

2026年度

# 理 科

## 医療・保健系統(医学部医学科受験者用)

46 物理(1～7ページ)

47 化学(8～19ページ) 問 題 冊 子

48 生物(20～33ページ)

### 注 意 事 項

- (1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないこと。
- (2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし、解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験系統コード、受験番号、氏名(カタカナ)を確認し、氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし、印刷に間違いがあった場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。

#### 〔解答用紙記入例(選択式の場合)〕

例 1. 〔語群〕が二桁で〔11〕大阪〔12〕佐賀〔13〕長崎〔14〕東京 とある場合

問 X	A		B		C	
	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

Aの解答が佐賀の場合 → (17) 2  
 Bの解答が東京の場合 → (19) 4  
 Cの解答が大阪の場合 → (21) /

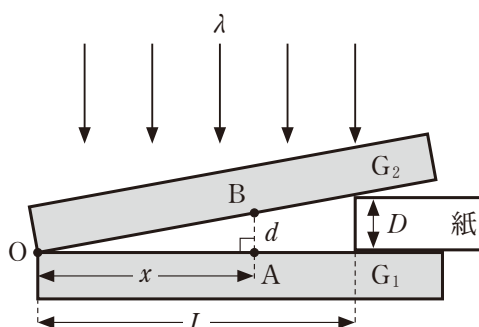
例 2. 〔語群〕が一桁で(1)大学(2)中学校(3)高校(4)小学校 とある場合

問 X	a	b	c
	51	52	53
	/	4	2

aの解答が大学の場合 → (51) /  
 bの解答が小学校の場合 → (52) 4  
 cの解答が中学校の場合 → (53) 2

# 46 物 理

〔Ⅰ〕 図のように、空気中で2枚の平面のガラス板  $G_1$ 、 $G_2$  のうち  $G_1$  を水平に保ち、2枚のガラスが接している点  $O$  から距離  $L$  の位置に厚さ  $D$  の薄い紙を挟んで、 $G_2$  を  $G_1$  に対して傾けて置く。上から  $G_1$  に対して垂直に波長  $\lambda$  の単色光を当てて真上から



から観察すると、明暗の縞模様が見えた。点  $O$  から水平に  $x$  の距離における  $G_1$  の上面の点を  $A$ 、 $A$  から  $G_1$  の上面に垂直に伸ばした線と  $G_2$  の下面との交点を  $B$  とし、 $AB$  間の距離を  $d$  とする。空気の屈折率を  $1.0$ 、ガラスの屈折率を  $1.5$ 、 $D$  は  $L$  に比べて十分に小さいものとして、以下の文中の  内に入れるのに適当なものを対応する解答群の中から1つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。

ここで観察される明暗は、光の  (1) によって生じる。上から入射した光の点  $B$  での反射では、光の位相は  (2) 。また、入射した光の点  $A$  での反射では、光の位相は  (3) 。これら2つの反射光の光路差は  $d$  を使って表すと、 (4) である。また、これら2つの反射光の強め合う条件は、 $m(m = 0, 1, 2, \dots)$  を用いて表すと、 (4) =  (5) である。 $AB$  間の距離  $d$  を  $D$ 、 $L$ 、 $x$  を用いて表すと、 (6) なので、隣り合う明線の間隔  $\Delta x$  は  (7) である。 $\lambda = 5.2 \times 10^{-7} \text{ m}$  の単色光を用いて、 $L = 0.25 \text{ m}$  の位置に紙を挟んだとき、隣り合う明線の間隔は  $\Delta x = 1.3 \text{ mm}$  であった。このとき紙の厚さは  (8)  $\text{mm}$  であることが分かる。

2枚のガラス板  $G_1$ 、 $G_2$  の間を屈折率  $n(1.0 < n < 1.5)$  の液体で満たしたときを考える。ガラス板の間が空気であるときと比べると、 $AB$  間での光の波長は  (9) 倍、明線の間隔は  (10) 倍、点  $A$  と点  $B$  でそれぞれ反射した光の光路差は  (11) 倍となる。

解答群

(1)〔1〕 分 散 〔2〕 屈 折 〔3〕 回 折 〔4〕 干 渉

(2)〔1〕 変化しない 〔2〕  $\frac{\pi}{4}$  だけずれる

〔3〕  $\frac{\pi}{2}$  だけずれる 〔4〕  $\pi$  だけずれる

(3)〔1〕 変化しない 〔2〕  $\frac{\pi}{4}$  だけずれる

〔3〕  $\frac{\pi}{2}$  だけずれる 〔4〕  $\pi$  だけずれる

(4)〔1〕  $\frac{1}{2}d$  〔2〕  $d$  〔3〕  $2d$  〔4〕  $3d$

(5)〔1〕  $\frac{1}{2}m\lambda$  〔2〕  $m\lambda$

〔3〕  $\left(\frac{1}{2}m + 1\right)\lambda$  〔4〕  $\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$

(6)〔1〕  $\frac{D}{2L}x$  〔2〕  $\frac{D}{L}x$  〔3〕  $\frac{L}{D}x$  〔4〕  $\frac{2L}{D}x$

(7)〔1〕  $\frac{L\lambda}{4D}$  〔2〕  $\frac{L\lambda}{2D}$  〔3〕  $\frac{L\lambda}{D}$  〔4〕  $\frac{2L\lambda}{D}$

(8)〔1〕  $1.0 \times 10^{-2}$  〔2〕  $5.0 \times 10^{-2}$

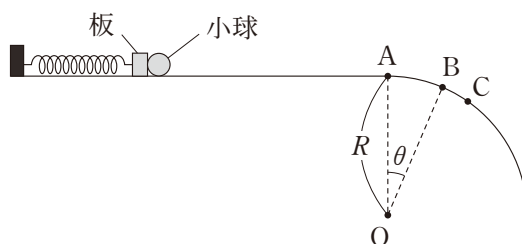
〔3〕  $1.0 \times 10^{-1}$  〔4〕  $5.0 \times 10^{-1}$

(9)〔1〕  $\frac{1}{n}$  〔2〕  $\frac{1}{\sqrt{n}}$  〔3〕  $\sqrt{n}$  〔4〕  $n$

(10)〔1〕  $\frac{1}{n}$  〔2〕  $\frac{1}{\sqrt{n}}$  〔3〕  $\sqrt{n}$  〔4〕  $n$

(11)〔1〕  $\frac{1}{n^2}$  〔2〕  $\frac{1}{n}$  〔3〕  $n$  〔4〕  $n^2$

〔Ⅱ〕 図のように、水平な床面と、点  $O$  を通る中心軸を持つ半径  $R$  の円柱が、点  $A$  でなめらかにつながっている。床面上には、質量の無視できるばね定数  $k$  のばねが水平に置かれており、ばねの一端は固定され、他端には質量  $2m$  の板が取り付けられている。質量  $m$  の小球を板に押し付けてばねを自然長から  $d$  だけ縮めて静かに手をはなしたところ、板と小球は初速度の大きさ  $0$  で床面上を運動し始めた。図の右向きを正の向き、重力加速度の大きさを  $g$ 、水平面や円柱面はなめらかであるものとして、以下の文中の   内に入れるのに適当なものを解答群の中から 1 つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。



板と小球が一体となって運動する間、ばねが自然長から  $x$  ( $0 < x < d$ ) だけ縮んでいるとき、板がばねから受ける力の大きさは (1) である。ばねが  $x$  だけ縮んでいるときの、板と小球が及ぼし合う力の大きさを  $F$ 、板と小球の加速度をとともに  $a$  とすると、板の運動方程式は (2)、小球の運動方程式は (3) と書ける。これらの運動方程式より、ばねが  $x$  だけ縮んでいるとき、板と小球の加速度  $a$  は (4) となり、力の大きさ  $F$  は  $x$  を用いて表すと (5) となる。ばねが自然長になったとき、小球は速さ  $v$  で板から離れた。 $v$  は  $d$  を用いて表すと (6) である。その後、板は振幅 (7)  $\times d$ 、周期 (8) で単振動した。一方、小球は床面上を進んだのち点  $A$  を通過し、円柱上の点  $B$  ( $\angle AOB = \theta$ ) を通過した。点  $B$  における小球の速さは、 $v$  を用いて表すと (9) である。また、点  $B$  で小球が面から受ける垂直抗力の大きさは、 $v$  を用いて表すと (10) である。小球は点  $B$  を通過したのち、点  $C$  で円柱から離れた。点  $C$  における小球の速さは、 $v$  を用いて表すと (11) である。

解答群

$$\text{〔11〕} \quad \frac{1}{3} kx \qquad \text{〔12〕} \quad \frac{1}{2} kx \qquad \text{〔13〕} \quad kx \qquad \text{〔14〕} \quad 2 kx$$

$$\text{〔15〕} \quad ma = kx \qquad \text{〔16〕} \quad ma = F \qquad \text{〔17〕} \quad ma = kx + F$$

$$\text{〔18〕} \quad 2 ma = kx \qquad \text{〔19〕} \quad 2 ma = kx + F \qquad \text{〔20〕} \quad 2 ma = kx - F$$

$$\text{〔21〕} \quad 3 ma = - kx \qquad \text{〔22〕} \quad 3 ma = kx + F \qquad \text{〔23〕} \quad 3 ma = kx - F$$

$$\text{〔24〕} \quad \frac{kx}{3 m} \qquad \text{〔25〕} \quad \frac{kx}{2 m} \qquad \text{〔26〕} \quad \frac{2 kx}{3 m} \qquad \text{〔27〕} \quad \frac{kx}{m}$$

$$\text{〔28〕} \quad d \sqrt{\frac{k}{3 m}} \qquad \text{〔29〕} \quad d \sqrt{\frac{k}{2 m}} \qquad \text{〔30〕} \quad d \sqrt{\frac{2 k}{3 m}} \qquad \text{〔31〕} \quad d \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\text{〔32〕} \quad \frac{\sqrt{3}}{3} \qquad \text{〔33〕} \quad \frac{\sqrt{2}}{2} \qquad \text{〔34〕} \quad \sqrt{\frac{2}{3}} \qquad \text{〔35〕} \quad 1$$

$$\text{〔36〕} \quad 2 \pi \sqrt{\frac{k}{m}} \qquad \text{〔37〕} \quad 2 \pi \sqrt{\frac{k}{2 m}} \qquad \text{〔38〕} \quad 2 \pi \sqrt{\frac{m}{k}} \qquad \text{〔39〕} \quad 2 \pi \sqrt{\frac{2 m}{k}}$$

$$\text{〔40〕} \quad \sqrt{gR \sin \theta - 3 v^2} \qquad \text{〔41〕} \quad \sqrt{2 gR (1 - \sin \theta) + v^2}$$

$$\text{〔42〕} \quad \sqrt{2 gR \cos \theta + v^2} \qquad \text{〔43〕} \quad \sqrt{2 gR (1 - \cos \theta) + v^2}$$

$$\text{〔44〕} \quad mg (1 - \sin \theta) - \frac{mv^2}{R} \qquad \text{〔45〕} \quad mg (2 \cos \theta - 1) + \frac{3 mv^2}{R}$$

$$\text{〔46〕} \quad mg (3 \cos \theta - 2) - \frac{mv^2}{R} \qquad \text{〔47〕} \quad mg (3 \sin \theta - 1) + \frac{3 mv^2}{R}$$

$$\text{〔48〕} \quad \sqrt{gR + \frac{v^2}{4}} \qquad \text{〔49〕} \quad \sqrt{\frac{2}{3} gR + \frac{v^2}{3}} \qquad \text{〔50〕} \quad \sqrt{\frac{2}{3} gR + v^2}$$

- 〔Ⅲ〕 図1のように、透磁率 $\mu$ の空气中に、断面積 $S$ 、長さ $d$ 、巻数 $N_1$ のソレノイド $C_1$ を置き、その外側に巻数 $N_2$ のソレノイド $C_2$ を $C_1$ と同じ向きに巻きつけて、 $C_1$ に大きさ $I$ の電流を流した。 $d$ はソレノイドの半径に比べて十分に大きく、 $C_1$ 内部の磁場は一様であり、 $C_1$ 外部に生じる磁場の影響は無視できる。 $C_1$ と $C_2$ を貫く磁束は等しいものとして、以下の問いに答えよ。

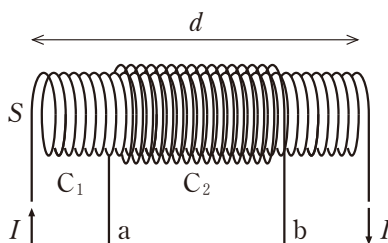


図1

- (1)  $C_1$  内部の磁場の大きさを求めよ。
- (2) 時間  $\Delta t$  の間に、 $C_1$  に流れる電流を  $\Delta I (\Delta I > 0)$  だけ増加させるとき、 $C_1$  に発生する誘導起電力の大きさを求めよ。
- (3)  $C_1$  の自己インダクタンスを求めよ。
- (4)  $C_1$  に流れる電流の大きさが  $I$  のとき、 $C_1$  に蓄えられるエネルギーを求めよ。
- (5) 問(4)で求めた  $C_1$  に蓄えられているエネルギーは、 $C_1$  内部の磁場のエネルギーと考えることができる。問(1)で求めた磁場の大きさを  $H$  として、単位体積あたりの磁場のエネルギーを  $\mu$  と  $H$  を用いて表せ。
- (6) 時間  $\Delta t$  の間に、 $C_1$  に流れる電流を  $\Delta I (\Delta I > 0)$  だけ増加させるとき、 $C_2$  に発生する誘導起電力の大きさを求めよ。
- (7)  $C_1$  と  $C_2$  の相互インダクタンスを求めよ。

$C_1$  の自己インダクタンスを  $0.4 \text{ H}$  (ヘンリー) とし、 $N_1 : N_2 = 2 : 1$  とする。  
 $C_1$  に流れる電流を、図 1 の  $I$  の矢印の向きを正として、図 2 のように変化させた。

- (8)  $C_2$  に発生する誘導起電力の最大値  $V_{\max}$  を求めよ。
- (9)  $C_2$  に発生する誘導起電力の変化をグラフで示せ。ただし、誘導起電力は a から b に電流が流れる向きを正とする。

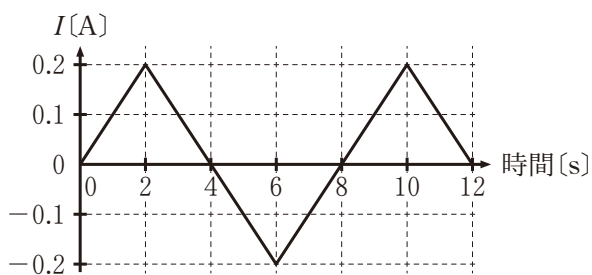


図 2



# 47 化 学

- 1** 次の問 1 ～ 問 3 に答えよ。解答はそれぞれの解答群より適するものを 1 つずつ選び、番号で答えよ。

問 1 アルカリ金属 (Li, Na, K) に関する次の記述 (a) ～ (e) のうち、正しいものの組み合わせはどれか。下の (1) ～ (9) から選び、番号で答えよ。

- (a) 融点の高い順は、 $\text{Li} > \text{Na} > \text{K}$  となる。
- (b) イオン化エネルギーの大きい順は、 $\text{Li} > \text{Na} > \text{K}$  となる。
- (c) 価電子数の多い順は、 $\text{Li} > \text{Na} > \text{K}$  となる。
- (d) 水との反応性の高い順は、 $\text{Li} > \text{Na} > \text{K}$  となる。
- (e) 密度の大きい順は、 $\text{Li} > \text{Na} > \text{K}$  となる。

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) a と b | (2) a と c | (3) a と d |
| (4) a と e | (5) b と c | (6) b と d |
| (7) b と e | (8) c と d | (9) c と e |

問 2 水  $\text{H}_2\text{O}$  2.0 mol, 酢酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1.0 mol, エタノール  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  1.0 mol を温度一定で混合し、触媒のもとで反応させると、酢酸エチル  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  が生成して平衡状態に達した。この温度における平衡定数が 5.0 であるとき、生成する酢酸エチルの物質量 (mol) はいくらか。最も近い値を次の (1) ～ (6) から選び、番号で答えよ。

- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| (1) 0.25 | (2) 0.38 | (3) 0.50 |
| (4) 0.69 | (5) 0.75 | (6) 1.0  |

問 3 アニリンに関する次の記述(a)～(e)のうち、誤っているものの組み合わせはどれか。下の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

- (a) アンモニアより強い塩基である。
- (b) さらし粉水溶液を加えると酸化されて、赤紫色を呈する。
- (c) 工業的には、ニッケルなどを触媒として、ニトロベンゼンを水素で還元してつくられる。
- (d) 無水酢酸を作用させて得られるアセトアニリドは、アミド結合をもつ。
- (e) 塩酸に溶かして水で冷却し、これに、亜硝酸ナトリウムの水溶液を加えると、*p*-ヒドロキシアゾベンゼンを生じる。

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| (1) aとb | (2) aとc | (3) aとd |
| (4) aとe | (5) bとc | (6) bとd |
| (7) bとe | (8) cとd | (9) cとe |

2 次の文を読み、下の問 1 ～問 4 に答えよ。

多くの種類の金属イオンを含む水溶液の場合、似たような反応をするイオンもあり、それぞれのイオンを分離・確認するのは難しい。そのため、金属イオンを数種類のグループに分けて分離・確認する操作が行われる。このような操作は系統分析とよばれ、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  を含む水溶液の場合、次のような手順①～⑤で行うのが一般的である。

### 手順

- ① 7 種類の金属イオンを含む水溶液に **ア** を加え、生じた沈殿をろ過することによって 2 種類の金属イオン X と Y を他の金属イオンから分離する。分離した沈殿に熱湯を注いで Y を含む沈殿を溶かし、残った X を含む沈殿をろ過によって分離する。
- ② ①の 2 種類の金属イオン X と Y を分離した後のろ液に硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  を通じ、生じた硫化物の沈殿をろ過によって分離する。
- ③ ②のろ液を加熱して過剰の  $\text{H}_2\text{S}$  を除いた後、**イ** を加え、 $\text{H}_2\text{S}$  で **ウ** されて生じた **エ** を、**オ** にもどす。さらに、**カ** を過剰に加え、生じた沈殿をろ過によって分離する。
- ④ ③のろ液に  $\text{H}_2\text{S}$  を通じ、生じた硫化物の沈殿をろ過によって分離する。
- ⑤ ④のろ液に **キ** を加え、生じた沈殿をろ過によって分離する。

問 1 文中の空欄 **ア** ～ **キ** に最も適するものを、次の (11) ～ (23) から選び、番号で答えよ。

- |                                     |                           |                      |
|-------------------------------------|---------------------------|----------------------|
| (11) 希硝酸                            | (12) 希塩酸                  | (13) 希硫酸             |
| (14) 酸化                             | (15) 還元                   | (16) 分解              |
| (17) $\text{Fe}^{2+}$               | (18) $\text{Fe}^{3+}$     | (19) $\text{HS}^-$   |
| (20) $\text{S}^{2-}$                | (21) $\text{H}_2\text{S}$ | (22) $\text{NH}_3$ 水 |
| (23) $(\text{NH}_4)\text{CO}_3$ 水溶液 |                           |                      |

問 2 下線部(あ)の金属イオン X と Y に関する次の記述(a)～(d)のうち、正しいものの組み合わせはどれか。下の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

- (a) X を含む水溶液に過剰量のアンモニア水を加えると、無色の溶液になる。
- (b) X を含む水溶液に過剰量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、無色の溶液になる。
- (c) Y を含む水溶液に過剰量のアンモニア水を加えると、無色の溶液になる。
- (d) Y を含む水溶液に過剰量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、無色の溶液になる。

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) a と b | (2) a と c | (3) a と d |
| (4) b と c | (5) b と d | (6) c と d |

問 3 下線部(い)の沈殿に希硝酸を加えて、加熱し、沈殿を溶解させた後、過剰量のアンモニア水を加えると錯イオンを形成した。形成した錯イオンの化学式(イオン式)を、解答例にならって記せ。

問 4 次の文を読み、下の問(i)および(ii)に答えよ。

文  $\text{Cu}^{2+}$  と  $\text{Zn}^{2+}$  の混合水溶液を A にして  $\text{H}_2\text{S}$  を通じると、 $\text{CuS}$  のみが沈殿する。水溶液を中性や B にすると、溶液中に残った  $\text{Zn}^{2+}$  も  $\text{ZnS}$  として沈殿するようになる。硫化水素は、水溶液中で  $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$  のように電離しており、水溶液中の  $\text{S}^{2-}$  のモル濃度  $[\text{S}^{2-}]$  は、 $\text{H}^+$  のモル濃度  $[\text{H}^+]$  によって変化する。溶液を酸性にすると、 $\text{H}_2\text{S}$  の電離平衡が変化して  $[\text{S}^{2-}]$  が C なる。逆に、溶液を塩基性にすると、 $[\text{S}^{2-}]$  が D なる。つまり、硫化物の溶解度積が大きい金属イオンは、溶液の pH によっては沈殿を生じない場合がある。このことを利用して、金属イオンを互いに分離することができる。

(i) 文の空欄の A ~ D に最も適する語句の組み合わせはどれか。次の(1)~(4)から選び、番号で答えよ。

	A	B	C	D
(1)	酸 性	塩基性	小さく	大きく
(2)	酸 性	塩基性	大きく	小さく
(3)	塩基性	酸 性	小さく	大きく
(4)	塩基性	酸 性	大きく	小さく

(ii)  $\text{Cu}^{2+}$  と  $\text{Zn}^{2+}$  の濃度がともに  $0.010 \text{ mol/L}$  の水溶液に、硫化水素を通じて硫化水素のモル濃度  $[\text{H}_2\text{S}]$  を  $0.10 \text{ mol/L}$  に保った。 $\text{CuS}$  だけを沈殿させるための  $[\text{H}^+]$  の下限はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。ただし  $\text{CuS}$  の溶解度積を  $6.5 \times 10^{-30} (\text{mol/L})^2$ 、 $\text{ZnS}$  の溶解度積を  $2.2 \times 10^{-18} (\text{mol/L})^2$ 、 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$  の電離定数を  $1.2 \times 10^{-21} (\text{mol/L})^2$ 、 $\sqrt{6} = 2.4$ 、 $\sqrt{11} = 3.3$  とする。

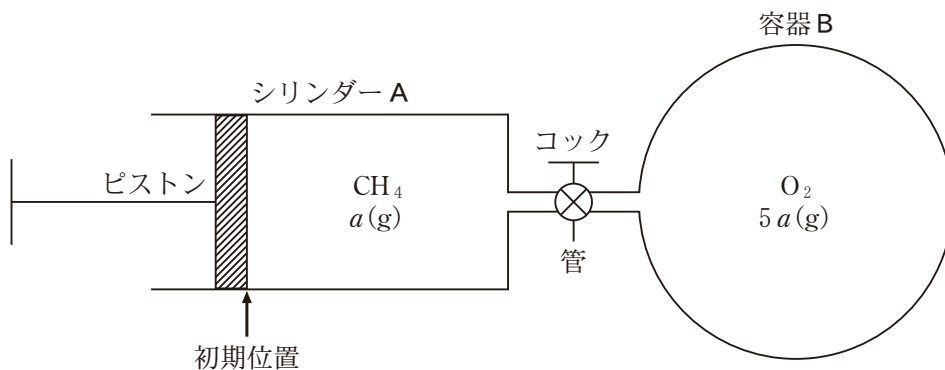
- 3 次の文を読み、下の問1～問5に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$ 、 $C = 12.0$ 、 $O = 16.0$ とする。また、すべての気体は理想気体としてふるまい、気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

容積可変の容器に気体を入れ、温度一定で、その容器の体積を減らすと、気体の圧力は **ア**。つまり、温度一定のとき、一定物質量の気体の体積  $V$  は、圧力  $P$  に **イ**。この関係は **ウ** の法則とよばれる。また、一定の体積と温度のもとで、混合気体の全圧はその成分気体の分圧の和に等しい。この関係は **エ** の分圧の法則とよばれる。

ここで気体の性質に関する次の**実験**を行った。

### 実験

図はピストンにより容積が変わるシリンダー A と容器 B が、コックのついた管でつながった装置である。シリンダー A には質量  $a(\text{g})$  のメタン  $\text{CH}_4$  (気体) が、容器 B には質量  $5a(\text{g})$  の酸素  $\text{O}_2$  (気体) が入っている。コックが閉じた状態でピストンが初期位置にあるとき、シリンダー A と容器 B の容積は共に  $V_0(\text{L})$  で、温度も  $T_0(\text{K})$  である。このときのシリンダー A 内の圧力は  $P_A(\text{Pa})$  だった。ただし、シリンダー A と容器 B をつなぐ管の容積は無視できるものとする。



図

問 1 文中の空欄 ア ～ エ に最も適するものを，次の(11)～(20)から選び，番号で答えよ。ただし，同じ番号を何度用いてもよい。

- |             |            |            |
|-------------|------------|------------|
| (11) 小さくなる  | (12) 変化しない | (13) 大きくなる |
| (14) 正比例する  | (15) 反比例する | (16) 関係しない |
| (17) ボイル    | (18) シャルル  | (19) ドルトン  |
| (20) ルシャトリエ |            |            |

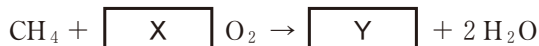
問 2 ピストンが図の初期位置にありコックが閉じているとき，容器 B 内の圧力は  $P_A$  の何倍か。正しいものを次の(1)～(5)から選び，番号で答えよ。

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| (1) 1.0 | (2) 2.0 | (3) 2.5 |
| (4) 3.5 | (5) 5.0 |         |

問 3 図のシリンダー A の容積が  $0.25 V_0$  になるようにピストンを押し込んで固定した後に，コックを開けて放置したところ， $\text{CH}_4$  と  $\text{O}_2$  は反応せずに混合し，装置内の温度は  $T_0$  となった。このときの装置内の全圧  $P$  と  $\text{CH}_4$  の分圧  $P_{\text{CH}_4}$  は  $P_A$  を用いてどのようにあらわされるか。最も適するものを次の(1)～(9)からそれぞれ選び，番号で答えよ。

- |                |                |               |
|----------------|----------------|---------------|
| (1) $0.50 P_A$ | (2) $0.80 P_A$ | (3) $1.0 P_A$ |
| (4) $1.5 P_A$  | (5) $2.0 P_A$  | (6) $2.5 P_A$ |
| (7) $2.8 P_A$  | (8) $3.0 P_A$  | (9) $3.5 P_A$ |

問 4 次の式は  $\text{CH}_4$  の完全燃焼を表す化学反応式である。式中の空欄 X および Y に最も適する係数または化学式を記せ。





問 5 問 3 の操作の後、ピストンを固定したまま適切な方法で装置内の  $\text{CH}_4$  を完全に燃焼させた。この反応が終わった後に装置内の温度を  $T_0$  としたところ、生成した  $\text{H}_2\text{O}$  はすべて気体であった。このときの装置内の全圧と  $\text{O}_2$  の分圧はそれぞれ  $P_A$  の何倍か。小数点以下第 1 位まで記せ。

4 糖類について述べた次の文を読み、下の問 1 ～問 6 に答えよ。ただし、原子量は、 $H = 1.0$ 、 $C = 12.0$ 、 $O = 16.0$  とする。

グルコースは無色の結晶で甘味があり水によく溶ける。結晶状態のグルコースは、環状構造で存在し、 $\alpha$ -グルコースと $\beta$ -グルコースの 2 種類の立体異性体がある。一方で、水溶液中では図のような 3 種の異性体が平衡状態で存在する。2 分子の $\alpha$ -グルコースが脱水縮合して生じる二糖類のうち、一方の分子の 1 位の炭素原子に結合したヒドロキシ基 -OH ともう一方の分子の 4 位の炭素原子の -OH とが反応して生じるのは **ア** で、2 分子とも 1 位の炭素原子の -OH どうして反応して生じるのは **イ** である。また、2 分子の $\beta$ -グルコースが脱水縮合して生じる二糖類のうち、一方の分子の 1 位の炭素原子の -OH ともう一方の分子の 4 位の炭素原子の -OH とが反応して生じるのは **ウ** である。一般に 2 分子の糖が脱水縮合により生じた C-O-C 結合のことをグリコシド結合とよぶ。数百個～数十万個のグルコースが縮合重合して生じたものには、セルロース、デンプンおよびグリコーゲンがある。デンプンは、だ液などに含まれる酵素 **エ** により加水分解され、**ア** になり、さらに酵素 **オ** によりグルコースになる。

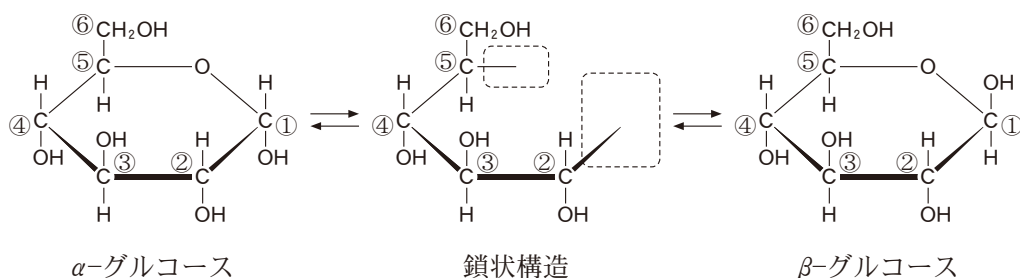


図 水溶液中におけるグルコースの平衡  
(①～⑥は炭素原子の番号を示している)

問 1 文中の空欄 **ア** ～ **オ** に最も適する語句を次の(11)～(22)から選び、番号で答えよ。

- |             |             |              |
|-------------|-------------|--------------|
| (11) ガラクトース | (12) セロビオース | (13) ラクトース   |
| (14) トレハロース | (15) フルクトース | (16) マルトース   |
| (17) セルラーゼ  | (18) マルターゼ  | (19) インベルターゼ |
| (20) ラクターゼ  | (21) アミラーゼ  | (22) セロビアーゼ  |

問 2 下線部(あ)について、破線で囲った部分に該当する原子団をそれぞれ補い、グルコースの鎖状構造を完成せよ。ただし、炭素原子の番号は書かなくてよい。

問 3 下線部(い)について、セルロースからつくられる繊維であるビスコースレーヨン(A)，アセート繊維(B)および銅アンモニアレーヨン(C)の繊維を得る方法として最も適するものを、次の(1)～(4)から選び、それぞれ番号で答えよ。

- (1) セルロースをシュバイツァー試薬に溶かした後、希硫酸中に押し出してつくる。
- (2) セルロースに濃硝酸と濃硫酸の混酸を作用させ、空气中に押し出してつくる。
- (3) セルロースを無水酢酸と氷酢酸、少量の濃硫酸と十分に反応させた後、エステル結合の一部を加水分解したあとに、アセトンに溶解して空气中に押し出してつくる。
- (4) セルロースを濃い水酸化ナトリウム水溶液で処理した後、二硫化炭素  $\text{CS}_2$  と反応させてから薄い水酸化ナトリウム水溶液に溶解させ、この溶液を希硫酸中に押し出してつくる。

問 4 下線部(う)について、デンプンを 3.24 g とり、これを希酸で完全に加水分解したとき、最終的に得られるグルコースの質量(g)はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。

問 5 文中の空欄 ア , イ および ウ にあてはまる化合物のうち、フェーリング液を還元するものはどれか。最も適するものを、次の(1)～(7)から選び、番号で答えよ。

- |           |         |         |
|-----------|---------|---------|
| (1) アのみ   | (2) イのみ | (3) ウのみ |
| (4) アとイ   | (5) アとウ | (6) イとウ |
| (7) アとイとウ |         |         |

問 6 単糖に関する次の記述(1)～(5)のうち、誤っているものを選び、番号で答えよ。

- (1) グルコースの鎖状構造と環状構造では、不斉炭素原子の数が異なる。
- (2) グルコースとガラクトースは、立体異性体の関係にある。
- (3) グルコースとフルクトースは、立体異性体の関係にある。
- (4) フルクトースは、五員環構造と六員環構造の両方の構造をとる。
- (5) 結晶状態のフルクトースのヒドロキシ基の数は、5 個である。

## 48 生 物

〔Ⅰ〕 遺伝に関する次の文章を読み、問 1 ～問 6 に答えよ。

生物は、同じ種であってもさまざまな形質をもつ。同種の個体間で見られる形質の違いをもたらす変異のうち、DNA 複製の誤りによって生じる突然変異は、生殖細胞を通じて親から子へ受け継がれ、多様な生物の進化につながる。

いま、4 つの生物種を用いて、異なる形質をもつ個体間の交配を行い、その子孫の表現型を調べた。以下にそれらの過程をまとめた 4 つの交配例を示す。

**交配例 1**：マウスの体毛には黒色毛と褐色毛があり、黒色毛の遺伝子と褐色毛の遺伝子は、常染色体上に存在する対立遺伝子である。黒色毛の雌マウス 2 匹(雌①、雌②とする)と褐色毛の雄マウス 1 匹がいる。雌①と雄マウスの交配によって生まれた子の毛色は、黒色毛が 7 匹、褐色毛が 5 匹だった。一方、雌②と雄マウスの交配によって生まれた 18 匹の子の毛色は、すべて黒色毛だった。

**問 1** 交配例 1 において、顕性遺伝子を A、潜性遺伝子を a で表した場合に、雌①と雌②の遺伝子型について、雌①の遺伝子型を**解答欄Ⅰ**に、雌②の遺伝子型について**解答欄Ⅱ**に、それぞれ答えよ。

**交配例 2**：カイコの背側体表にはさまざまな模様があり、その 1 つに半月の形をした模様(半月紋)がある。有半月紋遺伝子と無半月紋遺伝子は常染色体上に存在する対立遺伝子であり、無半月紋遺伝子は有半月紋遺伝子に対して顕性である。そして、無半月紋遺伝子のホモ接合体は致死である。無半月紋のカイコの雄と雌の成虫どうしの交配と、有半月紋のカイコの雄と無半月紋のカイコの雌の成虫どうしの交配を行った。

**問 2** 交配例 2 において、子カイコの表現型の分離比はいくらか。無半月紋どうしの交配の場合を**解答欄Ⅰ**に、有半月紋と無半月紋の交配の場合を**解答欄Ⅱ**に、以下の書き方の例を参考にして、それぞれ答えよ。

(例) 有半月紋：無半月紋 = 10 : 1

**交配例 3**：野生型のショウジョウバエの複眼は赤色(赤色眼)であるが、色のない突然変異体(白色眼)が存在する。白色眼遺伝子はX染色体に存在し、潜性である。野生型ショウジョウバエの雌と白色眼の雄 10 匹ずつを交配すると、その子は雌雄ともにすべて赤色眼であった。次に、子孫第一代を交配させて子孫第二代を得た。なお、子孫第一代の雌と雄とを均等に交配させて生じた子はすべて成虫になった。

**問 3** 交配例 3 において、子孫第二代の表現型の分離比はいくらか。雄の場合を**解答欄 I**に、雌の場合を**解答欄 II**に、以下の書き方の例を参考にして、それぞれ答えよ。

(例) 赤色眼：白色眼 = 10：1

**交配例 4**：エンドウの種子の色には黄色と緑色があり、その形には丸としわがある。この種子の色の遺伝子と形の遺伝子は連鎖していない。黄色で丸い種子のエンドウ(黄丸)の花粉を、緑色でしわの種子のエンドウ(緑しわ)のめしべに受粉させて、雑種第一代を得たところ、その種子はすべて黄色で丸であった。

**問 4** 交配例 4 において、雑種第一代のエンドウを自家受粉して雑種第二代を得た。雑種第二代の種子の表現型の分離比を、以下の書き方の例を参考にして答えよ。

(例) 黄丸：黄しわ：緑丸：緑しわ = 10：1：1：1

問 5 交配例 4 において、雑種第一代のエンドウの花粉を、緑色でしわのエンドウのめしべに交配して雑種第二代を得た。雑種第二代の種子の表現型の分離比を、以下の書き方の例を参考にして答えよ。

(例) 黄丸：黄しわ：緑丸：緑しわ = 10 : 1 : 1 : 1

問 6 交配例 4 において、雑種第一代のエンドウを自家受粉して得た雑種第二代の種子のうち、緑色で丸のすべての個体を選択し、自家受粉させた。この雑種第三代の表現型の分離比を、以下の書き方の例を参考にして答えよ。

(例) 黄丸：黄しわ：緑丸：緑しわ = 10 : 1 : 1 : 1



〔Ⅱ〕 核酸と細胞の分裂に関する次の文章を読み、問 1 ～問 9 に答えよ。

細胞を構成する 核酸<sup>(a)</sup>には、デオキシリボ核酸 (DNA) とリボ核酸 (RNA) の 2 種類がある。DNA は遺伝情報を担う物質であり、タンパク質<sup>(b)</sup>とともに染色体を構成している。RNA には mRNA や tRNA, rRNA などがあり、これらは DNA の遺伝情報をもとにタンパク質が合成される過程においてはたらいている。

図 1-1 と図 1-2 は、ヒト細胞の正常な細胞周期における細胞 1 個あたりの DNA の量の変化を表している。図 1-1 の実線㉔で示される細胞分裂を(イ)分裂と呼び、図 1-2 の点線㉕で示される細胞分裂を(ロ)分裂と呼ぶ。(イ)分裂では、複製されてできた 2 本の染色体どうしが、分裂期中期までは互いにくっついた状態になっており、これらは分裂期の後期になると分離する。ヒトの正常な細胞の分裂では、(イ)分裂の後期に 1 個の細胞内に( A )本の染色体が観察され、このうち( B )本が性染色体である。その後、(イ)分裂の終期を経て、母細胞の染色体は 2 個の娘細胞に分配される。一方、(ロ)分裂では、第一分裂前期において、対になる相同染色体どうしが並んで対合し、(ハ)染色体が形成される。このとき、相同染色体の間で染色体の一部が交換される 乗換え<sup>(c)</sup>が起こることがある。続く第二分裂は(イ)分裂とよく似たしくみで行われ、最終的に染色体は 1 個の母細胞から 4 個の娘細胞に分配される。

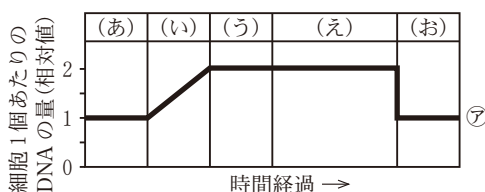


図 1-1

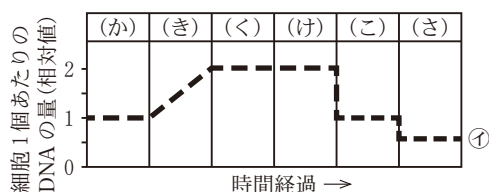


図 1-2

問 1 文中の(イ)～(ハ)に適切な語句を記入せよ。

問 2 文中の( A )と( B )に入る数字の組み合わせとして適切なものを、次の(1)～(5)から1つ選び、番号で答えよ。

	A	B
(1)	22	1
(2)	46	2
(3)	44	2
(4)	92	4
(5)	90	2

問 3 下線部(a)に関する文章として正しいものを、次の(1)～(4)から1つ選び、番号で答えよ。

- (1) DNA を構成する塩基にはチミンが含まれていない。
- (2) RNA は分解されるとペプチドになる。
- (3) 真核生物では、DNA は主に核の中に存在している。
- (4) 原核生物では、RNA はリボソームにより転写される。

問 4 下線部(a)に関連して、DNA と RNA を構成する基本単位の構造として正しいものの組み合わせを次の(1)～(4)から1つ選び、番号で答えよ。

	DNA	RNA
(1)		
(2)		
(3)		
(4)		

問 5 下線部(b)に関連して、真核生物の染色体において、DNA と結合しヌクレオソームと呼ばれる構造を形成しているタンパク質の名称を答えよ。

問 6 下線部(c)が起こるときに、対合した相同染色体の間で染色体が、X 字状に交差する部分を何と呼ぶか。

問 7 図 1-1 における実線㉔の細胞周期は、図中の記号(あ)～(お)の時期に分かれる。その中で、DNA の複製が行われる時期はどれか。適切なものを(あ)～(お)から 1 つ選び、記号で答えよ。

問 8 図 1-2 における点線㉑の細胞周期は、図中の記号(か)～(さ)の時期に分かれる。その中で、第二分裂の時期はどれか。適切なものを(か)～(さ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

問 9 ある植物の分裂組織を、薬品を用いて細胞の変化を止め、染色体を染色した。図 2 は、その組織を顕微鏡で観察した際の任意の領域の模式図である。染色体は、核内に分散した状態、または太く短い棒状に凝縮した状態で観察された。点線は細胞の輪郭を示している。

細胞周期の長さが 20 時間であった場合、観察された分裂組織の細胞の分裂期の長さは何時間か。小数点以下第 1 位を四捨五入して整数で答えよ。なお、この分裂組織の細胞は、いっせいに揃って分裂していないものとする。

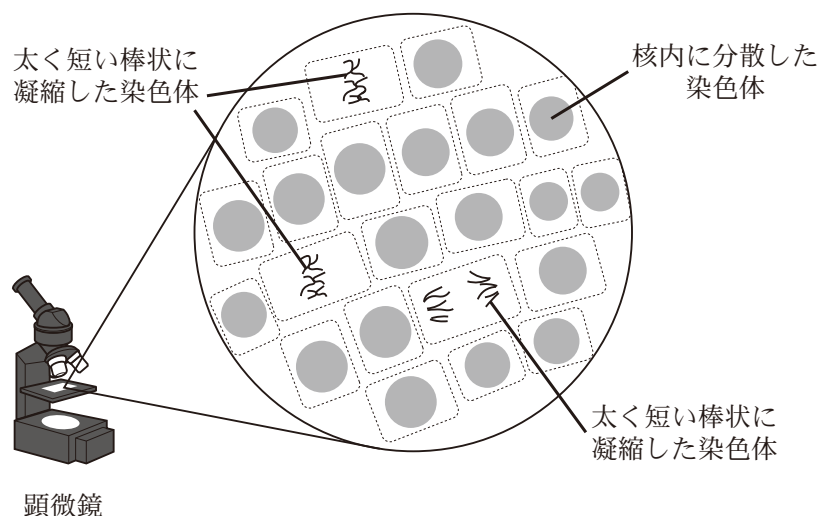


図 2

〔Ⅲ〕 生物群集に関する次の文章を読み、問 1～問 7 に答えよ。

地球上の様々な環境のもとで、生物は互いに関係をもちながら生活している。ある一定の地域に生育する同じ種のまとまりを、( イ ) という。また、いくつもの( イ ) の集まりを 生物群集 <sup>(a)</sup> という。

生物群集の大きさは様々であり、しばしば、ある生物群集が他の生物群集の内部に含まれている。例えば、微生物の生物群集がシロアリの腸内にあり <sup>(b)</sup>、そのシロアリは、倒木に生息している生物群集の一部である。また、その倒木に生息する生物群集は、森林の生物群集の一部となっている。

同じ場所に生育する複数の植物の( イ ) の集まりを特に植物群落という。植物群落の中で、現存量が多く占有面積が他の種に比べ大きな種を( ロ ) という。

生物群集の中では、植物を動物が食べ、その動物を他の動物が食べる。このような 食う—食われるの関係 <sup>(c)</sup> が次々とつながっていくことを 食物連鎖 <sup>(d)</sup> という。実際には、ある一つの種の捕食者は複数の種の生物を捕食し、2 種以上の生物の被食者となることが多い。つまり、自然界における食物連鎖の関係は複雑な網目状となっている。これを、( ハ ) という。食物連鎖は生態系における エネルギーの流れ <sup>(e)</sup> や 物質循環 <sup>(f)</sup> と深く関わっており、( ハ ) が複雑になるほど、生物群集は安定すると考えられている。

問 1 文中の( イ )～( ハ ) に適切な語句を記入せよ。

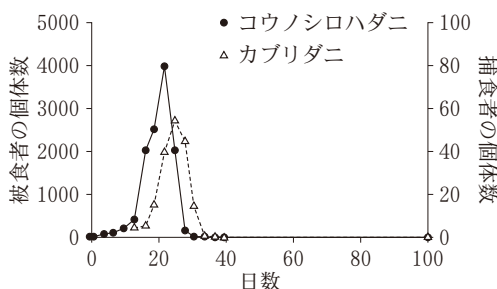
問 2 下線部(a)の集団において、生活空間や活動時間などの資源、環境要因の利用の仕方は生物種ごとに異なっている。環境中のどの資源をどのように利用するかなど、各生物種が生態系内で占めている位置のことを何と呼ぶか。

問 3 下線部(b)について、木材を主食とするシロアリは自身では木材の主成分であるセルロースを分解する酵素を持たない。しかし、シロアリの腸内にいる微生物は、シロアリの腸内という住環境を得る代わりに、セルロースをシロアリが利用可能な代謝物へと変換する。このようなシロアリと腸内微生物群集との関係として適切なものを、次の(1)～(4)から1つ選び、番号で答えよ。

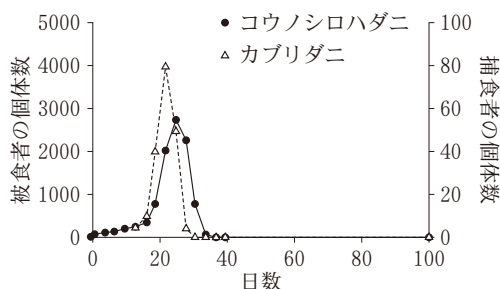
- (1) 競争      (2) 相利共生      (3) 寄生      (4) 片利共生

問 4 下線部(c)に関連して、コウノシロハダニ(被食者)とそれを捕食するカブリダニ(捕食者)を同じ飼育容器に入れた場合の個体数の変動を観察し、その様子をグラフにした。次の(1)～(4)から最も適切なグラフを選び、番号で答えよ。なお、この飼育容器には被食者だけが隠れることができる場所を設置している。

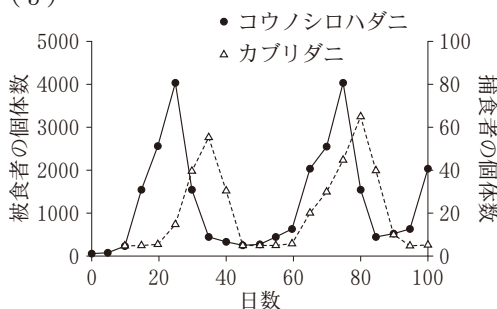
(1)



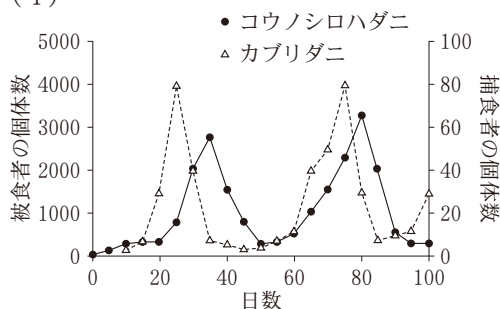
(2)



(3)



(4)



問 5 下線部(d)の各栄養段階において、個体数や現存量、エネルギー量を栄養段階ごとに調べて棒グラフにし、それを栄養段階順に下位から上位の順に積み重ねたものを何と呼ぶか。

問 6 下線部(e)に関連して、捕食者が被食者を食べた際、得られるエネルギー量は被食者の総エネルギー量よりも少ない。捕食者の総エネルギー量の中で、捕食者が吸収したエネルギー量として適切なものを、次の(1)～(4)から1つ選び、番号で答えよ。

(1) 成長量

(2) 同化量

(3) 呼吸量

(4) 不消化排出量

問 7 下線部(f)のなかで、炭素循環においては、各生物とある特定の非生物的环境要素との間に直接やりとりがある。一方、窒素循環においては、各生物とこの特定の非生物的环境要素との間でのやりとりは一部の生物に限られる。この特定の非生物的环境要素とは何か。

〔Ⅳ〕 大腸菌の生育に関する次の文章を読み、問 1 ～問 8 に答えよ。

大腸菌は、生育に必要なグルコースが培地にない状態でも、ラクトースがあれば<sup>(a)</sup>ラクトースをグルコースと( イ )に分解し、生育することができる。

大腸菌の DNA には、ラクトース代謝に関連のある複数の酵素(ラクトース代謝酵素群)<sup>(b)</sup>の遺伝子が隣りあって存在し、この遺伝子群は1つのプロモーターのもとで1本の mRNA として転写される。また、その転写は、ラクトース代謝酵素群の遺伝子群の近くにある調節遺伝子からつくられる調節タンパク質によって調節されており、培地にグルコースがあるときは、調節タンパク質がオペレーターと結合すると、( ロ )と呼ばれる酵素がプロモーターに結合することが阻害され、転写は抑制される。ところが、培地にグルコースがなくラクトースがあるときには、<sup>(c)</sup>ラクトースの構造が変化した物質が生じることでその転写は促進され、<sup>(d)</sup>ラクトース代謝酵素群が合成されるようになる。その結果、ラクトースの分解によってグルコースが産生され、大腸菌が生育できるようになる。

大腸菌の生育およびラクトース代謝酵素群の発現制御を調べるために、以下の【実験】を行った。

【実験】

- ① 野生型の大腸菌を 0.5 g/L グルコースおよび 1.5 g/L ラクトースを含む培地に混和後、37℃ で培養し、大腸菌の生育を観察した。
- ② 培地にラクトースが含まれているかどうかに関係なく、常にラクトース代謝酵素群を合成する大腸菌 A 株および大腸菌 B 株の 2 種類の変異株を用意した。大腸菌 A 株と大腸菌 B 株それぞれに、野生型由来のラクトース代謝酵素群の遺伝子とその上流に位置する調節遺伝子、プロモーターおよびオペレーターを含む DNA 領域を組み込んだプラスミド X を導入した。その大腸菌 A 株と大腸菌 B 株を、それぞれ 1.5 g/L ラクトースを含む、あるいは含まない培地に混和後、37℃ で培養し、ラクトース代謝酵素群の発現を調べた。



問 1 文中の( イ )および( ロ )に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部(a)に関する記述として誤っているものを、次の(1)～(4)から 1 つ選び、番号で答えよ。

- (1) 細胞壁の成分が、植物細胞の細胞壁の成分とは異なる。
- (2) 生命活動に必要なエネルギーの受け渡しに ATP を用いる。
- (3) 細胞質基質で転写が行われる。
- (4) 転写が完了した後に翻訳が始まる。

問 3 下線部(b)のように、まとめて転写される遺伝子群を何と呼ぶか。

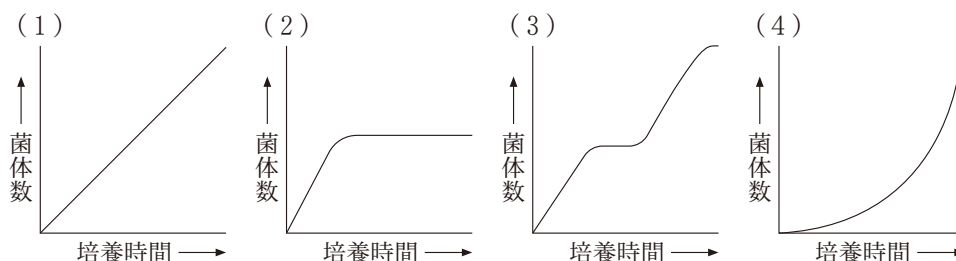
問 4 下線部(c)を引き起こす調節タンパク質を特に何と呼ぶか。

問 5 下線部(d)が転写を促進するしくみとして適切なものはどれか。次の(1)～(4)から 1 つ選び、番号で答えよ。

- (1) 調節遺伝子に結合し、調節タンパク質の産生を阻害する。
- (2) 調節タンパク質と結合して、調節タンパク質とオペレーターとの結合を阻害する。
- (3) オペレーターに結合して、この領域の機能を阻害する。
- (4) ラクトース代謝に関連する酵素の遺伝子に結合して、この領域の転写を阻害する。

問 6 【実験】①の大腸菌は  $4.62 \times 10^6$  塩基対からなる DNA をもっている。この大腸菌の DNA 合成酵素の DNA 合成速度が 825 ヌクレオチド/秒の場合、DNA の複製にかかる時間は何分か。答えは小数点以下第 2 位を四捨五入せよ。

問 7 【実験】①において、大腸菌の菌体数はどのように変化すると考えられるか。次の(1)～(4)から、最も適切なものを1つ選び、番号で答えよ。



問 8 【実験】②において、プラスミド X の導入により、A 株はラクトースを含む培地でのみラクトース代謝酵素群を合成するようになった。一方、B 株はプラスミド X を導入した後も、ラクトースが含まれているかどうかに関係なく常にラクトース代謝酵素群を合成し続けた。A 株と B 株は、それぞれの DNA 領域に変異による異常があったと考えられるか。最も適切なものを、次の(1)～(4)から1つずつ選び、A 株については解答欄Ⅰに、B 株については解答欄Ⅱに、それぞれ番号で答えよ。なお、A 株および B 株の大腸菌は常に生育状態であり、また変異の箇所はそれぞれ1箇所のみ存在するものとする。

- |            |                    |
|------------|--------------------|
| (1) 調節遺伝子  | (2) プロモーター         |
| (3) オペレーター | (4) ラクトース代謝酵素群の遺伝子 |