

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。基本的な内容が理解できているか、反応量の計算ができるかが問われています。

【1】 ヨウ素の化合物に関する問題です。ヨウ素の化合物について、名称と性質、物性を確認しましょう。また、酸化還元反応式、酸化数の変化、反応における量的関係に関する幅広い知識と計算を問うものです。

【2】 アルカリ金属元素およびアルカリ土類金属元素に関する、設問文の空所補充式を含んだ基本的な知識を問う問題です。

【3】 アミノ酸アラニンとシステインからなるペプチドに関する構造式、分子量を問わせる問題です。また、酵素で加水分解されるときの配列を問わせる思考型問題も出題されています。

【4】 芳香族カルボン酸および関連化合物の性質、官能基、化学反応に関する問題です。官能基の化学式と名称および性質を押さえます。また、化学反応による生成物を構造式で問わせています。

【5】 メタンと空気の燃焼を題材として、反応式、物質質量および圧力を問わせています。計算問題では、正確な計算力が必要です。

【1】

【解答】 (30点)

- | | |
|--|--------|
| (1) [a] ④ [b] ② [c] ⑥ | (2点×3) |
| (2) 昇華 | (3点) |
| (3) 標準液の濃度が変化し、滴定の結果が不正確になるため。 | (5点) |
| (4) (ア)-1 (イ)-2 (ウ)-1 (エ)0 | (2点×4) |
| (5) $2KI + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + 2H_2O + K_2SO_4$ | (4点) |
| (6) 0.25 または 2.5×10^{-1} | (4点) |

【解説】

(1) 反応の終点は、ヨウ素自身の退色によっても確認できるが、ヨウ素デンプン反応液による青紫色の消失を追跡することにより、より明瞭に確認できる。

(2) 同じ変化をするものに、ドライアイス、ナフタレンがある。

(3) ①標準液が容器に残った水滴で薄まる。②その結果、滴定の結果が正しくなくなる。以上の点を完結にまとめていること。

(4) 酸化数は、単体中の原子は0、単原子イオンはイオンの電荷と同じになる。化合物中の水素の酸化数は、Hの+1、Oの-2を基準とするが、過酸化水素の酸素原子は例外的に-1となる。

(5) 両式の和から、次の酸化還元反応を表すイオン反応式が得られる。



上式の両辺に、 $2K^+$ と SO_4^{2-} を加えて、酸化還元反応式が完成する。

(6) 0.25 (または 2.5×10^{-1}) [mol/L]

(過酸化水素水 20 mL に含まれる H_2O_2 の物質質量) $\times 2 =$ (終点までに滴下した $Na_2S_2O_3$ の物質質量) となる。過酸化水素水のモル濃度を c [mol/L] とすると、

$$2 \times c \times (20/1000) = 1.0 \times (10/1000)$$

$$c = 0.25$$

【2】

【解答】 (30点)

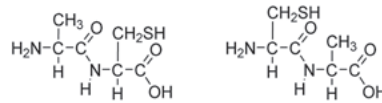
(1)	(A)アルカリ金属 (B)アルカリ土類金属	(4点×2)
(2)	(ア)② (イ)⑥ (ウ)⑩ (エ)⑭ (オ)⑥ (カ)⑩ (キ)⑬ (ク)③	(1点×8)
(3)	(a) 1 (b) 1 (c) 2 (d) 2	(1点×4)
(4)	$2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}\rightarrow 2\text{NaOH}+\text{H}_2$	(5点)
(5)	潮解(性)	(5点)

【解説】

- 1族に属する水素H以外の元素をアルカリ金属元素という。また、2族元素のうち、Ca, Sr, Baなどは性質がよく似ており、アルカリ土類金属元素とよばれる。
- アルカリ金属は比較的やわらかくて融点も低い。周期表では下にいくほど融点は低くなる。また、常温の水と激しく反応して水素を発生し、水酸化物を生じる。アルカリ土類金属はイオン化傾向が大きく、アルカリ金属と同様に、水と反応して水素を発生し、水酸化物になる。マグネシウムMgのイオン化傾向はアルカリ土類金属よりもやや小さく、ベリリウムBeとともに炎色反応を示さない。
- アルカリ金属の原子は価電子を1個もち、1価の陽イオンになりやすい。2族元素の原子は価電子を2個もち、2価の陽イオンになりやすい。
- 水酸化ナトリウムNaOHは、空気中の水分を吸収して溶ける性質がある。この性質を潮解(性)という。

【3】

【解答】 (30点)

(1)		(5点×2)
(2)	[アラニン] 6 [システイン] 3	(3点×2)
(3)	④	(5点)
(4)	ジスルフィド結合	(4点)
(5)	ABA	(5点)

【解説】

- アラニンのカルボキシ基とシステインのアミノ基でアミド(ペプチド)結合したジペプチドと、システインのカルボキシ基とアラニンのアミノ基でアミド結合したジペプチドの2種類が存在する。
- アラニン($\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$)の分子量は89、システイン($\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}$)の分子量は121であり、アミノ酸9分子からペプチド結合8個を形成するとき、水8分子が除かれる。従って、アラニン x 分子、システイン y 分子とすると、以下の式が成り立つ。

$$x+y=9$$

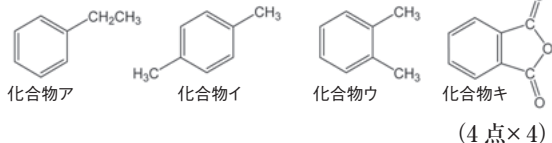
$$89x+121y-18\times 8=753$$
 この方程式を解くと、 $x=6, y=3$ となり、アラニン6分子、システイン3分子となる。
- ①キサントプロテイン反応であり、芳香環を含むアミノ酸が反応する。②フェノールの呈色反応。③カリウムの炎色反応。④システインはイオウを含むアミノ酸であるので進行する。
- SH基は、酸化されて隣接するSH基どうしでジスルフィド結合-S-S-を形成する。3分子のシステインが含まれているので、分子間でジスルフィド結合を形成し、2量体、3量体、さらに大きな分子を生成する可能性がある。
- ペプチドXは、アラニン(A)6分子、システイン(B)3分子からなるペプチドでAA間のペプチド結合を切断して、単一ペプチドYを生成することから、ペプチドXの配列は、ABAABAABAである。従ってペプチドYの配列は、ABAである。

一般入試 / 化学(前期)

[4]

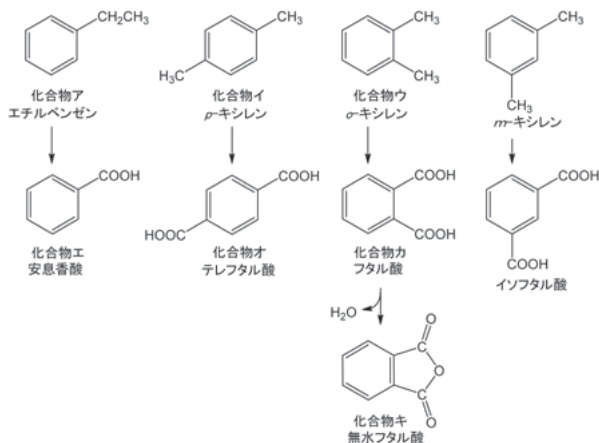
【解答】(32点)

- (1) ④ (3点)
 (2) ④ (3点)
 (3) [化合物A] ① [化合物B] ⑥ (3点×2)
 (4) ③ (4点)
 (5)



【解説】

- (1) 芳香族カルボン酸は、一般に室温では固体で、水にわずかに溶けて、水溶液は弱酸性を示す。水酸化ナトリウムなどの塩基の水溶液により中和されると、塩を生じて溶ける。
- (4) 塩化鉄(III)水溶液で呈色するのは、フェノール類である。従って、フェノール構造を持っているサリチル酸とサリチル酸メチルが赤紫色に呈色する。
- (5) C_8H_{10} の炭化水素の構造異性体は4種類である。それぞれを過マンガン酸アリウム水溶液で酸化して得られる芳香族カルボン酸は以下ようになる。フタル酸は、加熱すると脱水されて無水フタル酸となる。



[5]

【解答】(28点)

- (1) 0.020 または 2.0×10^{-2} (4点)
 (2) 4.98×10^4 (5点)
 (3) 0.040 または 4.0×10^{-2} (4点)
 (4) 6.64×10^3 (5点)
 (5) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ (5点)
 (6) 7.30×10^4 (5点)

【解説】

- (1) メタン CH_4 の分子量16で、容器Aにはメタン0.32g入っている。
 メタンの物質量 = $\frac{0.32}{16} = 0.020 \text{ mol}$
- (2) 容器Aは1Lで、気体の状態方程式 $PV = nRT$ により、
 $P \times 1 = 0.020 \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 27)$
 $P = 4.98 \times 10^4 \text{ Pa}$
- (3) 容器Bには空気が5.76g入っており、そのうち酸素は体積比20%であることから、
 酸素の物質量 = $\frac{5.76}{28.8} \times \frac{20}{100} = 0.040 \text{ mol}$
- (4) 容器Bは15Lで酸素の物質量は0.040molである。
 気体の状態方程式 $PV = nRT$ により、
 $P \times 15 = 0.040 \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 27)$
 $P = 6.64 \times 10^3 \text{ Pa}$
- (6) 燃焼前と燃焼後の各成分の物質量は下記のようになる。
- | | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|---------------|--------|-----|---------|-----|------------|
| | CH_4 | $2O_2$ | \rightarrow | CO_2 | $+$ | $2H_2O$ | $:$ | N_2 |
| 燃焼前 | 0.020 | 0.040 | | 0 | | 0 | | 0.16 (mol) |
| 反応量 | -0.020 | -0.040 | | +0.020 | | +0.040 | | 0.16 (mol) |
| 反応後 | 0 | 0 | | 0.020 | | 0.040 | | 0.16 (mol) |
- 気体の総物質量は $0.020 + 0.040 + 0.16 = 0.22$
 容器全体の圧力は、 $P \times (15 + 1) = 0.22 \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 367)$
 $P = 73.04 \times 10^3 \text{ Pa} \approx 7.30 \times 10^4 \text{ Pa}$