

# 選択科目

(医学部)

— 2月6日 —

物理  
化学  
生物

この中から1科目を選択して解答しなさい。

科目	問題のページ
物理	1～6
化学	7～10
生物	11～17

# 化 学

解答に必要があれば、つぎの値を用いて計算しなさい。

原子量：H = 1.0, Li = 7.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Cl = 35.5

ファラデー定数：96500 (C/mol), 気体定数： $R = 8.31 \times 10^3$  (Pa · L/(mol · K))

なお、体積を表すリットルの単位の記号は全てLで示している。

1

つぎの間1～間8は、原子番号1～20の元素の性質を記したものである。それぞれの記述内容に該当するすべての元素の元素記号を解答欄に書きなさい。

問1 この元素の単体は常温で気体であり、水と激しく反応して酸素を発生する。

問2 この元素は7個の価電子をもち、その単体は刺激臭のある黄緑色の気体で水に少し溶ける。

問3 この元素の単体は、二原子分子からなる無色・無臭の気体で、工業的には液体空気を分留して得られる。常温では化学反応をおこしにくい、高温ではいろいろな化合物をつくる。

問4 この元素は、地殻中の主要成分であり、その単体は金属のような灰色の光沢を示し、純度が高いものは半導体の原料として、集積回路や太陽電池に用いられる。

問5 この元素は金属元素であり、その単体は常温の水と激しく反応して一価の水酸化物を生じる。この水酸化物の水溶液は強い塩基性を示す。

問6 この元素の単体は常温で水と反応して水酸化物を生じる。この水酸化物は水にわずかに溶け、橙赤色の炎色反応を示す。しかし、この元素の炭酸塩は水にほとんど不溶である。

問7 この元素は土壌に多く存在するが、単体としては自然界に存在せず、鉱石から得られる酸化物を融解塩電解することによって製造されている。

問8 この元素は生命活動に欠かせない元素の一つであり、反応性や毒性の異なる淡黄色、および赤褐色の二種類の同素体が知られている。

化 学

2 電解質水溶液に関するつぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。ただし、すべての水溶液の温度は常に 25℃であり、その密度は濃度にかかわらず、1.0 g/mL であるとする。

純水の pH は 7.0 であり、水素イオン濃度と水酸化物イオン濃度はいずれも  $\boxed{\text{ア}}$  (mol/L) であるから、その水のイオン積は  $\boxed{\text{イ}}$  (mol<sup>2</sup>/L<sup>2</sup>) である。また、純水のモル濃度は  $\boxed{\text{ウ}}$  (mol/L) であるから、その電離度は  $\boxed{\text{エ}}$  と求められる。

0.010 mol/L の塩酸の pH は 2.0 であり、塩酸の電離度は  $\boxed{\text{オ}}$  と考えられることから、この塩酸中の水の電離度は  $\boxed{\text{カ}}$  と計算できる。なお、酢酸 0.060 g を純水に溶解して全体を 1 L とした酢酸水溶液の pH は 4.0 であった。

問 1 文中の  $\boxed{\text{ア}}$ 、 $\boxed{\text{イ}}$ 、 $\boxed{\text{エ}}$ 、 $\boxed{\text{オ}}$ 、および  $\boxed{\text{カ}}$  に入る値を有効数字 2 桁で解答欄に書きなさい。

問 2 文中の  $\boxed{\text{ウ}}$  に入る値を有効数字 3 桁で解答欄に書きなさい。

問 3 文中の下線部でつくった酢酸の電離度を求め、有効数字 2 桁で解答欄に書きなさい。

3 ある宇宙ステーションで活動する宇宙飛行士の生命活動に関する以下の各問いに答えなさい。

問 1 活動に必要な酸素は、水の電気分解で得られているとする。この場合の電気分解の陰極における反応を電子 e<sup>-</sup> を使ったイオン反応式で、解答欄に書きなさい。

問 2 宇宙ステーション内で、3 人の宇宙飛行士が活動することになった。この活動では、宇宙飛行士 1 人 1 分当たり、標準状態 (0℃, 1.01 × 10<sup>5</sup> Pa) で 0.224 L の酸素を消費する。この 3 人が活動するに当たって必要な酸素を、問 1 の電気分解によって発生させたい。この電気分解を行うために、1 分間当たり必要な電気量 [C] を有効数字 3 桁で解答欄に書きなさい。

問 3 ヒトの呼気には二酸化炭素が含まれる。この宇宙ステーションでは、すべての二酸化炭素を水酸化リチウムと反応させ、炭酸リチウムとして除去すると仮定する。この反応の化学反応式を解答欄に書きなさい。

問 4 宇宙ステーション内で宇宙飛行士 3 人が 10 日間活動する。この活動では、宇宙飛行士 1 人 1 分当たり、標準状態 (0℃, 1.01 × 10<sup>5</sup> Pa) で 0.224 L の二酸化炭素が発生するが、発生したすべての二酸化炭素は、問 3 のように炭酸リチウムとして除去される。この場合に最低限必要な水酸化リチウムの質量 [g] を有効数字 3 桁で解答欄に書きなさい。

## 化 学

4

つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

ベンゼン環の炭素原子に [ア] 基が直接結合した化合物を総称してフェノール類という。フェノールは、工業的にはベンゼンとプロペンからクメンをつくり、これを酸化して硫酸で分解することによってつくられている。また、安息香酸のように、ベンゼン環の炭素原子に [イ] 基が直接結合した化合物を芳香族カルボン酸という。安息香酸はトルエンの酸化反応で得られる。

問1 文中の [ア] と [イ] に入る適切な語句をそれぞれ解答欄に書きなさい。

問2 下線部①の化学反応式を解答欄に書きなさい。

問3 下線部②において、フェノール以外に生成する化合物の構造式、または示性式を解答欄に書きなさい。

問4 2.30 g のトルエンが酸化されて全て安息香酸に変化した。この時、得られた安息香酸の質量 (g) を有効数字3桁で解答欄に書きなさい。

問5 下の(1)～(5)の内容がフェノールの性質である場合は解答欄の記号 a に、安息香酸の性質である場合は解答欄の記号 b に、両方の性質である場合は解答欄の記号 c に、どちらの性質でもない場合は解答欄の記号 d にマークしなさい。

- (1) 室温において無色の結晶である。
- (2) 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると塩を生じる。
- (3) 強塩基の水溶液と反応して塩を生じる。
- (4) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青紫色を呈する。
- (5) アルコールと反応してエステルを生成する。

5 つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

アルケン的一种である化合物 A を塩化パラジウム (II) と塩化銅 (II) を用いて酸化すると、刺激臭があり、無色で液体の化合物 B が得られる。化合物 B にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると、特異臭のある黄色の化合物 C が沈殿する。また、化合物 B は空気中で容易に酸化され、融点 17℃ の刺激臭のある化合物 D となる。一方、化合物 A に水を付加すると、消毒薬などに広く用いられる無色の液体の化合物 E が生成する。化合物 E をニクロム酸カリウムで酸化すると化合物 B が得られ、化合物 D と化合物 E に少量の濃硫酸を加えて熱すると、果実のような芳香をもつ揮発性の液体の化合物 F が得られる。

問1 化合物 A と臭素が反応して生成する化合物の構造式、または示性式を解答欄に書きなさい。

問2 化合物 B の性質を a～d の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a. 光学異性体が存在する。
- b. 塩化鉄 (III) 水溶液を加えると青紫色を呈する。
- c. 銀鏡反応を呈する。
- d. さらし粉水溶液を加えると赤紫色を呈する。

問3 化合物 C の分子式を解答欄に書きなさい。

問4 下線部 ① と同様に、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると、特異臭のある黄色の物質が生成する化合物を a～d の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a. 化合物 A      b. 化合物 D      c. 化合物 E      d. 化合物 F

問5 下線部 ② の反応式を解答欄に書きなさい。

問6 化合物 F に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると、化合物 E と共に生成する物質の示性式、または構造式を解答欄に書きなさい。