

# 化 学

## 注 意

1. 問題は全部で14ページである。
2. 解答用紙に氏名・受験番号を忘れずに記入すること。
3. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
4. 解答用紙は必ず提出のこと。この問題冊子は提出する必要はない。
5. **I** の答はマーク・シート解答用紙に記入し、**II** , **III** の答は記述式解答用紙に記入すること。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけない。

### マーク・シート記入上の注意

1. HBの黒鉛筆またはシャープペンシルを用いて記入すること。
2. 解答用紙にあらかじめプリントされた受験番号を確認すること。
3. 解答する記号の○を塗りつぶしなさい。○で囲んだり×をつけたりしてはいけない。

解答記入例(解答が1のとき)

1	<input checked="" type="radio"/>	2	3	4	5	6	7	8	9	0
---	----------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4. 一度記入したマークを消す場合は、消しゴムでよく消すこと。×をつけても消したことになる。
5. 解答用紙をよごしたり、折り曲げたりしないこと。

<余 白>

<余 白>

I 次の問1, 問2の答を解答用マーク・シートの指定された欄にマークせよ。

問1 以下の文を読み, 下線①~⑤の値を有効数字2桁で求め,  $\boxed{1}$  ~  $\boxed{15}$  にあてはまる最も適切な数値を, 同じ番号の解答欄にマークせよ。また, 下線⑥~⑧の値を求め,  $\boxed{16}$  ~  $\boxed{18}$  にあてはまる最も適切な数値を, 同じ番号の解答欄にマークせよ。ただし, 気体はすべて理想気体とし, 原子量は H 1.0, C 12.0, O 16.0, Ca 40.0 とする。

エタノールと濃硫酸の混合物を約 170℃ に加熱すると, 室温で気体である化合物 A が生成する。この反応により, 11.5 g のエタノールが完全に反応することで生成する化合物 A の全量<sup>①</sup>は標準状態で  $\boxed{1}$  .  $\boxed{2}$   $\times 10^{\boxed{3}}$  L である。一方, 塩化パラジウム(II)と塩化銅(II)の水溶液に化合物 A を吹き込むと化合物 B が生成する。化合物 B の分子量は  $\boxed{4}$  .  $\boxed{5}$   $\times 10^{\boxed{6}}$  である。この反応により, 下線①で求めた全量の化合物 A が完全に反応することで生成する化合物 B の質量<sup>③</sup>は  $\boxed{7}$  .  $\boxed{8}$   $\times 10^{\boxed{9}}$  g である。化合物 B を酸化すると, 水によく溶ける無色の液体で刺激臭のある化合物 C が得られる。炭化カルシウムと水を反応させることで得られる気体に, 酢酸亜鉛を触媒として化合物 C を反応させると合成樹脂の原料である化合物 D が得られる。

質量パーセント濃度 90% のエタノール水溶液(密度 0.83 g/cm<sup>3</sup>) 460 mL と, 512 g の炭化カルシウムを原料として, 化合物 D を合成した場合, 理論上得られる化合物 D の質量<sup>④</sup>は  $\boxed{10}$  .  $\boxed{11}$   $\times 10^{\boxed{12}}$  g である。化合物 D を付加重合することで得られた高分子化合物 129 g と, 2.0 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 300 mL が完全に反応して得られた高分子化合物に含まれるヒドロキシ基の割合<sup>⑤</sup>を質量パーセント(%)で表すと理論上  $\boxed{13}$  .  $\boxed{14}$   $\times 10^{\boxed{15}}$  % である。

化合物 A が持つ共有電子対の数は  $\boxed{16}$  対, 化合物 B が持つ非共有電子対<sup>⑥</sup>の数は  $\boxed{17}$  対, 化合物 D が持つ非共有電子対<sup>⑦</sup>の数は  $\boxed{18}$  対<sup>⑧</sup>である。

<余 白>

問 2 次の文を読み、下線①～④の値を有効数字2桁で求め、19 ~

30 にあてはまる最も適切な数値を同じ番号の解答欄にマークせよ。

ただし、二酸化炭素は理想気体とし、水への溶解はヘンリーの法則にしたがうものとする。また、水の体積は温度や圧力によって変化せず、水の蒸気圧は無視する。気体定数は  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、原子量は C 12.0、O 16.0 とする。

容積を変えることのできる真空の密閉容器に気体が溶解していない水 2.0 L を入れ、さらに二酸化炭素 4.4 g を加えて容積を 10.0 L にした。容器を温度 300 K に保ち十分に時間がたった後、容器内の圧力を測定した。次に容器の容積を変化させ 5.0 L に圧縮し、容器を温度 300 K に保ち十分に時間がたった後、容器内の圧力を測定したところ圧力は圧縮前の 2 倍になった。圧縮前の水に溶解している二酸化炭素の物質量は、

19 . 20  $\times 10^{-\text{21}}$  mol であり、圧縮前の気体の二酸化炭素

の物質量は、22 . 23  $\times 10^{-\text{24}}$  mol である。また、圧縮後の気体の二酸化炭素の物質量に対する圧縮前の気体の二酸化炭素の物質量の

比の値は、25 . 26  $\times 10^{\text{27}}$  である。300 K における水に対する二酸化炭素の溶解度(気体の分圧が  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  のときの水 1 L に溶け

る気体の物質量)は、28 . 29  $\times 10^{-\text{30}}$  mol である。

<余 白>

**II** 次の問1, 問2の答を解答欄に記入せよ。

問1 金属の結晶構造に関して, 以下の設問(1)~(3)に答えよ。原子は球であり, 原子半径は同じであり, 最近接の原子どうしは互いに接しているものとする。第2近接原子とは最近接原子の次に近い距離にある原子のことであり, 原子間の距離とは原子の中心間の距離をいう。

ただし, 必要があれば,  $\sqrt{2} = 1.41$ ,  $\sqrt{3} = 1.73$  を使うこと。

- (1) 以下の文(a)~(d)について, 正しいものは○, 誤っているものには×を解答欄に記せ。
- (a) 面心立方格子の単位格子中に含まれる原子の数は, 体心立方格子のその3倍である。
  - (b) 六方最密構造と面心立方格子の単位体積あたりの原子の数は等しい。
  - (c) 面心立方格子の最近接原子の数は, 体心立方格子のその2倍である。
  - (d) 体心立方格子と面心立方格子の第2近接原子の数は等しい。
- (2) 体心立方格子の最近接原子までの距離に対する第2近接原子までの距離の比の値を求め, 有効数字2桁で記せ。
- (3) 面心立方格子の最近接原子までの距離に対する第2近接原子までの距離の比の値を求め, 有効数字2桁で記せ。

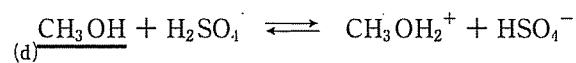
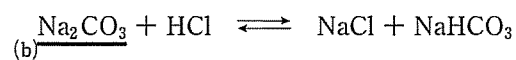
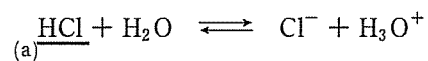


<余 白>

問 2 酸と塩基に関して、ブレンステッド・ローリーの定義が提唱されている。

この定義にもとづいて以下の設問(1), (2)に答えよ。

- (1) 水溶液中の以下の反応において、下線(a)~(f)の物質が酸である場合は A, 塩基である場合は B, どちらでもない場合は C を解答欄に記入せよ。



- (2) アンモニアを水に溶かしたときの化学反応式を A 欄に示せ。また、この化学反応式の中で酸として作用している物質すべてを B 欄に、塩基として作用している物質すべてを C 欄に、化学式で記入せよ。

<余 白>

III 次の問1, 問2の答を解答欄に記入せよ。

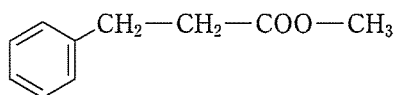
問1 以下の文を読み, 設問(1), (2)の答を解答欄に記入せよ。ただし, 原子量はそれぞれ H 1.0, C 12.0, O 16.0 とする。

炭素, 水素, 酸素よりなる分子量 312 のエステル A と B がある。A と B は構造異性体である。元素分析による A の成分元素の質量組成は, 炭素 73.1 %, 水素 6.4 % であった。水酸化ナトリウム水溶液を用いて, A を加水分解した。この水溶液にエーテルを加えて抽出を行った。エーテル層からベンゼン環をもち中性である化合物 C が得られた。水層を希塩酸によって, 弱酸性にした後, 再度エーテルを加えて抽出すると, エーテル層からは化合物 D が得られた。同様に B を加水分解し, エーテル層からは C が得られた。水層を弱酸性にした後, エーテルを加えて抽出を行い, 化合物 E と化合物 F を得た。C と E は構造異性体である。D と F は構造異性体である。A, B, D には不斉炭素原子が存在する。C, E, F には不斉炭素原子が存在しない。

トルエンに濃硫酸を加えて加熱すると *p*-置換体である化合物 G が得られた。G を水酸化ナトリウムと反応させた後に, アルカリ融解を行い, 水溶液をつくり二酸化炭素を吹き込むと E が得られた。

- (1) 化合物 A の分子式を記せ。
- (2) 化合物 A ~ G の構造式を例にならって示せ。

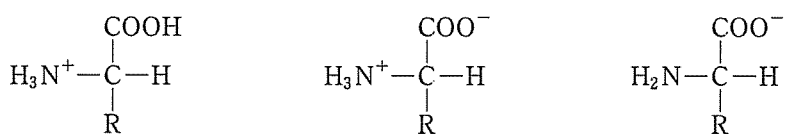
例



<余 白>

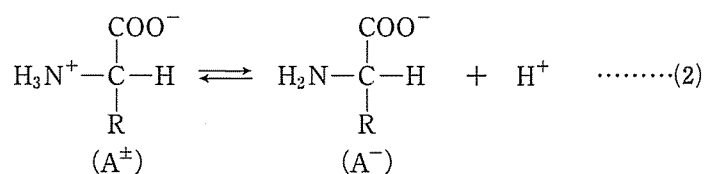
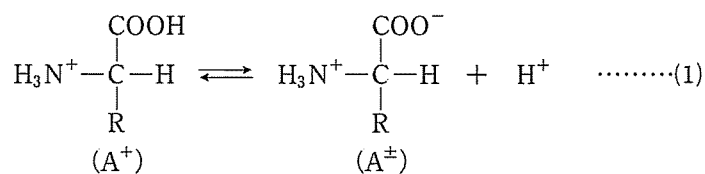
問 2 以下の文を読み、空欄 a, b の値を有効数字 2 桁で求め、解答欄に記入せよ。

アミノ酸は水溶液中で次のような陽イオン(A<sup>+</sup>で表す)、双性イオン(A<sup>±</sup>)、陰イオン(A<sup>-</sup>)で存在する。R は側鎖を表す。



陽イオン(A<sup>+</sup>)                      双性イオン(A<sup>±</sup>)                      陰イオン(A<sup>-</sup>)

これらのイオンの間には次のような電離平衡が成り立つ。



A<sup>+</sup>, A<sup>±</sup>, A<sup>-</sup>, H<sup>+</sup> の濃度をそれぞれ[A<sup>+</sup>], [A<sup>±</sup>], [A<sup>-</sup>], [H<sup>+</sup>]とし、式(1), (2)の電離定数をそれぞれ K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> とする。水溶液の温度は一定とする。

アラニンの水溶液に塩酸を徐々に加えていくと、pH = 2.30 のときに [A<sup>+</sup>] = [A<sup>±</sup>] となった。電離定数 K<sub>1</sub> をもとめると、

$$K_1 = 1.0 \times 10^{\boxed{a}} \text{ (mol/L)}$$

となる。また、K<sub>2</sub> = 1.0 × 10<sup>-9.70</sup> (mol/L) とすると、アラニンの等電点は  $\boxed{b}$  である。

<余 白>