

出題のねらい

一般(後期)の化学は、化学基礎・化学全般からの出題です。いずれの問題も基本的な内容を理解しているかを問うています。どのような状態であるか、あるいは、どのような反応が起きているかを考えられているかどうかを確認するのがねらいです。

- 【1】** 物質の三態に関する、設問文の空所補充式を含んだ基本的な問題です。状態図中の各領域がどのような状態か、また、各曲線上ではどのような平衡状態であるかをおさえておきましょう。状態変化に伴う熱の出入り、密度あるいは理想気体の状態方程式から物質の体積を求める方法も確認しておきましょう。
- 【2】** 浸透圧に関する、設問文の空所補充式を含んだ基本的な問題です。まずは、溶液に関する用語を正しく覚えましょう。半透膜によって仕切られた溶液と溶媒の液面の変化を浸透圧の定義から考えられるようにし、ファントホッフの法則を用いた計算ができるようにしておきましょう。
- 【3】** ハロゲン元素をテーマとした、設問文の空所補充式を含んだ基本的な問題です。ハロゲン単体およびハロゲン化水素の性質をおさえておきましょう。塩素の発生実験では、気体にどのような不純物が含まれているかを考え、それらを取り除く方法を確認しましょう。
- 【4】** エステルの構造決定に関する問題です。エステルの加水分解生成物である還元性を示すカルボン酸が、ギ酸であることを確認しましょう。また、ヨードホルム反応を示す物質の構造を確認し、アルコールの異性体の中から当てはまる構造を選べるようにしましょう。
- 【5】** 酵素について、設問文の空所補充式を含んだ問題です。酵素に関する用語を正しく覚え、そのはたらきを理解しましょう。発酵などの酵素が使われる反応について化学反応式をかけるようにしておきましょう。

**【1】**

**【解答】** (32点)

- |                         |      |         |
|-------------------------|------|---------|
| (1) ア 融解                | イ 蒸発 | (各4点×2) |
| (2) (a) 液体              |      | (4点)    |
| (b) 昇華                  |      | (5点)    |
| (c) 三重点                 |      | (5点)    |
| (d) 蒸気圧曲線               |      | (5点)    |
| (e) $1.7 \times 10^3$ 倍 |      | (5点)    |

**【解説】**

物質の三態

- (1) 固体が液体になる状態変化は融解であり、このとき吸収する熱を融解熱という。また、液体が気体になる状態変化は蒸発であり、このとき吸収する熱を蒸発熱という。
- (2) (a) 状態図は、物質が温度と圧力によってどのような状態をとるかを示したものである。水の状態図中の領域X、Y、Zはそれぞれ固体、液体、気体である。物質は温度が高く、圧力が低い状態では気体で存在する。
- (b) a → bの変化は固体から気体へ状態変化で、昇華と呼ばれる。
- (c) 点Tは三重点といい、この温度と圧力のもとでは、固体・液体・気体が同時に存在し平衡状態となっている。
- (d) 液体と気体の領域の境界である点T～点Aの曲線は蒸気圧曲線であり、液体と気体が平衡状態にある。
- (e) 水1 molを考える。水H<sub>2</sub>Oのモル質量は18 g/molであるので、0℃の液体の水の体積は、密度1.0 g/cm<sup>3</sup>より、18 cm<sup>3</sup>である。一方、100℃の水蒸気1 molの体積は、気体の状態方程式より、

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 8.3 \times 10^3 \times (100 + 273)}{1.01 \times 10^5} = 30.6 \text{ [L]}$$

$$= 3.06 \times 10^4 \text{ [cm}^3\text{]}$$

よって、 $\frac{3.06 \times 10^4}{18} = 1.7 \times 10^3$  倍になる。

# 一般入試 / 化学(後期)

[2]

【解答】(31点)

(1) ア ① イ ② ウ ⑤ エ ⑦ (各4点×4)	
(2) $\frac{wRT}{MV}$	(5点)
(3) ⑤	(5点)
(4) 60	(5点)

【解説】

浸透圧

(1) 溶媒に均一に溶質が溶けたものを溶液という。溶媒は、水やエタノールのような極性溶媒とベンゼンやヘキサンのような無極性溶媒に分類される。塩化ナトリウムのようなイオンからなる物質やスクロースや塩化水素などの極性分子は極性溶媒に溶けやすい。一方、ヨウ素やナフタレンのような無極性分子は無極性溶媒に溶けやすい。

溶液と溶媒を半透膜で隔てると、溶媒が半透膜を通過して溶液側へ移動するため溶液側の水面の高さが高くなる。このとき、溶液側に圧力をかけると、この液面差をなくすることができる。この圧力が浸透圧である。

(2) (3) 希薄溶液の浸透圧  $\Pi$  [Pa] は、溶質の種類に関係なく、溶液のモル濃度  $c$  [mol/L] と絶対温度  $T$  [K] に比例する。

$$\Pi = cRT$$

ここで、 $R$  は気体定数である。溶質の物質量を  $n$

[mol]、溶液の体積を  $V$  [L] とすると、 $c = \frac{n}{V}$  であり、さらに、溶質の質量  $w$  [g]、モル質量  $M$  [mol/L] を用いて変形すると、

$$\Pi V = nRT = \frac{wRT}{M}$$

となる。これはファントホッフの法則と呼ばれる。

(4)  $M = \frac{wRT}{\Pi V}$  と変形して値を代入すると、

$$M = \frac{0.40 \times 8.3 \times 10^3 \times (27 + 273)}{8.3 \times 10^4 \times 0.200} = 60 \text{ [g/mol]}$$

この非電解質の分子量は60である。

[3]

【解答】(29点)

(1) ア ① イ ⑤ (各4点×2)	
(2) フッ素 > 塩素 > 臭素 (5点完答)	
(3) 7.1 g (6点)	
(4) (a) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}$	
$\rightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$ (5点)	
(b) ② (5点)	

【解説】

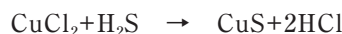
17族元素(ハロゲン元素)

(1) ア 塩素は黄緑色で刺激臭をもつ有毒な気体である。

イ  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$  により塩化水素と次亜塩素酸が生じる。次亜塩素酸は水中のみで存在する弱酸で、次亜塩素酸やその塩は酸化力が強く漂白剤や殺虫剤として使われている。

(2) 17族の元素(ハロゲン元素)の単体はいずれも酸化力をもつ。その強さは、フッ素 > 塩素 > 臭素である。

(3)  $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$



物質比は、 $\text{Cu} : \text{Cl}_2 : \text{CuCl}_2 : \text{CuS} = 1 : 1 : 1 : 1$  であるから、反応した  $\text{Cl}_2$  の質量は、 $\text{Cl}_2$  のモル質量が 71 g/mol、 $\text{CuS}$  のモル質量が 96 g/mol より、

$$\frac{9.6}{96} \times 71 = 7.1 \text{ g}$$

(4) (a) 酸化マンガン(IV)と濃塩酸との反応は、



この反応は酸化還元反応で、塩化水素  $\text{HCl}$  は酸化マンガン(IV)  $\text{MnO}_2$  により酸化されている。

(b) フラスコから流出してくる気体には、発生した塩素  $\text{Cl}_2$  の他に、揮発性の塩化水素  $\text{HCl}$  や水蒸気が含まれているので、これらを取り除かなくてはならない。石灰水は塩基性であり、塩素と反応するため不適である。また、洗気ビンBに水を入れると気体が湿ってしまう。よって、まず水を入れた洗気ビンAで塩化水素  $\text{HCl}$  を溶かして取り除き、次に濃硫酸を入れた洗気ビンBで水蒸気を取り除くのがよい。

【4】

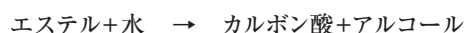
【解答】(30点)

(1) 加水分解	(4点)
(2) ギ酸	(5点)
(3) カルボキシ基、アルデヒド基	(5点完答)
(4) ②	(5点)
(5) 3種類	(5点)
(6) $\begin{array}{c} \text{H} - \text{C} - \text{O} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \parallel \quad   \\ \text{O} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	(6点)

【解説】

エステルの加水分解

- (1) 分子式が $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ である化合物Aに水と少量の硫酸を加えて加熱すると、酸性の化合物Bと中性の化合物Cが生じているので、この反応はエステルの加水分解と考えられる。



- (2) (3) 化合物Bはカルボン酸であるのでカルボキシ基 $-\text{COOH}$ をもつ。また、化合物Bにアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めると銀の析出が見られることより、化合物Bは還元性をもつことがわかる。よって、アルデヒド基 $-\text{CHO}$ をもつと考えられる。化合物Aの分子式が $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ であることより、カルボン酸BのO原子の数は3個以上にはならないので、化合物Bはギ酸 $\text{HCOOH}$ と決まる。ギ酸はカルボキシ基とアルデヒド基を合わせもつ物質である。

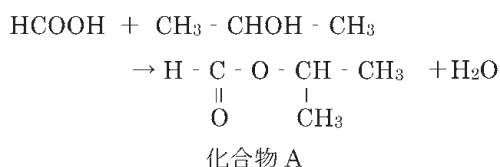
- (4)  $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{R}$ や $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{R}$ (Rは水素原子または炭化水素基)の構造をもつ物質に、水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて温めると黄色の沈殿が生じる(ヨードホルム反応)。アセトアルデヒド $\text{CH}_3\text{CHO}$ は $\text{CH}_3-\text{CO}-$ の構造をもつのでヨードホルム反応陽性である。

- (5) 化合物Aの加水分解は、



である。これより、化合物Cの分子式は $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ と決まる。分子式 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ で表される物質の構造異性体は、1-プロパノール、2-プロパノール、エチルメチルエーテルの3種類がある。

- (6) 化合物Cはアルコールで、ヨードホルム反応陽性であるので、 $\text{CH}_3-\text{CHOH}-$ の構造をもつ2-プロパノールと決定される。化合物Aはギ酸と2-プロパノールからなるエステルである。



【5】

【解答】(28点)

(1) ア ①      イ ③      ウ ⑤	(各4点×3)
(2) (a) エタノール	(5点)
(b) 2.3 g	(6点)
(3) ④	(5点)

【解説】

酵素

- (1) ア、イ、ウ 酵素は、生体内での化学反応の触媒として働き、その化学反応の活性化エネルギーを減少させることで反応をすみやかに進める。酵素が作用する物質は基質と呼ばれ、酵素はそれぞれ決まった基質にしか働かない。この酵素の性質を基質特異性という。

- (2) (a) グルコースに酵素チマーゼを作用させると、発酵が起きエタノールと二酸化炭素が生じる。単糖が酵素の働きによってエタノールと二酸化炭素になる反応をアルコール発酵という。



- (b) アルコール発酵により生じたエタノール(モル質量46g/mol)と二酸化炭素(モル質量44g/mol)の物質質量比は1:1であるから、生じたエタノールの質量は、

$$\frac{2.2}{44} \times 46 = 2.3 \text{ g}$$

- (3) 酸化マンガン(IV)、カタラーゼは過酸化水素の触媒として働くが、アミラーゼは働かない。また酵素は40℃前後でよく働くが低温では働きにくい。また、60℃以上では酵素自身が変性して失活してしまう。これに対し、無機触媒の酸化マンガン(IV)は高温でよく働く。