

出題のねらい

【1】

- A 小問形式で、初めにサマリウムという聞きなれない物質を題材としましたが、じっくり読めば解ける問題です。未知の物質であっても、問題文からヒントを探せるかをみました。
- B 電離平衡と電離定数に関する総合問題です。電離度と絡めた計算問題は難しそうに見えてもパターン化されています。その解法が十分理解できているかを問いました。弱酸における近似の仕方が理解できているかもみました。

【2】

- A 小問形式で、気体と希薄溶液からの出題です。本問の混合気体の問題では、最後まで物質量が一定であることが理解できているかをみました。ヘンリーの法則ではグラフを出しましたが、 x 軸と y 軸が何を表しているかを素早く読み取る力が求められます。
- B 鉛蓄電池に関する問題です。鉛蓄電池の構造、化学反応式、放電量計算という一連の流れの問題で入試では頻出です。計算問題では鉛蓄電池の反応式が書けることが必須です。

【3】

- A 小問形式で、無機化学分野の気体の性質と銅に関する問題を扱いました。気体の問題では選択肢が多いので、いくつかの代表的な気体の特徴を覚えておく必要があります。金属の中で、多く扱われるものの一つが銅です。銅を含め代表的な金属の反応は、まとめて覚えておきたいものです。
- B アルカリ金属元素を題材とした総合問題です。アルカリ金属元素の反応性は類似しているため、考えやすいとも言えます。問4は慣用名を扱っていますが、それに慣れておらず、その物質や組成が分からない人が多いようです。

【4】

- A 小問形式でアルカンの燃焼の計算問題、ブタンの異性体、有機化合物の沸点比較の問題です。どれも有機化学の基本ですから、高得点を望みたいところです。
- B 芳香族化合物に関する問題です。ベンゼンからのフェノール合成の二通りの方法が理解できているかをみました。芳香族化合物では官能基の性質が理解できているかがポイントです。

【1】

【解答】(36点)

A	問1	④	問2	⑥	問3	⑥	(4点×3)
B	問1	②					(3点)
	問2	温度					(3点)
	問3	イ $\frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$	ウ $\frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$	エ $C\alpha^2$			(3点×3)
	問4	①					(4点)
	問5	②					(5点)

【解説】

- A 小問集合
- 問1 酸化サマリウムの化学式を Sm_xO_y とすると、次の式が成り立つ。 $150x : 16y = 50 : 8.0$
これより、 $\frac{x}{y} = \frac{2}{3}$ 化学式は Sm_2O_3 となる。
- 問2 燃焼は必ず発熱を伴う。中和熱は酸塩基の種類によらず一定の値(56.5kJ)をとる。生成熱は発熱の場合も吸熱の場合もある。
- 問3 a: Mg 不対電子の数は2、価電子の数も2
b: Si 不対電子の数は4、価電子の数も4
c: Ar 不対電子の数は0、価電子の数も0
アルゴンは貴ガスで最外殻電子の数は8であるが、この電子は反応性が乏しいため、価電子には数えない。
- B 弱酸の電離平衡
- 問1 ヨウ化水素HIは1価の強酸、フッ化水素HFは1価の弱酸、リン酸 H_3PO_4 は3価の弱酸である。
- 問2 電離定数は、水溶液の濃度が異なっても、温度が一定であれば、同じ値をとる。
- 問3 $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$
 $C(1-\alpha) \quad C\alpha \quad C\alpha$
$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{C^2\alpha^2}{C(1-\alpha)} \doteq \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

弱酸で電離度が小さい場合は、 $1-\alpha \doteq 1$ としてよい。
- 問4 水溶液の濃度が小さいほど電離度は大きく、濃度が大きいほど電離度は小さくなる。
- 問5 弱酸HAのモル濃度は、 $\frac{0.20}{0.500} = 0.40 \text{ mol/L}$
 $[H^+] = \sqrt{CK_a}$ より、
 $= \sqrt{0.40 \times 2.0 \times 10^{-5}}$
 $= 2\sqrt{2} \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
 $pH = -\log_{10}(2\sqrt{2} \times 10^{-3})$
 $= 2.55 \doteq 2.6$

【2】

【解答】(39点)

A	問1	⑥	(5点)
	問2	①	問3 ⑦ (4点×2)
B	問1	ア③ イ⑤ ウ① エ⑥	(3点×4)
	問2	$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$	(4点)
	問3	⑥	(5点)
	問4	③	(5点)

【解説】

A 小問集合

問1 混合気体にした時のそれぞれの分圧を P_{O_2} 、 P_{Ne} とすると、ボイルの法則により、

$$7P_{O_2} = 2.0 \times 1.0 \times 10^6 \quad 7P_{Ne} = 5.0 \times 2.0 \times 10^5$$

分圧比=物質比であるから、物質比は
酸素：ネオン = 2：1 $O_2 = 32$ 、 $Ne = 20$ より

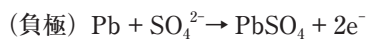
$$\text{平均分子量} \quad 32 \times \frac{2}{3} + 20 \times \frac{1}{3} = 28$$

問2 溶解する窒素の物質量は圧力に比例するが、その圧力下において溶解する気体の体積は変わらない。

- 問3 (a) (誤) 浸透圧は絶対温度に比例する。
(b) (誤) 溶液の凝固点は、溶媒の凝固点より低い。
(c) (正) 溶液の蒸気圧は、溶媒の蒸気圧より低い。

B 鉛蓄電池

問1 ア～エ 放電するとき、電子を放出する極が負極、電子が流れ込む極が正極となる。電池は負極で酸化、正極で還元反応が起こる。



問2 上記の二つの極の反応式を足して、電子を消去する。



問3 (a) (正) 鉛蓄電池は充電ができる二次電池である。

- (b) (誤) 鉛蓄電池の起電力は 2V である。
(c) (誤) 電池全体では質量の変化は起こらない。

問4 $Pb + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4 + 2e^-$

e^- 2mol で、 SO_4 (= 96) 分増加する。

電流の大きさを x [A] とすると、

$$\frac{0.24}{96} \times 2 \times 9.65 \times 10^4 = x \times (32 \times 60 + 10)$$

$$x = 0.25 \text{ A}$$

【3】

【解答】(38点)

A	問1	a ⑥	b ④	c ③	(3点×3)
	問2	③	(4点)		
B	問1	ア①	イ⑤	(3点×2)	
	問2	④	(3点)		
	問3	⑤	(3点)		
	問4	②③⑤	(4点)		
	問5	①	(4点)		
	問6	400 mL	(5点)		

【解説】

A 小問集合

問1 a オゾンは淡青色の気体で、酸化力をもつため、ヨウ化カリウムデンプン紙を青変する。

b 二酸化窒素は赤褐色の気体で、それを水に溶かすと硝酸を生成するため、酸性を示す。



c 水素は気体のうちで、最も密度が小さい。

- 問2 (a) 銅は、金、銀と同じ 11 族の元素である。
(b) 金属で電気伝導性が最も大きいものは銀である。
(c) 酸化銅 (II) CuO は希硫酸に溶け硫酸銅 (II) となる。

B アルカリ金属の性質

問1・2 アルカリ金属は周期表の 1 族で、水素を除いたものをさす。イオン化傾向が大きいため反応性に富み、単体としては存在しない。

問3 地殻を構成する元素で、質量の大きい順は、O、Si、Al、Fe、Ca、… である。

問4 ソーダ石灰は $NaOH$ と CaO の混合物。重曹は $NaHCO_3$ 、みょうばんは $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 。

問5 アルカリ金属は原子番号が小さいものの方が原子半径が小さく結合力が強いので、融点が高い。

問6 $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$

Na を水に溶かすと同物質量の $NaOH$ が生成する。

$$NaOH \text{ の物質量} = \frac{0.092}{23} = 4.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$NaOH$ は強塩基であるから完全に電離する。pH12 の水酸化物イオン濃度は $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ なので水溶液の体積を V [mL] とすると、次式が成り立つ。

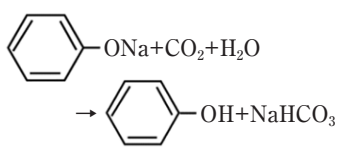
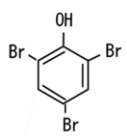
$$4.0 \times 10^{-3} \times \frac{1000}{V} \text{ mol/L} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$V = 400 \text{ mL}$$

公募制推薦入試／化学(前期 B日程)

【4】

【解答】(37点)

A	問1 ③	問2 ③	問3 ②	(4点×3)	
B	問1 ⑤			(4点)	
	問2	ベンゼンスルホン酸ナトリウム		(3点)	
	問3	ア④	イ②	ウ⑧	(3点×3)
問4				(5点)	
問5				(4点)	

【解説】

A 小問集合

問1 アルカンの一般式は C_nH_{2n+2} と表される。1molのアルカンから n [mol]の二酸化炭素が生じる。

$$\frac{1.0}{22.4} \times n = \frac{5.9}{44} \quad n \doteq 3$$

問2 異性体は1-プロモブタンと2-プロモブタンが考えられ、さらに2-プロモブタンには鏡像異性体がある。

問3 同じ分子式をもつジメチルエーテルとエタノールでは、エタノールが分子間で水素結合をしているために沸点が異常に高い。ジメチルエーテル： -25°C 、エタノール： 78°C 、エタン： -89°C 。

B フェノールの合成

問1・2 反応X：ベンゼンと硫酸で置換反応しベンゼンスルホン酸が生成する。反応Y：ベンゼンスルホン酸と水酸化ナトリウムが中和反応をしてベンゼンスルホン酸ナトリウムが生成する。

問3・4 ア ベンゼンスルホン酸ナトリウムのアルカリ融解であるので、固体の水酸化ナトリウムを加えて、ナトリウムフェノキシドとする。この水溶液に二酸化炭素を反応させるとフェノールが生成する。

イ ベンゼンの置換反応であるから、触媒として鉄粉を加える。

ウ クロロベンゼンを用いたナトリウムフェノキシドの合成で、水酸化ナトリウム水溶液を高温・高圧で作用させる。

問5 フェノールは置換反応をしやすい。フェノールの水溶液に臭素水を加えると、直ちに2,4,6-トリブロモフェノールの白色沈殿を生じる。