

## ◇ 理科基礎（化学基礎＋生物基礎）

理基4-1～理基4-20まで20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, S=32, Cl=35.5

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 次の a~c に当てはまるものを，それぞれの解答群の選択肢のうちから一つずつ選べ。

a 純物質であるもの

- ① 海水                      ② 灯油                      ③ 濃硫酸  
④ 赤リン                    ⑤ 真鍮しんちゆう

b 硫化物イオンの最外殻電子の数

- ① 0      ② 1      ③ 6      ④ 7      ⑤ 8

c 極性分子と無極性分子の組合せであるもの

- ①  $\text{H}_2$  と  $\text{Cl}_2$               ②  $\text{CHCl}_3$  と  $\text{H}_2\text{O}$               ③ HF と HCl  
④  $\text{NH}_3$  と  $\text{CH}_4$               ⑤  $\text{CO}_2$  と  $\text{CCl}_4$

問 2 物質には固体・液体・気体の 3 つの状態がある。分子からなる物質について，いずれの状態にも当てはま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。

- ① 分子は熱運動している。  
② 分子の相互の位置は変わらない。  
③ 屋外(開放系)では，体積と形を一定に保つ。  
④ 一定温度で，加える圧力を変えても他の 2 つの状態に変化しない。

問 3 試料に含まれている元素を確認するための次の実験 a～c と、それによって確認できた元素の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。

5

- a 試料水溶液に白金線の先端をつけてから、その白金線をガスバーナーの外炎に入れると、黄色の炎色反応を示した。
- b 試料水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、水溶液中に白色沈殿を生じた。
- c 固体の試料に塩酸を加えると、腐卵臭の気体が発生した。

	a	b	c
①	Na	Cl	N
②	Na	Cl	S
③	Na	Cr	N
④	Na	Cr	S
⑤	Ca	Cl	N
⑥	Ca	Cl	S
⑦	Ca	Cr	N
⑧	Ca	Cr	S

問 4 化学結合や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。

6

- ① 一般に、1 価の陽イオンと 1 価の陰イオンからなるイオン結晶は、2 価の陽イオンと 2 価の陰イオンからなるイオン結晶よりも融点が高い。
- ② 塩化カリウムのように、水に溶けにくいイオン結晶もある。
- ③ 一般に、分子やイオンに含まれる非共有電子対を金属イオンと共有し、配位結合を形成して生じるイオンを錯イオンという。
- ④ 多数の原子がすべて共有結合によって結びつき、規則正しく配列してできた固体を分子結晶と呼ぶ。
- ⑤ 金属結晶では金属の結合に自由電子が使われているので、金属結晶内の陽子が主に熱の伝導にはたらく。

理科基礎

問 5 窒素と酸素からなる化合物 A と B がある。図 1 は、化合物 A と B に含まれる窒素と酸素の質量の関係を表している。化合物 A と化合物 B の化学式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。 7

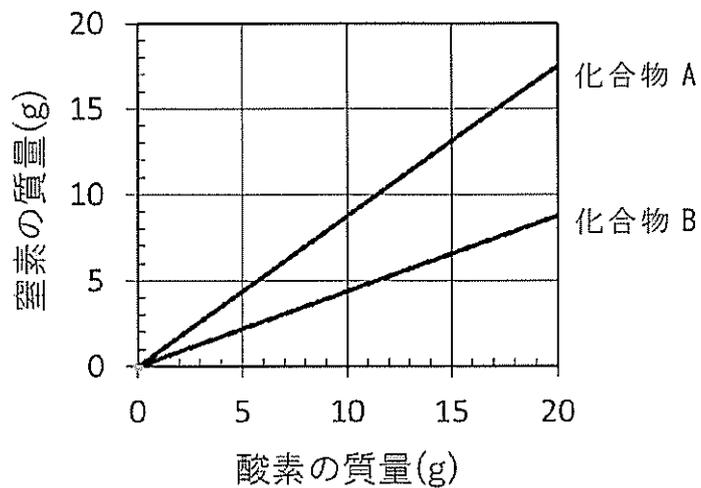


図 1 化合物 A と B に含まれる窒素と酸素の質量の関係

	化合物A	化合物B
①	NO	NO <sub>2</sub>
②	NO	N <sub>2</sub> O
③	NO <sub>2</sub>	NO
④	NO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
⑤	N <sub>2</sub> O	NO
⑥	N <sub>2</sub> O	NO <sub>2</sub>

問題は次のページに続く

第 2 問 次の問い(問 1~6)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問 1 質量パーセント濃度が 36% の濃塩酸 (密度  $1.18 \text{ g/cm}^3$ ) を用いて、 $0.50 \text{ mol/L}$  の希塩酸  $200 \text{ mL}$  作りたい。必要な濃塩酸の体積  $[\text{mL}]$  として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。   $\text{mL}$

- ① 1.7    ② 8.6    ③ 18    ④ 36    ⑤ 43

問 2 ガソリンに含まれるオクタン  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  の燃焼反応は次のような式で表される。この燃焼反応により、標準状態で  $11.2 \text{ L}$  の二酸化炭素が発生した。燃焼したオクタンの質量  $[\text{g}]$  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、燃焼反応は完全に進行したものとする。   $\text{g}$



- ① 2.8    ② 3.5    ③ 7.1    ④ 14    ⑤ 29

問 3 下線を付けた物質がブレンステッド・ローリーの定義の酸のはたらきをしているものはどれか。最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ①  $\underline{\text{HSO}_3^-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_3^{2-}$   
 ②  $\underline{[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}} + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$   
 ③  $\underline{\text{HCO}_3^-} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$   
 ④  $\text{NH}_4^+ + \underline{\text{H}_2\text{O}} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NH}_3$

問 4 0.50 mol/L の希硫酸 200 mL に、ある量のアンモニアを完全に吸収させた。アンモニアを吸収させた希硫酸 20 mL をコニカルビーカーに入れ、これに指示薬としてメチルレッド加え、0.50 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ 6.0 mL 滴下した時点で過不足なく中和した。次の問い (a・b) に答えよ。ただし、希硫酸にアンモニアを吸収させた時の体積変化は無視できるものとする。

a この実験についての記述ア～ウの正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。

ア 容器の内面に純水が付着したままのコニカルビーカーを使用してもよい。

イ 過不足なく中和したとき、メチルレッドの色が淡い黄色から赤色に変色する。

ウ 過不足なく中和したとき、溶液内には水素イオンは存在しない。

	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

b 0.50 mol/L の希硫酸 200 mL に吸収されたアンモニアの標準状態における体積 [L] として最も適当な数値を、後の選択肢の中から一つ選べ。

L

- ① 1.1    ② 2.8    ③ 3.8    ④ 4.6    ⑤ 5.6

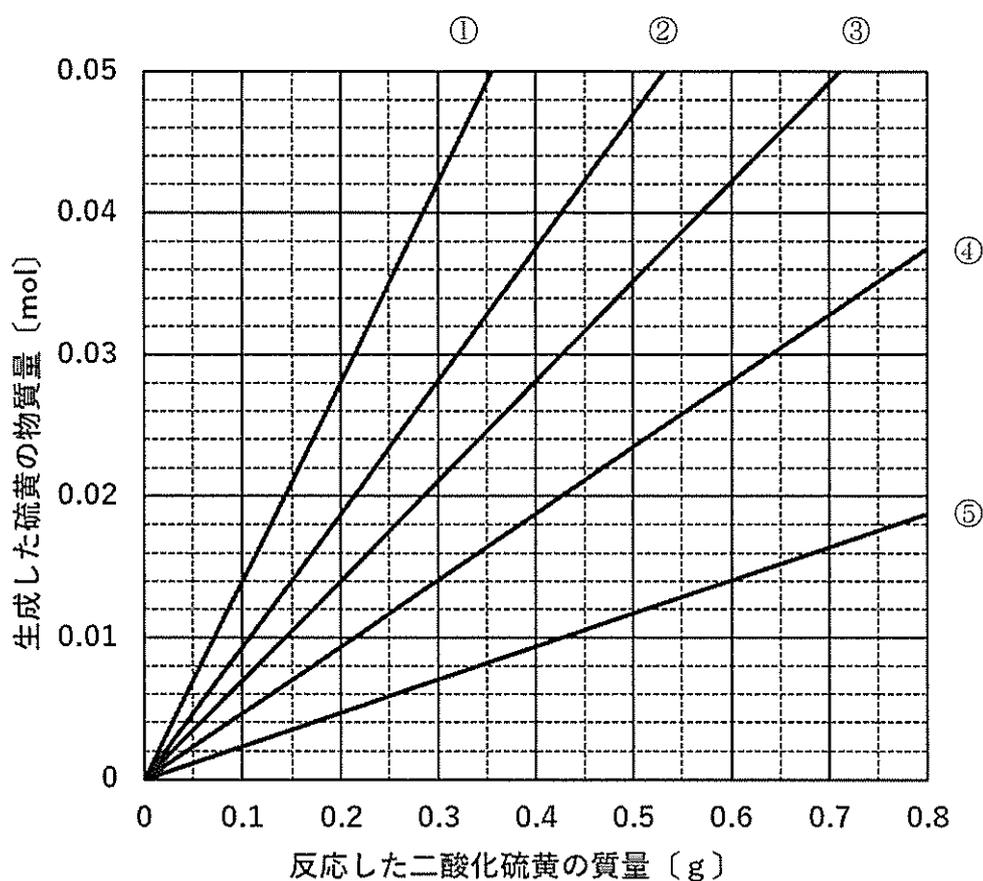
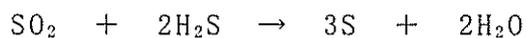
理科基礎

問 5 次の a・b の条件に当てはまる金属の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 13

- a 常温の水とは反応しないが、熱水と反応して水素を発生する。
- b 希硫酸とわずかに反応するが、やがて表面に難溶性の塩が生じて、それ以上反応が進行しなくなる。

	a	b
①	Zn	Fe
②	Zn	Cu
③	Zn	Pb
④	Mg	Fe
⑤	Mg	Cu
⑥	Mg	Pb
⑦	Al	Fe
⑧	Al	Cu
⑨	Al	Pb

問 6 二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  は酸化剤としてはたらいて、次式に示したように硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  と反応して硫黄  $\text{S}$  と水  $\text{H}_2\text{O}$  が生じる。このとき反応した二酸化硫黄の質量 [g] と生成する硫黄の物質量 [mol] の関係を表す直線として最も適当なものを、後の図中の選択肢から一つ選べ。 14



第3問 生命の特徴および遺伝子とそのはたらきに関する次の文章（A・B）を読み、後の問い（問1～6）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A 地球上には細胞を基本単位とする多様な生物が生活している。細胞は、原核細胞と真核細胞に大きく分けることができ、a 共通性と多様性がみられる。また、細胞が行う様々な生命活動にはb エネルギーの消費が伴う。

問1 下線部 a に関して、生物ア～ウの細胞における核膜、葉緑体、ミトコンドリアの有無を下

表 1 生物の構造

	ア	イ	ウ
核膜	有	有	無
葉緑体	有	無	無
ミトコンドリア	有	有	無

- |   | ア  | イ  | ウ  |
|---|----|----|----|
| ① | 細菌 | 植物 | 動物 |
| ② | 細菌 | 動物 | 植物 |
| ③ | 植物 | 動物 | 細菌 |
| ④ | 植物 | 細菌 | 動物 |
| ⑤ | 動物 | 植物 | 細菌 |
| ⑥ | 動物 | 細菌 | 植物 |

問2 生物ア～ウが共通して持つ構造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。

- ① 核，染色体，細胞膜
- ② 核，細胞膜，細胞質基質
- ③ DNA，細胞膜，液胞
- ④ DNA，細胞膜，細胞質基質
- ⑤ 細胞膜，細胞質基質，細胞壁
- ⑥ 細胞質基質，細胞壁，液胞

問 3 下線部 b 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。

17

- ① 植物細胞では，光のエネルギーを利用して二酸化炭素と有機物から水と酸素がつくりだされる。
- ② 動物細胞では，有機物が酸素と反応して二酸化炭素と水を生じるとき，エネルギーが ATP として取り出される。
- ③ 葉緑体をもたない生物は，エネルギーを蓄えている ATP を取り込まないと生活できない。
- ④ 葉緑体をもつ生物は，体内で ATP を ADP とリン酸に分解してエネルギーを産生するが，できた ADP を再利用することはない。
- ⑤ 菌類や動物などのように，外界から取り入れた無機物から有機物を合成して生活している生物を従属栄養生物という。

理科基礎

B DNA は、多数のヌクレオチドが連結した鎖状の分子である。DNA のヌクレオチドを構成する 4 種類の塩基は、c相補性に従って塩基対を形成する。遺伝情報は DNA の塩基配列によって決められており、dDNA の塩基配列が転写によって RNA へと写し取られ、その後、翻訳によってアミノ酸配列へと変換される。

問 4 下線部 c に関して、表 2 はある生物の DNA 全体に含まれる各塩基の数の割合を示している。表 2 中のエ～カに当てはまる数値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。 18

表 2 ある生物の DNA に含まれる塩基の数の割合

塩 基	アデニン (A)	シトシン (C)	グアニン (G)	チミン (T)
割合 (%)	24.5	エ	オ	カ

- |   | エ    | オ    | カ    |
|---|------|------|------|
| ① | 22.5 | 22.5 | 24.5 |
| ② | 22.5 | 24.5 | 22.5 |
| ③ | 24.5 | 24.5 | 24.5 |
| ④ | 25.5 | 24.5 | 25.5 |
| ⑤ | 25.5 | 25.5 | 24.5 |

問 5 この DNA に含まれるヌクレオチドの総数は、およそ 60 億個、同じ鎖で隣り合うヌクレオチド間の距離は、およそ  $0.34 \times 10^{-9}$  m であった。この DNA の長さはおよそ何 m か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

19 m

- |   |     |   |     |   |     |   |    |   |   |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|----|---|---|
| ① | 0.1 | ② | 0.2 | ③ | 0.5 | ④ | 1  | ⑤ | 2 |
| ⑥ | 5   | ⑦ | 10  | ⑧ | 20  | ⑨ | 50 |   |   |

問6 下線部 d に関して，DNA の 2 本の鎖のうち，一方の塩基配列の一部が「3'-TTAGACCCGG-5'」であったとする。これを転写することで生じた RNA の塩基配列（5'-----3'）として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 20

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| ① AATCTGGGCC | ② CCGAGTTTAA | ③ GGCTCAAATT |
| ④ AAUCUGGGCC | ⑤ CCUAUTTTAA | ⑥ GGCTCUUUTT |
| ⑦ AATUTGGGUU | ⑧ UUGAGTTTAA | ⑨ GGCUCAAAUU |

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 ヒトのからだでは、外部の環境が変化しても、常に体内環境が一定の状態に保たれるように調節されている。この調節は無意識のうちに行われるもので、自律神経と a ホルモンが重要なはたらきをしている。ヒトのからだには、b 様々な内分泌腺が存在し、それらの内分泌腺から様々なホルモンが分泌されている。

問 1 下線部 a に関する記述として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 他のホルモンの作用によって分泌が抑制されるホルモンがある。
- ② ホルモンは血流によって全身に運ばれるが、特定の細胞にのみ作用する。
- ③ ホルモンは内分泌腺から排出管を通して血液中に分泌される。
- ④ 自律神経の作用によって分泌が促進されるホルモンがある。

問 2 下線部 b に関連して、内分泌腺と、その内分泌腺から分泌されるホルモン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。

	内分泌腺	ホルモン
①	副腎皮質	アドレナリン
②	ランゲルハンス島 B 細胞	グルカゴン
③	脳下垂体前葉	成長ホルモン
④	甲状腺	インスリン

B c ヘモグロビンは酸素を運搬するタンパク質であり、d 酸素と結合しているヘモグロビン（酸素ヘモグロビン）の割合は、酸素濃度や二酸化炭素濃度によって変化する。 次の図 1 は、ある哺乳類のヘモグロビンの酸素解離曲線であり、酸素濃度と全ヘモグロビンに占める酸素ヘモグロビンの割合との関係を示している。二つの曲線は、それぞれ二酸化炭素濃度（相対値）が 40 と 70 のもとで測定した結果である。なお、肺胞の酸素濃度（相対値）は 100，二酸化炭素濃度は 40 であり、組織の酸素濃度は 30，二酸化炭素濃度は 70 である。

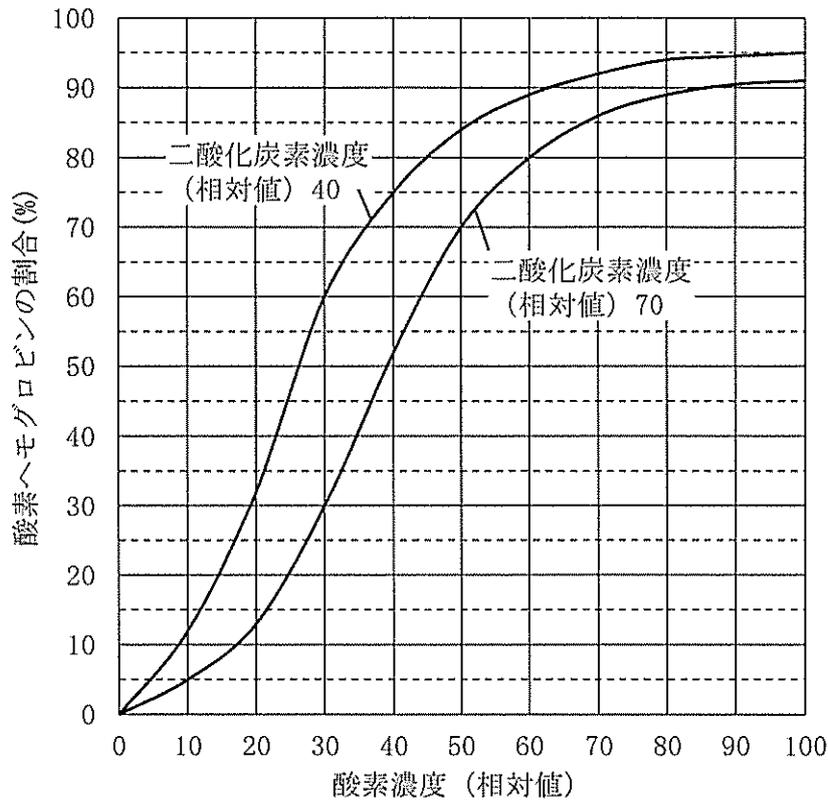


図 1 ある哺乳類のヘモグロビンの酸素解離曲線

問 3 下線部 c に関する記述ア～エのうち、正しい記述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。 23

- ア ヘモグロビンは赤血球に多く含まれている。
- イ ヘモグロビンは血小板に多く含まれている。
- ウ 酸素ヘモグロビンを多く含む血液は鮮紅色をしている。
- エ 酸素ヘモグロビンを多く含む血液は暗赤色をしている。

- ① ア, ウ      ② ア, エ      ③ イ, ウ      ④ イ, エ

理科基礎

問 4 下線部 d に関して，酸素濃度が上昇した場合と，二酸化炭素濃度が上昇した場合に酸素ヘモグロビンの割合はどうか。そ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。 24

	酸素濃度が上昇した場合	二酸化炭素濃度が上昇した場合
①	小さくなる	大きくなる
②	小さくなる	小さくなる
③	大きくなる	大きくなる
④	大きくなる	小さくなる

問 5 図 1 に関する次の文章中の空欄 オ，カ に当てはまる数値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。 25

酸素ヘモグロビンの割合が二酸化炭素濃度の影響を受けず，常に二酸化炭素濃度が 40 のもとで測定した結果と同じであった場合，組織に運ばれた酸素の約 オ % が組織に供給されることになる。しかし，実際には，酸素ヘモグロビンの割合は二酸化炭素濃度の影響を受けるため，組織に運ばれた酸素の約 カ % が組織に供給されることになり，二酸化炭素濃度の影響を受けない場合に比べて組織に供給される酸素量は キ。

	オ	カ
①	35	65
②	35	68
③	37	65
④	37	68
⑤	61	31
⑥	61	34
⑦	67	31
⑧	67	34

問 6 上の問 5 の文章中の空欄  に当てはまる語句を、後の選択肢から一つ  
選べ。

- ① 増加する      ② 減少する      ③ 変化しない

第 5 問 遷移と生態系に関する次の文章 (A・B) を読み、後の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A 火山の噴火や大規模な山崩れなどによって、地表面をおおっている植生が一掃された場合、それまであった土壌や、植物の根や種子などの生物がまったくない裸地ができる。しかし、そのような裸地にもやがて植物が侵入し、日本では多くの場合、草原から森林へと変化していく。このような植生がある方向性をもって移り変わっていく現象を、遷移(植生遷移)という。

火山の噴火によりつくられた裸地には、まず地衣類や  が侵入する。これらの侵入と枯死が繰り返されていくと、やがて  やイタドリなどからなる草原がえられる。やがて木本類が侵入し、温暖で降水量が多い土地であれば、最終的に主に陰樹から構成される森林となって安定した状態となる。遷移の最終段階で安定した状態を  という。  に達した森林でも 倒木によりギャップがえられることで、ところどころに陽樹が侵入することがある。

問 1 空欄  ～  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。

	ア	イ	ウ
①	コケ植物	ススキ	極 相
②	コケ植物	ススキ	バイオーム
③	コケ植物	シラカシ	極 相
④	コケ植物	シラカシ	バイオーム
⑤	シダ植物	ススキ	極 相
⑥	シダ植物	ススキ	バイオーム
⑦	シダ植物	シラカシ	極 相
⑧	シダ植物	シラカシ	バイオーム

問 2 下線部 a に関して，遷移には一次遷移と二次遷移がある。両者を比較した内容として誤っているものを，後の選択肢から一つ選べ。 28

- ① 二次遷移では一次遷移よりも短い時間で森林が回復する。
- ② 一次遷移は土壌のない土地から始まり，二次遷移はすでに土壌が形成されている土地から始まる。
- ③ 一次遷移は生物が存在しない土地から始まるのに対し，二次遷移は根や種子などの残った土地から始まる。
- ④ 一次遷移とは陸上で進行する遷移のことで，二次遷移は湖沼などから始まる遷移のことである。
- ⑤ 山火事の跡地では，二次遷移が始まる。

問 3 下線部 b に関して，次の図 1 は光の強さと二酸化炭素吸収速度の関係を表したものである。図 1 の A と B は，陰樹あるいは陽樹の幼木を表す曲線である。また，倒木によってつくられたギャップにおいて，陽樹の幼木の成長が陰樹の幼木より速くなる光の強さは図 1 の a~c のいずれかである。陽樹の幼木を表す曲線と，陽樹の幼木が成長できると考えられる光の強さ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。 29

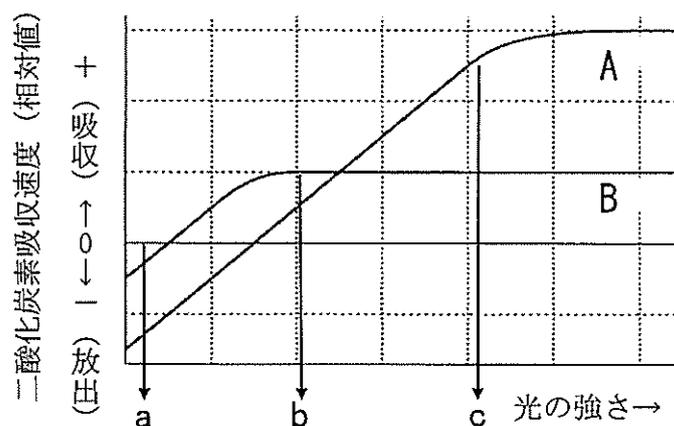


図 1 ある植物における光の強さと二酸化炭素吸収速度の関係

- |   | 陽 樹 | 光の強さ |   | 陽 樹 | 光の強さ |
|---|-----|------|---|-----|------|
| ① | A   | a    | ② | B   | a    |
| ③ | A   | b    | ④ | B   | b    |
| ⑤ | A   | c    | ⑥ | B   | c    |

理科基礎

B 生態系では、炭素 (C) の循環にともなってエネルギーの移動が起こっている。物質は生物と非生物的環境の間を循環し、エネルギーは生物の間を移動した後、生態系外へと失われる。生物体を構成する  などの物質は窒素 (N) を含んでいる。窒素も生物と非生物的環境の間を循環しているが、炭素の循環と窒素の循環には違いが見られる。

問 4 下線部 c に関連して、次の図 2 は炭素の循環の様子を示している。図 2 中の矢印のうち、有機物の形で炭素が移動している様子を示すものの数はいくつか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  つ

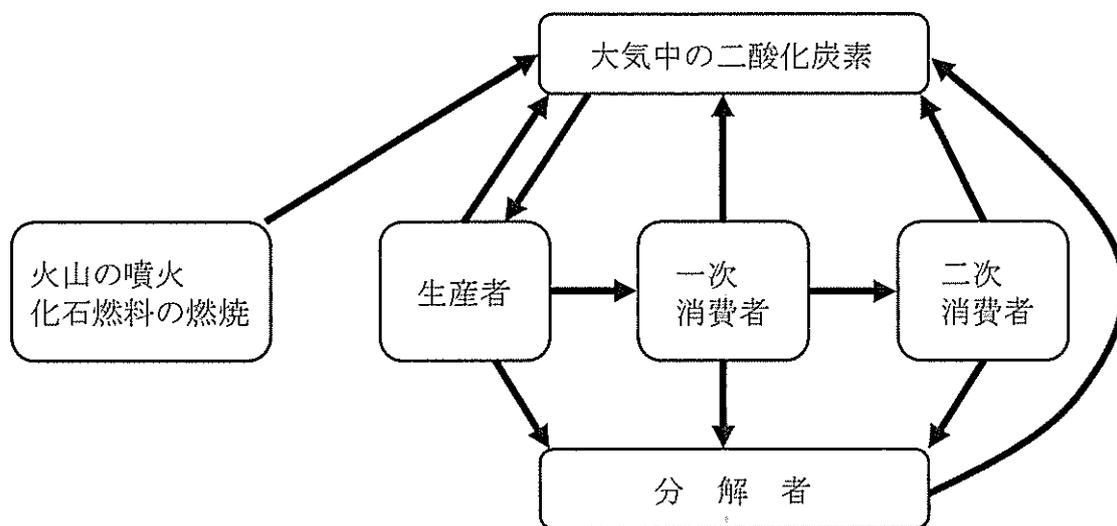


図 2 生態系における炭素の循環 (模式図)

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

問 5 空欄  に当てはまる語として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① グリコーゲン, タンパク質, 脂質  
 ② グリコーゲン, タンパク質, 核酸  
 ③ タンパク質, 脂質, ATP  
 ④ タンパク質, 脂質, 核酸  
 ⑤ 核酸, ATP, タンパク質  
 ⑥ 核酸, ATP, 脂質

問 6 下線部 d に関連して、生態系における窒素循環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。 32

- ① 生物の遺骸や排出物の分解によって生じた硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ ) は、土壌中の微生物のはたらきによってアンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ ) に変えられる。この一連の反応を硝化という。
- ② 外界から窒素を含む化合物を吸収し、生物体内で別の有機窒素化合物につくりかえることを窒素異化という。
- ③ 大気中のアンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ ) を生物内に取り込み、窒素 ( $\text{N}_2$ ) に変えるはたらきを窒素固定という。
- ④ 脱窒とは、土壌中の無機窒素化合物が脱窒素細菌のはたらきによって窒素 ( $\text{N}_2$ ) となり大気中へ放出される現象をいう。