

令和3年度 学校推薦型選抜

農学生命科学科 総合問題 出題意図・解答例

1

【出題意図】

物理と数学に関する総合問題である。生命現象に関する比較的長い文章を読解し、物理と数学の基礎的な知識に基づいて、必要に応じて図示できる能力と、初歩的な数値計算や数式の運用力を図ることを意図している。

【解答例】

問1 (各2点)

(ア) 傾き

(イ) $v_0 + at_1$

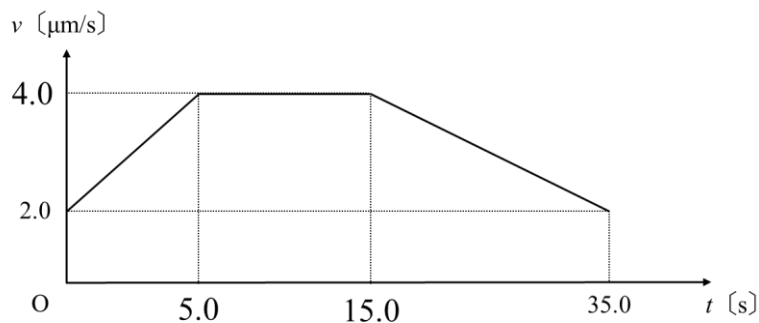
(ウ) v_0t_1 あるいは $v_0 \times t_1$

(エ) $\frac{1}{2}at_1^2$ あるいは $at_1 \times t_1 \times \frac{1}{2}$ あるいは $\frac{at_1 \times t_1}{2}$

(オ) 和あるいは合計あるいは総和

問2 (計9点)

(1) (3点)



(2) (速度：3点、距離：3点)

【答え】速度 = 3.0 μm/s

【考え方・計算】

時刻 15.0 s から時刻 35.0 s のときの加速度は、式 $\frac{2.0 \mu\text{m/s} - 4.0 \mu\text{m/s}}{35.0 \text{ s} - 15.0 \text{ s}}$ より $-0.1 \mu\text{m/s}^2$ と求められる。

よって、問1 (イ) で求めた式 $v = v_0 + at_1$ より、 $v = 4.0 \mu\text{m/s} - 0.1 \mu\text{m/s}^2 \times 10.0 \text{ s}$ が導かれるので、時刻 25.0 s での速度は 3.0 μm/s となる。

【答え】 伸長距離 = $90 \mu\text{m}$

【考え方・計算】

伸長距離は、(1) で図示したグラフのうち、時刻 0s から時刻 25.0s の面積に相当するので、グラフを分割して面積を求めることで伸長距離を求められる。

時刻 0s から時刻 5.0s までの面積：

$$\text{長方形の面積} : 2.0 \mu\text{m/s} \times 5.0 \text{s} = 10 \mu\text{m}$$

$$\text{三角形の面積} : 2.0 \mu\text{m/s} \times 5.0 \text{s} \times 0.5 = 5.0 \mu\text{m}$$

よって、時刻 0s から時刻 5.0s までの面積（距離）は $15 \mu\text{m}$

$$\text{時刻 } 5.0 \text{s} \text{ から時刻 } 15.0 \text{s} \text{ までの面積} : 4.0 \mu\text{m/s} \times 10.0 \text{s} = 40 \mu\text{m}$$

時刻 15.0s から時刻 25.0s までの面積：

$$\text{台形の面積} : (4.0 \mu\text{m/s} + 3.0 \mu\text{m/s}) \times 10.0 \text{s} \times 0.5 = 35 \mu\text{m}$$

よって、経過時間 25.0s までの間に伸長した距離は、

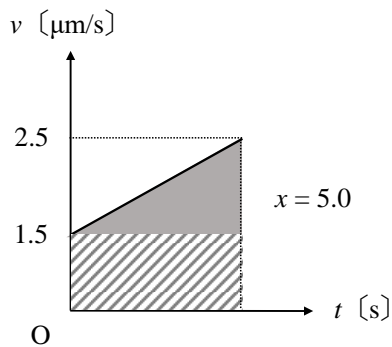
$$15 \mu\text{m} + 40 \mu\text{m} + 35 \mu\text{m} = 90 \mu\text{m}$$

問3 (4点)

【答え】 $0.40 \mu\text{m/s}^2$

【考え方・計算】

速度と時間、伸長距離の関係はグラフのようにあらわされる。



花粉管が伸長した距離 $x = 5.0 \mu\text{m}$ は、斜線をつけた長方形の面積と色付けした三角形の面積を合計した値に等しい。ここで、伸長した時間を t [s] とした場合、

$$5.0 \mu\text{m} = (1.5 \mu\text{m/s} \times t \text{ [s]}) + (t \text{ [s]} \times 1.0 \mu\text{m/s} \times \frac{1}{2}) \text{ となり、 } t = 2.5 \text{ s} \text{ が求められる。}$$

よって、与えられた加速度は $1.0 \mu\text{m/s} \div 2.5 \text{s}$ より、 $0.40 \mu\text{m/s}^2$ となる。

2

【出題意図】

既存の知識に捉われない柔軟な発想力と、それを支える論理的な思考力を問う。それとともに、一般向けに書かれた文章から出題することで、自然科学の公用語である英語の運用力を問う。

【解答例】

問1 (配点: 2点, 各1点)

獲得免疫: adaptive immune system, 自然免疫: innate immune system

問2 (配点: 5点)

各病原体に対して特異的に働くものではなく、過去に受けた病原体からの攻撃の経験が未来の感染時における抵抗性の改善にも寄与しない、という特徴。(68字)

問3 (配点: 4点)

母親が細菌に感染した場合に、その母親の子供にも同じ細菌への抵抗性が見られ、かつ、この抵抗性は子供がその細菌に遭遇したことがなくても生じる、という現象。

問4 (配点: 6点)

解答例1) 自然免疫にも、獲得免疫のように特異性が見られ、かつ経験が関与する事例が知られつつあるため。(45字)

解答例2) 特異性や経験の関与、そしてその経験の子孫への継承が自然免疫にも見られることがわかってきたため。(47字)

問5 (配点: 6点, 記号1点, 理由の記述5点)

答) B

理由の解答例) 特定の病原体への自然免疫を強化することは、その他の病原体への抵抗力を下げる可能性もあるため、親が経験した病原体を子孫も経験する可能性が高い「世代時間が短く、かつ親と同じような環境下で育つ」生物種の方が世代を超えた自然免疫が有利となる可能性が高いため。

3

【出題意図】

全体として、教科書に記載されている基本的な事柄について、満遍なく学習し知識として身につけていることを前提とし、以下の事柄について理解し、正しく答えられるかを問う意図で出題した。

問1 原子を構成する電子のうち、最外殻電子は価電子と呼ばれ、化学的性質に大きな影響を与える。また現実存在する物質が「不対電子」を持っていればラジカルと呼ばれるが、原子間の相互作用を説明するための概念としての不対電子は理解しておく必要がある。

問2 物質が電子を放出する、あるいは受け取ることにより、最外殻電子軌道が埋められることによって安定化する、というのは物質がイオン化することの説明の一つであり、その時の電子配置は、安定な希ガスと同じになる。

問3 イオン結合は、正および負の電荷を持つイオン同士が静電気力によって引き合って形成される。

問4 ヒトの体液の塩類濃度の調節には、腎臓が重要な役割を果たす。

問5 ホルモンはヒトの体の恒常性を保つうえで重要な働きをする。視床下部で合成されて脳下垂体から分泌されるバソプレシンと副腎皮質から分泌される鉱質コルチコイドは、それぞれ腎臓における水とナトリウムイオンの再吸収を促進することで、体液の塩類濃度を調節する。

問6 ナトリウムは水素よりもイオン化傾向が大きいいため、ナトリウムイオンを含む水溶液を電気分解すると、水素イオンの方が電子を受け取ってしまい、ナトリウム単体を得ることはできない。解答において、全体として過不足なく説明されていることが正解の条件だが、説明に不足があるがナトリウムと水素のイオン化傾向については正しく述べられている場合、部分点を与える。

問7 電気分解装置においては、電池（電源）の正極に接続された電極を陽極、負極に接続された電極を陰極と呼ぶ。陰極は電池から放出された電子を陽イオンに渡し、陽極は陰イオンから電子を受け取って電池に渡す。塩化ナトリウムの熔融塩電解において、ナトリウムイオンは陰極から電子を受け取ってナトリウム単体となる。

イオン反応式とは、反応に関わるイオンのみで表される反応式であり、酸化還元反応などを表すのによく用いられる。反応式には部分点は与えない。これは以下の問8と問9も同様である。

問8 ヨウ素デンプン反応は高校化学において基本的な知識であり、また次亜塩素酸が酸化剤としてヨウ化物イオンを酸化する反応も基本的な酸化還元反応である。反応式には部分点は与えない。

問9 塩化物イオンを含む水溶液の電気分解は基本的な知識であり、問7と同じく塩素がどちらの電極で発生するかは、電気分解について理解していれば容易にわかる事柄である。また、塩素が水に溶けたときの反応も、基本的な知識である。反応式には部分点は与えない。

【解答例】

問1 A 1 (価電子) (1点)
B 3 (不対電子) (1点)

問2 2 (希ガス) (1点)

問3 1 (静電気力) (1点)

問4 2 (腎臓) (1点)

問5 F 2 (バソプレシン) (1点)
G 4 (鉍質コルチコイド) (1点)

問6 ナトリウムは水素よりもイオン化傾向が大きいため、塩化ナトリウム水溶液を電気分解しても、水素イオンの方が還元されて水素を生じるから。(3点、採点基準は出題意図で説明する)

問7 電極 陰極 (1点)
イオン反応式 $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$ (2点、部分点なし)

問8 変化 (透明だった)水溶液が青色(青紫色)になる。(2点、部分点なし)
反応式 $2\text{KI} + \text{HClO} \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{KCl} + 2\text{KOH}$ (または $2\text{I}^- + \text{HClO} \rightarrow \text{I}_2 + \text{Cl}^- + \text{OH}^-$)
(2点、部分点なし)

問9 部屋 A (1点)
電極において行われる反応を表すイオン反応式 $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
(3点、部分点なし)
次亜塩素酸を生じる反応を表す反応式 $\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$
(3点、部分点なし)