

出題のねらい

【1】

- A 小問形式で、原子の構造、組成式と物質の関係、水和水をもつ物質の水溶液の調製について、基本的な内容を問いました。
- B 酸素分子を題材にして共有結合の結合様式を問いました。さらに、二酸化炭素の共有電子対と非共有電子対の数、メタン、アンモニアの分子の形についてなど、「化学基礎」の内容の理解が問われています。

【2】

- A 小問形式で、水溶液の pH、可逆反応の平衡移動、結合エネルギーと生成熱の関係の基本的な内容を問いました。
- B 気体の性質をテーマとした問題で、ボイルの法則、シャルルの法則の理解を問いました。グラフの読み取りも慣れておく必要があります。また、計算問題においてはボイルの法則、シャルルの法則、ボイル・シャルルの法則のどれを用いるかの素早い判断も求められます。

【3】

- A 小問形式で、炎色反応、物質の保存方法、物質の特徴と判別について問いました。物質の保存方法については、教科書にまとめて記述されていないので、日ごろの実験の授業で学んでおくことも必要です。
- B 炭酸ナトリウムをテーマとした問題です。アンモニアソーダ法を中心に、炭酸ナトリウムの特徴、量的関係についても問いました。無機化合物の中では、アンモニアソーダ法、ハーバー・ボッシュ法、オストワルト法、接触法などが重要で、総合問題として出題されることも多いので、これらについてまとめておきましょう。

【4】

- A 小問形式で、炭素原子間の結合距離、芳香族化合物の分離、光学異性体について問いました。
- B 酢酸エチルの合成を中心とした問題で、エステル化反応についての理解を問いました。なお、エステル化とは逆の反応である加水分解で、水酸化ナトリウムを用いると、酢酸ナトリウムが生成することも覚えておきましょう。

【1】

【解答】(35点)

A	問1	②		(3点)
	問2	⑤		(4点)
	問3	⑥		(4点)
B	問1	ア③	イ⑤	(各3点×2)
	問2	a 2	b 4	(各3点×2)
	問3	③		(4点)
	問4	メタン ③		
		アンモニア ⑤		(各4点×2)

【解説】

- A 小問集合
- 問1 ^1H は陽子 1 個、中性子 0 個、 ^4He は陽子 2 個、中性子 2 個、 ^{11}B は陽子 5 個、中性子 6 個、 ^{23}Na は陽子 11 個、中性子 12 個、 ^{37}Cl は陽子 17 個、中性子 20 個。
- 問2 原子量を M とする。

$$\frac{2.8}{M} : \frac{(4.0 - 2.8)}{16} = 2 : 3 \quad M = 56$$
- 問3 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 126$ より、

$$126 \times 0.10 \times \frac{100}{1000} = 1.26 \text{ g}$$
- 一定濃度の水溶液を作るときに用いられるのはメスフラスコ、丸底フラスコは加熱を必要とする実験などで用いられる。
- B 分子構造
- 問1 ア 電子を 2 つの酸素原子間で共有することにより、酸素分子ができる。
 イ 最外殻の L 殻に 8 個の電子が配置されている Ne と同じ電子配置をつくる。
- 問2 a O 原子は価電子のうち、2 個ずつ出しあう。
 b 単結合は共有電子対が 1 対で、共有される電子は 2 個。二重結合は共有電子対が 2 対なので、共有される電子は 4 個。
- 問3 CO_2 分子中の C と O 間の共有電子対は 2 対であるので、分子全体では共有電子対は 4 対、非共有電子対は各酸素原子に 2 対あるので、分子全体では 4 対となる。
- 問4 メタンは C 原子を中心とした正四面体形、アンモニアは N 原子を頂点とした三角錐形である。

【2】

【解答】(38点)

A	問1	⑤	(5点)
	問2	⑤	(4点)
	問3	④	(5点)
B	問1	ア② イ⑤ ウ③ エ① オ⑥	(各3点×5)
	問2	⑤	(4点)
	問3	160 mL	(5点)

【解説】

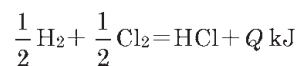
A 小問集合

問1 pHが同じ水溶液であれば、 $[H^+]$ 、 $[OH^-]$ とも等しい。

問2 a この反応は発熱反応であるので、吸熱するために左へ移動する。

b 圧力を上げるためには分子数が増える側へ平衡が移動すればよいので、左に移動する。

問3 生成熱を Q kJ/mol とすると熱化学方程式は、



反応熱 = (生成物の結合エネルギーの和)
- (反応物の結合エネルギーの和)

であるから、

$$Q = 432 - \left(\frac{436}{2} + \frac{242}{2} \right) = 93 \text{ kJ/mol}$$

B 気体の法則

問1 ア・イ 温度が一定であれば、気体の体積は圧力に反比例するので、 $PV = \text{一定}$ が成り立つ。これはボイルの法則である。

ウ～オ ヘリウムは理想気体と考えてよく、絶対零度 (-273°C) で体積は0となるので、一定圧力のもとでは、ヘリウムの体積は絶対温度に比例し、 $\frac{V}{T} = \text{一定}$ が成り立つ。

これはシャルルの法則である。

問2 体積大・圧力低 → 体積小・圧力高となる反比例のグラフを選ぶ。

問3 ボイル・シャルルの法則 $\frac{PV}{T} = \text{一定}$ を用いる。

$$1.0 \times 10^5 \times \frac{80}{273+27} = 5.5 \times 10^4 \times \frac{V}{273+57}$$

$$V = 160 \text{ mL}$$

【3】

【解答】(38点)

A	問1	③	
	問2	②	
	問3	④	(各4点×3)
B	問1	ア② イ⑤ ウ⑧	(各3点×3)
	問2	NH_4Cl	(4点)
	問3	⑤	(4点)
	問4	アンモニアソーダ法 (ソルベール法)	(4点)
	問5	③	(5点)

【解説】

A 小問集合

問1 赤紫色の炎色反応は K、硝酸銀水溶液で白い沈殿ができるのは Cl^- で、白い沈殿は $AgCl$ である。

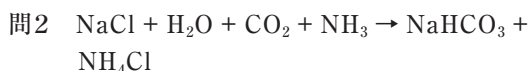
問2 水酸化ナトリウム水溶液は空気中の二酸化炭素と反応して固体の炭酸ナトリウムを生じるため、栓がとれなくなることがある。ゴム栓を使えばよい。

問3 腐卵臭は硫化水素の特徴である。アルゴンは空気中に 0.9% 含まれている。しんちゅうは銅と亜鉛の合金で、このうち両性元素は亜鉛である。

B 炭酸ナトリウムの製法

問1 ア 炭酸ナトリウムはガラスの製造に用いられる。
イ 炭酸カルシウムは容易に熱分解され、 CO_2 が発生する。

ウ 水和水が失われ粉末状になる現象を風解という。固体が水蒸気を吸収して溶ける現象が潮解である。



副生成物である NH_4Cl は再び NH_3 として再利用したり、肥料として利用したりしている。

問3 炭酸ナトリウムは熱分解しないが、炭酸水素ナトリウムは加熱すると容易に熱分解して炭酸ナトリウムに変化する。

問4 このような炭酸ナトリウムの工業的な製法をアンモニアソーダ法 (ソルベール法) という。

問5 化学反応式 I と II より、 $NaCl$ 2mol から Na_2CO_3 1mol が生成することが分かる。

$NaCl = 58.5$ 、 $Na_2CO_3 = 106$ より、

$$\frac{10}{106} \times 2 \times 58.5 = 11.0 \text{ kg}$$

【4】

【解答】(39点)

A	問1	⑤		(4点)	
	問2	②		(5点)	
	問3	③		(4点)	
B	問1	ア②	イ⑥	ウ⑧	(各3点×3)
	問2	④		(4点)	
	問3	④		(4点)	
	問4	(1) けん化		(4点)	
		(2) $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow$			
		$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$		(5点)	

【解説】

A 小問集合

問1 炭素原子間の結合距離は、単結合→二重結合→三重結合の順に短くなるが、ベンゼン環の炭素間距離は単結合より短く二重結合より長い。

問2 HClと反応して塩をつくって水層Xに溶けるのはアニリンで、その塩はアニリン塩酸塩である。エーテル中のフェノールと安息香酸のうち安息香酸は炭酸より強い酸なので NaHCO_3 と反応して塩をつくり水層Yに溶ける。その塩は安息香酸ナトリウムである。フェノールは炭酸より弱い酸であるので NaHCO_3 とは反応しない。

問3 1つの炭素原子にそれぞれ異なる4つの原子または原子団が結合している場合、光学異性体ができる。乳酸は1つの炭素原子に $-\text{H}$ 、 $-\text{OH}$ 、 $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{COOH}$ が結合している。

B エステルの反応

問1 ア 濃硫酸を加えると、酸の H^+ が触媒となって反応が進む。

イ カルボン酸とアルコールが反応してエステル化が起こる。

ウ カルボキシ基の $-\text{OH}$ とアルコールの $-\text{H}$ から水ができるので、水分子中の酸素原子はカルボン酸由来のものである。

問2 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$

問3 酢酸エチル中にはヒドロキシ基 $-\text{OH}$ やカルボキシ基 $-\text{COOH}$ がないのでNaとは反応しない。

問4 (1) 塩基を用いた加水分解を特にけん化という。

(2) 塩基で加水分解すると、カルボン酸の塩とアルコールが生成する。