

令和2年度推薦入試 入学試験問題

(専門高校)

小 論 文

化学基礎・化学

農 学 部

注 意 事 項

- ① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は、4ページ（表紙、白紙を除く）あります。試験開始後、確認してください。
- ③ 問題は、1から2まで2問あります。すべて解答しなさい。
- ④ 解答用紙は2枚あります。解答用紙ごとに指定の欄に受験番号を記入しなさい。
- ⑤ 解答は、問題ごとに解答用紙の指定の欄に記入しなさい。
- ⑥ 字数が指定されている問題については、アルファベット、数字、カギ括弧、句読点を含めて1マスに1字ずつ記入しなさい。

・問題を解くにあたって必要であれば、次の数値を用いよ。

原子量： H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0

 Na 23.0 S 32.1 Cl 35.5

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

1 次の文章を読み、問1、問2に答えよ。

イオン交換樹脂は、溶液中にあるイオンを別の種類のイオンに交換する機能をもつ。液体を通すことができる筒状の容器（カラム）にイオン交換樹脂を充てんとすると、「イオン交換カラム」をつくることができる。すなわち、カラムの上部から溶液を流し入れることで、下部からイオン交換樹脂を通過した後のカラム流出液を得ることができる。いま、①スルホ基（ $-\text{SO}_3\text{H}$ ）を官能基とするイオン交換樹脂を一定量充てんしたイオン交換カラムを用意した。カラム内のイオン交換は完全に進行し、それによって樹脂から遊離したイオンはすべてカラム流出液に回収され、樹脂に結合したイオンは条件が変わらなければ再び遊離しないものとして以下の問題に答えなさい。

問1 下線部①のイオン交換カラムに 2.00 mol/L の NaCl 水溶液を流し入れると、②酸性のカラム流出液が得られたが、しばらくすると中性になった。その後、カラム流出液の pH に変化は見られなかったため、 NaCl 水溶液の流入を止め、③ここまで得られたカラム流出液をすべてまとめて回収して 0.400 mol/L の NaOH 水溶液で中和したところ、 50.0 mL 要した。次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 下線部②のようになった理由を 125 字以内で説明せよ。ただし、元素記号、イオン式、pH などの記号は 1 字とする。【例】 NaCl

Na	Cl
----	----

 K^+

K ⁺

 pH

pH

- (2) 下線部③の回収量は 125 mL だった。このときの回収液の水素イオン濃度 (mol/L) を求めよ。計算過程も示し、答えは有効数字 3 桁で単位をつけて書け。
- (3) 下線部①のイオン交換カラムを新たに用意し、今度はまず 0.500 mol/L の NaOH 水溶液 20.0 mL をカラムに流した後、 2.00 mol/L の NaCl 水溶液を 125 mL 流し、カラム流出液をすべてまとめて回収した。このときの回収液は次のいずれを示すか。(ア)～(ウ)の中から選び、記号で答えよ。
- (ア) 酸性 (イ) 中性 (ウ) 塩基性

問2 以下の表に示した3種の α -アミノ酸の混合物をpH 2.5の緩衝液に溶解して、下線部①のイオン交換カラムに流し入れた後、同じpH 2.5の緩衝液を十分な量流してカラム内を洗浄したが、④カラム流出液中に回収される α -アミノ酸はなかった。次にカラムに流し入れる緩衝液のpHを徐々に上げていくと、⑤ α -アミノ酸が順次カラム下部から流出してきた。次の(1)、(2)に答えよ。

表

名称 (略号)	分子量	融点	等電点
グリシン (Gly)	75	290 °C	6.0
グルタミン酸 (Glu)	147	247~249 °C	3.2
リシン (Lys)	146	224~225 °C	9.7

(1) 下線部④について、 α -アミノ酸が回収されなかった理由を100字以内で説明せよ。ただし、元素記号、イオン式、pHなどの記号は1字とする。

【例】 NaCl

Na	Cl
----	----

 K⁺

K ⁺

 pH

pH

(2) 下線部⑤の α -アミノ酸の溶出順序について、早い順に α -アミノ酸の名称で答えよ。また、その理由を125字以内で説明せよ。ただし、元素記号、イオン式、pHなどの記号は1字とする。

【例】 NaCl

Na	Cl
----	----

 K⁺

K ⁺

 pH

pH

2 次の会話文を読み、問1～問4に答えよ。

A さん：最近、地球温暖化で、温室効果ガスである二酸化炭素削減の話題をテレビのニュース番組でよく見ますが、二酸化炭素は大気中に体積%でおよそ0.04%あるようですね。

B 先生：はい。産業革命が始まった18世紀以降、二酸化炭素の濃度は急激に高くなりました。

A さん：体積%で0.04%と言われても、ピンとこないですね。

B 先生：それでは、1 Lの空気で考えてみましょう。①二酸化炭素が体積%で0.040%あるとすると、1.0 Lの乾燥空気中には0.40 mL含まれていることとなります。

A さん：窒素や酸素と比べると、それほど多いとは思えません。

B 先生：そうですね。しかし、地球規模で考えると、大きな数字になります。また、地球表面のおよそ70%は海で覆われていますので、海水に溶けている二酸化炭素もかなりの量です。

A さん：気体の溶解度については、たしか、②ヘンリーの法則というのがありましたよね。

B 先生：よく勉強していますね。③炭酸水が入ったペットボトルのフタを開けると、プシュと音がして、炭酸水の中に泡が見えてきます。この現象は説明できますか。

A さん：はい。

B 先生：分かるなら、大丈夫ですね。海水は複雑ですから、まずは、④コップ1杯の水にどれくらいの二酸化炭素が溶けているか、計算してみましょう。

問1 下線部①について、 1.0×10^5 Pa、 27°C の条件で、1.0 Lの乾燥空気に含まれる二酸化炭素の質量(g)を求めよ。計算過程も示し、答えは有効数字2桁で単位をつけて書け。ただし、空気を構成するすべての気体は理想気体とみなせるものとする。

問2 下線部②について、ヘンリーの法則に従わない気体がある。(ア)～(ウ)の中から選び、記号で答えよ。また、その理由も説明せよ。

(ア) 窒素 (イ) メタン (ウ) 塩化水素

問3 下線部③の現象を75字以内で説明せよ。

問4 下線部④について、 20°C 、 1.0×10^5 Paの環境下で下線部①の乾燥空気が水に接しているとき、コップに入っている200 mLの水に溶解している二酸化炭素の質量(g)を求めよ。計算過程も示し、答えは有効数字2桁で単位をつけて書け。ただし、空気を構成するすべての気体は理想気体とみなせるものとし、二酸化炭素の水への溶解はヘンリーの法則に従い、 20°C 、 1.0×10^5 Paで水1.0 Lに 3.9×10^{-2} mol溶けるものとする。