

化学 (全2の1)

全問をととして、必要があれば次の原子量を用いよ。H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, S = 32

1 以下の問いに答えよ。

- (1) 次の金属片を塩化スズ(Ⅱ)水溶液に没して静置したとき、表面にスズの単体が析出するものはどれか。元素記号で答えよ。
亜鉛, 銀, 銅, 鉛, 白金
- (2) アルミニウムが溶解しない溶液はどれか。記号で答えよ。
(ア) 濃アンモニア水 (イ) 濃塩酸 (ウ) 濃硝酸
(エ) 濃水酸化ナトリウム水溶液 (オ) 濃硫酸
- (3) エタノール 0.92 kg に含まれる炭素原子の数を有効数字 2 桁で求めよ。アボガドロ定数は $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。
- (4) 飽和塩化銀水溶液に塩化ナトリウムを加えると、塩化銀の溶解度が低下して析出する。このような現象を何というか。
- (5) トルエンに濃硝酸と濃硫酸の混合液を高温で作用させると、爆薬として用いられる生成物が得られる。この生成物の名称を答えよ。

2 スチレンと α -ジビニルベンゼンとの共重合体を濃硫酸で処理し、スチレンをスルホン化した陽イオン交換樹脂 A を合成した。この樹脂 A を用いて次の実験を行った。

実験 1 : 樹脂 A 100 g を詰めたガラス管に 0.50 mol/L 塩化カルシウム溶液を通したところ、300 mL を通した時点で樹脂が保持しきれなかったカルシウムイオンの排出が観察された。

実験 2 : 十分量の樹脂 A を詰めたガラス管に濃度不明の塩化カルシウム水溶液 10 mL を通し、さらにこの樹脂を純水で十分に洗浄した。溶出液と洗浄液を合わせたものを 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ 24 mL を要した。

実験 3 : グリシン $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{-COOH}$ とアスパラギン酸 $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-COOH}$ からなるトリペプチドを完全に加水分解し、酸性条件にした加水分解液を、十分量の樹脂 A を詰めたガラス管に通した。さらに、樹脂を純水で洗浄したのちに、pH を徐々に上げながら緩衝液を通したところ、アミノ酸 X、アミノ酸 Z の順に溶出した。また、アミノ酸 X はアミノ酸 Z に対して物質量が 2 倍存在した。

以下の問いに答えよ。ただし、数値を問う問題は有効数字 2 桁で答え、必要であれば次の数値を用いよ。 $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 5 = 0.70$, グリシンの第一、第二電離定数の対数値は $\log_{10} K_1 = -2.3$, $\log_{10} K_2 = -9.6$, アスパラギン酸の第一、第二、第三電離定数の対数値は $\log_{10} K_1 = -2.1$, $\log_{10} K_2 = -3.9$, $\log_{10} K_3 = -9.8$

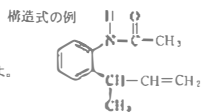
- (1) 樹脂 A を $\text{R-SO}_3\text{H}$ と表すとして、下線部でおこる反応を化学反応式で示せ。
- (2) 1.0 g の樹脂 A が持つスルホ基の物質量を答えよ。
- (3) 樹脂 A は再生処理を行うことで繰り返し使用することができる。次の選択肢から、樹脂 A の再生処理の際に使用する液体を選び、記号で答えよ。
(ア) 0.5 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 (イ) 0.5 mol/L 塩酸
(ウ) スチレン (エ) 0.5 mol/L 硫酸マグネシウム水溶液
- (4) 実験 2 で使用した塩化カルシウム水溶液のモル濃度を求めよ。
- (5) 実験 3 において、溶出したアミノ酸の状態を何と呼ぶか。
- (6) 実験 3 において、溶出したアミノ酸の検出には紫色の呈色反応を用いた。この反応名を答えよ。
- (7) アミノ酸 X は何か。理由とともに答えよ。
- (8) 0.20 mol/L のグリシン水溶液 60 mL に、0.10 mol/L の塩酸 40 mL を加えた。この溶液の pH を求めよ。
- (9) アスパラギン酸の等電点を求めよ。
- (10) 実験 3 で用いたトリペプチドには鏡像異性体を含めて何種類の異性体が存在するか答えよ。ただし、アミノ酸側鎖はペプチド結合に関与しないとする。

3 気体の性質と実験室での発生方法に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

- ・気体 A は空気より軽い無色無臭の気体で、都市ガスに利用されている。酢酸ナトリウムの無水物を水酸化ナトリウムと共に加熱すると得られる。
- ・気体 B は刺激臭をもつ黄緑色の有毒な気体で、酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱すると発生する。
- ・気体 C は刺激臭をもつ無色の気体で、その水溶液は弱塩基性を示す。塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると発生する。
- ・気体 D は腐卵臭をもつ無色の有毒な気体で、硫化鉄(II)に希硫酸を加えると発生する。
- ・気体 E は刺激臭をもつ無色の有毒な気体で、その水溶液は弱酸性を示す。亜硫酸水素ナトリウムと希硫酸を反応させると発生する。
- ・気体 F は水に溶けにくい無色の気体で、銅に希硝酸を加えて発生させる。
- ・気体 G は常温では化学的に安定な無色無臭の気体で、亜硝酸アンモニウムの水溶液を加熱すると発生する。
- ・気体 H は無色無臭の気体で、酸素とともに完全燃焼させると高温の炎を生じる。炭化カルシウムに水を加えると発生する。

- 1) 気体 A と E の名称を答えよ。
- 2) 下線部の反応の化学反応式を記せ。
- 3) 気体 A と十分な量の気体 B とを混合して光を当てると、常温常圧で液体が生成する。そのうちで最も沸点が高い化合物の名称を答えよ。
- 4) 70.0 g の水に気体 C を溶かすと、質量パーセント濃度 12.5 %、密度 0.950 g/cm³ の水溶液が得られた。この水溶液のモル濃度 [mol/L] を有効数字 2 桁で答えよ。
- 5) 気体 D の水溶液に気体 E を吹き込むと白濁する。この反応の化学反応式を記せ。
- 6) 気体 F を空気と混合してしばらく放置すると着色する。この理由について化学反応式を含めて説明せよ。
- 7) 気体 G を凝縮して液化したものに、空気で膨らませたゴム風船を浸すとどうなるか。理由とともに答えよ。
- 8) 触媒存在下で気体 H に水を反応させると不安定な化合物 X を経て、その異性体である化合物 Y が生成する。化合物 X と Y の名称を答えよ。

4 2-メチル-2-ブテンを低温でオゾンと反応させた後、亜鉛で還元すると、化合物 A と化合物 B が生成する。また、加熱して気体にした 2-メチル-2-ブテンを硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に通じると、過マンガン酸イオンの赤紫色が消えて最終的に化合物 A と化合物 C が生成する。一方、2-メチル-2-ブテンを臭素と反応させると、臭素の赤褐色が消失して化合物 D ができる。また、2-メチル-2-ブテンと塩化水素を反応させると、おもに化合物 E が生じる。以下の問いに答えよ。ただし、構造式は例にならって記すこと。



- 1) 化合物 A～D の名称と、化合物 E の構造式を答えよ。
- 2) 化合物 A～E のうちで、ヨードホルム反応を示すものはどれか。すべて選び記号で答えよ。
- 3) 化合物 A～E のうちで、アンモニア性硝酸銀水溶液に加えて穏やかに加熱すると、銀の単体が析出するものはどれか。記号で答えよ。
- 4) 下線部(a)の反応について、イオンと電子 e⁻ を含む化学反応式を示せ。
- 5) 下線部(b)と同様の反応を示す化合物を次から選び、その構造式を答えよ。また、最終的な反応生成物の名称を答えよ。
酢酸エチル、シクロヘキサン、2-ブタノール、プロピン、2-メチルプロパン