

※番号で解答する場合は、○で囲まず、数字のみで記入してください。

必要ならば次の値を用いること。アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ 、 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$

原子量：H=1 C=12 He=4 N=14 O=16 Na=23 Mg=24 Al=27 S=32

Cl=35.5 K=39 Ca=40 Cu=64

第1問 次の各問いに答えよ。

問1 次の(ア)～(ウ)の物質は、①単体、②化合物、③混合物のいずれか。それぞれ番号で答えよ。

(ア) 水銀 (イ) 塩酸 (ウ) 石灰水

問2 ある化合物 X の水溶液の炎色反応を調べると、赤紫色を呈した。次に、この水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、白色沈殿を生じた。化合物 X に含まれる元素を下からすべて選び、元素記号で答えよ。

(元素) H C Na S Cl K Ca Ba

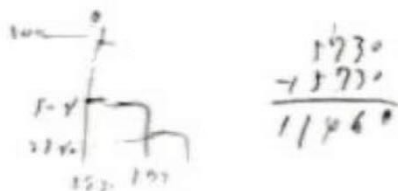
問3 次の記述のうち、下線部が元素ではなく単体のことを示しているものをすべて選び、番号で答えよ。

- ① 水を電気分解すると、水素と酸素が得られる。
- ② 水は水素と酸素からできている。
- ③ 酸素とオゾンとは、酸素の同素体である。
- ④ 酸素の融点は -218°C である。

問4 天然の酸素原子には、質量数が 16, 17, 18 の酸素原子 ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O が存在する。

- (1) これらの原子の関係を何というか。
- (2) これらの 3 種類の酸素原子を組み合わせると、酸素分子 O_2 は何種類できるか。
ただし、酸素分子は 2 つの酸素原子が結びついている。

問5 ある遺跡の木片に含まれる ^{14}C (半減期 5730 年) の割合が、大気中の割合の 25% になっていた。この木片は、何年前のものと推定されるか。整数で答えよ。



問6 次の表は元素の周期表の一部である。(1)~(8)に該当する元素を a~q からすべて選べ。該当する元素がないときは、なしと答えよ。

周期 \ 族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	a																	b
2														c		d		e
3	f	g											h			i	j	k
4	l	m				n								o	p		q	

- (1) アルカリ金属元素
- (2) 遷移元素 *3d-12d*
- (3) M殻の電子が6個 *ネオ*
- (4) 中性子をもっていない原子がある。 *Mg*
- (5) 二価の陽イオンになる。
- (6) a~qのうち、イオン化エネルギーが最も小さい。
- (7) h~jのうち、原子が最も小さい。
- (8) eと同じ電子配置のイオンをつくり、そのイオンが最も小さい。 *h*

問7 塩化アンモニウムの結晶と氷について、次の問いに答えよ。

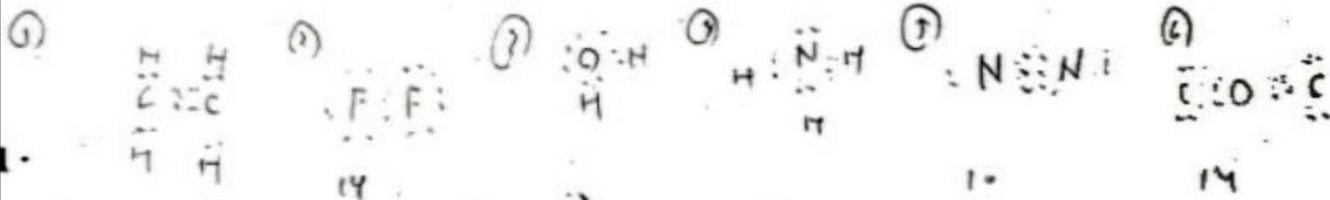
- (1) 塩化アンモニウムの組成式を答えよ。 *NH₄Cl*
- (2) 氷は何結晶か。 *六角晶*
- (3) ①塩化アンモニウムと②氷の各結晶に含まれる結合の名称をすべて記せ。ただし、結合は、「共有結合、イオン結合、金属結合、水素結合、配位結合およびファンデルワールス力」とする。

①には 700 程度の結合が 1400 程度ある!!

問8 次の①~⑥の分子について答えよ。

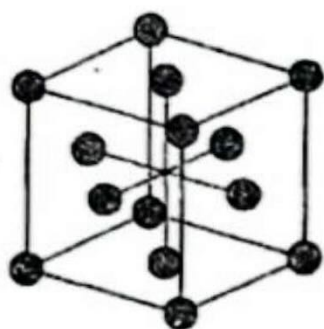
- ① C₂H₄ ② F₂ ③ H₂O ④ NH₃ ⑤ N₂ ⑥ CO₂

- (1) ⑥の電子式を答えよ。
- (2) 次の(a)~(d)に適する分子を、①~⑥からすべて選び、番号で答えよ。
 - (a) 1分子中の電子の総数が最大の分子
 - (b) 非共有電子対の数が最大の分子
 - (c) 三角錐形の分子
 - (d) 無極性分子

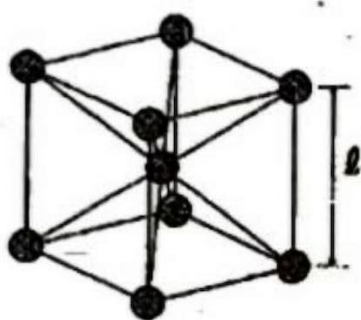


第2問 次の各問いに答えよ。

問1 下図について、次の問いに答えよ。ただし、数値は $\sqrt{\quad}$ を残したままでよい。



アルミニウム



鉄

- (1) アルミニウムの結晶格子の名称、単位格子に含まれる原子の数、配位数を答えよ。
- (2) 鉄の単位格子の一边の長さを a cm とすると、鉄原子の原子半径は何 cm と表せるか。
- (3) 鉄の密度 $[g/cm^3]$ を求めよ。アボガドロ数は N_A 、鉄の原子量は M と表し、 N_A 、 M 、 a を用いて表せ。

Handwritten calculations for Question 1:

For (1) Aluminum: Face-centered cubic (FCC), 4 atoms per unit cell, coordination number 12.

For (2) Iron: Body-centered cubic (BCC), side length a . The body diagonal is $\sqrt{3}a$. The distance between the center atom and a corner atom is $\frac{\sqrt{3}a}{4}$, which is equal to the sum of two atomic radii $2r$. So, $r = \frac{\sqrt{3}a}{8}$.

For (3) Iron: Density $\rho = \frac{\text{mass}}{\text{volume}} = \frac{2 \times \frac{M}{N_A}}{a^3} = \frac{2M}{N_A a^3}$.

問2 次の各問いに答えよ。ただし数値の場合は有効数字2桁で答えよ。

- (1) 次の各気体10gを比較したとき、構成する原子の総数が最も大きい気体を選び、番号で答えよ。
① He ② CO₂ ③ SO₂ ④ CH₄ ⑤ C₃H₈
- (2) ある金属Mの酸化物MO₂には、質量パーセントでMが60%含まれている。金属Mの原子量を求めよ。
- (3) ある気体の標準状態での密度は2.59g/Lであった。この気体の分子量を求めよ。
- (4) 質量パーセント濃度63%の濃硝酸(密度1.38g/cm³)を水で薄めて、2.0mol/Lの希硝酸250mLをつくるとき、必要な濃硝酸の体積は何mLか。

Handwritten calculations for Question 2:

(1) Calculate the number of atoms in 10g of each gas:
 ① He: $\frac{10}{4} \times 1 = 2.5$
 ② CO₂: $\frac{10}{44} \times 3 \approx 0.68$
 ③ SO₂: $\frac{10}{64} \times 3 \approx 0.47$
 ④ CH₄: $\frac{10}{16} \times 5 = 3.125$
 ⑤ C₃H₈: $\frac{10}{44} \times 11 \approx 2.5$
 Answer: ④ CH₄

(2) For MO₂, mass % of M is 60%.
 $\frac{M}{M + 2 \times 16} \times 100 = 60$
 $M = 48$

(3) Density $\rho = 2.59 g/L$. Molar mass $M = \rho \times 22.4 = 58.0$.

(4) Dilution of HNO₃.
 Concentrated HNO₃: 63% mass %, density 1.38 g/cm³.
 Molar mass of HNO₃ = 63 g/mol.
 Mass of HNO₃ in 250 mL of 2.0 mol/L solution = $2.0 \times 250 \times 63 = 31500$ mg = 31.5 g.
 Volume of concentrated HNO₃ needed = $\frac{31.5}{1.38 \times 0.63} \approx 36.2$ mL.

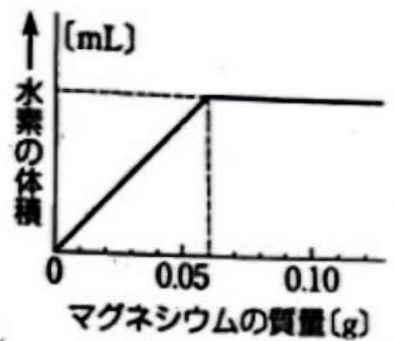
問3 ある質量のマグネシウムを測りとり、濃度未知の塩酸 10mL を加えて、発生する水素の体積を測定した。



マグネシウムの質量を変えて、同様の測定を繰り返し、図のグラフを得た。

次の各問いに答えよ。なお、数値は有効数字2桁で答えよ。

- (1) 塩酸とちょうど反応したマグネシウムの質量は何 g か。
(2) 塩酸の濃度は何 mol/L か。



Handwritten calculations for Question 3:

From the graph, at 0.05 g of Mg, 1.0 mL of H_2 is produced.

Calculation for (1):

$$\frac{24}{1} = \frac{2}{x} \Rightarrow x = \frac{2 \times 24}{1} = 48 \text{ g/mol}$$

Calculation for (2):

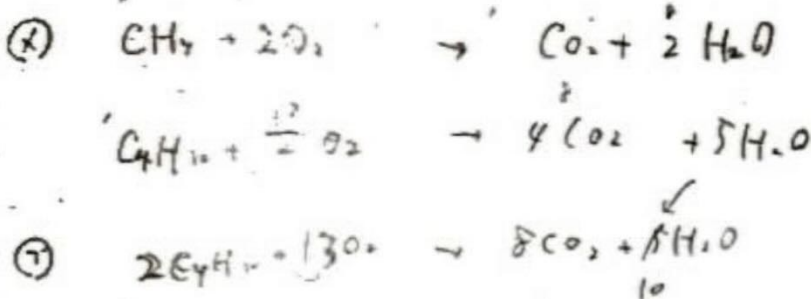
$$\frac{24}{1} = \frac{2}{x} \Rightarrow x = \frac{2 \times 24}{1} = 48 \text{ g/mol}$$

Concentration calculation:

$$\frac{0.05 \text{ g}}{24 \text{ g/mol}} = 0.0021 \text{ mol}$$

$$\frac{0.0021 \text{ mol}}{0.01 \text{ L}} = 0.21 \text{ mol/L}$$

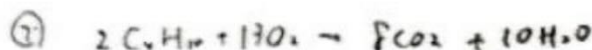
問4 メタン CH_4 とブタン C_4H_{10} からなる混合気体について、過剰量の酸素を加えて完全燃焼したところ、 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 89.6 L の酸素が消費され、61.2 g の水 H_2O (液) が生成した。完全燃焼前のメタンの物質量は何 mol になるか。有効数字2桁で答えよ。



Handwritten calculation for oxygen consumption:

$$1502 \times 0.059 = 89.6$$

< 解説 >



Handwritten calculation for water production:

$$18 \times 3.4 = 61.2$$

Handwritten equation for methane:

$$\text{CH}_4 = x \text{ mol}$$

Handwritten equation for butane:

$$\text{C}_4\text{H}_{10} = y \text{ mol}$$

Handwritten equations for oxygen and water:

$$2\text{O}_2 = 2x \text{ mol} \quad 2\text{H}_2\text{O} = 2x \text{ mol}$$

$$13\text{O}_2 = \frac{13}{2}y \text{ mol} \quad 10\text{H}_2\text{O} = 5y \text{ mol}$$

Handwritten equation for oxygen consumption:

$$2x + \frac{13}{2}y = \frac{89.6}{22.4}$$

Handwritten equation for water production:

$$2x + 5y = \frac{61.2}{18}$$

この2式を解く

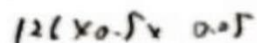
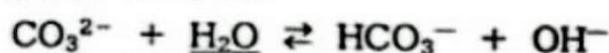
2式を1式から引く

Handwritten result for x:

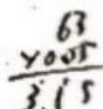
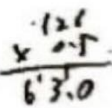
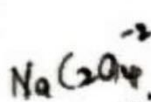
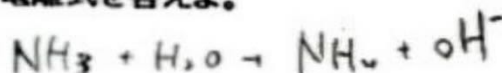
$$x = 2.1 \text{ mol}$$

第3問 次の各問いに答えよ。

問1 ブレンステッド・ローリーの定義によると、次の反応の下線を引いた物質は、酸・塩基のいずれとして
はたらいっているか。



問2 アンモニアの電離式を答えよ。



問3 次の問いに答えよ。ただし、 $\log_{10}2=0.3$ 、 $\log_{10}3=0.48$ とする。

(1) 25℃で、0.050mol/Lの酢酸水溶液中の水素イオンの濃度は 1.0×10^{-3} mol/Lである。この酢酸水
溶液の電離度を求め、有効数字2桁で求めよ。

(2) 25℃で、0.040mol/Lの酢酸水溶液(電離度 0.025)のpHを求め、小数第1位までの数値で答えよ。

(3) 25℃で、0.010mol/Lの水酸化カルシウム水溶液のpHを求め、小数第1位までの数値で答えよ。

(4) pHが5の塩酸を水で1000倍に薄めると、pHはどのようにになるか。

Handwritten calculations for Question 3:

- For (1): $\alpha = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{0.050} = 0.02$
- For (2): $[\text{H}^+] = 0.040 \times 0.025 = 0.001$, $\text{pH} = 3.0$
- For (3): $[\text{OH}^-] = 2 \times 0.010 = 0.020$, $\text{pOH} = 1.7$, $\text{pH} = 14 - 1.7 = 12.3$
- For (4): $10^{-5} \times 1000 = 10^{-2}$, $\text{pH} = 2.0$

問4 次の①～⑥の塩について、次の問いに答えよ。

① NaH_2PO_4 ② CH_3COONa ③ NaNO_3 ④ NaHSO_4 ⑤ NH_4Cl ⑥ NaHCO_3

(1) 酸性塩に分類されるものをすべて選び、番号で答えよ。

(2) 水溶液が示す性質が塩基性であるものをすべて選び、番号で答えよ。

2.

Handwritten calculations for Question 4:

- For (1): ①, ④
- For (2): ②, ⑤, ⑥

問5 [実験Ⅰ]と[実験Ⅱ]によって、食酢中の酢酸の濃度を求めた。次の各問いに答えよ。

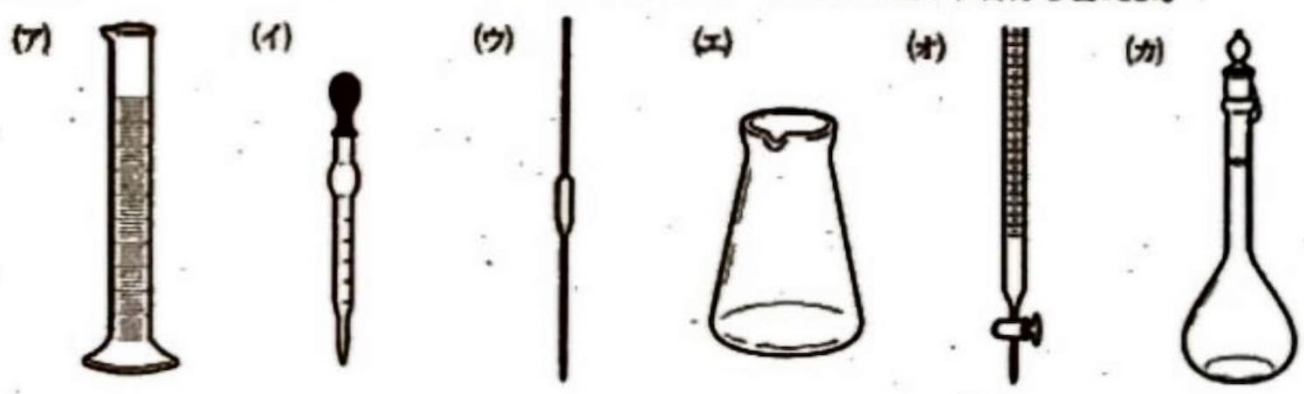
[実験Ⅰ]

- ① シュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶を水に溶かし、(a)を用いて正確に500mLにすることで、0.0500mol/Lの標準溶液を調製した。
- ② 水酸化ナトリウム約4gを水に溶かして1Lの水溶液をつくった。
- ③ ①のシュウ酸水溶液10mLを(b)で正確に計り取り(c)に入れ、②の水酸化ナトリウム水溶液を(d)を用いて滴下すると、中和点までに10.20mLを要した。

[実験Ⅱ]

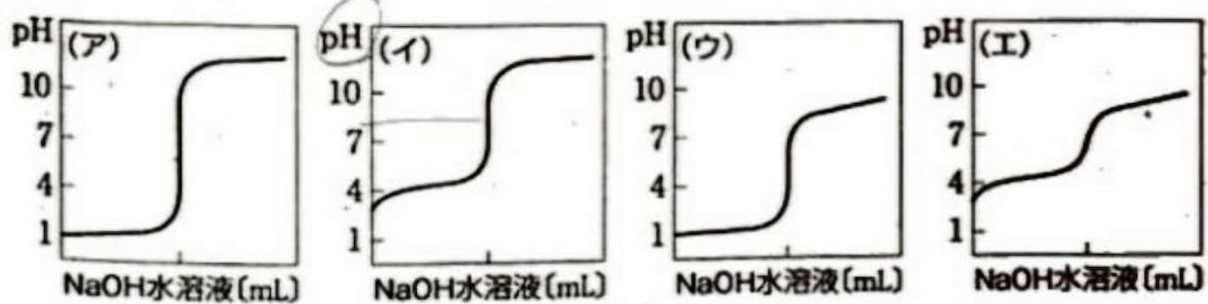
食酢を正確に10倍に薄めた水溶液をつくり、その10mLを[実験Ⅰ]で濃度を求めた水酸化ナトリウム水溶液で滴定すると、中和点までに7.50mLを要した。食酢の密度を1.0g/cm³とする。

(1) 文中の(a)～(d)に適する実験器具を下図の(ア)～(カ)から選び、名称も答えよ。



(2) 文中の(a)～(d)の実験器具のうち、共洗いが必要なものはどれか。すべて選び、(a)～(d)の記号で答えよ。

- (3) ①の調製に用いたシュウ酸二水和物の質量[g]を求め、有効数字3桁で答えよ。
- (4) シュウ酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和を化学反応式で表せ。
- (5) ②の水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度[mol/L]を求め、有効数字2桁で答えよ。
- (6) 酢酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和を化学反応式で表せ。
- (7) [実験Ⅱ]の中和滴定でのグラフとして適当なものを次の(ア)～(エ)から選び、記号で答えよ。



- (8) [実験Ⅱ]での指示薬には何を使用すればよいか。指示薬の色の変化もあわせて答えよ。
- (9) 薄める前の食酢中の酢酸のモル濃度[mol/L]と質量パーセント濃度[%]を求め、有効数字2桁で答えよ。

第1問

問1 (ア) 1	(イ) 3	(ウ) 3	問2 K, Cl
問3 1, 4	問4(1) 同位体	(2) 6 種類	問5 11460 年前
問6(1) f, l	(2) n	(3) i	(4) a
(5) g, m	(6) l	(7) j	(8) h
問7(1) NH ₄ Cl	(2) 分子結晶		
(3)① 共有結合, イオン結合, 配位結合			
② 共有結合, 水素結合, ファンデルワールス力			
問8(1) : $\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$		(36)点	
(2)(a) 6	(b) 2	(c) 4	(d) 1, 2, 5, 6

数えミス

第2問

問1(1)名称 面心立方格子		原子の数 4	配位数 12
(2) $\frac{\sqrt{3}}{4} \ell$ cm	(3) $\frac{2M}{N_A \ell^3}$ g/cm ³	(23)点	
問2(1) 4	(2) 48	(3) 58	(4) 36 mL
問3(1) 0.060 g	(2) 0.50 mol/L	問4 0.70 mol	

有効数字

第3問

手回

問1 酸	問2 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
問3(1) 2.0×10^{-2}	(2) 3.0
(4) 7に近づく	(3) 12.3
問4(1) 1, 4, 6	(2) 2, 6
問5(1)(a)記号 名称 カ (完答) メスフラスコ	(b)記号 名称 ウ (完答) ホールピペット
(c)記号 名称 エ (完答) コニカルビーカー	(d)記号 名称 オ (完答) ビュレット
(2) b, d	(3) 3.15 g
(4) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	
(5) 0.098 mol/L	
(6) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	
(7) イ	(8)指示薬 色の変化 フェノールフタレイン (完答) 無色から赤色
(9) 0.74 mol/L	4.4 %

(41) 点

1点	3点
----	----

その他 2点
有効数字ミス -1

授ま、ノートでよく...
 考査のやり直しノートを1冊準備(A4サイズ)し、
 間違った問題の解き直しをして
 答案返却の3日後 7/4(木)朝に提出。

2年()組()番 名前()