

化学

[注意] 必要があれば、次の値を用い、また、半反応式を参考にせよ。

原子量：H=1.00　C=12.0　O=16.0　F=19.0　S=32.1　Ca=40.1　Fe=55.9

理想気体のモル体積：22.4 L/mol（標準状態）

チオ硫酸イオンの半反応式： $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{e}^-$

1 次の問いに答えよ。

[1] 誤りを含む文章を、次の【選択肢】からすべて選び、記号で記せ。

ただし、いずれも該当しない場合は（へ）とせよ。

【選択肢】（ア）石油や岩石は混合物である。

（イ）生石灰やギ酸は化合物である。

（ウ）黒鉛やダイヤモンドは電気を通す。

（エ）エタンとキシレンは同じ元素からなる。

（オ）酸素分子とオゾンは同数の陽子をもつ。

（カ）塩化水素の分子には非共有電子対が存在する。

（キ）ヨウ素は2原子分子からなる分子結晶を生じる。

（ク）イオン化エネルギーが小さい原子ほど陽イオンになりやすい。

（ケ）アルカリ金属元素の電気陰性度はハロゲン元素のそれより小さい。

[2] 次の（ア）～（オ）の物質量を比較し、大きい順に並べよ。

（ア）鉄 28 g （イ）水 28 g （ウ）酸素 5.6 L（標準状態）

（エ）メタン 24 L（標準状態）が完全燃焼したときに生成する水

（オ）エタノール 1 mol が完全燃焼したときに生成する二酸化炭素

[3] ある地域の水の成分を調べたところ、水素原子として安定な同位体 ^1H と ^2H のみが検出された。これらをそれぞれ H および D と書き表すものとして、水に含まれる HDO の存在比が $2.40 \times 10^{-2} \%$ であるとき、 D_2O の存在比 [%] を有効数字 3 桁で求めよ。



[4] フッ化カルシウム CaF_2 が、わずかだけ溶けて得られる飽和水溶液 (25°C) の濃度を 0.016 g/L とする。

次の水溶液 (25°C) A~D から 2 種類を選んで 100 mL ずつ混合するとき、沈殿を生じる組み合わせはどれか。

A : 1.0×10^{-3} mol/L 水酸化カルシウム溶液

C : 1.0×10^{-3} mol/L フッ化水素酸

B : 4.0×10^{-4} mol/L 水酸化カルシウム溶液

D : 4.0×10^{-4} mol/L フッ化水素酸

次の【選択肢】からすべて選び、記号で記せ。ただし、いずれも該当しない場合は (へ) とせよ。

【選択肢】 (ア) A と C (イ) A と D (ウ) B と C (エ) B と D

[5] 過酸化水素水 10.0 mL をコニカルビーカーにとり、希硫酸 5.00 mL を加えて酸性にした。これに 5.00% のヨウ化カリウム水溶液 10.0 mL を加えてゆっくりと振り混ぜ、過酸化水素を全て(a)反応させた。得られた褐色の溶液 (室温) にビュレットを用いて 5.00×10^{-2} mol/L チオ硫酸ナトリウム水溶液を(b)滴下した。溶液の褐色が薄くなったところで、デンプン水溶液を指示薬として加えると、溶液は青紫色になった。さらに滴下を続けると、合わせて 14.2 mL 滴下したところで溶液の青紫色が消えた。

- 1) 下線部(a) を化学反応式で記せ。
- 2) 下線部(b) により生じる変化をイオン反応式で記せ。
- 3) 実験に用いた過酸化水素水のモル濃度 [mol/L] を有効数字 3 桁で求めよ。

2 p -ジビニルベンゼンと (①) を 1 : 4 の物質質量比で共重合させ、立体網目構造をもつ高分子 (図 1) 1.00 g を合成した。これを濃硫酸と反応させ、ベンゼン環の p - (パラ) 位をスルホン化してイオン交換樹脂を得た。次の問いに答えよ。

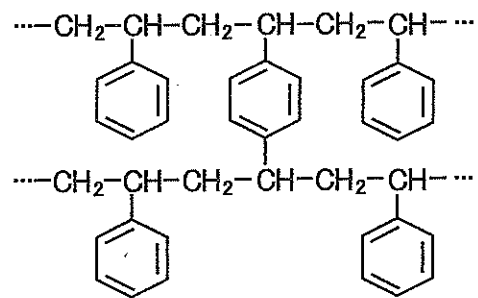
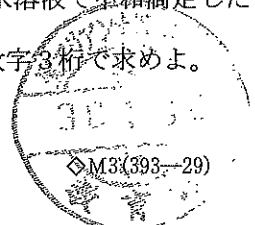


図 1

[1] (①) にあてはまる名称を記し、その構造式を、すべての元素記号と価標を省略せずに描け。

[2] 合成樹脂に含まれる個々の高分子の分子量にはばらつきがある。このような樹脂の典型的な分子量分布を示すグラフを描け。ただし、平均分子量は 2.0×10^5 とせよ。

[3] 得られたイオン交換樹脂を水で十分に洗った後、1.00 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、中和点までに 3.00 mL を要した。この樹脂のスルホン化度 [%] を有効数字 3 桁で求めよ。



[4] 問[3]とは別に、得られたイオン交換樹脂の一部をカラム（筒型の容器）に詰め、緩衝液（pH=2.5）を通して十分に洗った。表に示す6種類のアミノ酸を含む混合水溶液（pH=2.5）を通した後、操作1～4を順に行ったところ、操作2～4では異なる種類のアミノ酸が溶出した。次の問いに答えよ。

操作1：緩衝液（pH=2.5）を通したところ、樹脂からアミノ酸は溶出しなかった。

操作2：緩衝液（pH=5.5）を通したところ、樹脂から2種類のアミノ酸が溶出した。

操作3：緩衝液（pH=7.0）を通したところ、樹脂から3種類のアミノ酸が溶出した。

操作4：緩衝液（pH=11.0）を通したところ、樹脂から1種類のアミノ酸が溶出した。

表 アミノ酸混合水溶液（pH=2.5）の成分

名称	構造式	等電点
① グリシン	$\text{HOOC}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{H}$	6.0
② セリン	$\text{HOOC}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{OH}$	5.7
③ システイン	$\text{HOOC}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{SH}$	A
④ リシン	$\text{HOOC}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}_2}$	B
⑤ チロシン	$\text{HOOC}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$	C
⑥ グルタミン酸	$\text{HOOC}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	D

- 1) 中性の水溶液に溶解するとpHが大きくなるアミノ酸を表から1つ選び、番号で記せ。
- 2) ヒトの必須アミノ酸を表からすべて選び、番号で記せ。ただし、いずれも該当しない場合は⑩とせよ。
- 3) 不斉炭素原子をもたないアミノ酸を表から1つ選び、これが緩衝液（pH=2.5）に溶解して生じるイオンのうち、最も物質量の多いものの構造を、表にならって描け。
- 4) アミノ酸の「等電点」とは何か、1行で記せ。
- 5) 操作2で得られた溶出液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱し、酢酸で中和後に酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黒色沈殿が生じた。沈殿を生じたアミノ酸を表から1つ選んで、番号で記し、黒色沈殿の化学式を記せ。
- 6) 操作3で得られた溶出液に濃硝酸を加えて熱すると黄色に呈色した。呈色したアミノ酸を表から1つ選んで、番号で記し、反応名を記せ。
- 7) 表に示すA～Cに当てはまる等電点を、次の【選択肢】からそれぞれ選び、記号で記せ。
【選択肢】 (ア) 2.2 (イ) 3.2 (ウ) 5.1 (エ) 5.7 (オ) 9.7 (カ) 11.6
- 8) 操作2～4で、緩衝液のpHを大きくしていくと特定のアミノ酸が溶出する理由を1行で説明せよ。



3

ヒトでの糖類の消化と吸収の概要を図2に示す。次の問いに答えよ。

[1] 図中の糖類を多糖類、二糖類、単糖類のいずれかに分類するとき、多糖類をすべて選び、番号で記せ。

[2] 室温において、胃液 (pH=2.0) の水素イオン濃度は、血液 (pH=7.4) の水素イオン濃度の何倍か、有効数字2桁で答えよ。ただし、pH=7.4のとき、水素イオン濃度は 4.0×10^{-8} mol/L とせよ。

[3] アミラーゼの反応速度と pH との関係グラフを描きなさい。唾液 (中性) 中のアミラーゼは胃液中でも触媒として働くか。理由を示して1行で答えよ。

[4] ヒトはセルロースを消化できない。この理由を、分子の結合様式に言及して2行で説明せよ。

[5] アミラーゼはデンプンを加水分解するが、ラクトースを分解できない。このような酵素の性質を漢字5文字で記せ。

[6] 以下の条件に該当する図中の分子をすべて選び、番号で記せ。ただし、いずれも該当しない場合は⑩とせよ。

- 1) フェーリング液を加えて加熱すると呈色する。
- 2) 酸を加えて加水分解すると、種類の異なる単糖を生じる。
- 3) 室温で、水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、薄い硫酸銅(II)水溶液を少量加えると呈色する。
- 4) ヨウ素溶液を加えて加熱すると呈色する。

[7] 肝臓にエネルギー源として貯蔵される多糖類 A はグルコースの重合体である。次の問いに答えよ。

- 1) 多糖類 A の名称と分子式を記せ。
- 2) 肝臓 10 g から多糖類 A をすべて抽出し、これを完全に加水分解したところ 0.50 g のグルコースを得た。肝臓 10 g に含まれる多糖類 A の質量 [g] を有効数字2桁で求めよ。

食物に含まれる糖類

- ① デンプン
- ② ラクトース
- ③ スクロース
- ④ セルロース

口腔 ↓ ⑩ アミラーゼ

- ② ラクトース
- ③ スクロース
- ④ セルロース
- ⑤ デキストリン
- ⑥ マルトース

胃 ↓

小腸 ↓ ⑩ アミラーゼ
⑪ マルターゼ
⑫ ラクターゼ
⑬ スクララーゼ

- ④ セルロース
- ⑦ グルコース
- ⑧ ガラクトース
- ⑨ フルクトース

吸収 →

- ⑦ グルコース
- ⑧ ガラクトース
- ⑨ フルクトース

大腸 ↓

- ④ セルロース

図2

