

令和3年度 生命環境学部 農学生命科学科
学校推薦型選抜 総合問題

【注 意】

- 1 机上に受験票を提示しておくこと。
- 2 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけない。
- 3 解答は必ず別紙の解答用紙の指定された箇所に横書きで記入すること。
- 4 解答用紙の所定の欄に受験番号・氏名を必ず記入すること。
- 5 この冊子は、問題（9ページ）および解答用紙（3枚）からなっている。
- 6 この冊子のうち、落丁・乱丁および印刷の不鮮明な箇所があれば、手をあげて申し出ること。
- 7 字数制限のある出題では、句読点、カッコはそれぞれ1字として数える。
- 8 問題冊子は持ち帰ること。

1 花粉管の伸長について記述した次の文章を読み，問1～問3に答えよ。

(23点)

植物 A の花粉は発芽した後，花粉管が湾曲することなく伸長するが，温度変化によって伸長速度が変化する。図1では，花粉管はまっすぐに伸長しており， v [$\mu\text{m/s}$] は花粉管の先端の速度（以下，花粉管の速度とする）をあらわしている。ここで， x [μm] は任意の時刻 t [s] における花粉管の先端の位置，つまり花粉管が伸長した距離をあらわしており，時刻 0s での位置を原点 $x = 0\mu\text{m}$ とする。ただし，時刻 0s のときに花粉管が伸長している向きを正の向きとする。また，花粉管の速度は摩擦や抵抗による影響は受けないものとする。

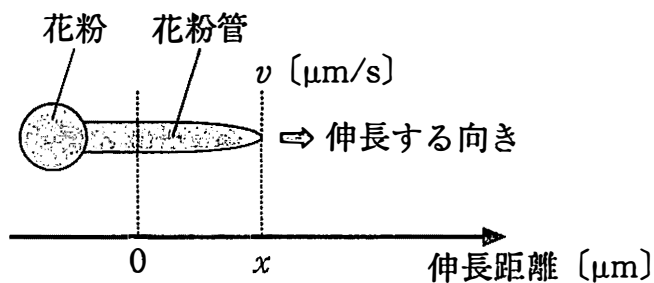


図1

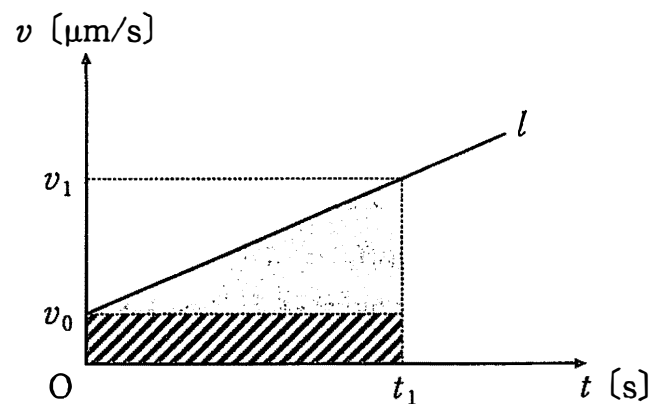


図2

問1 次の文章中の（ア）～（オ）にあてはまる最も適切な語句または式を答えよ。

ある条件下で伸長している植物 A の花粉管の速度と経過時間との関係をあらわすと図 2 の直線 l のようになる。この条件下では、花粉管は、時刻 0 s のときに速度 v_0 [$\mu\text{m/s}$] で伸長しており、時刻 t_1 [s] での速度は v_1 [$\mu\text{m/s}$] である。このとき、直線 l の（ア）は、単位時間あたりの速度変化をあらわしている。これを加速度 (a) といい、その単位は $\mu\text{m/s}^2$ である。図 2 の直線 l のように、一定の加速度 a [$\mu\text{m/s}^2$] で速度が増加するとき、速度は、時刻 0 s から時刻 t_1 [s] までの間に at_1 だけ増加する。よって、時刻 0 s のときの速度を v_0 [$\mu\text{m/s}$] とすると、時刻 t_1 [s] における速度 v_1 [$\mu\text{m/s}$] を求める式は、（イ）となる。

花粉管が伸長した距離も、速度と経過時間の関係から求められる。時刻 0 s のときに速度 v_0 [$\mu\text{m/s}$] で伸長している花粉管が、同じ速度で伸長を続けるとき、時刻 0 s から時刻 t_1 [s] までの間に花粉管が伸長する距離 x [μm] を求める式は、（ウ）となる。このとき、距離 x [μm] は、図 2 において斜線をつけた長方形の面積に等しい。

一方、図 2 の直線 l で示した花粉管の速度は、一定の加速度 a [$\mu\text{m/s}^2$] で増加するため、伸長距離が増加する。このとき、増加する伸長距離は、図 2 において色づけした三角形の面積に等しい。 t 軸と平行な辺を底辺とした場合、この三角形の高さは、時刻 0 s から時刻 t_1 [s] までの間の速度変化をあらわす。よって、図 2 において色づけした三角形の高さは at_1 となり、この三角形の面積を求める式は（エ）となる。つまり、植物 A の花粉管が時刻 0 s から時刻 t_1 [s] までの間に伸長した距離は、図 2 において斜線をつけた長方形の面積と色づけした三角形の面積の（オ）として求められる。

問2 次の文章を読み、(1)および(2)に答えよ。

時刻0sのときに速度 $2.0\ \mu\text{m/s}$ で伸長している植物Aの花粉管に対して、時刻0sから時刻5.0sまでの間に、正の向きに加速度 $0.40\ \mu\text{m/s}^2$ が5.0秒間与えられた後、花粉管は等速度で10.0秒間伸長し、その後、一定の加速度で20.0秒間かけて時刻0sのときと同じ速度に戻った。

- (1) 花粉管の速度と経過時間との関係をあらわすグラフを、時刻0sから時刻35.0sまでの間で作図せよ。
- (2) 時刻25.0sでの花粉管の速度と、時刻0sから時刻25.0sまでの間に花粉管が伸長した距離を、有効数字2桁で答えよ。なお、解答には考え方と計算式も示せ。

問3 時刻0sのときに速度 $1.5\ \mu\text{m/s}$ で伸長している植物Aの花粉管に対して、正の向きに、ある加速度が与えられた。同じ加速度が与えられ続けて $5.0\ \mu\text{m}$ 伸長したときに、花粉管の速度は $2.5\ \mu\text{m/s}$ になった。与えられた加速度を、有効数字2桁で答えよ。なお、解答には考え方と計算式も示せ。

- 2 外敵に対する生物の防御機構について述べた次の英文を読み、問1～問5に答えなさい。
なお、英文中の（ ）内の文字は、各生物種のラテン語名である。

(23点)

(著作権の関係で不掲載)

(著作権の関係で不掲載)

(出典：Brian Owens, 2019, How plants and insects inherit immunity from their parents. *Nature* 575: S55-56 より一部抜粋，改変)

pathogen：病原体，herbivore：植食者，tobacco mosaic virus：タバコモザイクウイルス，progeny：子孫，mould：かび，yellow monkeyflower：ゴマノハグサ科ミゾホオズキ属の植物，trichome：表皮細胞の形が変わることで植物体上に生じる突起，invertebrate：無脊椎動物，Roth：人名，Sadd：人名，bumblebee：ミツバチ科マルハナバチ属の昆虫，lethal：致死的な，dose：量，antimicrobial activity：病原体への抵抗活性，Roberts：人名，robust：強靱な，Georg Jander：人名，trypanosome parasite：トリパノソーマ属（原生生物）の寄生虫

- 問1 下線部①を参考に, “adaptive immune system” と “innate immune system” のどちらが「獲得免疫」を意味する英語表現で, どちらが「自然免疫」を意味する英語表現と考えられるかを答えよ。
- 問2 下線部②が意味している「これまで “innate immune system” の特徴として考えられてきたこと」を80字以内の日本語で答えよ。
- 問3 下線部③は, どのような現象のことを意味しているのか, 日本語で答えよ。
- 問4 波線部に関して, なぜ著者が “is getting confused” と述べているのか, その理由を英文全体の情報を参考にして50字以内の日本語で答えよ。
- 問5 “Transgenerational immunity” がより有利になりやすいと考えられるのは, 「A: 発芽してから種子を散布できるようになるまで数年を有し, かつ種子が広範囲に散布される植物種」と「B: 発芽してから種子を散布できるようになるまでが1か月程度で, かつ種子が親植物の近辺にしか散布されない植物種」のどちらか, 英文全体の情報に基づいて考察し, 記号(AまたはB)で答えるとともに, その理由を日本語で説明せよ。

3 次の文章を読み、問1～問9に答えよ。

(24点)

塩素原子を構成する17個の電子のうち、最外殻電子、すなわち〔A〕の数は7個である。〔A〕のうち、対になっていない電子を〔B〕と呼ぶが、常温常圧における塩素の単体は、2個の塩素原子が1個ずつの〔B〕を出し合って共有することで、塩素分子 Cl_2 として存在している（これ以降、単体の塩素分子を「塩素」と呼ぶ）。

塩素原子が電子1個を受け取って1価の陰イオンになると、〔C〕であるアルゴンと同じ安定した電子配置になる。 Cl^- と Na^+ が〔D〕によって引き合っできる塩化ナトリウムは、ヒトの体液を構成する主要な塩類の一つである。体液の塩類濃度の調節には、〔E〕が重要な役割を果たしている。体内の水分が不足して塩類濃度が高くなると、脳下垂体後葉から分泌される〔F〕が〔E〕での水分の再吸収を促進する。また、副腎皮質から分泌される〔G〕は Na^+ の再吸収を促進する。

塩化ナトリウムの結晶は電気を導かないが、高温で融解させると、電気電導性を示すようになる。①ナトリウムの単体は、融解させた塩化ナトリウムを電気分解することで得られる（溶融塩電解）。

塩素を水に溶かすと、塩酸と次亜塩素酸を生じる。②次亜塩素酸は酸化力が強く、水道水やプールなどの殺菌・消毒に利用されるほか、ウイルスを不活化する目的にも用いられる。特に、ウイルス性胃腸炎の原因となるノロウイルスなどアルコールに対して強い抵抗性を持つウイルスであっても、次亜塩素酸を適切に用いることで効果的に不活化することができる。

次亜塩素酸は酸性の水溶液中の方が殺菌・消毒の効果が高いといわれており、次亜塩素酸を含む水溶液（これ以降「次亜塩素酸水」と呼ぶ）の製造には、電解槽を隔壁で陽極側と陰極側の二部屋に分けた有隔壁電気分解装置がしばしば用いられる。どのような隔壁を用いるかによって得られる次亜塩素酸水の品質が異なるが、ここでは図1のように、 Na^+ のみを選択的に透過させるイオン交換膜を隔壁として用いる装置について考える。

この装置では、それぞれの部屋へ塩化ナトリウム水溶液を供給し、電気分解産物の水溶液をそれぞれの部屋から連続的に採取する。

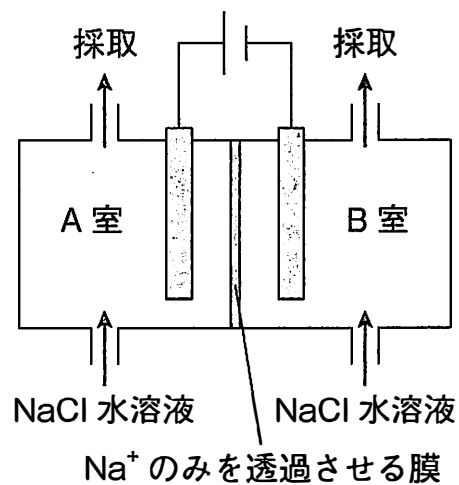


図 1

問 1 文章中の空欄〔 A 〕および〔 B 〕を埋めるのに適切な語句を以下の 1～3 からそれぞれ 1 つずつ選び、記号で答えよ。

1. 価電子
2. 自由電子
3. 不対電子

問 2 文章中の空欄〔 C 〕を埋めるのに適切な語句を以下の 1～3 から 1 つ選び、記号で答えよ。

1. 金属
2. 希ガス
3. 遷移元素

問 3 文章中の空欄〔 D 〕を埋めるのに適切な語句を以下の 1～3 から 1 つ選び、記号で答えよ。

1. 静電気力
2. 水素結合
3. 分子間力

問4 文章中の空欄〔 E 〕を埋めるのに適切な語句を以下の1～3から1つ選び、記号で答えよ。

1. 肝臓 2. 腎臓 3. 脾(ひ)臓

問5 文章中の空欄〔 F 〕および〔 G 〕を埋めるのに適切な語句を以下の1～5からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

1. 甲状腺ホルモン 2. バソプレシン 3. インスリン 4. 鉱質コルチコイド 5. アドレナリン

問6 下線部①に関して、塩化ナトリウム水溶液の電気分解ではナトリウム単体を得ることはできない。その理由を説明せよ。

問7 下線部①に関して、塩化ナトリウムの熔融塩電解において、ナトリウム単体が生じるのは、陰極と陽極のどちらか答えよ。また、その電極においてナトリウム単体が生じる反応を、イオン反応式で示せ。

問8 下線部②に関連して、ヨウ化カリウムとデンプンの水溶液に次亜塩素酸を滴下すると、水溶液に目に見える変化が生じる。どのような変化か答えよ。また、その変化を生じる原因となる化学反応を表す反応式を示せ。

問9 図1の装置では、次亜塩素酸水はどちらの部屋から採取されるか、部屋を表す記号(AまたはB)を答えよ。また、その部屋の電極において行われる反応を表すイオン反応式と、その反応産物から次亜塩素酸が生じる反応を表す反応式をそれぞれ示せ。