

令和5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
出題意図・解答例

1

【出題意図】

- 問1 農学生命科学科の多くの講義、実験、研究で、pH の概念を正しく理解しておくことが必須となる。その基礎の理解度を問うことを目的とする。
- 問2 問1に関連して、pH の値と水の電離の定量的な関係の理解度を問うことを目的とする。
- 問3 問1、問2に関連して、pH に影響を及ぼす水溶液中の塩の電離についての理解度を問うことを目的とする。弱酸と弱塩基の電離に pH が及ぼす影響はやや発展的な内容であるため、文章中で解説し、問6を解くための前提とする。
- 問4 および問5 農業生産にとって重要である窒素同化と窒素固定の基本についての理解度を問うことを目的とする。
- 問6 問3に関連する文章に示された、弱酸と弱塩基の電離に pH が及ぼす影響の記述に基づき、アンモニウムイオンが、pH が高くなると遊離してアンモニアとなり、揮発して水溶液から失われることを導き出す応用力を問うことを目的とする。
- 問7 問の記述から、尿素と水が反応して炭酸アンモニウムに化学変化するときの化学反応式を導き出す応用力を問うことを目的とする。併せて、化合物の重量当たり発生するイオンの物質量を正しく導き出せる応用力を問うことを目的とする。
- 問8 複数の化合物の組み合わせから、目的とするイオンの組成の液体肥料を作る問題である。各化合物から発生するイオンの物質量を正しく理解した上で、3元連立方程式を用いて各化合物の物質量を正しく導き出せる応用力を問うことを目的とする。

【解答例】

問1	(ア)	2	(イ)	3	(ウ)	7
問2	(エ)	③				
問3	(オ)	1				
問4	(カ)	4	(キ)	1		
問5	(ク)	窒素同化	(ケ)	硝化菌(亜硝酸菌と硝酸菌)	(コ)	窒素固定

問6	<p>答え 水酸化カリウム</p> <hr/> <p>考え方・イオン式</p> <p>硫酸アンモニウム水溶液では、アンモニウムイオンの一部分が、式1のように水酸化物イオンOH⁻と反応してアンモニアNH₃となっている。</p> $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \quad (\text{式1})$ <p>水酸化カリウムは強塩基であるため、水溶液中では式2のようにほぼ完全に電離し、水酸化物イオンを生じる。</p> $\text{KOH} \rightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^- \quad (\text{式2})$ <p>そのため、硫酸アンモニウム水溶液に水酸化カリウムを加えると、水酸化物イオン濃度が高くなってpHが高くなる。すると、弱塩基であるアンモニアの電離度が低下し、式1の右向きの反応が進んでアンモニアが多く生じる。これにより、アンモニウムイオンの濃度が低下するとともに、生じたアンモニアは沸点が低く揮発して失われるため不適切である。</p>
----	--

問7	<p>化学反応式</p> $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$																			
	<p>考え方・計算</p> <p>発生しうるアンモニウムイオン数は、尿素、硫酸アンモニウムともに1分子あたり2である。一方で、尿素の分子量は、$12.0 + 16.0 + (14.0 + 1.0 \times 2) \times 2 = 60$。硫酸アンモニウムの分子量は、$(14.0 + 1.0 \times 4) \times 2 + 32.1 + 16.0 \times 4 = 132.1$である。そのため、質量あたり発生しうるアンモニウムイオンの物質量は、尿素が硫酸アンモニウムと比較して$132.1/60 \approx 2.2$倍多い。</p> <p>答え <u>質量あたり発生しうるアンモニウムイオンの物質量は、尿素が硫酸アンモニウムの2.2倍多い。</u></p>																			
問8	<p>考え方・計算</p> <p>KNO_3, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, KH_2PO_4, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ の物質量をそれぞれ w, x, y, z とする。このとき、発生しうるイオンの物質量と、その目標とする比率との関係は以下の式で表される。</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>$\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$</td> <td>$w + x + 2z = 6$</td> </tr> <tr> <td>$\text{PO}_4^-$</td> <td>$x + y = 4$</td> </tr> <tr> <td>$\text{K}^+$</td> <td>$w + y = 4$</td> </tr> <tr> <td>$\text{Ca}^{2+}$</td> <td>$z = 1$</td> </tr> </table> <p>$z = 1$ をこれらの式に代入すると、以下の3元連立方程式となる。</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>$w + x = 4$</td> </tr> <tr> <td>$x + y = 4$</td> </tr> <tr> <td>$w + y = 4$</td> </tr> </table> <p>これを解くと、$w = 2$, $x = 2$, $y = 2$ となる。したがって、各化合物の物質量は次のようになる。</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>KNO_3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>KH_2PO_4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$</td> <td>1</td> </tr> </table> <p>答え <u>KNO_3, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, KH_2PO_4, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ を、物質量の比が2:2:2:1になるように混合する。</u></p>	$\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$	$w + x + 2z = 6$	PO_4^-	$x + y = 4$	K^+	$w + y = 4$	Ca^{2+}	$z = 1$	$w + x = 4$	$x + y = 4$	$w + y = 4$	KNO_3	2	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	2	KH_2PO_4	2	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1
	$\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$	$w + x + 2z = 6$																		
PO_4^-	$x + y = 4$																			
K^+	$w + y = 4$																			
Ca^{2+}	$z = 1$																			
$w + x = 4$																				
$x + y = 4$																				
$w + y = 4$																				
KNO_3	2																			
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	2																			
KH_2PO_4	2																			
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1																			

2

【出題意図】

生活環境（気温）と生物のサイズに関する知見を一般向けに説明した文章から出題することで、生物学的現象を論理的に理解する思考力や、自然科学の公用語である英語の運用力を問う。

問1 英語の慣用句に関する基本的な知識を問う。

問2 文章中のキーワードに関して、指定された語数に該当する語句を英文中から探し出すことで、英文を的確に理解できているかを問う。

問3 直接的に意味を知らない用語を含む英文でも、前後の英文の読解から意味を類推することができるかを問う。

問4 英語の前置詞の使用法に関する基本的な知識を問う。

問5 英文全体としての趣旨を理解できているかを問う。

【解答例】

問1

- ① have something to do with
- ② account for (clear up, set forth, set out, spell out も正解)
- ⑥ get rid of (do away with も正解)

問2

size reduction

問3

- ④ 成熟の時間は代謝と密接に関連しており、それ（代謝）は温度が上がると高まる。
- ⑤ 通常は生殖が勝る一結局、それ（生殖）は種の存続であるから—そして、動物はより小さなサイズで成熟して繁殖する。

問4

- ⑦ for
- ⑧ in

問5

- A ×
- B ×
- C ×
- D ×

【出題意図】

物理と数学に関する総合問題である。各問で問われている事象を正確に理解し、また与えられた図や必要に応じて現象を図示できる能力を含め、自然現象を論理的に理解するための基礎学力と思考力とを問う意図で出題した。

問1. 熱とエネルギーに関する初歩的な知識と考え方が備わっているかを問う問題である。

問2. 熱とエネルギーに関する基礎的知識の理解度と課題に対する読解力とを問う問題である。

問3. 物質の三態に関する基礎的知識に基づき、文章中で説明される事象と与えられたグラフを正確に読み取ることができているかを問う問題である。

問4. 文章中の事象を正確に理解できる能力とともに、確率の基本的知識と関連付けて、数式を運用する能力を問う問題である。

【解答例】

問1	(ア) ブラウン運動	(イ) 熱運動	(ウ) 温度
	(エ) 三態	(オ) 内部エネルギー	

問2	(番号)4	(理由) 気体の内部エネルギーの増加は、気体に外部から加えられた熱量と、外部から気体にした仕事との和に等しい
----	-------	--

問3	(a)	2	(b)	3	(c)	1	(d)	4	T1 = 0	T2 = 100
----	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	--------	----------

問4	<p>(1) </p> <p>(2) 【考え方・計算式】</p> <p>コインを6回投げて微粒子Pが原点0に戻るケースを考えると、右図のような斜めの格子が描ける。これは最短経路問題の解き方で解ける。重複順列の方法から $6! / (3!3!) = 20$ (通り)。全事象が $2^6 = 64$ 通りで、$20/64 = 5/16$。</p> <p>または、次のように反復試行の確率の考え方を使って確率が求められる。コインを6回投げて、微粒子Pが r 回正の方向に進み、$6 - r$ 回が負の方向に進んだとする。6回の試行後の微粒子Pの位置は、$1 \times r + (-1) \times (6 - r) = 2r - 6$ となり、このとき原点(0)に微粒子Pが戻るのは、$2r - 6 = 0$ を解いて、$r = 3$。したがって、コインを6回投げて、原点に戻るのは、6回中、表が3回、裏が3回出る場合であるから、求める確率は</p> ${}^6C_3 \left(\frac{1}{2}\right)^3 \left(\frac{1}{2}\right)^{6-3} = \frac{6 \cdot 5 \cdot 4}{3 \cdot 2 \cdot 1} \times \frac{1}{2^6} = \frac{5}{16}$ <p>(3) 【考え方・計算式】</p> <p>n 回試行したのち、微粒子Pが r 回正の方向に進み、$n - r$ 回が負の方向に移動したとする。このときの微粒子Pの位置は、$r - (n - r) = 2r - n$ である。これが x と等しいとき、$r = (n + x)/2$。以降は、$n + x$ が奇数か偶数かで場合分けが必要となる。</p> <p>1) $n + x$ が奇数の場合 このような r は存在しないので、求める確率は0</p> <p>2) $n + x$ が偶数の場合 n 回の試行で $(n + x)/2$ 回、正の方向へ移動する確率は、反復試行の確率の考え方から以下になる。</p> ${}^nC_{\frac{n+x}{2}} \times \frac{1}{2^n}$	<p>左図の座標において、原点0にいた微粒子Pは、例えば第1回目の試行でコインを投げ表が出たら、(1, 1)に進み、裏が出たならば(1, -1)へと進むとする。いま表が続けて3回出て、そのあとで裏が続けて3回出た結果が得られたので、左図のように微粒子Pは原点0に戻る。</p>
----	--	--