

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。図を用いて示された実験が、どのような状態を示しているか、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】 16族の元素をテーマにした、設問文の空所補充式を含んだ問題です。同素体、第一イオン化エネルギー、電気陰性度、イオン半径、水素化合物の沸点、酸化物の結晶について確認しておきましょう。硫化物の還元において、反応物と生成物の質量から原子量を求める式を正しくつくれるようにしておきましょう。

【2】 気液平衡に関する、設問文の空所補充式を含んだ問題です。まずは、蒸気圧曲線がもつ意味を確認し、物質によって蒸気圧曲線が異なることをおさえましょう。蒸気圧を求める実験からは、水銀柱の高さより、用いた物質の圧力を考えられるようにしておきましょう。また、気体の容積を小さくしたとき、液体が生じるか生じないかを判断できるようにしておきましょう。

【3】 アルミニウムとその化合物をテーマにした、設問文の空所補充式を含んだ問題です。アルミニウムの性質、製造法、合金についておさえておきましょう。テルミット法では反応式を正しく表せるか、反応量を正しく計算できるかを確認しましょう。

【4】 アセトンに関する、設問文の空所補充式を含んだ問題です。アセトンのもつ官能基、性質、反応性をおさえておきましょう。また、アセトンの生成の反応における反応量の計算も確認しましょう。

【5】 タンパク質とアミノ酸について、設問文の空所補充式を含んだ問題です。タンパク質とアミノ酸の検出反応を正しくおさえておきましょう。また、元素分析の結果からアミノ酸の構造を決定する手順についても確認しましょう。

【1】

【解答】 (28点)

- |       |    |   |   |   |     |         |
|-------|----|---|---|---|-----|---------|
| (1) ア | 16 | イ | 6 | ウ | オゾン | (各3点×3) |
| (2)   | ③  |   |   |   |     | (4点)    |
| (3)   | ③  |   |   |   |     | (5点)    |
| (4)   | ②  |   |   |   |     | (4点)    |
| (5)   | 55 |   |   |   |     | (6点)    |

【解説】

硫黄・酸素とその化合物

- (1) ア 硫黄S、酸素Oは16族元素である。  
 イ 16族元素は6個の価電子をもつ。  
 ウ 酸素の単体にはO<sub>2</sub>とオゾンO<sub>3</sub>がある。
- (2) 斜方硫黄、単斜硫黄、ゴム状硫黄はいずれも硫黄の単体で性質が異なる。これらは同素体の関係にある。
- (3) ①硫黄の原子番号は16、酸素の原子番号は8。  
 ②第一イオン化エネルギーは、周期表の右上の元素ほど大きい傾向がある。  
 ③電気陰性度は、希ガスを除いて周期表の右上の元素ほど大きい傾向がある。よって、電気陰性度は酸素のほうが硫黄より大きい。  
 ④硫化物イオンS<sup>2-</sup>は第3周期のアルゴンArと同じ電子配置、酸化物イオンO<sup>2-</sup>は第2周期のネオンNeと同じ電子配置であるので、硫化物イオンの方がイオン半径が大きい。  
 ⑤酸素の水素化物であるH<sub>2</sub>OやH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>は常温で液体、硫黄の水素化物であるH<sub>2</sub>Sは常温で気体である。
- (4) 二酸化ケイ素はSi原子とO原子が次々と共有結合でつながった構造をもつ共有結合の結晶である。過酸化水素H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、二酸化炭素CO<sub>2</sub>、二酸化窒素NO<sub>2</sub>、二酸化硫黄SO<sub>2</sub>はいずれも分子からなる物質である。
- (5) Xの原子量をxとすると、そのモル質量はx[g/mol]。硫化物XSのモル質量は(x+32)g/molであるので、  

$$XS:X = (x+32)g/mol : x[g/mol] = 17.4g : 11.0g$$

$$x = 55[g/mol]$$

[2]

【解答】 (32点)

(1) ア 蒸発	イ 凝縮	ウ 気液	(各3点×3)
(2) (a) ⑤	(b) D	(c) E	(各4点×3)
(3) B			(5点)
(4) ③			(6点)

【解説】

物質の三態変化・蒸気圧・分圧・ボイル・シャルルの法則

- 液体が気体になる変化を蒸発、気体が液体になる変化を凝縮という。
- (a) 蒸気圧が大気圧760mmHgと等しくなると沸騰する。蒸気圧曲線がBで表される物質の沸点はグラフより56℃。  
(b) 蒸気圧が760mmHgのときの温度が100℃(水の沸点)であるDが水の蒸気圧曲線である。  
(c) 分子間力が大きいほど蒸発しにくい。蒸気圧が760mmHgのときで比べたとき、その時の温度(沸点)が高い物質ほど分子間力が大きい。
- ガラス管内の水銀柱の高さが水銀面から760mmの高さになったとき、水銀柱による下向きの圧力は大気圧と等しい。

ここにガラス管の下方から、蒸気圧曲線がA~Eで表される物質のいずれかの液体を入れると、水銀より密度の小さい液体が水銀柱の上面に溜り、水銀柱の上の空間で気液平衡の状態となる。

このときの飽和蒸気圧が760-475=285mmHgであり、温度は30℃であるので、Bが相当する。

- 蒸気圧曲線がCで表される物質は、グラフより、27℃のときの飽和蒸気圧は約70mmHgである。この物質を容積V[L]の容器に入れ、温度を27℃としたときの圧力は34mmHgであり、飽和蒸気圧より小さいので、この物質はすべて気体であることがわかる。

その後、温度を77℃、容積を  $\frac{V}{20}$  [L]にしたときに、

この物質がすべて気体であると仮定すると、その圧力(P[mmHg]とする)は、ボイル・シャルルの法則より、

$$\frac{34V}{273+27} = \frac{P(V/20)}{273+77}$$

$$P = 793 \text{ [mmHg]}$$

これは、温度77℃のときの蒸気圧740mmHgより大きいので、この物質の一部は液体となっている。

[3]

【解答】 (31点)

(1) ア ③	イ ⑤	(各3点×2)
(2) ウ ①	エ ⑤	(各4点×2)
(3) ②		(4点)
(4) 不動態		(4点)
(5) (a) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$		(4点)
(b) ③		(5点)

【解説】

アルミニウム

- ア 地殻中に含まれる元素の質量は、O、Si、Alの順に多い。  
イ イオン化傾向はAl>Feである。
- ウ 酸化アルミニウムAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を氷晶石Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>とともに融解し、融解塩電解して単体のアルミニウムを得る。アルミニウムはイオン化傾向が大きいので、鉄や銅のように溶鉱炉では製錬できない。  
エ アルミニウムは塩酸や水酸化ナトリウム水溶液と反応し水素を発生するので、両性元素に分類される。
- 合金の主な成分は次のとおりである。

ステンレス鋼 : Fe, Cr, Ni, C

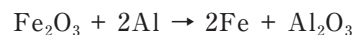
ジュラルミン : Al, Mg, Cu, Mn

黄銅 : Cu, Zn

青銅 : Cu, Sn

白銅 : Cu, Ni

- 濃硝酸はAl、Fe、Niなどの金属と不動態を形成するため、反応が進みにくい。
- (a) イオン化傾向の大きい、すなわち還元力の大きいアルミニウムにより、酸化鉄(III)は還元され単体の鉄が生じる。



- (b) 反応式より、物質質量比はAl:Fe=1:1。

求めるアルミニウムの質量をx[g]とすると、

$$\frac{1.0}{56} : \frac{x}{27} = 1 : 1$$

$$x = 0.48 \text{ g}$$

# 一般入試／化学(後期)

**[4]**

**【解答】** (28点)

(1) ア ①	イ ⑥	ウ ⑨	(各4点×3)
(2) ④			(3点)
(3) (a) ④			(4点)
(b) ②			(4点)
(4) 90 g			(5点)

**【解説】**

アセトン

(1) ア 溶媒としてよく使われるアセトンは揮発性の物質で、水にもよく溶ける。

イ・ウ アセトンは、クメン法によりフェノールを製造するときの副生成物として得られる。

(2) アセトン $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ はケトン基をもつ。

(3) (a)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-\text{R}$  または  $\text{CH}_3\text{CO}-\text{R}$  (Rは炭化水素基またはH原子)の構造をもつものは、ヨードホルム反応陽性。ヨードホルム $\text{CHI}_3$ は黄色沈殿である。

(b) エタノール $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-\text{H}$ はヨードホルム反応陽性である。

(4) 2-プロパノールを酸化するとアセトンが得られる。1 molの2-プロパノール $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ から1 molのアセトン $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ が生じるから、必要な2-プロパノールの質量は、 $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ のモル質量が58 g/mol、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ のモル質量が60 g/molより、

$$\frac{87}{58} \times 60 = 90 \text{ g}$$

**[5]**

**【解答】** (31点)

(1) ア ③	イ ②	ウ ⑤	エ ⑧	(各4点×4)
(2) ②				(4点)
(3) 6種類				(5点)
(4) $\text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COOH}$				(6点)

**【解説】**

タンパク質・アミノ酸

(1) ア タンパク質の水溶液に硫酸銅(II)水溶液と水酸化ナトリウム水溶液を加えると赤紫色に変化する反応はビウレット反応である。アミノ酸3分子以上からなるポリペプチドで呈色する。

イ タンパク質に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になる反応は、キサントプロテイン反応とよばれ、タンパク質およびアミノ酸に含まれるベンゼン環がニトロ化されるために起こる。

ウ タンパク質を構成するアミノ酸は約20種である。

エ タンパク質を加水分解したときにアミノ酸のみが生じるタンパク質を単純タンパク質、アミノ酸以外に、糖類・色素・核酸・脂質・リン酸などが生じるものを複合タンパク質という。

(2) キサントプロテイン反応には濃硝酸を用いる。

(3)  $-\text{NH}_2$ と $-\text{COOH}$ が結合してアミド結合をつくるので、  
 $\text{X}-\text{Y}-\text{Z}$ 、 $\text{X}-\text{Z}-\text{Y}$ 、 $\text{Y}-\text{X}-\text{Z}$ 、  
 $\text{Y}-\text{Z}-\text{X}$ 、 $\text{Z}-\text{X}-\text{Y}$ 、 $\text{Z}-\text{Y}-\text{X}$   
 の6種類のトリペプチドが考えられる。

(4) 酸素の質量百分率は、

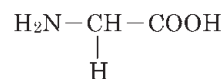
$$100 - (32.0 + 6.7 + 18.8) = 42.5\%$$

よって、物質質量比(=数の比)は、

$$\text{C} : \text{H} : \text{N} : \text{O} = \frac{32.0}{12} : \frac{6.7}{1.0} : \frac{18.8}{14} : \frac{42.5}{16}$$

$$= 2.66 : 6.7 : 1.34 : 2.65 = 2 : 5 : 1 : 2$$

組成式は $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ であり、Nは1個であるから分子式も $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ 。よって、グリシンと決まる。



グリシン