

出題のねらい

一般(前期)の化学は、化学基礎・化学全般からの出題です。物質の状態や性質、反応の仕組みの基礎知識が身についているか、操作によって起こる反応や現象を考えられるかが問われています。また、今回は、高山での気圧と水の沸点やペプチドの構造決定についても出題されました。

**【1】** 結晶と化学結合に関する基本的な知識を問う問題です。分子結晶、イオン結晶、金属結晶、共有結合の結晶について、構成粒子が何であるか、構成粒子間にどのような引力がはたしているかを整理して理解しておきましょう。また、与えられたイオン式の組成比から、陽イオンおよび陰イオンの価数を考えられるようにしましょう。

**【2】** 炭酸ナトリウムの工業的な製法であるアンモニアソーダ法に関する問題です。主反応とともに、再利用される二酸化炭素やアンモニアに関する反応についても理解を深めましょう。生成する炭酸水素ナトリウムは、溶解度が小さいため、結晶として取り出されることが理解できているかがポイントです。また、この製造法の各反応にかかわる物質の性質もおさえておきましょう。

**【3】** 酢酸とエタノールから酢酸エチルを合成する実験に関する、設問文の空所補充式を含んだ問題です。エステル構造のうち、どの部分がカルボン酸由来であるか、あるいは、アルコール由来であるかを理解できているかがポイントです。また、エステルの合成時に加える硫酸のはたらきや、反応後の物質からエステルを分離精製する方法についても説明できるようにしておきましょう。

**【4】** 物質の状態変化に関する、設問文の空所補充式を含んだ問題です。状態変化にともなう反応熱を正しく理解しているかが問われています。また、加熱時間と温度のグラフより、どの区間でどのような状態で物質が存在するかをおさえましょう。熱量の計算では、融解熱や蒸発熱の単位が kJ/mol であることに注意する必要があります。

**【5】** タンパク質の構造とペプチドの構造決定に関する、設問文の空所補充式を含んだ問題です。タンパク質の構造について、一～四次構造を正しく理解しましょう。アミノ酸4個からなるペプチドを加水分解したときに生じる2種のペプチドについては、分子量から構成するアミノ酸を決定し、さらに、特定のアミノ酸間のペプチド結合のみで加水分解されることより、アミノ酸の配列を決定できるようにしましょう。

**【1】**

**【解答】** (30点)

- |                    |         |          |        |
|--------------------|---------|----------|--------|
| (1) (A) 3          | (B) 4   | (C) 正四面体 | (2点×3) |
| (2) ②、⑤            |         |          | (3点×2) |
| (3) [2] へき開        | [3] 展性  |          | (3点×2) |
| (4) (ア) ②          | (イ) ①   | (ウ) ③    | (エ) ③  |
| (オ) ④              | (カ) ①   |          | (1点×6) |
| (5) (a) 陽イオン: ③    | 陰イオン: ⑤ |          | (完答3点) |
| (b) $Mg_3(PO_4)_2$ |         |          | (3点)   |

**【解説】**

- (1) 黒鉛とダイヤモンドは互いに同素体の関係にあり、問題文のように、原子の結合の仕方が違うため、色や硬さなどの性質が異なっている。
- (2) 塩化アンモニウムはイオン結晶、二酸化ケイ素は共有結合の結晶、タングステンは金属結晶である。
- (3) イオン結晶は、強い力を加えると、ある面にそって割れる性質があり、これをへき開という。また、金属結晶の、たたいて、箔にすることができる性質を展性という。
- (4) イオン結晶が水溶液にしたり、融解したりすると電気を通すようになるのは、溶解や融解によってイオンが動き回れるようになるからである。金属結晶は、金属中に存在する自由電子が電気エネルギーを伝えるため、電気伝導性が大きい。
- (5) 陽イオンは、アルミニウムイオンが  $Al^{3+}$ 、マグネシウムイオンが  $Mg^{2+}$ 、リチウムイオンが  $Li^+$  である。陰イオンは、炭酸イオンが  $CO_3^{2-}$ 、リン酸イオンが  $PO_4^{3-}$ 、水酸化物イオンが  $OH^-$  である。「陽イオンの価数×陽イオンの個数=陰イオンの価数×陰イオンの個数」の関係から、 $Y_3Z_2$  となるのは、Y が 2 価の陽イオンのマグネシウムイオン、Z が 3 価の陰イオンのリン酸イオンの場合である。組成式では、多原子イオンが 2 つ以上の場合 ( ) で囲む。

**[2]**

**【解答】** (30点)

(1)	(ア)CO <sub>2</sub>	(イ)NH <sub>3</sub>	(ウ)CaCl <sub>2</sub>	(4点×3)
(2)	溶解度(性)			(4点)
(3)	①			(3点)
(4)	②			(3点)
(5)	Ca(OH) <sub>2</sub>			(3点)
(6)	(X)CaCO <sub>3</sub>	(Y)NaCl	(完答5点)	

**【解説】**

- (1) [b]ならびに[c]の反応式より,(ア)が二酸化炭素CO<sub>2</sub>と判断できる。よって,[a]の反応式より,(イ)がアンモニアNH<sub>3</sub>となる。さらに,[e]の反応式より,(ウ)が塩化カルシウムCaCl<sub>2</sub>となる。
- (2) [a]の反応溶液中には,Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>イオンなどが存在しており,これらのイオンから形成される塩はNaHCO<sub>3</sub>以外にも考えられる。しかしながら,それらの塩の溶解度はNaHCO<sub>3</sub>よりも大きく,沈殿としては生じない。そのため,溶解度の最も小さいNaHCO<sub>3</sub>が優先して沈殿となる。
- (3) このような工業的な炭酸ナトリウムの製法をアンモニアソーダ法(ソルバー法)という。
- (4) 炭酸ナトリウム十水和物は,空气中に放置すると水和水の一部が失われて白色粉末になる。この現象を風解という。
- (5) [c]~[e]の反応で用いられるカルシウムの化合物は,CaCO<sub>3</sub>, CaO, Ca(OH)<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>であるが,このうち消石灰とよばれるものは水酸化カルシウムCa(OH)<sub>2</sub>である。
- (6) [a]~[e]の反応をまとめると,再利用なく新たに用いられるものは,[a]で用いる塩化ナトリウムNaClと[c]で用いる炭酸カルシウムCaCO<sub>3</sub>である。[ウ]がCaCl<sub>2</sub>であることから,反応式は以下ようになる。  

$$\text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2$$

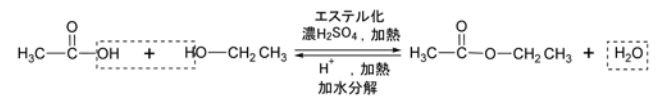
**[3]**

**【解答】** (30点)

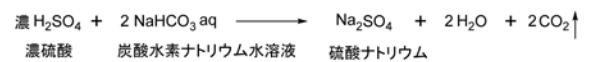
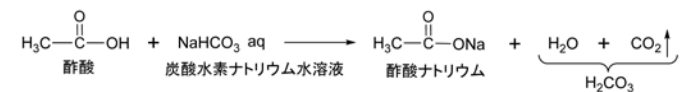
(1)	(A)エステル	(B)(脱水)縮合	(3点×2)
(2)	③		(4点)
(3)	触媒		(3点)
(4)	(a)CO <sub>2</sub>	(b)濃硫酸を中和するため。	(4点) (5点)
(5)	①		(3点)
(6)	②		(5点)

**【解説】**

- (2) エステルは,一般に水に溶けにくく有機溶媒に溶けやすい。酢酸エチルのように低分子量のエステルは,沸点が低く揮発性の無色の液体で,果実のような芳香を持つ。
- (3) 濃硫酸を加えて温めることにより,生成する水が硫酸に吸収されるため,平衡が右向きに移動して反応が進行する。逆に,エステルに希硫酸を加えて加熱すると,酸のH<sup>+</sup>が触媒となって,化学平衡が左向きに進行し,カルボン酸とアルコールが生成する。エステル化反応は,平衡反応(可逆反応)である。



- (4) 炭酸水素ナトリウムは弱アルカリ性物質なので,酸と中和反応することにより,酢酸からは酢酸ナトリウムと炭酸が生じ,炭酸は二酸化炭素と水に分解する。従って,二酸化炭素がガスとして発生する。濃硫酸についても同様である。



- (5) 酢酸エチルの密度は,0.90 g/mLであるので,水より軽いことから上層に得られる。
- (6) 生成した酢酸エチルの分子量が変化していたことから,下式の反応が進行したと考えられる。従って,新しく形成された結合は,結合Xであり,生成する水の分子量は16+1×2=18である。



## 一般入試／化学(前期)

【4】

【解答】(30点)

- |                            |        |
|----------------------------|--------|
| (1) ⑤                      | (4点)   |
| (2) ③                      | (4点)   |
| (3) ④                      | (4点)   |
| (4) $t_1$ 沸点 $t_2$ 融点(凝固点) | (4点×2) |
| (5) ④                      | (5点)   |
| (6) 355[kJ]                | (5点)   |

【解説】

- (1) 固体が液体になる現象を融解といい、融解するのに必要な熱エネルギー量を融解熱という。液体が固体になる現象を凝固といい、凝固するのに必要な熱エネルギー量を凝固熱という。一方、液体が気体になる現象を蒸発(気化)といい、蒸発するのに必要な熱エネルギー量を蒸発熱という。
- (2) 融解熱と凝固熱は同じエネルギー量である。
- (3) A領域:固体のみ,B領域:固体と液体が混在,C領域:液体のみ,D領域:液体と気体が混在,E領域:気体のみ
- (4)  $t_1$ : 蒸発が起こる温度を沸点という。  $t_2$ : 融解が起こる温度を融点という。また、凝固がおこる温度も同じであるため、凝固点ともいう。
- (5) 気圧は10 m高くなるごとに1hPa (ヘクトパスカル)下がるということが知られている。海拔0mと3,500mでは気圧が大きく下がる。気圧が下がると沸点が下がる。
- (6) 氷117gは $117.0 \div 18.0 = 6.5$  mol である。  
 吸収した熱量は融解に必要な熱量、液体の水の温度上昇に必要な熱量および蒸発に必要な熱量の和になるので、  
 $6.0 \text{ (kJ)} \times 6.5 \text{ (mol)} + (4.2 \times 10^{-3}) \text{ (kJ)} \times (100-0) \text{ (}^\circ\text{C)} \times 117.0 \text{ (g)} + 41 \text{ (kJ)} \times 6.5 \text{ (mol)}$   
 $= 39 + 49.14 + 266.5 = 354.64 \text{ kJ}$

【5】

【解答】(30点)

- |   |        |
|---|--------|
| (1) [ア] 一次構造 [オ] 二次構造 [キ] 三次構造<br>[ク] 四次構造                              | (2点×4) |
| (2) (イ)④ (ウ)⑪ (エ)⑦ (カ)② (ケ)⑫  | (2点×5) |
| (3) ②、③   | (3点×2) |
| (4) R <sup>1</sup> ① R <sup>2</sup> ③ R <sup>3</sup> ② R <sup>4</sup> ① | (完答6点) |

【解説】

- (3) ①アルコール代謝に関与する酵素タンパク質の発現量による。  
 ②タンパク質を覆っている水(水和)がアルコールに変わることにより、タンパク質が変性する。  
 ③タンパク質が熱によって変性し固まる。  
 ④炎症である。  
 ⑤ウイルスを水で洗い流すことによる。
- (4) ペプチドB、Cは、フェニルアラニン-アラニン間のペプチド結合を切断するので、それぞれはフェニルアラニン、アラニンいずれかを含むが、分子量の関係からペプチドBにアラニン、ペプチドCにフェニルアラニンを含む。  
 ペプチドBの分子量からアラニンの分子量を引き、脱水された水の分子量を加えると(146-89+18=)75となり、ペプチドBはグリシンとアラニンからできていることがわかる。  
 同様にペプチドCの分子量からフェニルアラニンの分子量を引き、水の分子量を足すと(222-165+18=)75となり、ペプチドCは、グリシンとフェニルアラニンからできている。  
 ペプチダーゼは、フェニルアラニンのカルボキシ基とアラニンのアミノ基から形成されたペプチド結合だけを選択的に加水分解する酵素を用いているので、それぞれの並び方は、アミノ基末端から、ペプチドC-ペプチドBであり、グリシン-フェニルアラニン-アラニン-グリシンになる。