

必要があれば原子量は以下の値を用いること。

H = 1.0 N = 14 O = 16 Mg = 24 Al = 27
K = 39 Mn = 55 Ni = 59 Zn = 65 Ag = 108

第1問

以下の7種類の気体（ア）～（キ）について、それぞれの性質や特徴について考察した。このことについて以下の各問に答えよ。

（ア） NH_3	（イ） CO_2	（ウ） HCl	（エ） H_2S
（オ） CH_4	（カ） Cl_2	（キ） Ne	

問1 気体（ア）～（カ）の中で、分子を形成している状態の時に気体（キ）と同様の電子配置になる原子を含むものはいくつあるか。最も適するものを、次のうちから一つ選べ。 1

1 1つ 2 2つ 3 3つ 4 4つ 5 5つ 6 6つ

問2 気体（ア）～（キ）の中で、分子内に含まれる電子の数が最大となるものを、次のうちから一つ選べ。 2

1 ア 2 イ 3 ウ 4 エ 5 オ 6 カ 7 キ

問3 気体（ア）～（キ）の中で、分子全体として極性をもつものを選んだ。その組み合わせとして最も適するものを、次のうちから一つ選べ。 3

1 ア, イ, ウ	2 イ, ウ, エ	3 ウ, エ, オ	4 エ, オ, カ
5 オ, カ, キ	6 ウ, エ, カ	7 イ, エ, オ	8 ア, ウ, エ
9 ア, ウ, オ	0 イ, エ, カ		

問4 気体（ア）に水素イオン H^+ が配位結合するとアンモニウムイオン NH_4^+ が生成する。この配位結合について述べた以下の文章の中で正しいものを一つ選べ。 4

- 1 アンモニア NH_3 と水素イオン H^+ が静電気力で結合して配位結合が形成される。
- 2 アンモニア NH_3 の共有電子対に水素イオン H^+ が結合して形成される。
- 3 配位結合して NH_4^+ となる時、N 原子の電子配置はアルゴン Ar と同様になっている。
- 4 配位結合して NH_4^+ となる時、H 原子の電子配置はネオン Ne と同様になっている。
- 5 形成された N-H 配位結合は、他の N-H 共有結合と区別することはできない。
- 6 配位結合する際には水素イオン H^+ が電子対を提供するように結合する。

問5 炭素 C と同族（14 族）の元素にはケイ素 Si がある。炭素の酸化物である（イ）とケイ素の酸化物である SiO_2 について述べた文章の中で誤っているものを一つ選べ。 5

- 1 CO_2 は固体では分子結晶となり、一般にドライアイスと呼ばれる。
- 2 炭素原子とケイ素原子はともに価電子は 4 個である。
- 3 CO_2 分子中には二重結合が含まれている。
- 4 CO_2 と SiO_2 は同じ分子構造となっている。
- 5 CO_2 と SiO_2 を構成する原子どうしは共有結合によって結合している。
- 6 SiO_2 の結晶は非常に硬く融点の高い物質である。

問6 炭素には安定同位体として ^{12}C と ^{13}C が存在する。同様に酸素には ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O の 3 種類が存在する。これらの同位体によって（イ）が形成される時、分子内の各原子の質量数の総和が異なる（イ）分子は何種類存在するか。最も適するものを、次のうちから一つ選べ。 6

- 1 3 種類 2 4 種類 3 5 種類 4 6 種類 5 7 種類 6 8 種類

第2問

問1 次の問いに答えよ。

- (1) 3種類の金属 (Zn, Al, Mg) がある。これらの金属それぞれを 1.0 g とり、希塩酸を加えたところ気体の発生が確認された。十分な量の希塩酸を加えて金属がすべて溶解した時に発生した気体の標準状態での体積 (L) を大きい順に並べると以下のようになった。

金属 (ア) > 金属 (イ) > 金属 (ウ)

Al は金属 (ア) ~ (ウ) の中でどれか。最も適するものを、次のうちから一つ選べ。

7

1 金属 (ア) 2 金属 (イ) 3 金属 (ウ)

- (2) Cu は希塩酸には溶解しないが、希硝酸には一酸化窒素 NO を発生して溶解する。この反応は下記のように表される。下記の化学反応式中の $\boxed{\text{A}}$ ~ $\boxed{\text{C}}$ の係数の組み合わせとして最も適するものを、次のうちから一つ選べ。 8



	A	B	C
1	4	3	2
2	4	3	4
3	4	6	2
4	4	6	4
5	8	3	2
6	8	3	4
7	8	6	2
8	8	6	4

問2 タンパク質中に含まれている窒素原子の含有量を調べる方法としてケルダール法と呼ばれるものがある。この方法はタンパク質中の窒素成分を分解してアンモニアとし、その発生したアンモニアを定量することで窒素含有量を調べるものである。

まず、タンパク質を含む試料 10 g に濃硫酸を加えて加熱すると、分解と同時に酸化還元反応が起こり、タンパク質に含まれる窒素原子はアンモニア NH_3 に変化し、硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ の形になる。この反応液を水で希釈した後、過剰の水酸化ナトリウム NaOH を加えて加熱すると、アンモニアが生成する。この①生成したアンモニアを定量することで、最終的に②タンパク質含有量を測定することができる。これに関して以下の各問に答えよ。

- (1) 下線部①について、次のような操作で生成したアンモニアの定量を行った。生成したアンモニアを、0.10 mol/L の希硫酸 100 mL に全て吸収させた。その後、このアンモニアを吸収させた希硫酸を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、終点までに 30 mL を要した。生成したアンモニアの物質量 (mol) として最も適するものを、次のうちから一つ選べ。

9

1 1.5×10^{-2}

2 1.7×10^{-2}

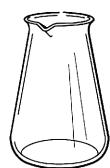
3 1.9×10^{-2}

4 2.1×10^{-2}

5 2.3×10^{-2}

6 2.5×10^{-2}

- (2) 下線部①の滴定操作において使用する以下のガラス器具の説明について誤っているものを一つ選べ。 10



器具 (a)



器具 (b)



器具 (c)

- 1 器具 (a) はコニカルビーカーと呼ばれ、この実験ではアンモニアを吸収させた希硫酸を入れる。
 - 2 器具 (b) はビュレットと呼ばれ、この実験では水酸化ナトリウム水溶液を入れて用いる。
 - 3 器具 (c) はホールピペットと呼ばれ、正確に体積をはかりとる際に用いられる。
 - 4 器具 (a) ～ (c) の中で水洗いした後、濡れたままでも使用できるものは器具 (a) のみである。
 - 5 器具 (c) は正確に体積をはかる必要があるため、内部が水で濡れているときは器具 (c) を乾燥機で乾燥させてから使用しなければならない。
- (3) 下線部②について、タンパク質中に含まれる窒素原子の質量含有率は平均 16 % である。これを利用して、試料中のタンパク質の質量 (g) として最も適するものを、次のうちから一つ選べ。ただし、タンパク質中の窒素原子は全てアンモニアに変化したものとし、この食品にはタンパク質以外に窒素原子を含む成分は無いものとする。 11

- | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|
| 1 | 1.0 | 2 | 1.2 | 3 | 1.5 | 4 | 1.8 | 5 | 2.0 | 6 | 2.2 |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|

問 3 二酸化炭素 10 g 中に含まれる炭素原子の質量(g)を計算するために, 以下のようにして求めた。

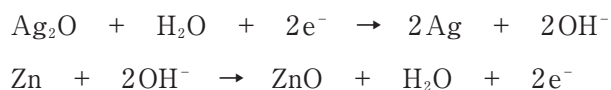
このように考えた根拠となる法則として最も適するものを, 次のうちから一つ選べ。 12

$$10 \times \frac{12}{44} \div 2.7 \text{ (g)}$$

- 1 倍数比例の法則
- 2 質量保存の法則
- 3 気体反応の法則
- 4 定比例の法則
- 5 アボガドロの分子説

第3問

問1 腕時計や電子機器などに使用される電池としてボタン型電池と呼ばれるものがある。これらは酸化銀電池と呼ばれるもので、電池の各電極では以下のような反応によって電池として機能している。



(1) 上記の反応式を参考にして、酸化銀電池について説明した以下の文章の正誤の組み合わせについて最も適するものを次のうちから一つ選べ。 13

- (A) 酸化銀電池の正極は酸化銀 Ag_2O である。
(B) 酸化銀電池の負極では酸化反応が起こっている。
(C) 酸化銀電池の電解液には酸性のものが用いられる。

	(A)	(B)	(C)
1	正	正	正
2	正	正	誤
3	正	誤	正
4	正	誤	誤
5	誤	正	正
6	誤	正	誤
7	誤	誤	正
8	誤	誤	誤

(2) 亜鉛 Zn が 1.0 g 反応する時、酸化銀 Ag_2O は何 g 反応するか。最も適するものを、次のうちから一つ選べ。 14

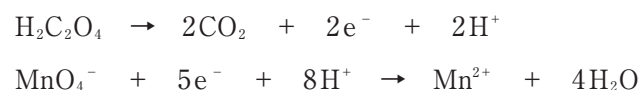
- 1 1.6 g 2 2.2 g 3 2.6 g 4 3.2 g 5 3.6 g 6 4.2 g

- (3) 酸化銀電池は充電することができない一次電池と呼ばれる。この酸化銀電池と同様に充電することのできない一次電池を、次のうちから一つ選べ。 15

- | | | |
|-------------|----------------|-------------|
| 1 マンガン乾電池 | 2 鉛蓄電池 | 3 リチウムイオン電池 |
| 4 ニッケル-水素電池 | 5 ニッケル-カドミウム電池 | |

問2 シュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 標準溶液はさまざまな溶液の濃度を測定する際に使用される。いま、古いシュウ酸標準溶液が薬品庫から見つかり、この標準溶液の濃度がわからなくなっていた。そこで、シュウ酸が還元剤としてはたらく性質を利用し、酸化剤である過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液を用いて濃度を調べる実験を行った。

まず、過マンガン酸カリウムを正確に ア g はかりとり、純水に溶かして全体積を 100 mL として、濃度 0.40 mol/L の溶液をつくった。シュウ酸標準液 10 mL に適量の希硫酸を加え、過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、8.5 mL 加えたところで終点となった。シュウ酸および過マンガン酸カリウムの反応は以下の通りである。



- (1) 文中の ア に最も適する数値を、次のうちから一つ選べ。 16

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 1.58 | 2 3.16 | 3 4.74 | 4 6.32 | 5 9.48 |
|--------|--------|--------|--------|--------|

- (2) この滴定操作の終点付近では溶液は何色になっているか。最も適するものを、次のうちから一つ選べ。 17

- | | | | | | |
|-------|------|-------|------|-------|------|
| 1 青紫色 | 2 無色 | 3 赤紫色 | 4 黄色 | 5 赤褐色 | 6 黒色 |
|-------|------|-------|------|-------|------|

- (3) シュウ酸標準溶液の濃度 (mol/L) として最も適する数値を、次のうちから一つ選べ。

18

- | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 0.70 | 2 0.75 | 3 0.80 | 4 0.85 | 5 0.90 | 6 0.95 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|