

## ◇ 理科基礎（化学基礎＋生物基礎）

理基3-1～理基3-18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, O=16, F=19, S=32, Cu=64

標準状態での気体の体積は 22.4 L/mol

第1問 次の問い（問1～6）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

問1 元素名と単体名とは同じものが多い。次の記述の下線部が，単体ではなく元素の意味に用いられてい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 カルシウムは，歯や骨に多く含まれている。
- ② アルミニウムは，ボーキサイトなどの鉱石を還元して作る。
- ③ 競技の優勝者に金メダルが与えられた。
- ④ 液体空気から，窒素が分離される。
- ⑤ 手術中の患者に酸素吸入がされている。

問2 物質の分離に用いる下図の蒸留装置について、後の問い(a・b)に答えよ。

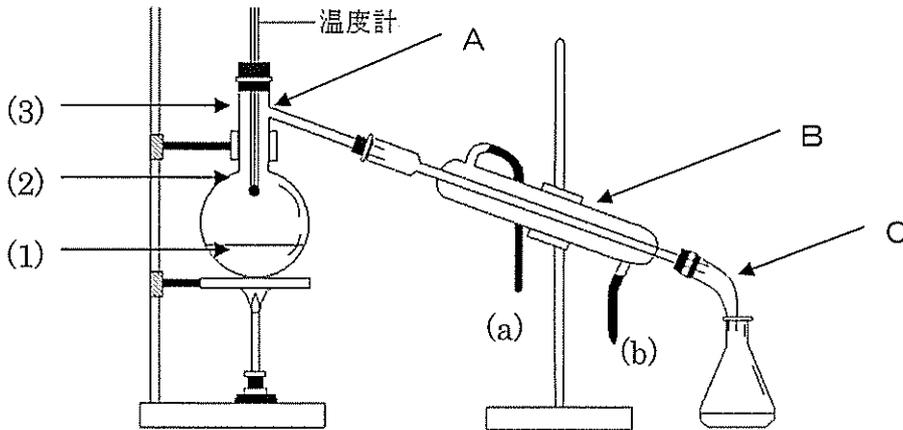


図1 蒸留装置

a 図中の器具A～Cの名称の組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	A	B	C
①	枝付きフラスコ	アダプター	リービッヒ冷却器
②	丸底フラスコ	アダプター	リービッヒ冷却器
③	枝付きフラスコ	リービッヒ冷却器	アダプター
④	丸底フラスコ	リービッヒ冷却器	アダプター

b 図中の温度計の位置（下端の球部）と器具Bの水の流し方の組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	温度計の位置	器具Bの水の流し方
①	(1)	(a) から (b)
②	(1)	(b) から (a)
③	(2)	(a) から (b)
④	(2)	(b) から (a)
⑤	(3)	(a) から (b)
⑥	(3)	(b) から (a)

## 理科基礎

問3 原子や元素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。 4

- ① すべての原子の原子核は、陽子と中性子からできている。
- ② すべての原子の質量数は、原子番号の2倍である。
- ③ すべての元素の価電子数は、族の番号の一の位の数と同じである。
- ④ 原子の第1イオン化エネルギーは、原子番号の増加とともに周期的に変化する。
- ⑤ 貴ガス（希ガス）元素の原子の最外電子殻には、すべて8個の電子がある。

問4 塩素には $^{35}\text{Cl}$ と $^{37}\text{Cl}$ の2つの同位体があり、炭素には $^{12}\text{C}$ と $^{13}\text{C}$ の同位体がある。同位体の組み合わせによる違いを区別すると、天然に存在する四塩化炭素 $\text{CCl}_4$ の種類として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 5 種類

- ① 8      ② 10      ③ 14      ④ 20      ⑤ 22      ⑥ 28

問5 炭素の同素体の黒鉛とダイヤモンドに関する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。 6

- ア 黒鉛はやわらかいので融点が高いが、ダイヤモンドは硬いので非常に融点が高い。
- イ 黒鉛は乾電池の電極として、ダイヤモンドの微小な結晶は研磨剤として利用される。
- ウ ダイヤモンドは、硬く電気や熱をよく伝えるが、黒鉛は、柔らかく電気や熱を伝えない。
- エ ダイヤモンドは、炭素原子が正四面体構造を作り結合しているが、黒鉛は、炭素原子が網目状の平面構造を作っている。

- ① ア, イ      ② ア, ウ      ③ ア, エ      ④ イ, ウ
- ⑤ イ, エ      ⑥ ウ, エ

問6 粒子が規則正しく配列した固体を結晶という。結晶の融点は、一般に粒子間にはたらく引力が強いほど高くなる。NaClの融点は801℃、KClの融点は776℃である。KClの融点がNaClの融点より低くなる理由として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

7

- ① Na<sup>+</sup>よりK<sup>+</sup>のほうがイオン半径は大きく、KClはNaClに比べてイオン間距離が大きくなり、静電気力（クーロン力）は強くなるから。
- ② Na<sup>+</sup>よりK<sup>+</sup>のほうがイオン半径は大きく、KClはNaClに比べてイオン間距離が大きくなり、静電気力（クーロン力）は弱くなるから。
- ③ Na<sup>+</sup>よりK<sup>+</sup>のほうがイオン半径は小さく、KClはNaClに比べてイオン間距離が小さくなり、静電気力（クーロン力）は強くなるから。
- ④ Na<sup>+</sup>よりK<sup>+</sup>のほうがイオン半径は小さく、KClはNaClに比べてイオン間距離が小さくなり、静電気力（クーロン力）は弱くなるから。

理科基礎

第2問 次の問い(問1~7)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 ステアリン酸(分子量284)  $W$  [g] をベンゼンに溶かして正確に100 mLの溶液にした。  
 この溶液  $V$  [mL] を水面に滴下すると、ベンゼンは蒸発して下図のように親水基は水に向き、疎水基は空気中に向いて単分子膜をつくった。この単分子膜の面積は  $S$  [cm<sup>2</sup>] であった。ステアリン酸1分子が水面で占める面積を  $A$  [cm<sup>2</sup>] とすると、アボガドロ定数 [/mol] を示す式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。  /mol

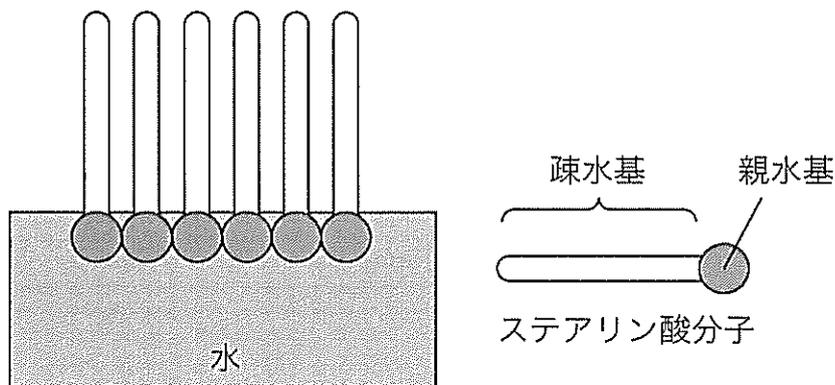


図1 ステアリン酸の単分子膜

- |                     |                     |                        |                        |
|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| ① $\frac{WA}{284S}$ | ② $\frac{284S}{WA}$ | ③ $\frac{WVA}{28400S}$ | ④ $\frac{28400S}{WVA}$ |
| ⑤ $\frac{WS}{284A}$ | ⑥ $\frac{284A}{WS}$ | ⑦ $\frac{WVS}{28400A}$ | ⑧ $\frac{28400A}{WVS}$ |

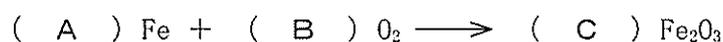
問2 20 m<sup>3</sup>の容器に標準状態の空気が入っている。空気中の二酸化炭素の体積パーセントを0.040 %とすると、含まれている二酸化炭素の質量 [g] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  g

- |                        |                        |                     |
|------------------------|------------------------|---------------------|
| ① $1.6 \times 10^{-2}$ | ② $3.5 \times 10^{-1}$ | ③ 16                |
| ④ $3.5 \times 10^2$    | ⑤ $1.6 \times 10^3$    | ⑥ $3.5 \times 10^4$ |

問3 100 g の水に硫酸銅(Ⅱ)五水和物 20 g を溶かして 30 °C に保った。この水溶液の密度は 1.1 g/cm<sup>3</sup> であった。この硫酸銅(Ⅱ)水溶液のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。  mol/L

- ① 0.39                      ② 0.47                      ③ 0.51  
④ 0.61                      ⑤ 0.73                      ⑥ 0.80

問4 次の化学反応式の ( A ) ~ ( C ) 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。



	A	B	C
①	1	1	1
②	2	1	2
③	2	3	2
④	3	2	1
⑤	4	2	1
⑥	4	3	2

問5 2 価の金属 M の酸化物 MO a [g] を、フッ化物に変えたら b [g] になった。この金属 M の原子量として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ①  $\frac{19a+16b}{a+b}$                       ②  $\frac{-19a+16b}{a-b}$                       ③  $\frac{19a-16b}{a-b}$   
④  $\frac{38a+16b}{a+b}$                       ⑤  $\frac{-38a+16b}{a-b}$                       ⑥  $\frac{38a-16b}{a-b}$

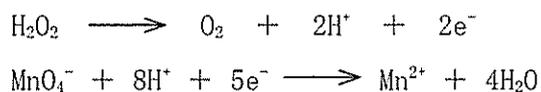
理科基礎

問6  $c$  mol/L,  $v$  mL の  $a$  価の酸の水溶液を  $c'$  mol/L,  $v'$  mL の  $b$  価の塩基で中和した。中和が完了したときの量的関係として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、 $a$  価の酸の電離度を  $\alpha$ ,  $b$  価の塩基の電離度を  $\beta$  とする。 13

①  $\frac{cva\alpha}{1000} = \frac{c'v'b\beta}{1000}$       ②  $\frac{cva}{1000} = \frac{c'v'b}{1000}$       ③  $\frac{cvb\alpha}{1000} = \frac{c'v'a\beta}{1000}$

④  $\frac{cvb}{1000} = \frac{c'v'a}{1000}$       ⑤  $\frac{cvb\beta}{1000} = \frac{c'v'a\alpha}{1000}$

問7 濃度不明の過酸化水素水 10 mL に硫酸を加え、0.10 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、14 mL 加えたとき無色透明だった溶液の色がかすかに赤紫色になった。このとき、発生した気体の標準状態における体積 [mL] 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、発生した気体は水溶液に溶けないものとし、反応時には以下の反応が起こっている。 14 mL



- ①  $3.1 \times 10^{-3}$       ②  $3.1 \times 10^{-2}$       ③ 1.3  
 ④ 7.8      ⑤ 13      ⑥ 78

理科基礎（化学基礎・生物基礎）の問題は、次のページに続く。

## 理科基礎

第3問 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 生物は、体外から取り入れた物質を、さまざまな化学反応によって他の物質につくり変えたり、分解したりして利用している。このような化学反応全体を代謝という。

代謝は、大きく同化と異化に分けることができ、同化の例としては<sup>ア</sup>光合成が、異化の例としては<sup>イ</sup>呼吸があげられる。代謝はエネルギーの変化や移動をとめない、生物は細胞内のエネルギーの受け渡しに<sup>ウ</sup>ATPと呼ばれる物質を利用している。

問1 下線部アに関連して、光合成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。

- ① すべての生物がおこなう。
- ② 植物では、葉緑体でおこなわれる。
- ③ 光のエネルギーを利用しないことがある。
- ④ 光のエネルギーを利用してADPが合成される。

問2 下線部イに関連して、呼吸はどのような点が燃焼反応と共通し、また、異なるのか。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。

	共通点	相違点
①	水を発生する。	酸素を必要とする。
②	水を発生する。	熱を発生する。
③	熱を発生する。	酸素を必要とする。
④	熱を発生する。	ATPが合成される。
⑤	光を発生する。	ATPが合成される。

問 3 下線部ウに関連して、ATP に関する説明として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 1分子のATPには、3つのリン酸が含まれる。
- ② ATP内におけるリン酸どうしの結合を高エネルギーリン酸結合という。
- ③ ATPに含まれる糖は、リボースである。
- ④ ATPに含まれる塩基は、DNAには含まれるがRNAには含まれない。

B すべての生物は、遺伝情報を担う物質としてDNAをもっている。DNAは  がつながった2本の鎖からなる  構造をしており、2本の鎖の間には 塩基の相補性が見られる。DNAの遺伝情報にもとづいてタンパク質が合成されるとき、DNAの塩基配列は、まずRNAに転写され、続いてアミノ酸配列に翻訳される。

問 4 文中の空欄  ・  に入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。

	エ	オ
①	ヌクレオチド	らせん
②	ヌクレオチド	直線
③	アデノシン	らせん
④	アデノシン	直線

問 5 下線部カに関連して、あるDNAに含まれる各塩基の数の割合(%)について調べたところ、G(グアニン)が16%存在した。このDNAに含まれるT(チミン)の割合として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 16%
- ② 32%
- ③ 34%
- ④ 68%

理科基礎

問6 下線部キに関連して、次の図1は、DNAの一部が転写・翻訳される過程を模式的に示したものである。図中のアミノ酸A~Dの中に、同じ種類のアミノ酸が1組だけ存在する。どのアミノ酸どうしが同じ種類のものであるのか。最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、図中のDNAの塩基配列は、2本鎖のうち、鋳型鎖（転写に用いられる鎖）のものを示している。また、図中のA, G, C, Uは、それぞれアデニン、グアニン、シトシン、ウラシルを表している。 20

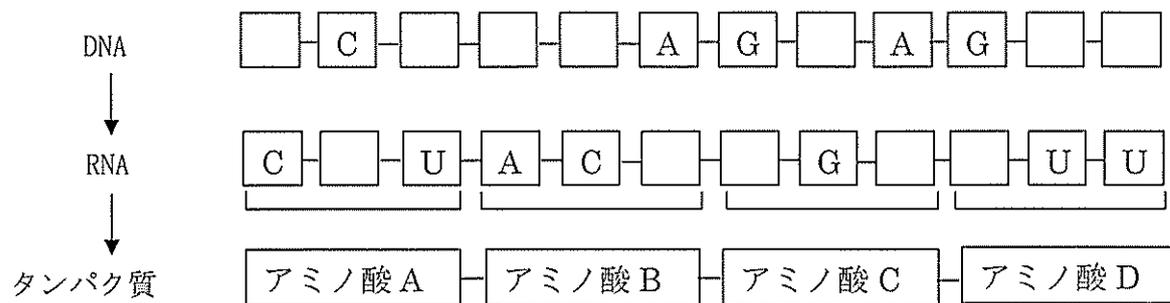


図1

- ① アミノ酸 A とアミノ酸 B                      ② アミノ酸 A とアミノ酸 C
- ③ アミノ酸 B とアミノ酸 C                      ④ アミノ酸 B とアミノ酸 D
- ⑤ アミノ酸 C とアミノ酸 D

第4問 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 ヒトの体液にはさまざまな物質が含まれており、これらの濃度は肝臓や腎臓のはたらきによって一定の範囲に保たれている。腎臓は背骨の左右に1個ずつ存在し、その中にはアネフロン（腎単位）と呼ばれる構造が存在する。腎臓のはたらきはイ物質のろ過と再吸収であり、この過程を経て体内の水分量や体液中のイオン濃度が調節され、生成されたウ尿がぼうこうへ送られる。

問1 下線部アに関連する次の文章中の空欄  ～  に入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。

ネフロン（腎単位）は、1つの腎臓中に約  個存在する。ネフロンは  とそれから伸びる細尿管（腎細管）からできており、 は  とこれを囲むボーマンのうからできている。

	エ	オ	カ
①	10万	腎小体（マルピーギ小体）	糸球体
②	10万	腎う	集合管
③	100万	腎小体（マルピーギ小体）	糸球体
④	100万	腎う	集合管

## 理科基礎

問 2 下線部イに関連して、健康なヒトの腎臓における物質のろ過と再吸収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 タンパク質や血球はろ過されるが、細尿管ですべて再吸収されるため、尿中には排出されない。
- ② 水はろ過された後、細尿管でほとんど再吸収されないため、そのほとんどが尿として排出される。
- ③ グルコースはろ過されるが、細尿管ですべて再吸収されるため、尿中には排出されない。
- ④ ナトリウムイオンはろ過された後、細尿管で再吸収される際にバソプレシンのはたらきを受けることがある。
- ⑤ 尿素はろ過された後、細尿管で鉍質コルチコイドのはたらきを受けて再吸収されることがある。

問 3 下線部ウに関連して、尿が生成され、ぼうこうに送られるまでの経路として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 23

- ① 腎う → 細尿管 → 腎小体 → 輸尿管 → ぼうこう
- ② 腎う → 細尿管 → 輸尿管 → 腎小体 → ぼうこう
- ③ 腎小体 → 細尿管 → 腎う → 輸尿管 → ぼうこう
- ④ 腎小体 → 細尿管 → 輸尿管 → 腎う → ぼうこう

B 体内環境の維持の中枢はおもに キ にあり、自律神経系を使ってさまざまな器官のはたらきを調節している。自律神経系は交感神経と副交感神経から成り、これらが拮抗的にはたらくことでさまざまな器官のはたらきがバランスよく保たれている。また、自律神経系は内分泌系と別々にはたらくことが少なく、協調してはたらくことが多い。

問 4 文中の空欄  に入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 大脳    ② 間脳    ③ 中脳    ④ 小脳    ⑤ 延髄

問 5 下線部クに関連して、交感神経と副交感神経が拮抗的にはたらく例として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 瞳孔に交感神経が作用すると拡張し、副交感神経が作用すると縮小する。  
② 心臓に交感神経が作用すると拍動が促進され、副交感神経が作用すると拍動が抑制される。  
③ 胃腸に交感神経が作用するとはたらきが抑制され、副交感神経が作用するとはたらきが促進される。  
④ ぼうこうに交感神経が作用すると排尿が抑制され、副交感神経が作用すると排尿が促進される。  
⑤ 立毛筋に交感神経が作用すると収縮し、副交感神経が作用すると弛緩する。

問 6 下線部ケに関連して、自律神経系と内分泌系が協調してはたらく例として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 血糖濃度が高くなると、副交感神経がすい臓のランゲルハンス島の A 細胞を刺激することでグルカゴンが分泌される。  
② 血糖濃度が低くなると、副交感神経がすい臓のランゲルハンス島の B 細胞を刺激することでインスリンが分泌される。  
③ 体温が下がると、副交感神経や、副腎皮質から分泌される糖質コルチコイドなどのはたらきによって肝臓での代謝が促進される。  
④ 体温が下がると、交感神経や、副腎髄質から分泌されるアドレナリンなどのはたらきによって心臓の拍動が促進される。

理科基礎

第5問 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 光は、植物の光合成に大きな影響を及ぼす環境要因の一つである。植物は、光合成をおこなうために二酸化炭素を吸収し、呼吸をおこなうことで二酸化炭素を放出している。したがって、温度や二酸化炭素濃度を一定とする環境下で光の強さだけを変化させると、それにもなって葉面積当たりの二酸化炭素の吸収速度は図1のように変化する。自然界における光環境はさまざまであり、それぞれの場所にはその光環境に適応した植物が見られる。図2は、陽生植物と陰生植物の場合のグラフを示しており、植物 A, B のうち的一方が陽生植物、他方が陰生植物である。

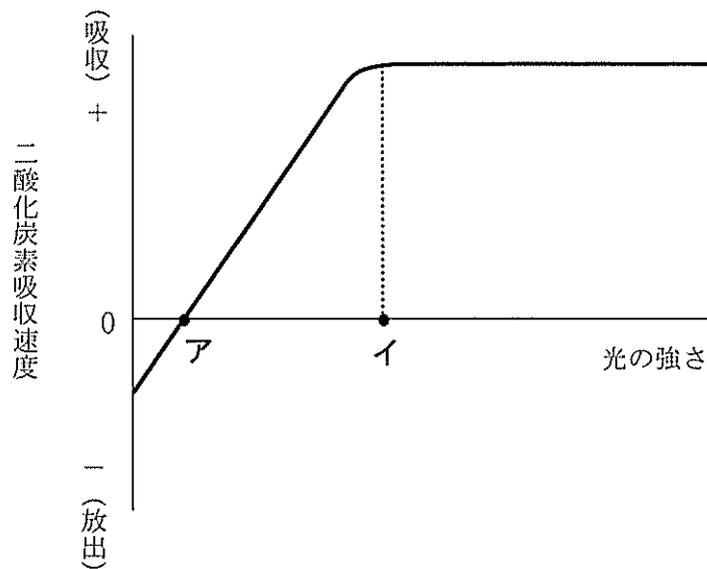


図1

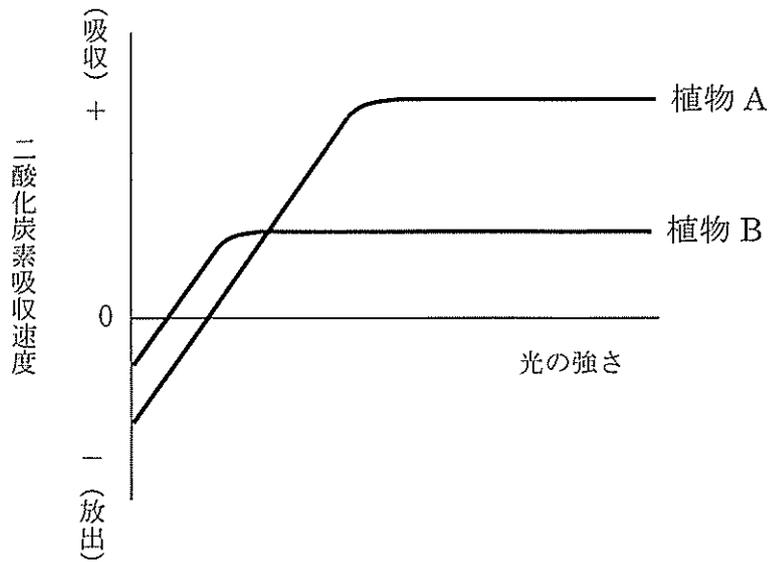


図 2

問 1 図 1 のグラフについての説明として、最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

27

- ① 光の強さがアのとき、見かけの光合成速度と呼吸速度は等しくなっている。
- ② 光の強さがアより弱くなると、見かけの光合成速度は負（－）となる。
- ③ 光の強さがイのとき、光合成速度と見かけの光合成速度は等しくなっている。
- ④ 光の強さがイより強くなると、見かけの光合成速度は 0 となる。

問 2 図 2 の植物 A、B のうち、陽生植物であるものと、その例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。

28

	陽生植物	例
①	植物 A	クロマツ, ススキ
②	植物 A	スダジイ, タブノキ
③	植物 B	クロマツ, ススキ
④	植物 B	スダジイ, タブノキ

問3 図2のグラフからわかる内容として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

29

- ① 植物Aの光補償点の光の強さが続くと、植物Bはやがて枯死する
- ② 植物Aの光飽和点の光の強さのもとでは、植物Aの見かけの光合成速度は、植物Bの光合成速度を上回っている。
- ③ 植物Bの光飽和点の光の強さが続くと、植物Aはやがて枯死する。
- ④ 植物Bの光補償点よりも光の強さが弱い状態が続くと、植物Aはやがて枯死するが、植物Bは生存できる。

B 窒素(N)は、タンパク質や核酸、ATPなどに含まれる重要な元素であり、生態系内を循環している。下の図3は、陸上の生態系内における窒素の循環を模式的に示したものである。なお、図中の矢印は窒素成分を含んだ物質の移動を示し、空欄 **ウ** ~ **カ** は生物を示すものとする。

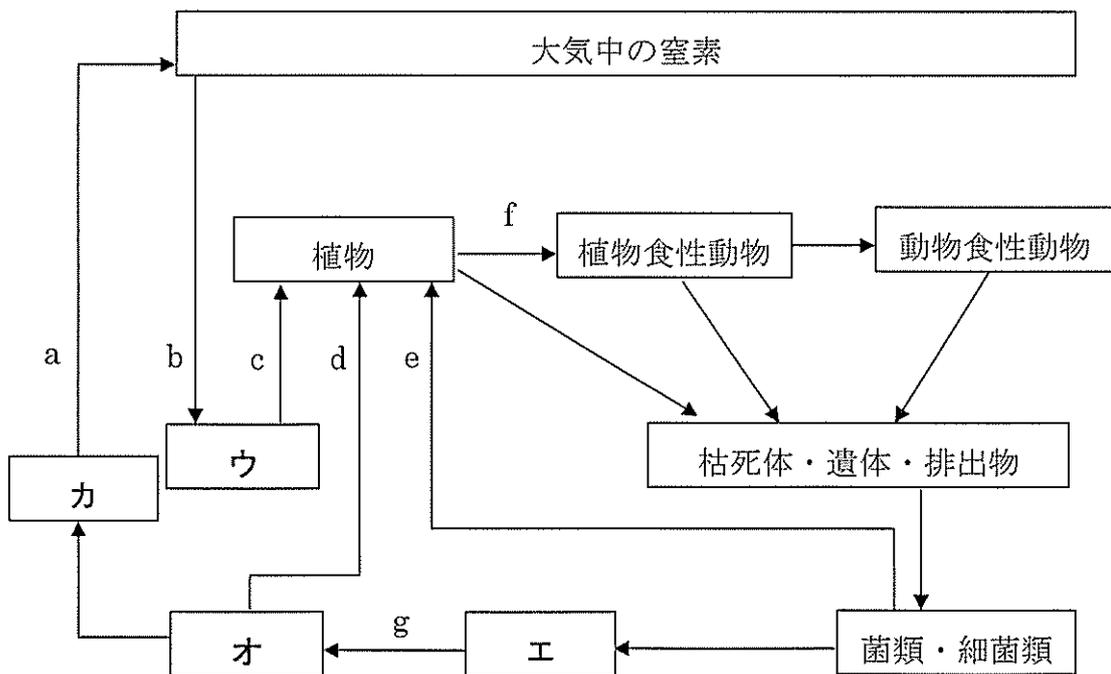


図3

問4 図3中の a, c, d, e, f の経路のうち、無機物の移動を過不足なく含むものとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 30

- ① eのみ                      ② e, f                      ③ a, c, e  
 ④ c, e, f                      ⑤ a, c, d, e

問5 図3中の b の経路を通じて生物 ウ に取り込まれた窒素化合物は、アンモニウムイオンにつくり変えられる。このようなはたらきをもつ生物 ウ の例の組合せとして、最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 31

- ① アゾトバクター, 乳酸菌                      ② 酵母菌, 大腸菌  
 ③ アゾトバクター, ネンジュモ                      ④ 根粒菌, 乳酸菌  
 ⑤ アゾトバクター, 大腸菌

問6 図3中の矢印 g は硝化と呼ばれる経路の一部を、空欄 エ および オ は硝化に関わる2種類の細菌を、それぞれ示している。経路 g に見られる物質の移動として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 32

- ① 亜硝酸イオン( $\text{NO}_2^-$ )の移動  
 ② 硝酸イオン( $\text{NO}_3^-$ )の移動  
 ③ アンモニウムイオン( $\text{NH}_4^+$ )の移動  
 ④ アンモニウムイオンと硝酸イオンの移動  
 ⑤ アミノ酸の移動