

令和3年度 学校推薦型選抜

生命分子化学科 総合問題 出題意図・解答例

【出題意図】

1

数学に関する基礎的な英語力ならびに数学に対する理解の程度を問うことを目的とした。英語文脈の適切な把握と数学の基礎的な理解を評価する問題である。数学の基礎的な知識に基づいて文章を読解し、問3ではさらに論理的な証明能力を問うことを意図した。

2

「物理基礎」の基本的な知識の習得を確認するとともに、化学、生物学、物理学の全分野にまたがる重要事項であるエネルギーに関連した基本的な知識と理解を問うことで、科目の枠を超えた思考や論理展開ができるかどうかを確認することを意図した。

3

科学的な事柄が記述された英文を読解できるか、そしてそこに書かれた事柄を元に実験で得られた結果を考察することができるかを確認するとともに、「生物基礎」における分子生物学の基本的な原則を理解しているかを確認することを意図した。

4

「化学基礎」における、基本的な化学反応式の導出、基本的なイオン解離、指示薬の特性、アルコール発酵と完全燃焼の比較といった基本的事項の理解と習得を確認するとともに、記述情報の正確な読み取り、化学量論に基づいた物質量の計算、中和滴定における多段階反応の図示から、化学全般の能力を確認することを意図した。

【解答例】

1

- 問1 ① yes 3点 ② itself 3点
- 問2 数学の先生なら，世界のどの国でも，過去数千年のどの時期にいた先生でも，「7は素数」という答えにマルをつけ「7は素数でない」という答えにはバツをつけるだろう。 4点
- 問3 (1) a は偶数すなわち 2 であるとする， $x_1 < x_3$ であり x_3 は 4 以上の偶数となり素数でない。よって， a は奇数である。 5点
(2) d が奇数であるとする， x_2 は 4 以上の偶数となり素数でない。よって， d は偶数である。 5点
- 問4 $\sqrt{588n} = x$ とすると， $x^2 = 588n = 2^2 \cdot 3 \cdot 7^2 n$ 。
したがって， x を整数にする最小の自然数 n は， $n=3$ (答) 5点

2

- 問1 ア アデノシン三リン酸 1点
- 問2 イ 加水分解 2点
- 問3 ウ 2000 2点
- 問4 エ 8400 2点
- 問5 オ 507 2点
- 問6 カ 100 キ 51 各2点
- 問7 ク 重力加速度 2点
- 問8 ケ 9.8 コ 4200 サ 43 シ 4.2 ス 2.1 各2点

3

- 問1 $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$ 3点
- 問2 ア ミトコンドリア イ DNA ウ 細胞内 (共生) エ 塩基 オ 4
カ タンパク質 キ mRNA (または RNA) ク アミノ酸 ケ 酵素 9点
- 問3 二酸化炭素を得るために空気を取り入れ、過剰な酸素を逃がす 3点
- 問4 (1) 葉緑体に光が当たると光合成で酸素が発生するが、細胞壁では発生しない。好気性細菌は酸素を使って呼吸するために、葉緑体周辺に集まった。 4点
(2) 好気性細菌がより多く集まる光の色 赤色 1点
- 理由 光合成のための光エネルギーを吸収するクロロフィルは、赤色光を吸収し、緑色光を反射する。そのため、緑色光が当たる部分より、赤色光が当たる部分の方が光合成が盛んに行われ、酸素発生も多く、好気性細菌がより多く集まる。 5点

4

問1 (a) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$ 2点

(b) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ 2点

(c) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$ 2点

問2 CO_3^{2-} 2点

問3 $1.84/23 = 0.080$ mol の NaOH が 100 mL の溶液に含まれている。NaOH は強アルカリなので水溶液中では完全に電離し、 $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ となる。そのため、主な陽イオンは Na^+ であり、そのモル濃度は 0.80 mmol/L となる。 2点

問4 実験1の $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$ の反応から、0.040 mol の H_2 が生成している。この全てが塩素との燃焼反応に使われた場合、 $0.040 \times 2 = 0.080$ mol の塩化水素が生成する。塩化水素は強酸なので水溶液中では完全に電離し、 $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ となる。そのため主な陰イオンは Cl^- であり、そのモル濃度は 0.80 mol/L 2点

問5 $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5)_n$ 1 個は $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ n 個に相当する。 $0.81/162n \times n/1 = \underline{0.005\text{mol}}$ 2点

問6 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$ の反応で、 $0.005 \times 2 = 0.01$ mol の CO_2 が生成する。これがすべて溶液 A に吸収されたとすると、

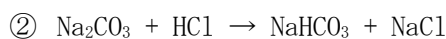


反応前 0.01 0.08 0

反応後 0 $0.08 - 2 \times 0.01$ 0.01

つまり、 CO_2 が溶存した後の溶液 A には、NaOH が 0.06 mol、 Na_2CO_3 が 0.01 mol 含まれている。

ここに、溶液 B (HCl) を徐々に加えていくと以下の反応が3段階で起こる。

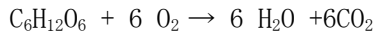


フェノールフタレインが赤色から無色に変わるまでに起こるのは①と②の反応である。

NaOH を滴定するためには、0.06 mol、 Na_2CO_3 を滴定するためには 0.01 mol の HCl が必要である。溶液 B は 0.80 mol/L の HCl 溶液なので、 $0.80 \times x = 0.07 \Leftrightarrow 0.0875$ L すなわち 87.5 mL の溶液 B が必要となる。 5点

問 7

(1) グルコースの完全燃焼は以下の反応式で表される。



つまり、アルコール発酵と比べると 3 倍の CO_2 が発生するため、これがすべて溶液 A に吸収されたとすると、

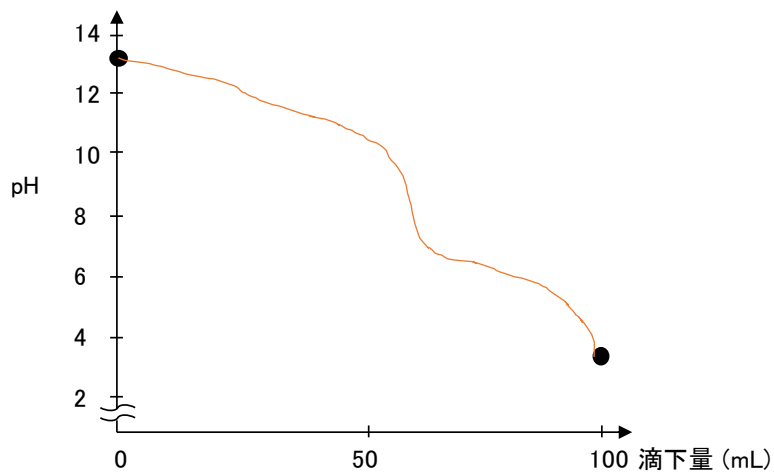


反応前 0.03 0.08 0

反応後 0 $0.08 - 2 \times 0.03$ 0.03

NaOH を滴定するためには、0.02mol、 Na_2CO_3 を滴定するためには $0.03 \times 2 = 0.06$ mol の HCl が必要である。溶液 B は 0.80 mol/L の HCl 溶液なので、 $0.80 \times x = 0.08 \Leftrightarrow 0.1$ L すなわち 100 mL の溶液 B が必要となる。 2 点

(2)



4 点