

化 学

必要であれば、原子量、およびファラデー定数 F として次の値を使え。

H : 1.0, C : 12, N : 14, O : 16, F : 19, Na : 23, S : 32, Cl : 35, K : 39,

Cu : 64, Zn : 65,

$F = 9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$

I (配点 50)

次の〔1〕および〔2〕の文章を読み、(1)～(7)の問いに答えよ。数値での解答は、有効数字2桁で示せ。

〔1〕イオン化傾向の異なる金属板を電解液に浸して導線で結ぶと、電流が流れる。イオン化傾向の大きな金属は酸化され、生じた電子が導線を通して、他方の金属へ流れて還元反応が起こる。この現象を利用して電気エネルギーを取り出す装置を電池という。ダニエル電池は、銅板を硫酸銅(Ⅱ)水溶液に浸したものと、亜鉛板を硫酸亜鉛水溶液に浸したものを、素焼き板を隔てて組み合わせた電池である。

(1) ダニエル電池の 1) 負極活物質、および 2) 正極活物質 を解答群1から選び、それぞれ番号で答えよ。

解答群1

① Zn ② Cu ③ Zn^{2+} ④ Cu^{2+} ⑤ SO_4^{2-} ⑥ H^+

(2) ダニエル電池の放電を 0.32 A の一定電流で 300 秒間行った。

3) 放電した電気量は何 C か。

4) 亜鉛板の質量は何 g 増減したか。増加した場合には+ (プラス)、減少した場合には- (マイナス)をつけて記せ。

(3) ダニエル電池から電気エネルギーをより多く取り出すためには、硫酸銅(Ⅱ)水溶液と硫酸亜鉛水溶液の濃度を、それぞれどのようにしておくときよいか。正しい組み合わせを解答群2から1つ選び、番号で答えよ。

解答群2

番号	硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度	硫酸亜鉛水溶液の濃度
①	濃くする	濃くする
②	濃くする	薄くする
③	薄くする	濃くする
④	薄くする	薄くする

(4) 実用電池に関する説明で正しいものを解答群3から2つ選び、番号で答えよ。

解答群3

- ① マンガン乾電池の負極には亜鉛、正極には酸化マンガン(IV)が用いられている。
- ② アルカリマンガン乾電池の起電力は、約2.5Vである。
- ③ 酸化銀電池の負極には酸化銀、正極には亜鉛が用いられている。
- ④ リチウムイオン電池の負極にはコバルト(III)酸リチウム、正極にはリチウムを蓄えた黒鉛が用いられている。
- ⑤ 鉛蓄電池では、充電するにつれて希硫酸の濃度が増加する。

[2] 水素をクリーンなエネルギー源とする燃料電池は、発電時に二酸化炭素を排出しない電池として、注目されている。図1にはリン酸型燃料電池の構成図を示す。電極には白金触媒を含む多孔質の黒鉛板、活物質には水素と酸素、電解液にはリン酸水溶液を用いている。

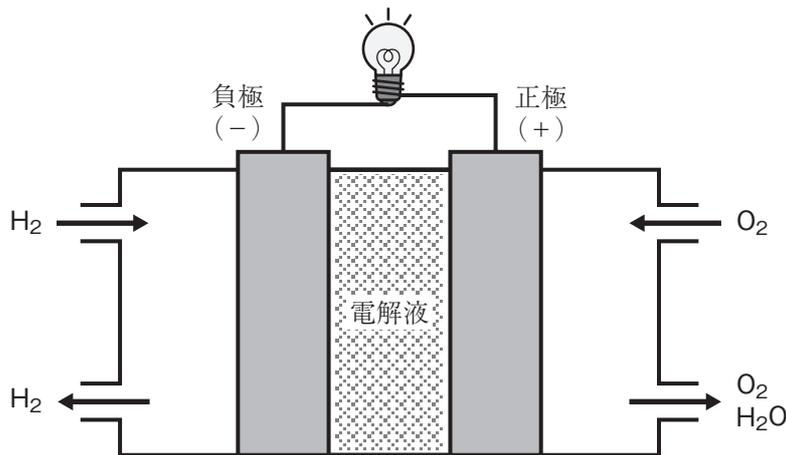


図1

- (5) リン酸型燃料電池の正極で起こる反応を、電子 e^- を含むイオン反応式で記せ。
- (6) 燃料電池の負極側で水素 1.0 g が反応し、2.0 A の一定電流が流れた。すべての水素が発電に利用されたものとする。理論上、電流は何秒間流れ続けることになるか。
- (7) 燃料電池での反応は、水素の燃焼反応と同じであり、その反応熱の一部を電気エネルギーに直接変換しているとみなすことができる。燃料電池の負極側で水素 4.0 g が反応し、342 kJ の電気エネルギーが生じた。
 - 5) 水素 4.0 g の完全燃焼により得られる反応熱は、何 kJ か。ただし、水素の完全燃焼で生成する水は液体であり、水素の燃焼熱を 285 kJ/mol とする。
 - 6) 得られた電気エネルギーは、同量の水素の完全燃焼で放出される熱量の何%か。

II

(配点 50)

気体の性質と発生方法に関する〔1〕および〔2〕の問いに答えよ。ただし、気体は理想気体としてふるまうものとし、 0°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ における気体 1.0 mol の体積を 22.4 L とせよ。また、数値での解答は、**有効数字 2 桁**で示せ。

〔1〕 典型元素の中には単体として二原子分子を形成するものがある。その中で、水素、窒素、酸素、フッ素は 0°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で気体としてふるまう。これらの気体について、(1)～(5)の問いに答えよ。

- (1) 有色の気体をすべて選び、化学式で記せ。
- (2) 空気より密度が大きい気体をすべて選び、化学式で記せ。
- (3) 水と反応することで、水溶液が酸性を示す気体がある。その水溶液の名称を記せ。
- (4) 同素体が存在する気体がある。この同素体の化学式を記せ。
- (5) 最も沸点が低い気体を選び、化学式で記せ。

〔2〕 次に示す (a)～(f) の操作を行うと、いずれも気体が発生した。(6)～(8)の問いに答えよ。

- (a) 銀粒子を濃硝酸に加える。
 - (b) 塩素酸カリウムに、触媒として少量の酸化マンガン(IV)を加え、加熱する。
 - (c) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムとを混合し、加熱する。
 - (d) 硫化鉄(II)を希硫酸に加える。
 - (e) 酢酸ナトリウムを水酸化ナトリウムに加え、加熱する。
 - (f) 炭酸ナトリウムを塩酸に加える。
- (6) 発生した気体の中で、1) または 2) の性質を示す気体をそれぞれ化学式で記せ。
- 1) 有色である。
 - 2) 水に溶けると塩基性を示す。
- (7) (b) の反応について、
- 3) 化学反応式を記せ。
 - 4) 6.1 g の塩素酸カリウムがすべて反応したとき、発生する気体は 0°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で何 L か。
- (8) (f) の反応について、
- 5) 化学反応式を記せ。
 - 6) 炭酸ナトリウム 5.3 g をすべて中和するためには、 1.0 mol/L の塩酸は何 mL 必要か。

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

Ⅲ (配点 50)

次の文章を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。

鎖状の炭化水素の末端にカルボキシ基1個が結合したものを脂肪酸(モノカルボン酸)という。低級(炭素原子の数が少ない)脂肪酸には **A** , 酢酸, プロピオン酸などがあり, これらは常温で無色の液体であり, 水によく溶ける。 **A** は, アリの体内に存在し, 分子中に **ア** 基をもつため還元性を示す。一方, 高級(炭素原子の数が多)脂肪酸は水に溶けにくく, アルコールやエーテルの有機溶媒によく溶ける。

私たちの食生活に欠かせない油脂は, 高級脂肪酸とグリセリンがエステル結合した化合物である。 **イ** 脂肪酸を多く含む油脂は常温で固体, 一方, **ウ** 脂肪酸を多く含む油脂は常温で液体として存在するものが多い。

油脂に関する次の〔実験1〕および〔実験2〕を行った。

〔実験1〕

油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し, セッケンを合成した。セッケンの水溶液(セッケン水)は **a** 性を示した。セッケンは水になじみにくい **エ** 基と, 水になじみやすい **オ** 基をもつ。セッケン水のある濃度以上にすると **カ** を形成し, コロイド溶液に変化した。また, ⁱ⁾セッケン水に油を加えて振り混ぜると, 微粒子となって水中に分散した。

〔実験2〕

油脂 **B** 1 mol を加水分解すると, 3種類の異なる脂肪酸 **C**, **D** および **E** がそれぞれ 1 mol ずつ生成した。得られた脂肪酸 **C** 27.8 mg の完全燃焼により, 二酸化炭素 79.2 mg と水 27.0 mg が生じた。脂肪酸 **C**, **D** および **E** は, オレイン酸, リノール酸またはリノレン酸のいずれかであることがわかっている。また, オレイン酸の炭化水素基には二重結合が1個, リノール酸には二重結合が2個, リノレン酸には二重結合が3個含まれている。

- (1) 化合物 **A** の名称を記せ。
(2) **ア** ~ **カ** にあてはまる適切な語句を解答群1から選び, それぞれ番号で答えよ。

解答群1

- | | | | |
|---------|-------|----------------|------|
| ① ヒドロキシ | ② アミノ | ③ ホルミル (アルデヒド) | |
| ④ 飽和 | ⑤ 不飽和 | ⑥ 親水 | ⑦ 疎水 |
| ⑧ 両性 | ⑨ ミセル | ⑩ ゲル | |

(3) a にあてはまる適切な語句を**解答群 2**から選び、番号で答えよ。

解答群 2

① 強塩基 ② 弱塩基 ③ 強酸 ④ 弱酸 ⑤ 中

(4) 下線部 i) の現象を何というか。

(5) 油脂 **B** 1 mol の炭化水素基に含まれるすべての二重結合に水素を付加するには、理論上、何 mol の水素分子が必要か。

(6) 脂肪酸 **C** の 1) 示性式、および 2) 名称 を記せ。なお、示性式は**例 1**にならって記せ。

例 1

$C_5H_{11}-COOH$