

## 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 トレイルランニングは、登山道や林道など舗装されていない道を走りタイムを競うスポーツである。2032年のオリンピック競技への採用が期待されている<sup>[1]</sup>。図1はトレイルランニングの様子を示している<sup>[2]</sup>。いま、選手がスタート地点から走り始めようとしている。選手の質量を  $M = 60 \text{ kg}$  とし、ランニングする選手の運動を物理現象として簡略化して、質量  $M [\text{kg}]$  の物体の運動に置き換えて考えてみよう。選手(物体)の大きさ、空気抵抗、摩擦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。例えば、水平面の場合、選手に外力が加えられて初めて前に進むことになる。選手を前に進めようとする力をここでは推進力と呼ぶことにするが、物理の問題として選手が進もうとする向きと同じ向きで一定の大きさの外力  $f [\text{N}]$  が加えられる状態と考えることにする。この外力(推進力)は、オンまたはオフにすることができる。ここで、外力はオンにする前であればその大きさを変化させることができる。ただし、いったんオンにしたらオフにするまで大きさを変えることはできない。また、例えば、外力(推進力)がオフの場合でも、等速度運動あるいは等加速度運動となり、ランニングしている状態になる場合がある。重力加速度の大きさを  $g [\text{m/s}^2]$  とする。

## 参考文献

- [1] The International Trail Running Association, “Trail Running’s Olympic and Paralympic Legacy”, (2024)  
[2] <https://www.hoka.com>



図 1

- (1) 図 2 の A の位置から推進力をオンにして初速度  $0 \text{ m/s}$  でスタートした選手が B の位置まで加速しながら走った。位置 B での選手の速さは、  $\text{m/s}$  である。ただし、選手は  $0.2 \text{ m/s}^2$  の大きさの加速度で等加速度運動したものとする。また、この運動で選手に蓄えられた力学的エネルギーは   $\times 10^3 \text{ J}$  である。

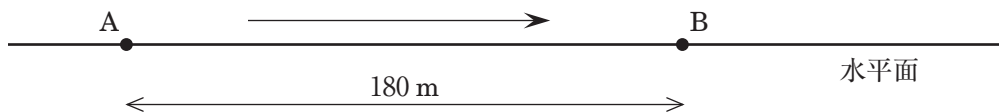


図 2

の解答群

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 0.9 | ② 1.7 | ③ 2.8 | ④ 3.7 | ⑤ 4.7 |
| ⑥ 5.6 | ⑦ 6.5 | ⑧ 7.3 | ⑨ 8.5 | ⑩ 9.8 |

の解答群

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 0.7 | ② 1.5 | ③ 2.2 | ④ 2.7 | ⑤ 3.5 |
| ⑥ 4.2 | ⑦ 5.1 | ⑧ 6.3 | ⑨ 7.5 | ⑩ 9.1 |

- (2) 図3のように、水平面に対して角度 $\theta$ をなす斜面を選手がランニングしながら（斜面に沿った方向に推進力がオンの状態で）上っている。斜面に沿った方向の選手の運動方程式は 3 である。ただし、斜面に沿って上向きを正とし、（斜面に沿った上向きの）選手の推進力の大きさを $f$  [N] とし、選手の加速度を $a$  [m/s<sup>2</sup>] とする。図のCの位置から推進力をオンにして初速度0 m/sでスタートした選手がDの位置で速度 $v$  [m/s] となったとき、この間に選手に蓄えられた力学的エネルギーは 4 [J] である。CD間の距離を $L$  [m] とする。

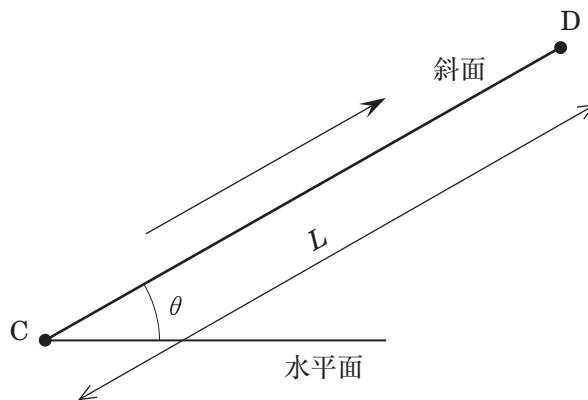


図3

3 の解答群

- |                             |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ① $f - Mg \sin \theta = Ma$ | ② $f - Mg \cos \theta = Ma$ | ③ $f - Mg \tan \theta = Ma$ |
| ④ $f + Mg \sin \theta = Ma$ | ⑤ $f + Mg \cos \theta = Ma$ | ⑥ $f + Mg \tan \theta = Ma$ |
| ⑦ $f - Mg = Ma$             | ⑧ $f + Mg = Ma$             |                             |

4 の解答群

- |                                        |                                        |                                        |
|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| ① $\frac{1}{2} Mv^2$                   | ② $\frac{1}{2} Mv^2 + MgL$             | ③ $\frac{1}{2} Mv^2 + MgL \cos \theta$ |
| ④ $\frac{1}{2} Mv^2 + MgL \sin \theta$ | ⑤ $\frac{1}{2} Mv^2 + MgL \tan \theta$ | ⑥ $\frac{1}{2} Mv^2 - MgL$             |
| ⑦ $\frac{1}{2} Mv^2 - MgL \cos \theta$ | ⑧ $\frac{1}{2} Mv^2 - MgL \sin \theta$ |                                        |

(3) この競技に負けてしまったため、選手は室内でトレーニングに励んだ。図4のような、水平面（床）に対して角度 $\theta$ をなすトレッドミル（ランニングマシン）上を選手がランニングしている。トレッドミルの斜面が動く速度は大きさが $V$ 〔m/s〕で斜面を下る向きであるとする、選手は斜面を上向きに速さ $V$ 〔m/s〕で走り続ける必要がある、ここではその運動を通常の（(2)の）ランニングと同じであると考えてよいものとする。この斜面に対する相対速度の大きさ $V$ 〔m/s〕のランニングをするためには、選手は単位時間（秒）あたり 5 〔J〕の力学的エネルギーを推進力から得る必要がある。また、選手の斜面を上るランニングの斜面に対する相対速度の大きさが $V - a$ 〔m/s〕（ $V > a > 0$ ）になったとすると、選手の速度について考えると、6 である。ただし、斜面に対する相対速度とは、動く斜面に対する相対速度のことである。

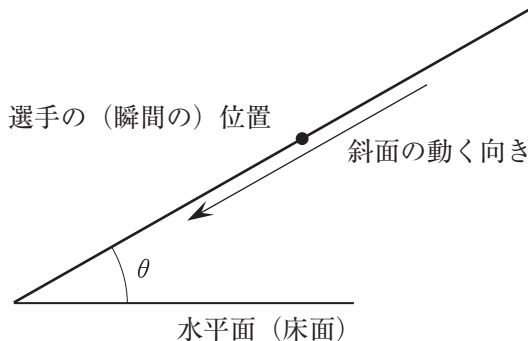


図4

5 の解答群

- |                             |                             |                             |                     |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| ① $MgV$                     | ② $MgV \sin \theta$         | ③ $MgV \cos \theta$         | ④ $MgV \tan \theta$ |
| ⑤ $\frac{MgV}{\sin \theta}$ | ⑥ $\frac{MgV}{\cos \theta}$ | ⑦ $\frac{MgV}{\tan \theta}$ | ⑧ $\frac{1}{2}MV^2$ |

次のアからクの記述のうち、

|   |
|---|
| 6 |
|---|

にあてはまる正しい記述の組み合わせを下の解答群から選び、マークせよ。

- ア 選手の斜面に対する相対速度の大きさは  $0 \text{ m/s}$   
イ 選手の床に対する相対速度の大きさは  $0 \text{ m/s}$   
ウ 選手の床に対する相対速度の大きさは  $V \text{ [m/s]}$   
エ 選手の床に対する斜面に沿った方向の相対速度は斜面下向きで大きさが  $a \text{ [m/s]}$   
オ 選手の床に対する斜面に沿った方向の相対速度は斜面上向きで大きさが  $V - a \text{ [m/s]}$   
カ 選手の床に対する斜面に沿った方向の相対速度は斜面下向きで大きさが  $V - a \text{ [m/s]}$   
キ 選手の斜面に対する水平方向の相対速度は図4の右向きで大きさが  $(V - a) \cos \theta \text{ [m/s]}$   
ク 選手の斜面に対する水平方向の相対速度は図4の左向きで大きさが  $(V - a) \cos \theta \text{ [m/s]}$

|   |
|---|
| 6 |
|---|

 の解答群

- |                  |       |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| ① アとエ            | ② アとオ | ③ アとカ | ④ アとキ | ⑤ アとウ |
| ⑥ イとエ            | ⑦ イとオ | ⑧ イとカ | ⑨ イとキ | ⑩ イとク |
| Ⓐ ウとエ            | Ⓑ ウとオ | Ⓒ ウとカ | Ⓓ ウとキ | Ⓔ ウとク |
| Ⓕ エとキ            | Ⓖ エとク | Ⓗ オとキ | Ⓘ オとク |       |
| Ⓙ 正しい記述の組み合わせはない |       |       |       |       |

(4) 図5は次の競技におけるコース EFGHI の図（アップダウン）を示している。ここで、推進力をオフからオンにする（外力を加え始める）、あるいはオンからオフにする（外力を加えるのをやめる）ことができるのは F, G, H 点のみとし、さらに各区内で一定であれば外力の大きさを  $f$  [N] 以下にできるものとする。初速度  $0$  m/s で E 点をスタートした選手が点 F, G, H, I 点を通過した瞬間の速さをそれぞれ  $v_1$  [m/s],  $v_2$  [m/s],  $v_3$  [m/s],  $v_4$  [m/s] ( $v_1, v_2, v_3, v_4 > 0$ ) とする。ここで、区間 EF, FG, GH, HI でそれぞれ推進力をオンにしかつ外力の大きさを  $f$  [N] とした場合は  $[1, 0, 0, 0]$  と書かれる。また区間 EF のみ推進力がオンでそのときの外力の大きさが  $0.8f$  [N] の場合は  $[0.8, 0, 0, 0]$  と書かれる。いま、 $[1, 0, 1, 0]$  としたとき（2つの上り区間 EF と GH で推進力をオンにし、区間 FG と HI は斜面に沿って滑り下りたと考えてよいものとする）、コース全体の所要時間を  $M, f, g, v_1, v_2, v_3, v_4, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$  を用いて表すと 7 [s] である。次に、推進力にすることができないエネルギーに限りがあり、その上限が  $U$  [J] である ( $[1, 1, 1, 1]$  にするだけのエネルギーがない) 場合の、推進力の使い方と所要時間の関係を考えると、記述として正しいのは、8 , ということになる。ただし、選手は斜面（地面）から離れることはなく、地点 F, G, H それぞれの直前と直後の速さは等しいものとする。また、 $[1, 1, 0, 0]$  で  $U$  [J] を使い切ることはないものとする。

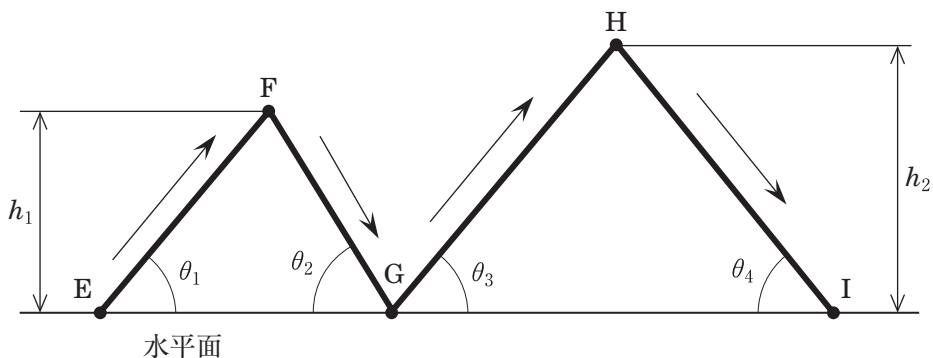


図5

7

 の解答群

- ①  $\frac{v_1}{\frac{f}{M} - g \sin \theta_1} + \frac{v_1 - v_2}{g \sin \theta_2} + \frac{v_2 - v_3}{\frac{f}{M} - g \sin \theta_3} + \frac{v_3 - v_4}{g \sin \theta_4}$
- ②  $\frac{v_1}{\frac{f}{M} + g \sin \theta_1} + \frac{v_1 - v_2}{g \sin \theta_2} + \frac{v_2 - v_3}{\frac{f}{M} + g \sin \theta_3} + \frac{v_3 - v_4}{g \sin \theta_4}$
- ③  $\frac{v_1}{\frac{f}{M} - g \cos \theta_1} + \frac{v_1 - v_2}{g \cos \theta_2} + \frac{v_2 - v_3}{\frac{f}{M} - g \cos \theta_3} + \frac{v_3 - v_4}{g \cos \theta_4}$
- ④  $\frac{v_1}{\frac{f}{M} + g \cos \theta_1} + \frac{v_1 - v_2}{g \cos \theta_2} + \frac{v_2 - v_3}{\frac{f}{M} + g \cos \theta_3} + \frac{v_3 - v_4}{g \cos \theta_4}$
- ⑤  $\frac{v_1}{\frac{f}{M} - g \sin \theta_1} + \frac{v_2 - v_1}{g \sin \theta_2} + \frac{v_3 - v_2}{\frac{f}{M} - g \sin \theta_3} + \frac{v_4 - v_3}{g \sin \theta_4}$
- ⑥  $\frac{v_1}{\frac{f}{M} + g \sin \theta_1} + \frac{v_2 - v_1}{g \sin \theta_2} + \frac{v_3 - v_2}{\frac{f}{M} + g \sin \theta_3} + \frac{v_4 - v_3}{g \sin \theta_4}$
- ⑦  $\frac{v_1}{\frac{f}{M} - g \cos \theta_1} + \frac{v_2 - v_1}{g \cos \theta_2} + \frac{v_3 - v_2}{\frac{f}{M} - g \cos \theta_3} + \frac{v_4 - v_3}{g \cos \theta_4}$
- ⑧  $\frac{v_1}{\frac{f}{M} + g \cos \theta_1} + \frac{v_2 - v_1}{g \cos \theta_2} + \frac{v_3 - v_2}{\frac{f}{M} + g \cos \theta_3} + \frac{v_4 - v_3}{g \cos \theta_4}$

8 の解答群

- ① できるだけ早く推進力を使い切る  $[1, 1, \dots]$  と所要時間が最も短くなる
- ② スタートからゴールまで一定の推進力を常に使い続けるように均等割する  $[\bar{f}, \bar{f}, \bar{f}, \bar{f}]$  と所要時間が最も短くなる ( $\bar{f}$  は均等に推進力のエネルギーを使い切るための平均の外力)
- ③ 推進力を温存しておいて、ラストスパートで使い切る  $[\dots, 1]$  と所用時間が最も短くなる
- ④ 推進力をどのように用いても、 $U[J]$  が一定である限り所要時間は同じである
- ⑤ 斜面 EF と斜面 GH の 2 か所で推進力を用いる  $[1, 0, 1, 0]$  と所要時間が最も短くなる
- ⑥ 斜面 EF と斜面 HI の 2 か所で推進力を用いる  $[1, 0, 0, 1]$  と所要時間が最も短くなる
- ⑦ 斜面 EF と斜面 FG の 2 か所で推進力を用いる  $[1, 1, 0, 0]$  と所要時間が最も短くなる
- ⑧ 正しい記述はない

## II

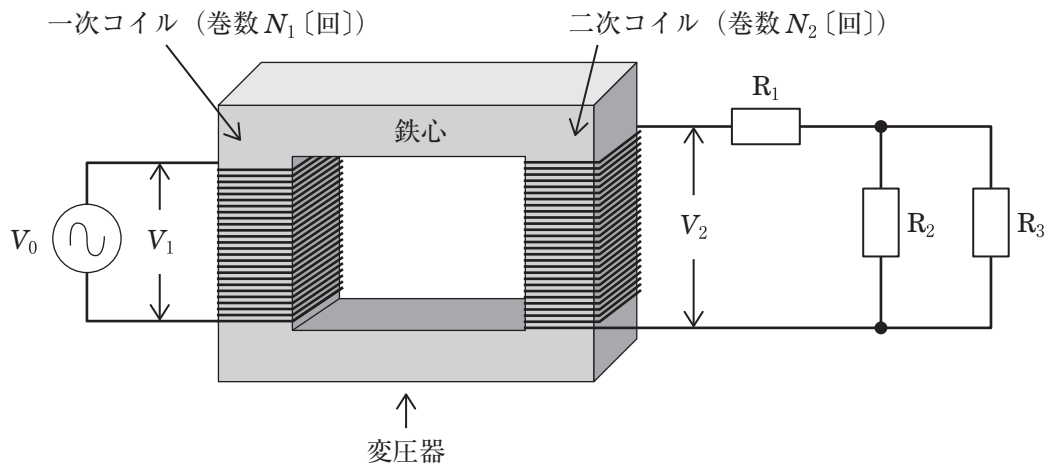


図 1

図 1 の回路において、交流電圧  $V_0$  [V] が変圧器の一次コイルに加えられている。一次コイルと二次コイルについて、巻数をそれぞれ  $N_1$  [回] と  $N_2$  [回]、誘導起電力を  $V_1$  [V] と  $V_2$  [V] とし、抵抗  $R_2$ 、 $R_3$  の値をそれぞれ、 $R_2 = 1.0 \text{ k}\Omega$ 、 $R_3 = 2.0 \text{ k}\Omega$  とする。ただし、導線の抵抗、交流電源の内部抵抗、変圧器のコイルの抵抗と漏れ磁束、鉄心の発熱などによるエネルギー損失は無視できるものとする。

一次コイルの一巻きのコイルを貫く磁束が、時間  $\Delta t$  [s] の間に  $\Delta\Phi$  [Wb] だけ変化したとすると一次コイルの誘導起電力  $V_1$  [V] と二次コイルの誘導起電力  $V_2$  [V] を表す式はそれぞれ、 $V_1 = \boxed{9} \times \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 、 $V_2 = \boxed{10} \times \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  となる。

$\boxed{9}$  ,  $\boxed{10}$  の解答群

(複数解のため、選択肢を削除しています)

一次コイルの巻数 $N_1$ 〔回〕，二次コイルの巻数 $N_2$ 〔回〕をそれぞれ $1.0 \times 10^2$  回， $5.0 \times 10^2$  回とすると，一次コイルの誘導起電力の実効値が $20 \text{ V}$  のとき，二次コイルの誘導起電力の実効値は 11  $\text{V}$  となる。

11 の解答群

- |                     |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 4.0               | ② 5.0               | ③ 10                | ④ 50                |
| ⑤ $1.0 \times 10^2$ | ⑥ $1.2 \times 10^2$ | ⑦ $2.0 \times 10^2$ | ⑧ $3.0 \times 10^3$ |

抵抗 $R_2$ に流れる電流を測定したところ，電流の実効値は $10 \text{ mA}$ であった。このとき，抵抗 $R_3$ に流れる電流の実効値は 12  $\text{mA}$ ，二次コイルに流れる電流の実効値は 13  $\text{mA}$  となる。

12 ， 13 の解答群

- |       |       |       |      |
|-------|-------|-------|------|
| ① 1.0 | ② 2.5 | ③ 5.0 | ④ 10 |
| ⑤ 15  | ⑥ 20  | ⑦ 25  | ⑧ 30 |

以上の結果から，抵抗 $R_1$ の抵抗値が 14  $\text{k}\Omega$ ，一次コイルに流れる電流の実効値が 15  $\text{mA}$  であることがわかる。

14 の解答群

- |       |       |       |      |
|-------|-------|-------|------|
| ① 4.0 | ② 6.0 | ③ 8.0 | ④ 10 |
| ⑤ 15  | ⑥ 25  | ⑦ 33  | ⑧ 50 |

15 の解答群

- |      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| ① 10 | ② 20 | ③ 30 | ④ 40 |
| ⑤ 55 | ⑥ 75 | ⑦ 85 | ⑧ 90 |

つぎに、抵抗  $R_1$  における消費電力が  $0.15 \text{ W}$  となるように一次コイルの巻数  $N_1$  [回] と二次コイルの巻数  $N_2$  [回] を変更する場合について考える。巻数  $N_1$  [回] を  $1.5 \times 10^2$  回に変更すると一次コイルに流れる電流の実効値が変化し、巻数  $N_2$  [回] が 16  $\times 10^2$  回のとき、抵抗  $R_1$  における消費電力が  $0.15 \text{ W}$  となる。ただし、一次コイルの誘導起電力の実効値を  $20 \text{ V}$  とする。

16 の解答群

- |        |        |        |       |
|--------|--------|--------|-------|
| ① 0.20 | ② 0.50 | ③ 0.80 | ④ 1.5 |
| ⑤ 2.0  | ⑥ 2.5  | ⑦ 3.0  | ⑧ 4.5 |

(大問Ⅲは次ページから始まる)

Ⅲ 図1のSは任意の波長 $\lambda$  [m] の単色平行光線を取り出せる光源であり、Hは光の半分を通し残りの半分を反射するハーフミラーであり、入射光に対してその面が $45^\circ$ になるように置かれている。また、 $M_1$ 、 $M_2$ は光線に垂直に置かれた平面鏡である。Sから出た光は、Hで透過光と反射光に分けられ、透過光は $M_1$ に入射し、 $M_1$ で反射され、再びHに戻り、Hで反射された光はDに入る。一方、反射光は、 $M_2$ に入射し、 $M_2$ で反射され、再びHに戻り、Hを透過した光はDに入る。ここで、Dは検出器であり、 $M_1$ で反射された光と $M_2$ で反射された光が入射し、これらが干渉した合成波の振幅や振動数などを測定できる。これらの装置は、真空中に置かれ、ハーフミラーの厚みは無視できるとし、真空中の光速を $c$  [m/s] とする。

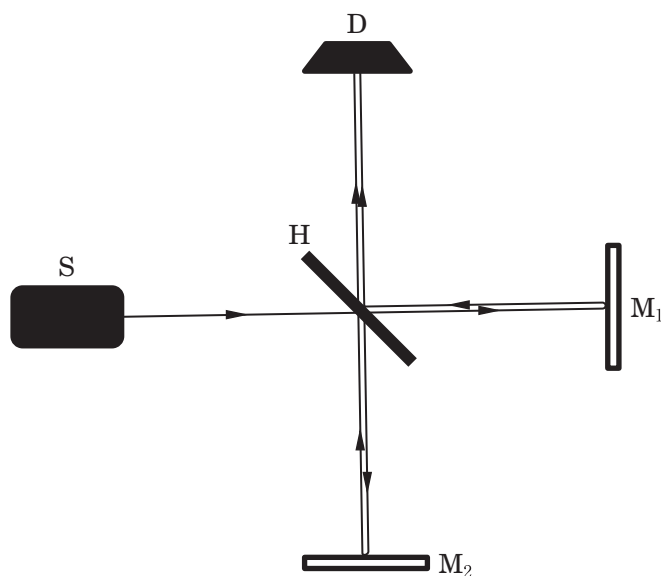


図1

Sから出る光の振動数は、 $c$  [m/s]、 $\lambda$  [m] をもちいて 17 [Hz] と表される。

17 の解答群

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

S から出た光が H に入射するまでの距離を  $L_h$  [m], H から透過した光が  $M_1$  に入射するまでの距離を  $L_1$  [m], H で反射した光が  $M_2$  に入射するまでの距離を  $L_2$  [m], H から透過または反射した光が D に入射するまでの距離を  $L_d$  [m] として, S から出た光が  $M_1$  で反射された場合と  $M_2$  で反射された場合の D までの光路差 (光学距離の差) を求めると 18 [m] となる。また, D で測定された光が強めあう条件は整数  $m$  ( $m \geq 0$ ) を用いて 19 となる。

18 の解答群

- |                             |                                        |
|-----------------------------|----------------------------------------|
| ① $ L_1 - L_2 $             | ② $ L_h + L_1 - L_d - L_2 $            |
| ③ $ L_h - L_1 + L_d - L_2 $ | ④ $ L_h + L_d - 2(L_1 + L_2) $         |
| ⑤ $2 L_1 - L_2 $            | ⑥ $\frac{1}{2} L_h + L_1 - L_d - L_2 $ |
| ⑦ $ 2L_1 - L_2 $            | ⑧ $2 L_h - L_1 + L_d - L_2 $           |

19 の解答群

- |                                                                   |                                                       |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| ① $ L_1 - L_2  = m\lambda$                                        | ② $ L_1 - L_2  = 2m\lambda$                           |
| ③ $ L_1 - L_2  = \frac{m\lambda}{2}$                              | ④ $ L_1 - L_2  = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$ |
| ⑤ $ L_h + L_1 - L_d - L_2  = m\lambda$                            | ⑥ $ L_h + L_1 - L_d - L_2  = \frac{m\lambda}{2}$      |
| ⑦ $ L_h - L_1 + L_d - L_2  = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$ | ⑧ $ L_h - L_1 + L_d - L_2  = \frac{m\lambda}{2}$      |

次に、図2に示すHとM<sub>2</sub>の間の灰色の部分に一辺の長さ  $d$  [m]、真空に対する屈折率  $n$  ( $n>1$ ) の立方体状の媒質を入れた。この媒質は表面での反射と内部での光の吸収や散乱が無視できるとし、図2の中では、その面が光に対して垂直となっている。さらに  $L_1=L_2$  とした。このとき、SからDまでの光路差を求めると 20 [m] となる。また、Dにおいて光は弱めあっており、測定された合成波の振幅が0となっていたことから、最も短い  $d$  の長さは 21 [m] となる。

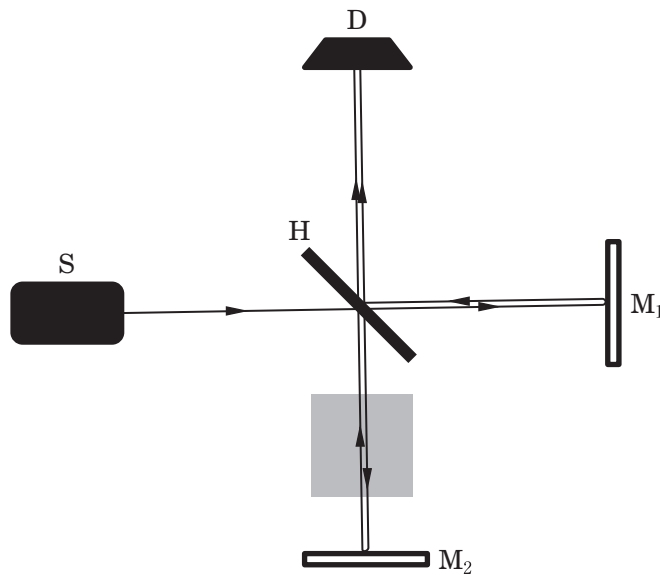


図2

20 の解答群

- |                           |                    |                             |
|---------------------------|--------------------|-----------------------------|
| ① $ 2L_1 - nd $           | ② $2L_1 + 2(n-1)d$ | ③ $ L_h + 2L_1 - L_d + nd $ |
| ④ $ L_h - L_d - 2(n-1)d $ | ⑤ $nd$             | ⑥ $2nd$                     |
| ⑦ $2(n-1)d$               | ⑧ $(n-1)d$         |                             |

21 の解答群

- |                                 |                                       |                               |
|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| ① $\frac{\lambda}{n}$           | ② $\frac{\lambda}{2n}$                | ③ $\frac{\lambda}{4n}$        |
| ④ $\frac{\lambda}{2(n-1)}$      | ⑤ $\frac{\lambda}{4(n-1)}$            | ⑥ $\frac{2 2L_1-n }{\lambda}$ |
| ⑦ $\frac{L_1+2(n-1)}{4\lambda}$ | ⑧ $\frac{\lambda}{4 L_h-L_d-2(n-1) }$ |                               |

立方体状の媒質を取り除き、図1の状態に戻した。さらに、 $M_1$ 、 $M_2$ の位置を調整して、Dにおける光路差が0となるようにし、Dで測定される光が強め合うようにした。このときの $M_2$ の光軸上の位置を点Pとする。次に、 $M_2$ を点Pの位置から光軸に沿ってHから遠ざかる向きに一定の速さ $V$  [m/s] ( $V \ll c$ ) で移動させていった。Dで測定される光は、移動中に一度弱め合った後、再び強めあった。この時点での光軸上の $M_2$ の位置を点Qとする。PQ間の距離は $a$  [m]である。 $a$ を $\lambda$ を用いて表すと、 $a = \boxed{22}$  となる。 $M_2$ を最初の点Pから移動させて、Dで測定される光が弱め合った後に強め合うということを3回くりかえした時点で(この時点では強め合っている)、 $M_2$ は点Qの位置からさらに  $\boxed{23}$  [m] 離れており、点Qの位置にあった時点から  $\boxed{24}$  [s] 経過していた。

22 の解答群

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

23 の解答群

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

24 の解答群

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

# 化 学

( 解答番号  ~  )

I 次の文 (1) から (5) 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、原子量は、 $H=1.0$ ,  $C=12.0$ ,  $N=14.0$ ,  $O=16.0$ ,  $Na=23.0$ ,  $S=32.0$ ,  $Cu=64.0$  とする。また、気体は理想気体としてふるまい、気体定数を  $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ 、アボガドロ定数を  $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$  とする。

(1) 炭酸ナトリウム十水和物  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  140 g を水に溶かして 500 mL にした密度  $1.10 \text{ g}/\text{cm}^3$  の溶液がある。この水溶液のモル濃度は  mol/L であり、質量パーセント濃度は  % である。

に対する解答群

- ① 0.979      ② 1.12      ③ 1.36      ④ 2.40      ⑤ 2.64

に対する解答群

- ① 7.58      ② 9.43      ③ 11.1      ④ 25.5      ⑤ 28.0

(2) 50℃の硫酸銅(Ⅱ) $\text{CuSO}_4$ の飽和水溶液 200 g から溶媒の水 40 g を蒸発させると、  
50℃で 3 g の硫酸銅(Ⅱ)五水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  が析出する。ただし、50℃  
の硫酸銅(Ⅱ) $\text{CuSO}_4$ の溶解度は 33.0 g/100 g 水である。

3 に対する解答群

① 21.2

② 25.3

③ 58.2

④ 63.0

⑤ 64.8

(3) 圧力 25.0 kPa のもとで 8.50 L の体積を占める酸素と、圧力 50.5 kPa のもとで 7.00 L の体積を占める窒素を混合して、10.0 L の容器に入れた。この容器中の窒素の分圧は  kPa であるとわかる。混合気体の全圧は  kPa、酸素のモル分率は  とわかる。ただし、すべての操作はある一定温度で行ったものとする。

に対する解答群

- ① 25.5                      ② 30.5                      ③ 35.4                      ④ 40.5                      ⑤ 48.0

に対する解答群

- ① 49.1                      ② 56.6                      ③ 62.6                      ④ 71.0                      ⑤ 85.0

に対する解答群

- ① 0.312                      ② 0.375                      ③ 0.625                      ④ 0.680                      ⑤ 0.795

(4) 2.50 g のスクロース  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  と  g のグルコース  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  のみを溶質として含んでいる 1000 mL の水溶液がある。27℃におけるこの水溶液の浸透圧は 60.0 kPa であった。ただし、スクロースとグルコースは電離しないものとする。

に対する解答群

- ① 1.25                      ② 2.16                      ③ 3.02                      ④ 3.25                      ⑤ 3.82

(5) ある金属の結晶を調べたところ、単位格子の一辺の長さが  $2.87 \times 10^{-8} \text{ cm}$  の体心立方格子の構造をとっていることがわかった。そのときの結晶の密度を測定すると、 $7.86 \text{ g/cm}^3$  であった。したがって、この金属の原子量は 8 と求められる。また結晶内では原子が密着しているとする、この原子の半径は 9  $\text{cm}$  と求められる。ただし、 $2.87^3 = 23.6$  とし、必要であれば  $\sqrt{2} = 1.41$ ,  $\sqrt{3} = 1.73$ ,  $\sqrt{7} = 2.65$  を使用せよ。

8 に対する解答群

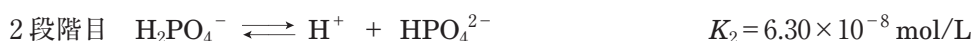
- ① 5.58                      ② 11.2                      ③ 55.8                      ④ 112                      ⑤ 1120

9 に対する解答群

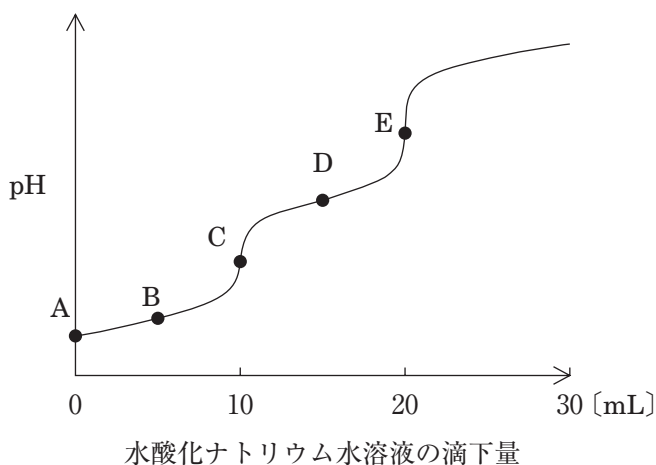
- ①  $5.05 \times 10^{-9}$                       ②  $1.01 \times 10^{-8}$                       ③  $1.24 \times 10^{-8}$   
④  $1.52 \times 10^{-8}$                       ⑤  $1.86 \times 10^{-8}$

Ⅱ 次の文の空欄 10 ～ 18 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。また、 $\log_{10}4.4=0.64$ ,  $\log_{10}6.3=0.80$ ,  $\log_{10}7.6=0.88$  とする。

リン酸  $\text{H}_3\text{PO}_4$  は、水中では次のように3段階で電離する。1段階目、2段階目、3段階目それぞれの電離定数  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ , は下の通りである。



0.100 mol/L のリン酸水溶液 10.0 mL に 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下すると、下図のような滴定曲線が得られた。



C点より低い pH では1段階目の反応のみがおり、同様に、C点からE点の間では2段階目の反応のみがおり、E点より pH が高いところでは3段階目の反応のみがおりるものとする。

$K_1 = 7.60 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  であることから、A点における主要な物質は 10 であり、水酸化ナトリウム水溶液を加えるにしたがって 11 が増加する。水酸化ナトリウム水溶液を 5.00 mL 加えた B 点では、12 の関係が成り立つことから、B 点の

pH は 13 と計算される。さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えて C 点に達したときの主要な物質は 14 である。さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えると 15 が増加し、水酸化ナトリウム水溶液を 15.0 mL 加えた D 点では、16 の関係が成り立つことから、D 点の pH は 17 と計算される。また、 $\text{pH}=7.00$  のとき、 $\frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$  は 18 と計算される。

10 , 11 , 14 , 15 に対する解答群

- ①  $\text{H}_3\text{PO}_4$                       ②  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$                       ③  $\text{HPO}_4^{2-}$                       ④  $\text{PO}_4^{3-}$

12 , 16 に対する解答群

- ①  $[\text{H}_3\text{PO}_4] = [\text{H}_2\text{PO}_4^-]$                       ②  $[\text{H}_3\text{PO}_4] = [\text{HPO}_4^{2-}]$   
 ③  $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{HPO}_4^{2-}]$                       ④  $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{PO}_4^{3-}]$

13 , 17 に対する解答群

- ① 2.12                      ② 2.20                      ③ 3.80                      ④ 3.88  
 ⑤ 7.12                      ⑥ 7.20                      ⑦ 8.80                      ⑧ 8.88

18 に対する解答群

- ①  $4.4 \times 10^{-3}$                       ②  $6.3 \times 10^{-3}$                       ③  $7.6 \times 10^{-3}$   
 ④  $4.4 \times 10^{-2}$                       ⑤  $6.3 \times 10^{-2}$                       ⑥  $7.6 \times 10^{-2}$   
 ⑦  $4.4 \times 10^{-1}$                       ⑧  $6.3 \times 10^{-1}$                       ⑨  $7.6 \times 10^{-1}$   
 ⑩  $4.4 \times 10^0$                       a  $6.3 \times 10^0$                       b  $7.6 \times 10^0$   
 c  $4.4 \times 10^1$                       d  $6.3 \times 10^1$                       e  $7.6 \times 10^1$   
 f  $4.4 \times 10^2$                       g  $6.3 \times 10^2$                       h  $7.6 \times 10^2$

Ⅲ 次の文を読み、問いに答えよ。

銅は、銅鉱石からつくられた粗銅を電解精錬して得る。いま、銀と鉄と鉛のみを不純物としてわずかに含む粗銅を  極、純銅を  極として、硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電解液として低電圧で電気分解をおこなったところ、19 極の下に沈殿が生じ、20 極の質量が増加した。

銅は、硝酸や熱濃硫酸と反応して気体を生じる。希硝酸との反応では  を生じ、この気体の捕集法は  である。濃硝酸との反応では  を生じ、この気体の捕集法は  である。熱濃硫酸との反応では  を生じ、この気体の捕集法は  である。

銅(Ⅱ)イオンは、水酸化ナトリウム水溶液に対する反応とアンモニア水に対する反応が異なる。銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液に、水酸化ナトリウム水溶液を少量加えると  。一方、アンモニア水を少量加えると  。

問 1 文中の空欄  ～  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、同じものを何度選んでもよい。

問 2 下線部アの不純物のうち、銅よりもイオン化傾向が大きい金属の元素の組み合わせ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。

問 3 下線部イの沈殿に含まれる金属元素の組み合わせ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。

問 4 下線部ウについて、4.83 A の電流で 200 分間の電気分解をおこなったときの増加量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、原子量は、Cu = 63.6 とし、ファラデー定数は、 $9.65 \times 10^4$  C/mol とする。

19 , 20 に対する解答群

- ① 陰                      ② 陽

21 , 23 , 25 に対する解答群

- ①  $\text{H}_2$                   ②  $\text{NH}_3$                   ③  $\text{N}_2$                   ④  $\text{NO}$                   ⑤  $\text{O}_2$   
⑥  $\text{H}_2\text{S}$                   ⑦  $\text{N}_2\text{O}$                   ⑧  $\text{NO}_2$                   ⑨  $\text{SO}_2$                   ⑩  $\text{N}_2\text{O}_5$

22 , 24 , 26 に対する解答群

- ① 下方置換                  ② 上方置換                  ③ 水上置換

27 , 28 に対する解答群

- ① 沈殿を生じないが、過剰に加えると沈殿を生じる  
② 沈殿を生じず、過剰に加えても沈殿を生じない  
③ 沈殿を生じるが、過剰に加えると沈殿は溶解する  
④ 沈殿を生じ、過剰に加えても沈殿は溶解しない

29 , 30 に対する解答群

- ①  $\text{Fe}$  のみ                  ②  $\text{Pb}$  のみ                  ③  $\text{Ag}$  のみ                  ④  $\text{Fe}$  と  $\text{Pb}$   
⑤  $\text{Fe}$  と  $\text{Ag}$                   ⑥  $\text{Pb}$  と  $\text{Ag}$                   ⑦  $\text{Fe}$  と  $\text{Pb}$  と  $\text{Ag}$

31 に対する解答群

- ① 0.318 g                  ② 0.637 g                  ③ 1.27 g                  ④ 19.1 g                  ⑤ 38.2 g

Ⅳ 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。なお、原子量は、 $H=1.00$ ,  $C=12.0$ ,  $O=16.0$  とする。

同じ分子式で表される鎖式不飽和炭化水素 A と B がある。A と B ともに三重結合  $C\equiv C$  はなく、二重結合  $C=C$  がふたつ含まれるが、 $C=C=C$  という構造はない。3.40 g の A を完全燃焼させると 3.60 g の水が生じる。このことから、A も B も、その分子ひとつに炭素原子が  個含まれるとわかる。

ここで、A と B ともに、ふたつの二重結合それぞれに塩化水素  $HCl$  を 1 分子ずつ付加させると 4 種類の異なる構造異性体が生じる。そして、A にはシス・トランス異性体が存在し、B には存在しないとする。

A, B の二重結合すべてに水素分子  $H_2$  を付加させた化合物をそれぞれ C, D とすると、鏡像異性体は  。A のふたつの二重結合それぞれに塩化水素  $HCl$  を 1 分子ずつ付加させて生じる 4 種類の構造異性体のうち、不斉炭素原子をもつものは  種類であり、その中に不斉炭素原子をふたつもつものは  種類ある。同様に B のふたつの二重結合それぞれに塩化水素  $HCl$  を 1 分子ずつ付加させて生じる 4 種類の構造異性体のうち、不斉炭素原子をもつものは  種類であり、その中に不斉炭素原子をふたつもつものは  種類である。

A と B のうち、 が付加重合した構造をもつ高分子化合物を  という。その分子構造は  と表され、その中に含まれる二重結合は  形だと知られている。また、 を加えて加熱するとこの高分子鎖の間で架橋構造ができ、高分子の弾性を上げることができる。

,  ～  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 |

33 に対する解答群

- ① C, D ともに存在する
- ② C, D ともに存在しない
- ③ C には存在するが, D には存在しない
- ④ D には存在するが, C には存在しない

(次ページに続く)

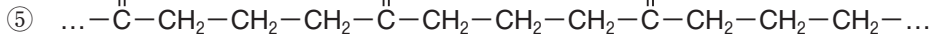
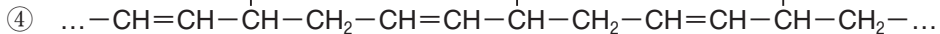
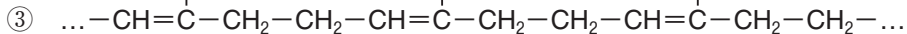
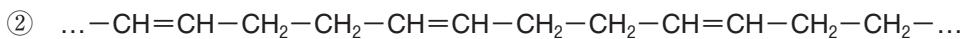
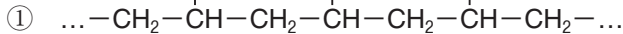
38

- ① A

39

- ① 天然ゴム

40



41

- ① シ ス

42

- ## ① 水 素

- ② 炭 素

- ③ 窒 素

- #### ④ 酸 素

- ⑤ リン

- ⑥ 硫 黄

# 生 物

( 解答番号  ～  )

I 免疫の異常が原因でおこる病気に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

免疫が抗原に対して過敏に働いてしまうことで、鼻水、眼のかゆみ、じんましんなど、本来の免疫応答を逸脱して起こる過敏な反応を  という。花粉症は、 の一つであり、スギやブタクサなどの花粉を  として発症する。体内に異物である花粉が複数回侵入すると、 という特殊な抗体がつくられる。この  は、皮下組織や粘膜直下にある  細胞に結合する。再び侵入した花粉はこれらの  と結合し、 細胞から  と呼ばれる物質が分泌され、炎症を引き起こす。また、 は、鼻炎などの症状だけでなく、生命にかかわる重篤な症状を引き起こすこともあり、これを  ショックという。

免疫寛容のしくみに異常が生じると、自己の成分に対する免疫反応が起こり、 を発症する。このような疾患の例として、『 Y 』などがある。

また、免疫が十分に働かなくなる一連の疾患は、 と呼ばれ、その代表例は AIDS である。

問1 前の文中の  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当てはまる。

1 ~  8

〔解答群〕

- |            |         |          |           |
|------------|---------|----------|-----------|
| ① 赤血球      | ② ビタミン  | ③ アレルゲン  | ④ ヒスタミン   |
| ⑤ 好中球      | ⑥ IgG   | ⑦ 自己免疫疾患 | ⑧ アレルギー   |
| ⑨ 血小板      | ⑩ アルブミン | a フィブリン  | b IgE     |
| c ウイルス     | d 細菌    | e リゾチーム  | f マスト（肥満） |
| g アナフィラキシー | h 免疫不全症 |          |           |

問2 下線部アについて説明した次の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。  9

- A 免疫がハチの毒に対し過敏に反応した場合に起こることがある。
- B 急激な血圧上昇や呼吸困難を引き起こすことがある。
- C  6 ショックに対応するためにアドレナリンを投与する。

〔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3 下線部イについて説明した次の文中の  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。ただし、 の中の同じ番号には同じ語が  
あてはまる。  10 ~  12

細胞性免疫を構成する  10 は、 11 に存在する造血幹細胞から形成  
され、 12 で多種多様な抗原に対応する多様な  10 に分化する。この  
過程で、 12 細胞によって体内にあるさまざまな自己の細胞や物質にさらさ  
れ、反応するものが排除される。

〔解答群〕

- |         |       |        |           |
|---------|-------|--------|-----------|
| ① 肝 臓   | ② 腎 臓 | ③ 補 体  | ④ 食作用     |
| ⑤ NK 細胞 | ⑥ 好中球 | ⑦ T 細胞 | ⑧ マクロファージ |
| ⑨ 骨 髄   | ⑩ 胸 腺 | ㉑ 脾 臓  | ㉒ リンパ節    |

問4 文中の『 Y 』に入るものとして、次のAからEの疾患から適切なものを3つ  
選び、その正しい組み合わせを下の解答群から選び、マークせよ。  13

- A I 型糖尿病
- B II 型糖尿病
- C 関節リウマチ
- D 重症筋無力症
- E ジフテリア

〔解答群〕

- |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| ① AとBとC | ② AとBとD | ③ AとBとE | ④ AとCとD |
| ⑤ AとCとE | ⑥ AとDとE | ⑦ BとCとD | ⑧ BとCとE |
| ⑨ BとDとE | ⑩ CとDとE |         |         |

問5 8 について説明した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 免疫細胞にヒト免疫不全ウイルス（HIV）が感染し破壊することが、AIDSの原因となる。
- B HIVが感染するのは、B細胞とキラーT細胞の両方である。
- C 日和見感染症を起こしやすくなる。

〔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

Ⅱ ヒトの適刺激と受容器の対応を示す次の表を読み、以下の各問いに答えよ。

表. ヒトの感覚に関する適刺激と受容器の対応

| 適刺激   | 受容器 |
|-------|-----|
| 15    | 網 膜 |
| 皮膚へ圧力 | 16  |
| 音 波   | 17  |
| 体の回転  | 18  |
| 19    | 嗅上皮 |
| 20    | 味覚芽 |

問1 上の表中の  に当てはまる最も適切な語句を下の解答群から選び、マークせよ。  15 ~  20

〔解答群〕

- |            |            |        |       |
|------------|------------|--------|-------|
| ① 視 覚      | ② 聴 覚      | ③ 嗅 覚  | ④ 味 覚 |
| ⑤ 痛 覚      | ⑥ 触 覚      | ⑦ コルチ器 | ⑧ 前 庭 |
| ⑨ 半規管      | ⑩ 温 点      | ① 冷 点  | ② 痛 点 |
| ③ 気体中の化学物質 | ④ 液体中の化学物質 |        |       |
| ⑤ 熱        | ⑥ 光 (可視光)  |        |       |

問2 下の図はヒトの眼の構造を模式的に示したものである。図中の  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。  21 ~  25

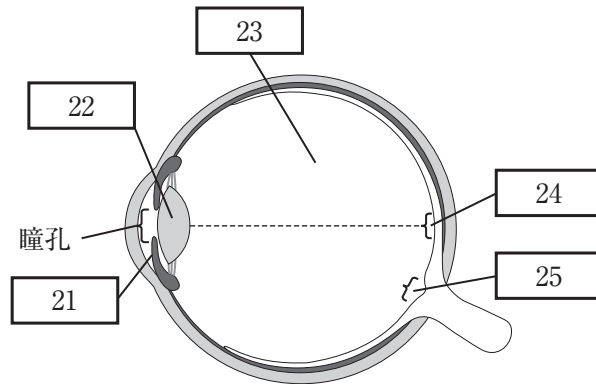


図 ヒトの眼の構造

〔解答群〕

- |        |        |       |        |
|--------|--------|-------|--------|
| ① 毛様体  | ② チン小帯 | ③ 水晶体 | ④ ガラス体 |
| ⑤ 虹 彩  | ⑥ 結 膜  | ⑦ 角 膜 | ⑧ 色素細胞 |
| ⑨ 桿体細胞 | ⑩ 錐体細胞 | ① 黄 斑 | ② 盲 斑  |

問3 ヒトの網膜に関する次の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。 26

A 錐体細胞は視野の周辺部に多い。

B 桿体細胞はロドプシンという視物質を持ち、色の認識に使われる。

C 24 の付近では細かな形を識別することができる。

D 25 では視神経の繊維が束になっているが視細胞は存在しない。

〔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4 次のAからDの物質のうち、ヒト網膜での光受容に直接関与する物質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。

27

A 鉄

B コレステロール

C ビタミンA

D ビタミンB<sub>2</sub>

〔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

### Ⅲ バイオテクノロジーに関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

遺伝子組換えによく用いられる酵素に  がある。 により認識され切断される塩基配列の多くは回転対称となっており、2本の  鎖の数塩基がずれた位置で切断される場合は、切断部に互いに  な塩基配列をもつ1本鎖の突出部ができる。この  を用いて切断したDNA断片と、同じ  で切断した別のDNA断片を混合すると、突出部の  な塩基同士が  結合する。そこに  という酵素を作用させるとDNA断片どうしが連結し、組換えDNAができる。

植物への遺伝子導入には  という細菌を用いる方法がある。 を用いた方法の場合、目的遺伝子を導入した  をもつ  を使用する。 を植物細胞に感染させることで、目的遺伝子は、一部の植物細胞のDNAに組み込まれる。この細胞を培養すると目的遺伝子が導入されたトランスジェニック植物が得られる。また、遺伝子进行操作する技術には、DNA上の目的の場所を認識する  と、DNAを切断する  というタンパク質を用いる方法がある。 と  を用いた方法では、 をDNA上の目的の場所の塩基配列と  な  を同時に細胞に導入する。 と  の複合体は細胞のDNA上の目的の場所に結合し、 鎖が切断されると、細胞が本来もつゲノム修復機構がはたらき、切断部位が再び連結される。

問1 前の文中の  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当てはまる。

28

～  36

〔解答群〕

- |            |           |             |
|------------|-----------|-------------|
| ① DNA 分解酵素 | ② 制限酵素    | ③ カタラーゼ     |
| ④ DNA リガーゼ | ⑤ ペプチド    | ⑥ 水 素       |
| ⑦ 窒 素      | ⑧ ヌクレオシド  | ⑨ ヌクレオチド    |
| ⑩ mRNA     | ⑪ ガイド RNA | ⑫ 相補的       |
| ⑬ 選択的      | ⑭ Cas 9   | ⑮ シャペロン     |
| ⑯ 染色体      | ⑰ プラスミド   | ⑱ アグロバクテリウム |
| ⑲ シアノバクテリア |           |             |

問2 前の文中の  28 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。  37

A 認識配列は、180度回転しても同じ配列になるような構造をもっている。

B  28 という名前は、細菌の自己防衛としての外来 DNA を切断する機能に由来している。

C どの  28 を用いても切断面は、3'末端あるいは5'末端が突出している。

〔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3 6塩基を認識する  で約30億塩基対あるヒトゲノムを切断した場合の切断箇所数の理論値として最も近い数値を下の解答群から選びマークせよ。ただし、塩基はランダムに並ぶと仮定する。

〔解答群〕

- |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① 4,000   | ② 43,000  | ③ 450,000 | ④ 5,300   |
| ⑤ 53,000  | ⑥ 550,000 | ⑦ 6,000   | ⑧ 65,000  |
| ⑨ 630,000 | ⑩ 7,000   | ㉑ 75,000  | ㉒ 730,000 |

問4 前の文中の  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。

- A  は宿主である植物に腫瘍を形成させる能力をもつ。
- B  の植物細胞への感染には植物組織片が主に用いられる。
- C  がもつ  上の T-DNA 領域が植物細胞の核に移行する。

〔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 35 と 36 による手法に関する次の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。 40

- A この手法では、目的の配列以外にも変異が導入される場合もある。
- B この手法では、特定遺伝子の挿入が可能である。
- C この手法で少数の塩基の欠失や挿入を誘発した場合は、自然に起こる突然変異と区別がつかない。

〔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 |       |

Ⅳ 陸上植物と進化に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

陸上植物は、コケ植物、シダ植物、種子植物へと進化し、さらに種子植物は、裸子植物から被子植物へと進化したと考えられている。これらの植物に共通する一般的な特徴をまとめたものが次の表である。

表 種々の陸上植物で共通する特徴

| 植物         | コケ植物 | シダ植物 | 種子植物 |      |
|------------|------|------|------|------|
|            |      |      | 裸子植物 | 被子植物 |
| 共通する<br>特徴 | 41   |      |      |      |
|            |      | 42   |      |      |
|            |      |      | 43   |      |
|            |      |      |      | 44   |

問1 次のAからCの記述のうち、表の 41 に当てはまる記述として最も適切なものあるいはその組み合わせを下の解答群から選び、マークせよ。 41

- A 光合成の過程にカルビン回路を含む。  
 B 配偶体には、雄株となるものと、雌株となるものがある。  
 C 根によって土や岩などに植物体を固定し、水や養分を吸収する。

〔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 当てはまる記述はない

問2 次のAからCの記述のうち、前の表の 42 に当てはまる記述として最も適切なものあるいはその組み合わせを下の解答群から選び、マークせよ。 42

- A 配偶体は、孢子体上に形成されて独立した個体となることはない。
- B 孢子体は、複相である場合と、単相である場合がある。
- C 発達した維管束をもつ。

〔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 当てはまる記述はない |       |

問3 次のAからCの記述のうち、前の表の 43 に当てはまる記述として最も適切なものあるいはその組み合わせを下の解答群から選び、マークせよ。 43

- A 種子は胚珠が発達してできる。
- B 繁殖のために花粉を形成する。
- C 子房が形成される。

〔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 当てはまる記述はない |       |

問4 次のAからCの記述のうち、前の表の 

|    |
|----|
| 44 |
|----|

 に当てはまる記述として最も適切なものあるいはその組み合わせを下の解答群から選び、マークせよ。 

|    |
|----|
| 44 |
|----|

A 森林限界を超えた高山帯では生育できない。

B 花芽の形成は日長によって制御される。

C さらに単子葉類と双子葉類に分けられる。

〔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 当てはまる記述はない |       |

問5 生物の進化は、小さな進化の繰り返しによって起こる。そのような小さな進化に関する次の文中の  にあてはまる最も近い数値を下の解答群から選びマークせよ。ただし、同じ数値を繰り返し選んでもよい。  ～

ある2倍体の種で、ハーディー・ワインベルグの法則を満たす個体集団を考える。この集団には、単一の遺伝子座に3種類の対立遺伝子が存在し、集団内における遺伝子頻度は、遺伝子Aが0.5、遺伝子Bが0.3、そして、遺伝子Cが0.2である。個体集団の繁殖は同時に起こり、世代として遺伝子頻度を考えることができるものとする。

この集団における、遺伝子型AAの個体の頻度は  と考えられる。また、遺伝子型ABの個体の頻度は  ，遺伝子型ACの個体の頻度は  と考えられる。

ある一世代に極端に低温の時期があり、遺伝子Aをホモにもつ個体の全てと遺伝子Aをヘテロにもつ個体の半数が子孫を残すことなく死滅した。この世代の次世代における遺伝子頻度は、遺伝子Aが  ，遺伝子Bが  ，そして、遺伝子Cが  となる。

このような低温が何年か続くと、遺伝子Aは次第に少なくなり、個体集団の遺伝子頻度は徐々に変化する。この現象は、低温環境に適応したこの生物種の小進化と言える。

〔解答群〕

- |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.00 | ② 0.05 | ③ 0.10 | ④ 0.15 | ⑤ 0.20 |
| ⑥ 0.25 | ⑦ 0.30 | ⑧ 0.35 | ⑨ 0.40 | ⑩ 0.45 |
| Ⓐ 0.50 | Ⓑ 0.55 | Ⓒ 0.60 | Ⓓ 0.65 | Ⓔ 0.70 |
| Ⓕ 0.75 | Ⓖ 0.80 | Ⓗ 0.85 | Ⓘ 0.90 | Ⓙ 1.00 |