

## ◇ 理科基礎（化学基礎＋生物基礎）

理基1-1～理基1-18まで18ページあります。

理科基礎

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, N=14, O=16

標準状態での気体の体積は 22.4 L/mol とする。

第 1 問 次の問い(問 1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問 1 電子配置が Ar と同じであるものとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① F<sup>-</sup>    ② S<sup>2-</sup>    ③ Mg<sup>2+</sup>    ④ Al<sup>3+</sup>    ⑤ Ne

問 2 次の表 1 は各温度における気体分子の平均の速さを示している。気体 A~C の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。

表 1 気体分子の平均の速さ

温度 [°C]	気体分子の速さ [m/s]		
	気体 A	気体 B	気体 C
0	633	1845	461
25	661	1927	482
100	740	2156	539

	気体A	気体B	気体C
①	水素	酸素	アンモニア
②	水素	アンモニア	酸素
③	酸素	水素	アンモニア
④	酸素	アンモニア	水素
⑤	アンモニア	水素	酸素
⑥	アンモニア	酸素	水素

問 3 中和滴定を行うために、ビュレットを使用した。ビュレットの一部を模式図として図 1 に示した。ビュレットに関する記述として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 3

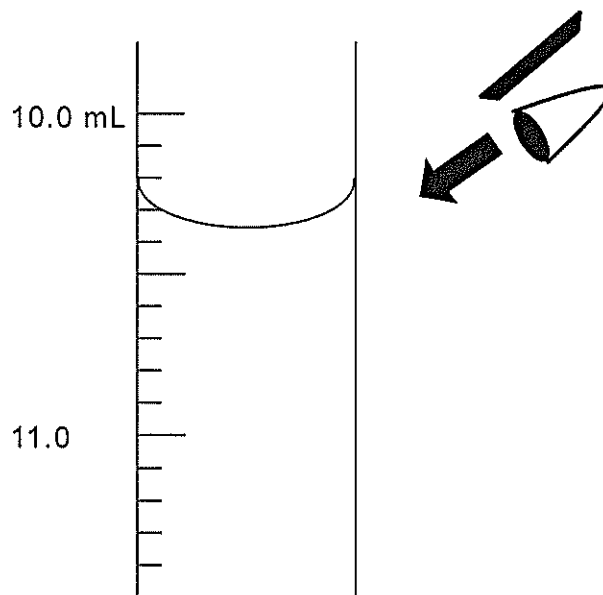


図 1 ビュレットの模式図

- ① 図に示したように斜め上方からビュレットの目盛を読む。
- ② このビュレットの目盛の読みは、10.20 mL である。
- ③ このビュレットの目盛の読みは、10.35 mL である。
- ④ このビュレットの目盛の読みは、11.65 mL である。

理科基礎

問 4 次の a~c の記述で起こった変化は、物理変化と化学変化のいずれであるか。最も適当な組合せを、後の選択肢から一つ選べ。 4

- a 水に角砂糖を入れて無色透明な砂糖水を調製した。
- b 水の電気分解によって、水素と酸素が生じた。
- c 硫化ナトリウム水溶液に酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色の沈澱が生じた。

	a	b	c
①	物理変化	物理変化	物理変化
②	物理変化	物理変化	化学変化
③	物理変化	化学変化	物理変化
④	物理変化	化学変化	化学変化
⑤	化学変化	物理変化	物理変化
⑥	化学変化	物理変化	化学変化
⑦	化学変化	化学変化	物理変化
⑧	化学変化	化学変化	化学変化

問 5 結晶に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

5

- ① 黒鉛は、金属結晶である。
- ② すべての分子結晶の融解液は電気を導く。
- ③ イオン結晶内では、価電子がもとの原子に固定されずに金属中を自由に動き回ることができる。
- ④ 二酸化ケイ素の結晶は、ダイヤモンドと似た立体網目構造を持つ。
- ⑤ 金属結晶の電気伝導性は、原子核の運動で生じる。

問題は次のページに続く。

理科基礎

第 2 問 次の問い(問 1~4)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

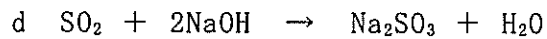
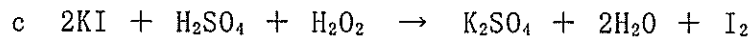
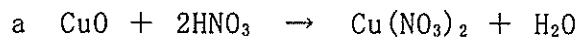
問 1 質量パーセント濃度が 28% のアンモニア水のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、アンモニア水の密度は  $0.90 \text{ g/cm}^3$  とする。  mol/L

- ① 3      ② 5      ③ 9      ④ 15      ⑤ 18

問 2 アセチレン  $\text{C}_2\text{H}_2$  9.1 g と標準状態の酸素 11.2 L を混合して、完全燃焼させた。反応せずに残った気体の質量 [g] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  g

- ① 1.3      ② 2.6      ③ 3.9      ④ 4.8      ⑤ 5.2

問 3 化学反応式 a~d のうち酸化還元反応であるものとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。



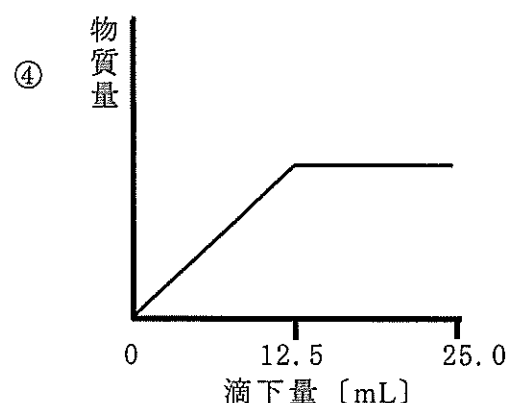
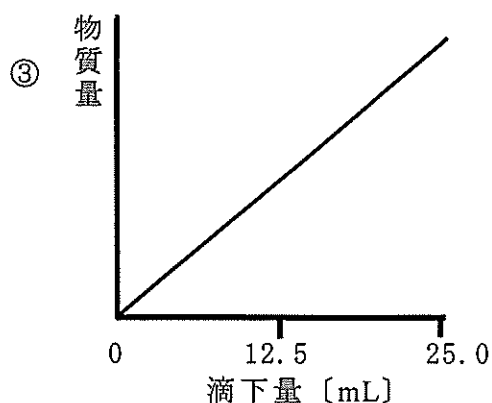
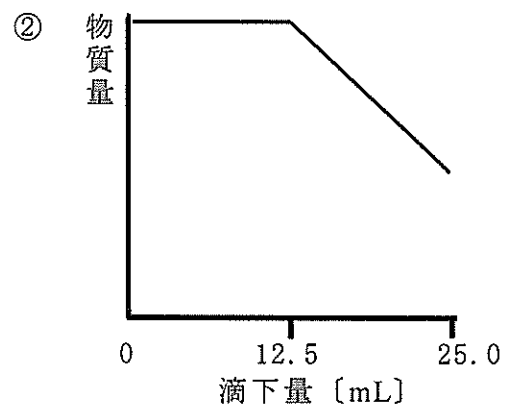
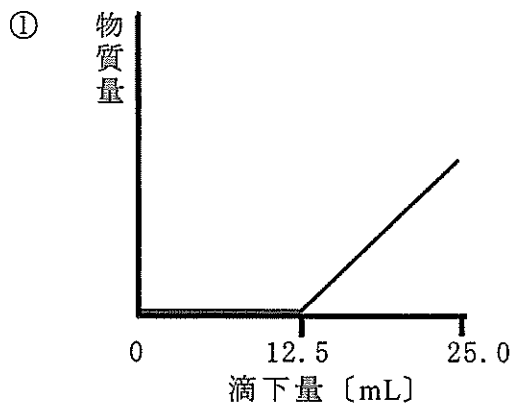
- ① a と b      ② a と c      ③ a と d      ④ b と c      ⑤ b と d  
⑥ c と d

問 4 濃度未知の酢酸水溶液 10.0 mL を正確にホールピペットを用いてコニカルビーカーに入れた。さらに、同様にして 10.0 mL の純水をコニカルビーカーに入れた。指示薬としてフェノールフタレインを使用して、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液をコニカルビーカーに滴下した。その結果、水酸化ナトリウム水溶液を 12.5 mL 滴下したところでコニカルビーカー内の溶液の色が変色した。次の問い (a・b) に答えよ。

a 濃度未知の酢酸水溶液の濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  mol/L

- ① 0.0625      ② 0.125      ③ 0.250      ④ 0.375      ⑤ 0.500

b コニカルビーカー内の溶液の色が変色した後、さらに水酸化ナトリウム水溶液を 12.5 mL 滴下した。水酸化ナトリウム水溶液の滴下を開始してから合計 25.0 mL 滴下する間の水酸化物イオンのコニカルビーカー内における物質質量の変化を表す図として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。



理科基礎

第 3 問 細胞の構造とはたらき及び細胞周期に関する次の文章 (A・B) を読み、  
後の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A キュウリの浅漬けの汁を光学顕微鏡で観察すると、キュウリの細胞と漬物をつくるときに利用された細菌の細胞が観察できる。キュウリの細胞を拡大して観察すると内部にさらに細胞小器官の存在が確認できた。

問 1 キュウリの細胞と細菌の細胞を比較した次の記述について最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① キュウリの細胞と細菌の細胞は、ともに細胞壁をもつ。
- ② キュウリの細胞と細菌の細胞は、呼吸に関する細胞小器官が共通である。
- ③ キュウリの細胞と細菌の細胞に存在する ATP の構造は、互いに異なる。
- ④ キュウリの細胞は細菌の細胞に比べ、小さい。
- ⑤ キュウリの細胞と細菌の細胞は、進化上共通した起源をもたない。

問 2 キュウリの細胞に存在する細胞小器官に関する記述として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 葉緑体は内外 2 枚の膜からなり、内膜は内側に突き出してひだ状になっている。
- ② 核は、あらゆる生物の細胞に存在する。
- ③ ミトコンドリアは DNA を含む細胞小器官である。
- ④ リボソームは、DNA と直接結合してタンパク質を合成する。
- ⑤ 細胞質基質は、タンパク質を含まない。



問 3 葉緑体に関する次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 **13**

葉緑体で行われる炭酸同化（二酸化炭素の同化）では、クロロフィルなどによって **ア** が吸収され、デンプンなどの **イ** が合成される。シアノバクテリアは炭酸同化を行う **ウ** である。

	ア	イ	ウ
①	光エネルギー	無機物	原核生物
②	光エネルギー	無機物	真核生物
③	光エネルギー	有機物	原核生物
④	光エネルギー	有機物	真核生物
⑤	化学エネルギー	無機物	原核生物
⑥	化学エネルギー	無機物	真核生物
⑦	化学エネルギー	有機物	原核生物
⑧	化学エネルギー	有機物	真核生物

## 理科基礎

B 体細胞分裂が終了してから、再び次の分裂が終了するまでの過程を細胞周期と呼ぶ。この過程を繰り返すことにより細胞数が増加し、生物は成長する。体細胞分裂の細胞周期を調べるために、発根させたタマネギの種子を用いて次の実験をおこなった。

### 実験

- (1) 発根したタマネギの種子を 45%の酢酸溶液に 5 分間浸漬した。
- (2) 3%塩酸に浸し、60℃で 2 分間保温した。
- (3) スライドガラスに乗せ、図 1 の **エ** の部分を残して、それ以外の部分を除去した。
- (4) **エ** の部分に酢酸オルセインを滴下し、5 分間放置した。
- (5) **エ** の部分にカバーガラスをかけてその上にろ紙を置き、上から静かに押しつぶした。
- (6) 細胞分裂の様子を光学顕微鏡で観察し、各分裂時期の細胞数を調べた(表 1)。

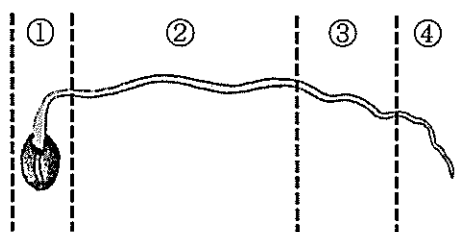


図 1 発根したタマネギの種子

表 1 細胞分裂の様子の観察結果

細胞周期の時期	観察細胞数
間期(G <sub>1</sub> 期, G <sub>2</sub> 期, S期の合計)	234
M期の前期	36
M期中期	15
M期後期	6
M期終期	9

問4 実験に関する文章中の空欄  に当てはまる最も適当な部分を、図1中の①～④のうちから一つ選べ。

問5 発根したタマネギ種子の  部分の細胞周期は25時間であることが知られている。表1の結果から、M期の後期には何時間かかると考えられるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  時間

- ① 0.10
- ② 0.20
- ③ 0.25
- ④ 0.50
- ⑤ 0.75
- ⑥ 1.25

第4問 生物の体内環境の維持に関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A 図1はヒトのネフロン(腎単位)の模式図である。また、健康なヒトにイヌリンを静脈注射により投与し、一定時間後に血しょう、原尿および尿中の物質a～cの濃度を測定した結果を表1に示した。イヌリンは腎臓でろ過されるが、再吸収されない性質を持つ物質である。なお、尿は1日に1600 mL生成されるものとする。

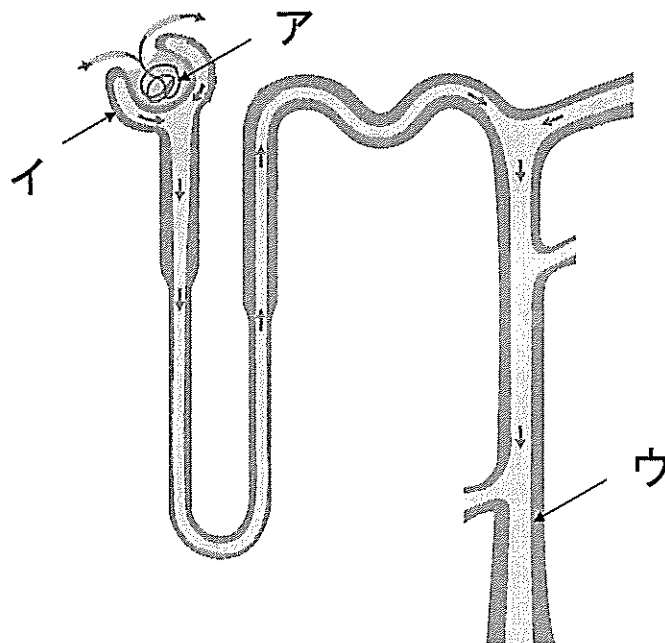


図1 ネフロン(腎単位)の模式図

表1 健康なヒトの血しょう・原尿・尿の各物質の濃度

	濃度 [mg/mL]		
	血しょう	原尿	尿
物質 a	80	0	0
物質 b	1	1	0
物質 c	0.3	0.3	20
イヌリン	0.1	0.1	12

問1 図1のア～ウの名称の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	ボーマンのう	糸球体	腎う
②	ボーマンのう	糸球体	輸尿管
③	ボーマンのう	糸球体	集合管
④	糸球体	ボーマンのう	腎う
⑤	糸球体	ボーマンのう	輸尿管
⑥	糸球体	ボーマンのう	集合管

問2 表1の物質a, 物質bとして最も適当なものを、後の選択肢からそれぞれ一つずつ選べ。物質a-  , 物質b-

- ① タンパク質    ② グルコース    ③ ナトリウム    ④ カリウム  
⑤ 尿素

問3 1日に腎臓でろ過された血しょうは何Lであるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  L

- ① 19    ② 60    ③ 120    ④ 192    ⑤ 240

問4 物質cの再吸収率〔%〕として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  %

- ① 11    ② 22    ③ 33    ④ 44    ⑤ 55

理科基礎

B 血液中のチロキシンの濃度が増加すると視床下部から分泌されるホルモン X 及び脳下垂体前葉から分泌されるホルモン Y の分泌量が減少する。その結果、チロキシンの濃度が減少し、血液中のチロキシン濃度が一定範囲に保たれる。また、ホルモン Y の刺激により甲状腺は大きく発達するが、刺激がなくなると萎縮する。

問 5 マウスの脳下垂体前葉を除去し、ホルモン X 及びチロキシンの分泌量を測定した。この実験を行ったときのホルモン X とチロキシンの分泌量の変化の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 21

	ホルモン X	チロキシン
①	変化なし	変化なし
②	増加	変化なし
③	減少	変化なし
④	変化なし	増加
⑤	増加	増加
⑥	減少	増加
⑦	変化なし	減少
⑧	増加	減少
⑨	減少	減少

問 6 脳下垂体前葉を除去したマウス(処置マウス)と除去をしていないマウス(未処置マウス)の甲状腺の大きさの変化について観察した。また、ホルモン Y を二週間連続投与した後の甲状腺の大きさの変化も観察した。この観察に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 22

- ① 未処置マウスと処置マウスの甲状腺の大きさに変化がなかったが、ホルモン Y を投与すると甲状腺が小さくなった。
- ② 未処置マウスと処置マウスの甲状腺の大きさに変化がなかったが、ホルモン Y を投与すると甲状腺が大きくなった。
- ③ 未処置マウスより処置マウスの甲状腺が大きくなったが、ホルモン Y を投与すると甲状腺が小さくなった。
- ④ 未処置マウスより処置マウスの甲状腺が小さくなったが、ホルモン Y を投与すると甲状腺が大きくなった。

問題は次のページに続く。

第5問 生態系とその保全に関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

A 生物体に含まれている炭素(C)は、タンパク質、炭水化物、脂質、核酸などを構成する重要な元素である。生物体に含まれる炭素は、もとをたどれば大気中や水中に含まれていた二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)に由来する。

生産者である植物は、二酸化炭素を吸収し、によって有機物を合成している。またその一部は捕食されることで消費者である動物に取り込まれる。捕食された生産者や消費者の有機物の一部は消化・吸収されてにより分解され、二酸化炭素として大気中や水中に戻される。また、生産者や消費者の枯死体・遺体・排出物中の有機物は、菌類や細菌類などの分解者のによって分解され、再び二酸化炭素になる。これらの炭素の移動について、概略を図1に示す。

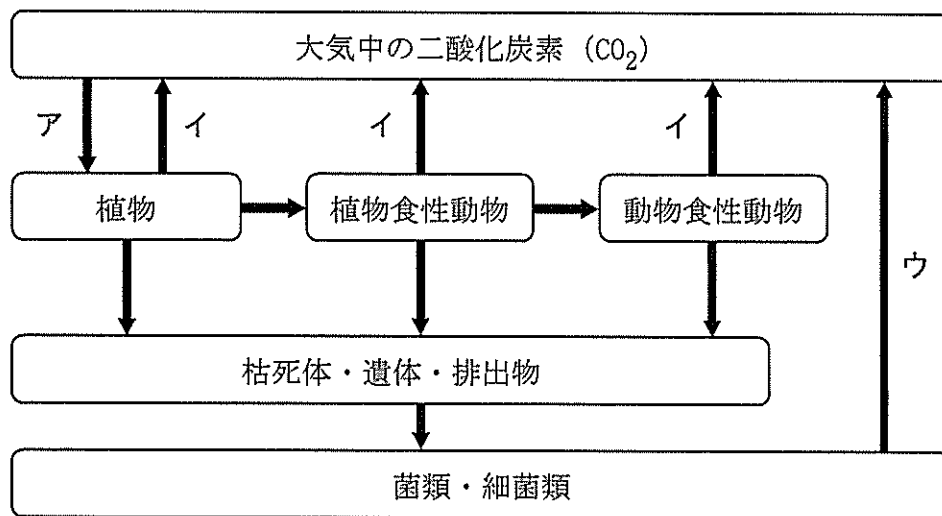


図1 生態系における炭素の移動の概略(模式図)

問1 空欄~に当てはまる語として最も適当なものを、後の選択肢からそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを二度以上選んでもよい。

-  ,  -  ,  -

- ① 呼吸            ② 光合成            ③ 硝化            ④ 脱窒
- ⑤ 溶解            ⑥ 燃焼              ⑦ 放出



問 2 図 1 に関する説明として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

26

- ① 植物食性動物から動物食性動物への炭素の移動は、無機物中の炭素の移動である。
- ② 植物が合成した有機物のすべてが植物食性動物に利用される。
- ③ 炭素とともに窒素も生態系を循環しているが、循環の経路は炭素とは異なる部分がある。
- ④ 大気中の二酸化炭素を直接利用できる動物食性動物も多く存在するが、図 1 では省略されている。
- ⑤ 人類による化石燃料の消費によって、大気中の二酸化炭素は減少傾向にある。

## 理科基礎

B 沿岸や水辺では、水生植物や海藻が生産者であるが、水界生態系全体でみると、おもに植物プランクトンが生産者であるといえる。植物プランクトンは、一次消費者である動物プランクトンや小型魚類に捕食され、これらは高次消費者である大型魚類に捕食される。海洋では、水深によって光の強さや水温、酸素濃度、栄養塩類の量などに違いがあるほか、海流や風による海水の移動の影響を受ける。例えば、亜寒帯で秋から冬に、夏にできた海水層（海水密度が小さい上層と、海水密度が大きい下層の状態安定している）が海流や風によって崩され、いったん栄養が全体に行き渡った状態で、春の日差しを受けることによって浅い暖かい海水層ができると、栄養と光が満ち足りた状況の中で植物プランクトンが大繁殖を起こす。これはスプリングブルーム（春の大増殖）と呼ばれる。

図2は、ある海洋でのケイ藻（植物プランクトン）の生物量と環境要因（栄養塩類の量、光の強さ、海表面の水温）の周年変化を示したものである。

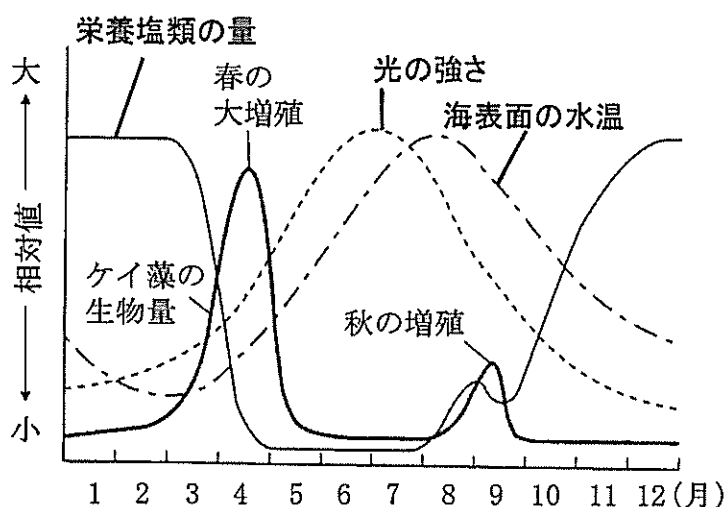


図2 ある海洋におけるケイ藻の生物量と環境要因の周年変化（模式図）

問3 図2の8月おわりから9月初旬にみられるケイ藻の秋の増殖は、春（4月）にみられるものほど大規模ではない。その理由として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 27

- ① 秋は、海表面の水温が春より低いため。
- ② 秋は、栄養塩類の量が春ほど多くないため。
- ③ 秋は、光の強さが春よりも弱いため。
- ④ 秋は、動物プランクトンの量が春より少ないため。

問 4 図 2 において、ケイ藻が春に大增殖した後、急激に減少する理由として適当なものを、後の選択肢から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

,

- ① 栄養塩類の量の減少
- ② 海水中の溶存酸素量の増加
- ③ 海表面の水温の低下
- ④ 大型魚類の増加
- ⑤ 海水の透明度の増加
- ⑥ 光の強さの低下
- ⑦ ケイ藻を捕食する動物プランクトンや小型魚類の増加