の回路において、電池 E_2 の起電力とコンデンサー C_1 の電気容量は未知であり、コンデンサー $C_2 \sim C_8$ の電気容量をそれぞれ、 $C_2 = 2.0 \mu\text{F}$ 、 $C_3 = 6.0 \mu\text{F}$ 、 $C_4 = 8.0 \mu\text{F}$ 、 $C_5 = 3.0 \mu\text{F}$ 、 $C_6 = 2.0 \mu\text{F}$ 、 $C_7 = 6.0 \mu\text{F}$ 、 $C_8 = 3.0 \mu\text{F}$ とする。ただし、 $1.0 \mu\text{F}$ は $1.0 \times 10^{-6} \text{ F}$ を表す。スイッチ $S_1 \sim S_3$ は、はじめは開いた状態にあり、すべてのコンデンサーにおいて初期電荷はなく、導線の抵抗、電池の内部抵抗は無視できるものとする。

図 2 の JK 間のコンデンサーの合成容量は 13 μF である。

13 の解答群

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 1.0 | ② 1.2 | ③ 2.0 | ④ 2.4 |
| ⑤ 3.5 | ⑥ 4.0 | ⑦ 4.6 | ⑧ 5.2 |

つぎに、スイッチ S_1 と S_3 を閉じたところ、じゅうぶん時間が経過した後のコンデンサー C_8 には $6.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ の電荷が蓄積された。このとき、コンデンサー C_8 の両端の電位差は 14 V となる。

14 の解答群

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 1.5 | ② 2.0 | ③ 2.5 | ④ 3.0 |
| ⑤ 3.5 | ⑥ 4.0 | ⑦ 4.5 | ⑧ 5.0 |

他のコンデンサーの両端の電位差を計算することによって、電池 E_2 の起電力が 15 V となることがわかる。

15 の解答群

- | | | | |
|-------|-------|-------|------|
| ① 5.2 | ② 6.8 | ③ 8.4 | ④ 10 |
| ⑤ 13 | ⑥ 15 | ⑦ 18 | ⑧ 20 |

さらに、スイッチ S_2 を閉じたところ、じゅうぶん時間が経過した後の全コンデンサーに蓄えられた電気エネルギーの総量が $3.38 \times 10^{-4} \text{ J}$ となった。この条件を満たすコンデンサー C_1 の電気容量は 16 μF である。ただし、16 は有効数字2桁で答えよ。

16 の解答群

- | | | | |
|--------|--------|-------|-------|
| ① 0.15 | ② 0.50 | ③ 1.2 | ④ 1.5 |
| ⑤ 2.2 | ⑥ 2.8 | ⑦ 3.2 | ⑧ 3.6 |

Ⅲ 長さ L [m] の弦があり、弦を引く力の大きさ S [N] で張られている。この弦の一方の端を A とし、反対側の端を B とする。この弦の線密度 (弦の単位長さあたりの質量) を ρ [kg/m] とすると、線密度と弦を引く力の大きさを用いて弦を伝わる波の速さは $\sqrt{\frac{S}{\rho}}$ [m/s] と表される。一方、波の速さは、波長 λ [m] と振動数 f [Hz] を用いて $\frac{\lambda}{f}$ と表される。これらから、弦の波の振動数は、線密度と弦を引く力の大きさを用いて $\frac{1}{f\lambda}$ と表される。弦をはじくと、腹が1つの定常波 (定在波) が生じ、音が発生した。この音の波長は $\frac{2L}{3}$ [m]、音の振動数は $\frac{3}{2L}$ [Hz] となる。

17 の解答群

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

18 の解答群

- | | | | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|---|
| ① $\frac{1}{\lambda} \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ | ② $\sqrt{\frac{S}{\rho}} - \lambda$ | ③ $\lambda \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ | ④ $\frac{1}{\lambda} \sqrt{\frac{\rho}{S}}$ |
| ⑤ $\lambda \sqrt{\frac{\rho}{S}}$ | ⑥ $\frac{S}{\lambda\rho}$ | ⑦ $\frac{\lambda S}{\rho}$ | ⑧ $\frac{\lambda\rho}{S}$ |

19 の解答群

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

20 の解答群

- | | | | |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| ① $\frac{1}{2L} \sqrt{\frac{\rho}{S}}$ | ② $\frac{L}{2} \sqrt{\frac{\rho}{S}}$ | ③ $L \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ | ④ $\frac{S}{2L\rho}$ |
| ⑤ $\frac{LS}{\rho}$ | ⑥ $\frac{L\rho}{2S}$ | ⑦ $\frac{1}{L} \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ | ⑧ $\frac{1}{2L} \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ |

弦の上において端 A から $\frac{L}{6}$ [m] 離れた位置を点 C とし、点 C で弦を引く力の大きさを変えないように押さえ、端 B から点 C までの弦をはじいて音を発生させると腹が 1 つの定常波となった。その時の音の振動数は 21 [Hz] となることから、最初の状態の音の振動数の 22 倍となる。

21 の解答群

- | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|--|
| ① $\frac{3}{5L} \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ | ② $\frac{3}{L} \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ | ③ $\frac{S}{5L\rho}$ | ④ $\frac{LS}{3\rho}$ |
| ⑤ $\frac{5L}{3} \sqrt{\frac{\rho}{S}}$ | ⑥ $\frac{L}{3} \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ | ⑦ $\frac{5L\rho}{6S}$ | ⑧ $\frac{3}{5L} \sqrt{\frac{\rho}{S}}$ |

22 の解答群

- | | | | |
|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| ① $\frac{1}{2}$ | ② $\frac{1}{3}$ | ③ $\frac{5}{3}$ | ④ $\frac{6}{5}$ |
| ⑤ $\frac{3}{2}$ | ⑥ 2 | ⑦ $\frac{3}{10}$ | ⑧ $\frac{10}{3}$ |

次に、弦を引く力の大きさを S_1 [N] に変更し、 $S_1 < S$ とした。これまでと同様に弦をはじくと腹が 1 つの定常波が生じ、音が発生した。この時の音の振動数を弦を引く力の大きさが S [N] の場合と同じ振動数とするためには、押さえる点を変更し、弦の長さを 23 [m] とする必要がある。

23 の解答群

- | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① $\frac{S_1}{S}$ | ② $\frac{S}{S_1}$ | ③ $\frac{S_1}{LS}$ | ④ $\frac{LS}{S_1}$ |
| ⑤ $\frac{1}{L} \sqrt{\frac{S_1}{S}}$ | ⑥ $\frac{1}{L} \sqrt{\frac{S}{S_1}}$ | ⑦ $L \sqrt{\frac{S_1}{S}}$ | ⑧ $L \sqrt{\frac{S}{S_1}}$ |

同じ材質で太さの異なる弦を用意し，弦の長さを最初の L [m] とする。弦を引く力の大きさ S [N] で張り，弦をはじいて腹が1つの定常波となったときに発生する音の振動数を最初の状態の弦の音の振動数の半分にするには，弦の直径を 24 倍とすればよい。

24 の解答群

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

化 学

(解答番号 ~)

I 次の文 (1) ~ (5) の空欄 ~ にあてはまる最も適切なものを、
解答群から選び、解答欄にマークせよ。ただし、原子量は、 $H=1.00$, $C=12.0$,
 $O=16.0$, $N=14.0$, $I=127$ とする。また、気体定数 $R=8.3\times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$,
水の密度を $1.00 \text{ g}/\text{cm}^3$ とする。

(1) シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 6.30 g を水に溶かして 500 mL にした溶液を
 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、過不足なく中和するに
はこの水酸化ナトリウム水溶液が 200 mL 必要であった。

に対する解答群

- ① 0.0500 ② 0.100 ③ 0.250 ④ 0.500 ⑤ 1.00

(2) 質量パーセント濃度 30.0% の硫酸 (密度 1.22 g/cm^3) を 1.00 L つくるには,
質量パーセント濃度 70.0% の硫酸 mL (密度 1.61 g/cm^3) と水
 mL を, 混合して均一にすればよい。

, に対する解答群

- | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 159 | ② 218 | ③ 266 | ④ 298 | ⑤ 303 | ⑥ 325 |
| ⑦ 675 | ⑧ 697 | ⑨ 734 | ⑩ 751 | ㉑ 841 | |

(3) マンノース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ と尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ を混合し、合計 10.0 g にしたものがある。

この混合物を水に溶解させ 1000 mL にした水溶液の浸透圧を 27°C で測定したところ 199.2 kPa であったので、混合物中のマンノースが 4 g であることがわかった。ただし、マンノースと尿素は電離しないものとする。また、マンノースと尿素はそれぞれが水に対する溶解以外の反応はしないものとする。

4 に対する解答群

① 0.87

② 2.2

③ 2.6

④ 6.6

⑤ 7.8

(4) 油脂 100 g に付加するヨウ素の質量 (単位: g) の数値をヨウ素価という。分子量が のある油脂 79.2 g をけん化するのに 1.00 mol/L の水酸化カリウム水溶液を 270 mL 要した。この油脂 1 分子中の $C=C$ 結合の数が 5 で、 $C\equiv C$ 結合の数が 0 であるとする、ヨウ素価は とわかる。

に対する解答群

- ① 27.0 ② 88.0 ③ 256 ④ 270 ⑤ 878
⑥ 880 ⑦ 884

に対する解答群

- ① 86 ② 119 ③ 144 ④ 165 ⑤ 173

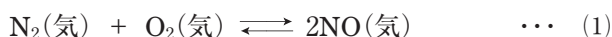
(5) 銅が常温、常圧で、単位格子の一辺の長さが $3.61 \times 10^{-10} \text{ m}$ の面心立方格子の結晶構造をとっているとする、銅は 1.00 cm^3 あたり、 個の原子を含んでいることになる。ただし、 $3.61^3 = 47.0$ とする。

に対する解答群

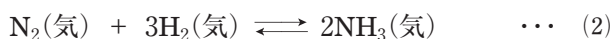
- ① 2.13×10^{22} ② 4.26×10^{22} ③ 8.51×10^{22} ④ 9.32×10^{22}
⑤ 2.85×10^{23} ⑥ 2.13×10^{28} ⑦ 4.26×10^{28} ⑧ 8.51×10^{28}
⑨ 9.32×10^{28} ⑩ 2.85×10^{29}

Ⅱ 次の文の空欄 ～ にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを何度選んでもよい。

窒素が酸化されると一酸化窒素が生じ、次の(1)式で表される可逆反応が平衡状態に達する。



一方、窒素が還元されるとアンモニアが生じ、次の(2)式で表される可逆反応が平衡状態に達する。



一酸化窒素(気)の生成エンタルピーを 90 kJ/mol 、アンモニア(気)の生成エンタルピーを -46 kJ/mol とすると、(1)式の正反応は kJ の 反応であり、(2)式の正反応は kJ の 反応である。

N_2 、 O_2 、 H_2 、 NO 、 NH_3 のモル濃度をそれぞれ $[\text{N}_2]$ 、 $[\text{O}_2]$ 、 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{NO}]$ 、 $[\text{NH}_3]$ で表すと、(1)式の平衡定数 K_1 は で表され、(2)式の平衡定数 K_2 は で表される。このことから、 K_1 の単位は となり、 K_2 の単位は となる。 298 K における K_1 の数値は 4.7×10^{-31} であることから、(1)式の反応がこの温度で平衡状態になったとき、左辺の N_2 と O_2 のモル濃度の和に対して、右辺の NO のモル濃度は 。一方、同じ温度において K_2 の数値は 6.1×10^5 であることから、(2)式の反応がこの温度で平衡状態になったとき、 $[\text{H}_2]$ が 0.10 mol/L 、 $[\text{NH}_3]$ が 3.0 mol/L だとすると $[\text{N}_2]$ は mol/L だと計算される。

(1)式および(2)式の反応がそれぞれ平衡状態にあるとき、温度を上昇させると 。また、圧力を上昇させると 。また、窒素の濃度を増加させると 。また、触媒を添加すると 。

, に対する解答群

- ① 23 ② 45 ③ 46 ④ 90 ⑤ 92 ⑥ 180

, に対する解答群

- ① 吸熱 ② 発熱

12 に対する解答群

- | | | |
|---|--|--|
| ① $\frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]}{[\text{NO}]}$ | ② $\frac{[\text{NO}]}{[\text{N}_2][\text{O}_2]}$ | ③ $\frac{2[\text{NO}]}{[\text{N}_2][\text{O}_2]}$ |
| ④ $\frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]}{2[\text{NO}]}$ | ⑤ $\frac{[\text{N}_2][\text{O}_2]}{[\text{NO}]^2}$ | ⑥ $\frac{[\text{NO}]^2}{[\text{N}_2][\text{O}_2]}$ |

13 に対する解答群

- | | | |
|--|--|--|
| ① $\frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]}{[\text{NH}_3]}$ | ② $\frac{[\text{NH}_3]}{[\text{N}_2][\text{H}_2]}$ | ③ $\frac{2[\text{NH}_3]}{3[\text{N}_2][\text{H}_2]}$ |
| ④ $\frac{3[\text{N}_2][\text{H}_2]}{2[\text{NH}_3]}$ | ⑤ $\frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2}$ | ⑥ $\frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$ |

14 , 15 に対する解答群

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------|
| ① $(\text{mol/L})^{-2}$ | ② $(\text{mol/L})^{-1}$ | ③ mol/L |
| ④ $(\text{mol/L})^2$ | ⑤ な し | |

16 に対する解答群

- | | |
|-----------|-----------|
| ① きわめて小さい | ② きわめて大きい |
|-----------|-----------|

17 に対する解答群

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 3.3×10^{-5} | ② 2.0×10^{-4} | ③ 4.4×10^{-4} |
| ④ 1.5×10^{-2} | ⑤ 6.7×10^{-1} | ⑥ 4.9×10^4 |
| ⑦ 5.5×10^5 | ⑧ 1.2×10^7 | ⑨ 1.8×10^7 |

18

～

21

に対する解答群

- ① (1)式の平衡も，(2)式の平衡も右向きに移動する
- ② (1)式の平衡も，(2)式の平衡も左向きに移動する
- ③ (1)式の平衡も，(2)式の平衡も移動しない
- ④ (1)式の平衡は右向きに移動するが，(2)式の平衡は左向きに移動する
- ⑤ (1)式の平衡は左向きに移動するが，(2)式の平衡は右向きに移動する
- ⑥ (1)式の平衡は移動しないが，(2)式の平衡は右向きに移動する
- ⑦ (1)式の平衡は移動しないが，(2)式の平衡は左向きに移動する
- ⑧ (1)式の平衡は右向きに移動するが，(2)式の平衡は移動しない
- ⑨ (1)式の平衡は左向きに移動するが，(2)式の平衡は移動しない

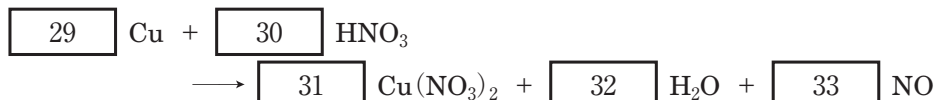
(第Ⅲ問は次ページから始まる)

Ⅲ 次の文(1)～(3)の空欄 22 ～ 40 にあてはまる最も適切なものをそれぞれの解答群から選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを何度選んでもよい。

(1) アンモニアは、 22 の気体で、実験室では塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると得られる。この反応は、 23 の反応である。発生したアンモニアは、 24 で乾燥させたのち 25 で捕集する。

過剰のアンモニア水によって $\text{Zn}(\text{OH})_2$ や Ag_2O は溶ける。これは、それぞれがテトラアンミン亜鉛(Ⅱ)イオン、ジアンミン銀(Ⅰ)イオンとよばれる 26 を形成するためである。形成される 26 の形は、テトラアンミン亜鉛(Ⅱ)イオンが 27 , ジアンミン銀(Ⅰ)イオンが 28 である。

(2) 一酸化窒素は、銅と希硝酸を反応させると得られる。この反応は、次の化学反応式で表される。



発生した一酸化窒素は 34 で捕集する。一酸化窒素は空気中で酸素と容易に反応し、赤褐色の 35 に変化する。 35 は、室温では一部が 36 となる。

(3) 窒素原子は、様々な酸化数をとる。その酸化数は、 35 では 37 , 一酸化窒素では 38 , 硝酸では 39 , アンモニアでは 40 である。

22 に対する解答群

- ① 刺激臭がする無色 ② 腐卵臭がする無色 ③ 無臭で無色
④ 刺激臭がする有色 ⑤ 腐卵臭がする有色 ⑥ 無臭で有色

23 に対する解答群

- ① 揮発性の酸の塩と強酸 ② 揮発性の酸の塩と弱酸
③ 強塩基の塩と強塩基 ④ 弱塩基の塩と強塩基
⑤ 弱塩基の塩と弱塩基 ⑥ 弱酸の塩と強酸

24 に対する解答群

- ① 塩化カルシウム ② 十酸化四リン ③ ソーダ石灰
④ 濃硫酸

25 , **34** に対する解答群

- ① 下方置換 ② 上方置換 ③ 水上置換

26 に対する解答群

- ① エマルション ② 錯イオン ③ 親水コロイド
④ 双性イオン ⑤ 不動態 ⑥ ラセミ体

27 , **28** に対する解答群

- ① 折れ線形 ② 直線形 ③ 正方形
④ 正四面体形 ⑤ 正六角形 ⑥ 正八面体形

29 ~ **33** に対する解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 10

35 , **36** に対する解答群

- ① N_2O ② N_2O_3 ③ NO_2 ④ N_2O_4 ⑤ N_2O_5
⑥ HNO_2 ⑦ HNO_3

37 ~ **40** に対する解答群

- ① + 1 ② + 2 ③ + 3 ④ + 4 ⑤ + 5
⑥ + 6 ⑦ + 7 ⑧ 0 ⑨ - 1 ⑩ - 2
a - 3 b - 4 c - 5 d - 6 e - 7

Ⅳ 次の文を読み、問いに答えよ。ただし、原子量は、 $H=1.00$ 、 $C=12.0$ 、 $O=16.0$ とし、水のモル凝固点降下を $1.85\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とする。また、電解質の電離による溶質粒子の数の変化は無視できるものとする。

炭素、水素、酸素のみからなる化合物 A がある。1.50 g の化合物 A を完全に燃焼させたところ、2.20 g の二酸化炭素と 0.900 g の水が生じた。また、0.450 g の化合物 A を水 10.0 g に溶かしたところ、その溶液の凝固点は -0.925°C であった。化合物 A の水溶液は酸性を示し、またヨードホルム反応を呈した。化合物 A を脱水縮合したところ、化合物 B が得られた。化合物 B の水溶液は中性を示した。0.144 g の化合物 B を水 10.0 g に溶かしたところ、その溶液の凝固点は -0.185°C であった。また化合物 B の水溶液に希塩酸を加えて加熱すると再び化合物 A が得られた。金属触媒存在下で 化合物 B は重合し、高分子化合物 C を生じた。 化合物 C はその特徴から機能性高分子化合物とよばれる。

問1 化合物 A と化合物 B の分子式を整数 x 、 y 、 z を用いて $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ と表したとき、化合物 A と化合物 B それぞれの x 、 y 、 z の値として最も適切なものを解答群から選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを何度選んでもよい。

化合物 A	x :	<input type="text" value="41"/>	y :	<input type="text" value="42"/>	z :	<input type="text" value="43"/>
化合物 B	x :	<input type="text" value="44"/>	y :	<input type="text" value="45"/>	z :	<input type="text" value="46"/>

~ に対する解答群

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 | ⑥ 6 |
| ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 10 | Ⓐ 11 | Ⓑ 12 |

問 2 化合物 A の構造異性体，シス-トランス異性体，鏡像異性体は存在するか。適切なものを解答群から選び，解答欄にマークせよ。ただし，同じものを何度選んでもよい。

構造異性体：

シス-トランス異性体：

鏡像異性体：

～ に対する解答群

- ① 存在する ② 存在しない

問 3 文中の下線部アの反応の名称として最も適切なものを解答群から選び，解答欄 にマークせよ。

に対する解答群

- ① 付加重合 ② 縮合重合 ③ 開環重合
④ 再生繊維形成

問 4 高分子化合物 C を構成する単量体を化合物 A と考えると，単量体間に形成される結合は何か。最も適切なものを解答群から選び，解答欄 にマークせよ。

に対する解答群

- ① アミド結合 ② エステル結合 ③ エーテル結合
④ 二重結合 ⑤ 配位結合

問5 文中の下線部イに関して、高分子化合物 C の性質とそのような高分子の名称として最も適切なものを解答群から選び、解答欄

 にマークせよ。

に対する解答群

- ① 自然環境中の微生物によって分解されるため、生分解性高分子とよばれる。
- ② 金属と同じくらい電気をよく通すため、導電性高分子とよばれる。
- ③ 大量の水を吸収・保持できるため、吸水性高分子とよばれる。
- ④ 光により物理的・化学的性質が顕著に変わるため、感光性高分子とよばれる。

生 物

(解答番号 ～)

I 血清療法に関する次の会話文を読み、以下の各問いに答えよ。

生徒： が「血清療法」を開発した経緯を教えてください。

先生：いいでしょう。1889年に破傷風菌の純粋培養に成功した は、次に、破傷風菌から取り出した毒素をウサギに接種するという実験を行いました。まず、ウサギが死なない程度の少量の毒素を注射し、量を段階的に増やしながら複数回同じウサギに投与すると、そのウサギは、やがて通常では死んでしまう量の毒素にも耐えられるようになります。この現象を は、毒素に対抗する「抗毒素」がウサギの血液中に産生されたためだと考えました。さらに、 は「抗毒素」を含んだウサギの血清を、マウスに注射することで、『 X 』ことを発見しました。これが「血清療法」の開発につながりました。

生徒：「抗毒素」という言葉は初めて聞きました。

先生：そうですね。この「抗毒素」は、今日でいう のことをさしています。ウサギに注射された毒素は、まず、 の細胞内に取り込まれて分解され、細胞表面に提示されます。次に、 はリンパ節に移動し、提示された毒素の分解物を認識できる を活性化します。活性化された は、次に、毒素を認識できる を活性化します。 は、増殖を繰り返しながら、 に分化し、毒素に対する を分泌するようになります。この が結合することで、破傷風菌の毒素が無毒化され、すみやかに除去されるようになります。

生徒：ウサギに毒素を複数回注射することには意味があるのですか？

先生：はい。ウサギに を起こさせることを目的としています。最初に毒素を注射した後、活性化された の一部は記憶細胞となり、ウサギの体内に残り続けます。この記憶細胞は、次に毒素が体内に入ってきたときにただちに増

殖して、 になり、最初よりも毒素に対する を多量に産生するようになります。この を利用して、毒素に対する を多く含んだ血清を作ることができるのです。

生徒：わかりました。しかし、現在では、血清療法はあまり使われないそうですね。

先生：はい。血清療法ではヒト以外の動物の血清をヒトに注射しますが、同じ動物の血清を同じ人に二度注射すると重篤な障害を引き起こす可能性があるなど、様々な問題があります。他の安全な治療法が開発されたこともあり、血清療法は現在ではあまり使用されていません。破傷風も予防接種によって予防することができますし、副作用の少ない治療薬も開発されています。

問1 会話文中の に当てはまる最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。ただし、 の中の同じ番号には同じ語が当てはまる。

~

〔解答群〕

- | | | |
|----------|------------|---------|
| ① 北里柴三郎 | ② コッホ | ③ ジェンナー |
| ④ 野口英世 | ⑤ パスツール | ⑥ アレルゲン |
| ⑦ 抗原 | ⑧ 抗体 | ⑨ アレルギー |
| ⑩ 抗原抗体反応 | Ⓐ ツベルクリン反応 | Ⓑ 二次応答 |
| Ⓒ NK細胞 | Ⓓ キラーT細胞 | Ⓔ 形質細胞 |
| Ⓕ 好中球 | Ⓖ 樹状細胞 | Ⓖ 単球 |
| Ⓖ B細胞 | Ⓙ ヘルパーT細胞 | |

問2 会話文中の『 X 』に入るものとして、最も適切なものを下の解答群から
選び、マークせよ。 8

〔解答群〕

- ① マウスが破傷風菌の毒素に対する免疫記憶を獲得する
- ② マウスが破傷風菌の毒素に耐えられるようになる
- ③ マウスが免疫不全となる
- ④ マウスの体内で破傷風菌に対する免疫反応が起きなくなる
- ⑤ マウスの体内で破傷風菌の毒素に対する 2 が過剰に産生される
- ⑥ マウスの体内で破傷風菌の毒素を認識する 4 が増殖する

問3 5 以外に記憶細胞となることができる細胞として最も適切なものを下の
解答群から二つ選び、マークせよ。ただし、解答の順序は問わない。

9 , 10

〔解答群〕

- | | | |
|-------------|------------|---------|
| ① NK 細胞 | ② キラー T 細胞 | ③ 血小板 |
| ④ 好中球 | ⑤ 樹状細胞 | ⑥ 神経細胞 |
| ⑦ 赤血球 | ⑧ 単 球 | ⑨ B 細胞 |
| ⑩ ヘルパー T 細胞 | ① マクロファージ | ② マスト細胞 |

問4 下線部アの細胞に関する次のAからCの記述のうち、正しい記述またはその組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。 11

A 細胞表面に破傷風菌の毒素に結合する免疫グロブリンが存在する。

B 3 の抗原提示を受けて活性化される。

C 破傷風菌の毒素を取り込んで抗原提示できる。

〔解答群〕

- ① Aのみ ② Bのみ ③ Cのみ ④ AとB
⑤ AとC ⑥ BとC ⑦ AとBとC ⑧ 正しい記述はない

問5 下線部イの理由として最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。

12

〔解答群〕

- ① 肝臓で 2 と毒素の複合体が解毒されるため。
② 腎臓で 2 と毒素の複合体が尿中に排出されるため。
③ すい臓の分泌酵素によって 2 と毒素の複合体が分解されるため。
④ マクロファージが 2 と毒素の複合体を食作用で取り込み分解するため。
⑤ マスト細胞が 2 と毒素の複合体を認識し、ヒスタミンを分泌するため。

問6 下線部ウの理由として、最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。

13

〔解答群〕

- ① 最初の注射で、体内に入った血清成分に対する免疫寛容が起きるため。
- ② 最初の注射で、体内に入った血清成分を認識する記憶細胞が形成されるため。
- ③ 最初の注射で、体内に入った免疫細胞が記憶細胞に変化して保存されるため。
- ④ 2回目の注射で、体内に入った血清成分に対する免疫寛容が起きるため。
- ⑤ 2回目の注射で、体内に入った血清成分を認識する記憶細胞が形成されるため。
- ⑥ 2回目の注射で、体内に入った免疫細胞が記憶細胞に変化して保存されるため。

問7 下線部エに関する次のAからCの記述のうち、正しい記述またはその組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。

14

- A 破傷風の予防接種では、体液性免疫は誘導できない。
- B 破傷風の予防接種により、破傷風菌の毒素に対する免疫記憶を獲得できる。
- C 予防接種の際に抗原として接種する物質は、ワクチンと呼ばれる。

〔解答群〕

- ① Aのみ ② Bのみ ③ Cのみ ④ AとB
- ⑤ AとC ⑥ BとC ⑦ AとBとC ⑧ 正しい記述はない

(第Ⅱ問は次ページから始まる)

Ⅱ 植物ホルモンに関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

図1のように、寒天片の上に幼植物体を水平に置き、しおれないようにして暗黒条件下に静置すると、重力の影響を受けて茎の先端は上方に、根の先端は下方に曲がり始める。これは 15 とよばれる現象である。

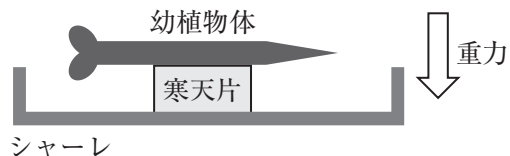


図1 暗黒条件下で幼植物体を水平に置いた実験

図1の幼植物体では、頂芽で合成されたオーキシンは茎の 16 になった側に多く移動する。茎では、オーキシンの濃度が高くなると細胞の伸長が 17 されるため、茎の先端は上方に曲がる。図1の幼植物体の根では、茎から根の 18 をとおって 19 に達したオーキシンは、反転してやがて根の伸長帯に達する。このとき、オーキシンは根の 20 になった側に多く移動する。オーキシンの濃度に対する感受性が根と茎で異なるため、根の先端は下方に曲がる。

また、図2のように、幼植物体を寒天片に接触させた状態で水平面に対して垂直に立て、しおれないようにして、側方から光をあてると、やがて、茎は光源の方向へ、根は光源とは逆の方向へ曲がり始める。これは、照射した光に含まれる 21 光を 22 が吸収した結果、オーキシンの濃度差が生じるからである。

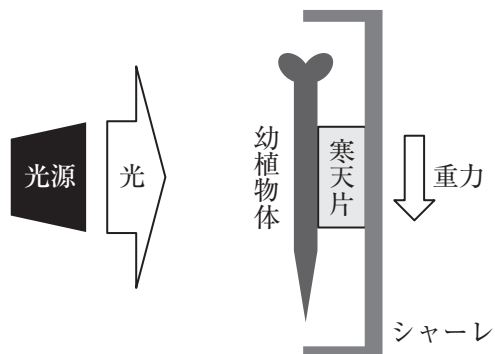


図2 幼植物体を垂直に立てて側方から光を照射した実験

問1 文中の に当てはまる最も適切な語を下の解答群から選び、マークせよ。
ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。 15 ~ 22

〔解答群〕

- | | | |
|-----------|------------|----------|
| ① 傾 性 | ② 屈 性 | ③ 成 熟 |
| ④ 細胞間隙 | ⑤ 上 | ⑥ 下 |
| ⑦ 原形質連絡 | ⑧ 表 皮 | ⑨ 促 進 |
| ⑩ 抑 制 | Ⓐ 中心柱 | Ⓑ 根 冠 |
| Ⓒ 遠赤色 | Ⓓ 赤 色 | Ⓔ 青 色 |
| Ⓕ 緑 色 | Ⓖ クロロフィル a | Ⓗ フィトクロム |
| Ⓖ クリプトクロム | Ⓙ フォトトロピン | |

問2 オーキシンの移動に関する次の文中の に当てはまる最も適切な語を下
の解答群から選び、マークせよ。 23 ~ 26

茎の頂端部で合成されたオーキシンは下部へと移動する。この移動には、
 23 に存在し、細胞外にオーキシンを排出する 24 タンパク質と、細胞内にオーキシンを取りこむ 25 タンパク質が関与する。根におけるオーキシンの移動方向の決定には、コルメラ細胞内の 26 の沈降が関与している。

〔解答群〕

- | | | | |
|-------|--------|---------|-----------|
| ① 細胞壁 | ② 核 膜 | ③ 細胞質基質 | ④ 細胞膜 |
| ⑤ 液 胞 | ⑥ 葉緑体 | ⑦ AUX | ⑧ プロトンポンプ |
| ⑨ 小胞体 | ⑩ ゴルジ体 | Ⓐ PIN | Ⓑ アミラーゼ |
| Ⓒ 核 酸 | Ⓓ 中心柱 | Ⓔ 削除 | Ⓗ アミロプラスト |

問3 次のAからDに示す物質のうち、植物ホルモンまたはその組合せとして最も適切なものを下の解答群から選びマークせよ。

27

- A エチレン
- B ピルビン酸
- C インドール酢酸
- D フィトクロム

〔解答群〕

- | | | |
|------------|---------|-----------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Cのみ |
| ④ Dのみ | ⑤ AとB | ⑥ AとC |
| ⑦ AとD | ⑧ BとC | ⑨ BとD |
| ⑩ CとD | Ⓐ AとBとC | Ⓑ AとBとD |
| Ⓒ AとCとD | Ⓓ BとCとD | Ⓔ AとBとCとD |
| Ⓕ 正しいものはない | | |

問4 植物ホルモンなどの発見に関する次のAからCの記述のうち、正しい記述またはその組合せとして最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。

28

- A ジベレリンは、種なしになるブドウの品種から発見された。
- B オーキシンは、馬鹿^{ばか}苗^{なえびょう}病というイネの病気の病原菌が分泌する物質として見いだされた。
- C シロイヌナズナでは、葉で合成されたFTタンパク質が茎頂に運ばれてフロリゲンとしてはたらくことが明らかにされた。

〔解答群〕

- | | | | |
|-------|-------|---------|------------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Cのみ | ④ AとB |
| ⑤ AとC | ⑥ BとC | ⑦ AとBとC | ⑧ 正しい記述はない |

(第Ⅲ問は次ページから始まる)

Ⅲ タンパク質とその合成に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

ヒトでは約『 X 』種類のタンパク質があるといわれており、タンパク質には過酸化水素の分解を触媒する 29 , 酸素を運ぶ 30 , 血糖濃度を調節する 31 などがある。タンパク質はDNAの遺伝情報をもとにつくられている。タンパク質を構成するアミノ酸は『 Y 』種類あり、タンパク質の種類ごとにアミノ酸配列が決まっている。アミノ酸を指定しているのは、コドンとよばれる3個一組の塩基配列であり、アミノ酸を指定するコドンは『 Z 』種類ある。遺伝情報に基づいてタンパク質がつくられる際、DNAの塩基配列がRNAに写しとられる過程を転写、RNAの塩基配列がアミノ酸配列に読みかえられてタンパク質が合成される過程を翻訳という。翻訳の際、 32 がmRNAに結合し、それぞれのコドンに相補的な配列(アンチコドン)をもつtRNAがそのコドンに対応するアミノ酸を運ぶ。運ばれたアミノ酸は次々と 33 でつながれ、タンパク質の一次構造ができる。

問1 上の文中の に当てはまる最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。 29 ~ 33

〔解答群〕

- | | | |
|------------|----------|-----------|
| ① ATP | ② S-S結合 | ③ アミラーゼ |
| ④ 遺伝子 | ⑤ インスリン | ⑥ カタラーゼ |
| ⑦ ゴルジ体 | ⑧ 水素結合 | ⑨ 赤血球 |
| ⑩ プロモーター | Ⓐ ペプシン | Ⓑ ペプチド結合 |
| Ⓒ ヘモグロビン | Ⓓ ポリメラーゼ | Ⓔ ミトコンドリア |
| Ⓕ ランゲルハンス島 | Ⓖ リソソーム | Ⓗ リボソーム |

問2 文中の『 X 』,『 Y 』,『 Z 』に当てはまる最も適切な数を下の解答群から選び,マークせよ。ただし,同じ数を繰り返し選んでもよい。

34

 ~

36

『 X 』 :

34

『 Y 』 :

35

『 Z 』 :

36

〔解答群〕

- | | | | | |
|-------|-------|---------|-------|-------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 8 |
| ⑥ 16 | ⑦ 20 | ⑧ 60 | ⑨ 61 | ⑩ 64 |
| Ⓐ 128 | Ⓑ 10万 | Ⓒ 1000万 | Ⓓ 10億 | Ⓔ 30億 |

問3 下線部アに関して,次のAからDの記述のうち転写で起こる現象3つを選択し,それらを起こる順に並べたものを下の解答群から選び,マークせよ。

37

- A 2本鎖 DNA の一部で塩基対間の結合が開裂して1本鎖となる。
B 鋳型となる DNA に相補的なプライマーとよばれる短い RNA が合成される。
C RNA 鎖が DNA 鎖から離れる。
D アンチセンス鎖に相補的な RNA スクレオチドが結合する。

〔解答群〕

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① A→B→C | ② A→B→D | ③ A→C→B |
| ④ A→C→D | ⑤ A→D→B | ⑥ A→D→C |
| ⑦ B→A→C | ⑧ B→A→D | ⑨ B→C→A |
| ⑩ B→C→D | Ⓐ B→D→A | Ⓑ B→D→C |
| Ⓒ C→A→B | Ⓓ C→A→D | Ⓔ C→B→A |
| Ⓕ C→B→D | Ⓖ C→D→A | Ⓗ C→D→B |

問4 下線部イに関して、次のAからDの記述のうち、正しい記述あるいはその組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。

38

- A タンパク質の一次構造は、 α ヘリックスか β シートのどちらか一方のみを含む構造である。
- B タンパク質の一次構造はアミノ酸配列である。
- C タンパク質の一次構造がヒストンに巻き付いて、立体構造をとる。
- D タンパク質の一次構造は核内でつくられる。

〔解答群〕

- | | | |
|------------|---------|-----------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Cのみ |
| ④ Dのみ | ⑤ AとB | ⑥ AとC |
| ⑦ AとD | ⑧ BとC | ⑨ BとD |
| ⑩ CとD | Ⓐ AとBとC | Ⓑ AとBとD |
| Ⓒ AとCとD | Ⓓ BとCとD | Ⓔ AとBとCとD |
| Ⓕ 正しい記述はない | | |

問5 転写，翻訳に関する次のAからDの記述のうち，正しい記述あるいはその組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選び，マークせよ。 39

- A 原核生物では翻訳は起こらず，転写のみでタンパク質が合成される。
- B タンパク質合成に必要な部分のDNAは，スプライシングによって除去される。
- C 転写の際に鋳型となるDNA鎖はセンス鎖と呼ばれる。
- D 翻訳の際， 32 が塩基1個分移動するごとにアミノ酸が1個ずつつながれる。

〔解答群〕

- | | | |
|------------|---------|-----------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Cのみ |
| ④ Dのみ | ⑤ AとB | ⑥ AとC |
| ⑦ AとD | ⑧ BとC | ⑨ BとD |
| ⑩ CとD | Ⓐ AとBとC | Ⓑ AとBとD |
| Ⓒ AとCとD | Ⓓ BとCとD | Ⓔ AとBとCとD |
| Ⓕ 正しい記述はない | | |

問6 次の文中の に当てはまる最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。 40

センス鎖の塩基が5'から3'の方向へ、次のように並んでいるDNAがある。

「GACGCCACCATGGCCAACATCCGAATCTGTCCAGGATAATAGCTGAA」

このDNAには開始コドン（メチオニンを指定）および終止コドンに対応する配列が含まれ、9個のアミノ酸が指定されているとする。このDNAから転写されてつくられるmRNAの終止コドンは 40 である。ただし、スプライシングは起こらないものとする。

〔解答群〕

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① TAA | ② TAG | ③ TGA | ④ TGG |
| ⑤ UAA | ⑥ UAG | ⑦ UGA | ⑧ UGG |

問7 次のAからDの記述のうち、正しい記述あるいはその組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。

41

- A 終止コドンの塩基に置換が起きても、タンパク質のアミノ酸配列が変化しないことがある。
- B コドンの塩基に置換が起きても、そのコドンが指定するアミノ酸が変化しないことがある。
- C メチオニンを指定するコドンの塩基に置換が起きても、そのコドンがメチオニンを指定することがある。
- D 終止コドンの3つの塩基のうち2つに置換が起きても、そのコドンが終止コドンとしてはたらくことがある。

〔解答群〕

- | | | |
|------------|---------|-----------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Cのみ |
| ④ Dのみ | ⑤ AとB | ⑥ AとC |
| ⑦ AとD | ⑧ BとC | ⑨ BとD |
| ⑩ CとD | Ⓐ AとBとC | Ⓑ AとBとD |
| Ⓒ AとCとD | Ⓓ BとCとD | Ⓔ AとBとCとD |
| Ⓕ 正しい記述はない | | |

Ⅳ 物質循環に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

生態系内の 循環では大部分が生物間の循環であるのに対し、 循環は各生物と大気間のやりとりがある。それに加え 循環は、化石燃料の使用によるヒトの経済活動の影響も大きく受けるようになった。

大気との 循環にかかわる生物のひとつに、 細菌がある。

細菌はニトロゲナーゼをもち、大気中の 分子を に還元できる。生物の枯死体、遺体、排出物の分解物の中の は、 菌により形を変えられ、あるいはそのまま植物に利用される。土壌中の有機 化合物の多くは再利用されるが、一部は 細菌のはたらきで ガスに変えられ、大気中にもどる。この過程で産生される は、メタンなどとともに ガスと呼ばれる。

問1 上の文中の に当てはまる最も適切な語を下の解答群から選び、マークせよ。ただし、 の中の同じ番号には同じ語があてはまる。

～

〔解答群〕

- | | | |
|-------------|------------|-----------|
| ① 窒素 | ② 脱窒素 | ③ 一酸化二窒素 |
| ④ 硫酸 | ⑤ 酸素 | ⑥ 炭素 |
| ⑦ エチレン | ⑧ 二酸化炭素 | ⑨ カリウムイオン |
| ⑩ アンモニウムイオン | Ⓐ ナトリウムイオン | Ⓑ 温室効果 |
| Ⓒ 窒素固定 | Ⓓ リン酸化 | Ⓔ 硝化 |
| Ⓕ 密度効果 | Ⓖ 間接効果 | |

問2 下線部アの 44 細菌についてのAからDの記述のうち、正しい記述またはその組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。

50

- A ネンジュモはニトロゲナーゼをもつが、緑藻類のため、この仲間には含まれない。
- B 陸上における遷移の先駆種など、栄養分が乏しい場所に進入できる植物には、この細菌と共生しているものがある。
- C 好気性のアゾトバクターや嫌気性のクロストリジウムが含まれる。
- D 根粒菌は共生相手の植物に生成した物質を与えるのみなので、片利共生といえる。

〔解答群〕

- | | | |
|------------|---------|-----------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Cのみ |
| ④ Dのみ | ⑤ AとB | ⑥ AとC |
| ⑦ AとD | ⑧ BとC | ⑨ BとD |
| ⑩ CとD | ⑪ AとBとC | ⑫ AとBとD |
| ⑬ AとCとD | ⑭ BとCとD | ⑮ AとBとCとD |
| ⑯ 正しい記述はない | | |

問3 下線部イの 46 菌では、この反応で得られた化学エネルギーを使って、光を使わない炭酸同化を行っている。次のAからDの物質のうち、光を使わない炭酸同化にかかわるものあるいはその組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。 51

- A バクテリオクロロフィル
- B ルビスコ
- C ホスホグリセリン酸
- D 酸素 (O_2)

〔解答群〕

- | | | |
|--------------|---------|-----------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Cのみ |
| ④ Dのみ | ⑤ AとB | ⑥ AとC |
| ⑦ AとD | ⑧ BとC | ⑨ BとD |
| ⑩ CとD | Ⓐ AとBとC | Ⓑ AとBとD |
| Ⓒ AとCとD | Ⓓ BとCとD | Ⓔ AとBとCとD |
| Ⓕ 当てはまるものはない | | |

問4 下のAからDの物質のうち、下線部ウの 49 ガスに当てはまるもの、あるいはその組み合わせとして最も適切なものを下の解答群から選び、マークせよ。

52

- A 硫化水素
- B 二酸化炭素
- C オゾン
- D フロン

〔解答群〕

- | | | |
|--------------|---------|-----------|
| ① Aのみ | ② Bのみ | ③ Cのみ |
| ④ Dのみ | ⑤ AとB | ⑥ AとC |
| ⑦ AとD | ⑧ BとC | ⑨ BとD |
| ⑩ CとD | Ⓐ AとBとC | Ⓑ AとBとD |
| Ⓒ AとCとD | Ⓓ BとCとD | Ⓔ AとBとCとD |
| Ⓕ 当てはまるものはない | | |