

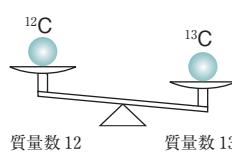
基本事項

- 1 相対質量 ある原子を基準として、他の原子の質量を比較して表した質量。

原子の種類	^1H	^{12}C	^{16}O	
原子1個の質量	$0.16735 \times 10^{-23} \text{ g}$	$1.9926 \times 10^{-23} \text{ g}$	$2.6560 \times 10^{-23} \text{ g}$	(実際の質量)
基準=1.0	1.0	11.9	15.9	(水素 $^1\text{H}=1.0$ を基準)
6.3		75.0	基準=100	(酸素 $^{16}\text{O}=100$ を基準)
1.0		12.0	基準=16	(酸素 $^{16}\text{O}=16$ を基準)
1.0		基準=12	16.0	(炭素 $^{12}\text{C}=12$ を基準)

歴史的変遷の結果、現在すべての質量の基準は、質量数12の炭素原子 ^{12}C であり、その質量を12と定めている。※基準原子や基準値が変われば、相対質量も変わる。

- 2 原子量 $^{12}\text{C}=12$ を基準とし、他の原子の質量を相対的に表した数値。同位体がある原子では平均相対質量で表す。



炭素原子の原子量は12.011である。自然界に存在する炭素原子には質量の異なる2種類の炭素原子(質量数12(98.93%)と13(1.07%))がある。

$$\text{Cの原子量} = ^{12}\text{Cの相対質量} \times \text{存在比} + ^{13}\text{Cの相対質量} \times \text{存在比}$$

$$= 12 \times \frac{98.93}{100} + 13 \times \frac{1.07}{100} \div 12.011 \text{ (平均相対質量)}$$

主な元素の原子量

元素	H	He	C	N	O	F	Na	Mg	Al	S	Cl	Ca	Fe
原子量	1.0	4.0	12	14	16	19	23	24	27	32	35.5	40	56

- 3 分子量 $^{12}\text{C}=12$ を基準とし、分子の質量を相対的に表した数値。分子量は分子を構成する全原子の原子量の総和として求める。例 $\text{H}_2\text{O}=\text{H} \times 2 + \text{O} \times 1 = 1.0 \times 2 + 16 \times 1 = 18$

- 4 式量 $^{12}\text{C}=12$ を基準とし、イオンや組成式で表される物質の質量を相対的に表した数値。式量はイオンの化学式や組成式で表される全原子の原子量の総和として求める。また、単原子イオンは原子量をそのまま用いる。例 $\text{H}^+=1.0$, $\text{CO}_3^{2-}=\text{C} \times 1 + \text{O} \times 3 = 12 \times 1 + 16 \times 3 = 60$, $\text{Al}^{3+}=27$

基本問題

- 75 原子量の定義 次の□に当てはまる語句や数値を答えよ。

原子は極めて小さく、その質量は扱いにくい量であるので、現在、質量数(ア)□の(イ)□原子の質量を(ウ)□とし、これを基準に他の原子の質量を(エ)□質量として表している。また、自然界の多くの元素には質量の異なる(オ)□があり、原子量はその存在比を考慮し、平均相対質量として表されている。

- 76 分子量・式量の計算 上の基本事項2の原子量表を用いて、次の(1)~(6)の分子量、式量を求めよ。

- (1) アンモニア NH_3 (分子量)
- (2) 二酸化窒素 NO_2 (分子量)
- (3) メタン CH_4 (分子量)
- (4) マグネシウムイオン Mg^{2+} (式量)
- (5) 水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (式量)
- (6) 硝酸イオン NO_3^- (式量)

- 77 原子の質量比較 上の基本事項2の原子量表を用いて、窒素原子1個と鉄(Ⅲ)イオン1個の質量の比を簡単な整数比(N: Fe^{3+})で答えよ。

- 75 (ア)

(イ)

(ウ)

(エ)

(オ)

- 76 (1)

(2)

(3)

(4)

(5)

(6)

- 77

練習問題

例題 5 同位体の存在比

自然界のホウ素には、 ^{10}B と ^{11}B がある。ホウ素の原子量を 10.8 として、 ^{11}B の存在比(%)を求めよ。

ポイント 【相対質量が与えられていないとき】

原子量の相対質量が与えられていないときは、各原子の相対質量は質量数に等しいと考えて解く。 ^{11}B の存在比を x (%)とするとき、 ^{10}B の存在比は、 $100-x$ (%)で表される。

解答 ^{11}B の存在比を x (%)として、ホウ素の原子量について式を立てると、

$$10 \times \frac{100-x}{100} + 11 \times \frac{x}{100} = 10.8 \text{ より,}$$

$$x = 80 \text{ よって, } 80\%$$

例題 6 平均分子量

80 %の窒素 N_2 と 20 %の酸素 O_2 を含む空気の平均分子量を求めよ。原子量は $\text{N}=14$, $\text{O}=16$ とする。

ポイント 【混合気体】

空気は混合気体である。混合気体の分子量を平均分子量といい、各気体の分子量に存在比を掛け合わせて求める。この空気では N_2 と O_2 を合わせて 100 %となっている。

$$\text{N}_2 : \text{O}_2 = 80 : 20 = 4 : 1$$

解答 各分子量は $\text{N}_2=14 \times 2=28$, $\text{O}_2=16 \times 2=32$ より、空気の平均分子量は、

$$28 \times \frac{80}{100} + 32 \times \frac{20}{100} = 28.8 \div 29$$

78 □ 原子量の定義 次の文中の□に当てはまる適当な語句や数値を答えよ。原子量は $\text{H}=1.0$, $\text{N}=14$, $\text{O}=16$ とする。

かつて原子量は水素や酸素を基準として考えられていた。例えば、酸素原子 ^{16}O を基準とし、この質量を 16 や 100 にしたこともあった。現在、炭素原子(ア)□を基準に、その質量を(イ)□とし、他の原子の質量を表している。

基準原子や基準値が変われば、他の原子の(ウ)□質量も変わる。そこで、現在の基準原子を変えず、その質量を 2 倍の(エ)□とすると、窒素原子 N の原子量は(オ)□、水分子 H_2O の分子量は(カ)□となる。

78

- (ア) _____
 (イ) _____
 (ウ) _____
 (エ) _____
 (オ) _____
 (カ) _____

79 □ 同位体の存在比 自然界にある塩素には、 ^{35}Cl と ^{37}Cl がある。塩素の原子量を 35.5 とすると、 ^{35}Cl の存在比は何%か。(ア)～(オ)から選び、記号で答えよ。

- (ア) 2.5 % (イ) 7.5 % (ウ) 25 % (エ) 50 % (オ) 75 %

79

- -----

80 □ 分子量・式量の計算 次の物質(1)～(8)の分子量、式量を計算し、同じ数値となるものが他に存在しないものを 1 つ選び、番号で答えよ。原子量は $\text{H}=1.0$, $\text{C}=12$, $\text{N}=14$, $\text{O}=16$, $\text{Cl}=35.5$, $\text{Ca}=40$, $\text{Fe}=56$ とする。

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| (1) 鉄 Fe(式量) | (2) 二酸化炭素 CO_2 (分子量) |
| (3) アンモニア NH_3 (分子量) | (4) 鉄(Ⅲ)イオン Fe^{3+} (式量) |
| (5) 塩素 Cl_2 (分子量) | (6) 酸化カルシウム CaO (式量) |
| (7) 水酸化物イオン OH^- (式量) | (8) プロパン C_3H_8 (分子量) |

80

- -----

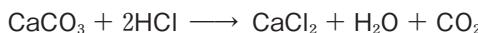
81 □ 平均分子量 キャンプに用いられるカセットボンベ中のガスには、ブタン C_4H_{10} 70 % とプロパン C_3H_8 30 % を混合したものがある。このガスの平均分子量を求めよ。原子量は $\text{H}=1.0$, $\text{C}=12$ とする。

81

- -----

思考力を鍛える2

- 4** **化学反応式の量的関係** 濃度未知の塩酸の濃度を求めるために、次の実験を行った。実験に関する次の文章を読み、問い合わせ(1)~(4)に答えよ。各分子量または式量は $\text{CaCO}_3=100$, $\text{HCl}=36.5$, $\text{CO}_2=44$ とする。固体の炭酸カルシウムと塩酸は、次の化学反応式で反応する。



濃度未知の塩酸 25 mL を入れたビーカーを 4 つ用意した。それぞれに固体の炭酸カルシウム 1.00 g, 2.00 g, 3.00 g, 4.00 g を加え、反応が終わった後、二酸化炭素の発生量を求めた。その結果、次の表を得た。

炭酸カルシウムの質量[g]	1.00	2.00	3.00	4.00
二酸化炭素の発生量[g]	0.44	0.88	1.10	1.10

- (1) 上の表の実験結果を、右のグラフにまとめよ。
 (2) (1)のグラフより、濃度未知の塩酸と過不足なく反応する炭酸カルシウムの質量として、最も近い値を次の(ア)~(エ)から 1 つ選べ。
 (ア) 1.10 g (イ) 2.00 g
 (ウ) 2.50 g (エ) 3.00 g
 (3) 濃度が未知の塩酸と炭酸カルシウムが過不足なく反応したとき、反応した塩酸の物質量を(2)の値を用いて求めよ。また、この塩酸のモル濃度も求めよ。いずれも有効数字 2 桁で求めること。

- 4**

(1)

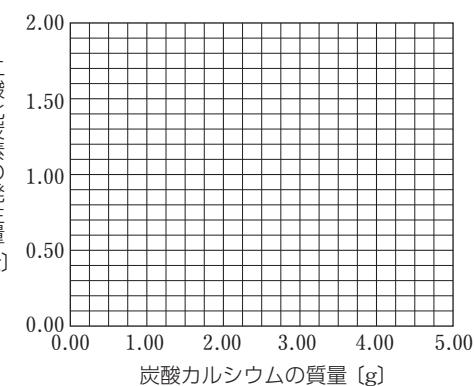
グラフへ記入

(2)

(3)

塩酸の物質量

塩酸のモル濃度



- 5** **溶液の性質** 図 1 のラベルが貼ってある 3 種類の飲料水 X~Z のいずれかが、コップ I~III にそれぞれ入っている。どのコップにどの飲料水が入っているかを見分けるために、BTB(ブロモチモールブルー)溶液と図 2 のような装置を用いて実験を行った。その結果を表 1 に示す。コップ I~III に入っている飲料水は X~Z のいずれか答えよ。ただし、飲料水 X~Z に含まれる陽イオンはラベルに示されている元素のイオンだけとみなすことができ、水素イオンや水酸化物イオンの量はこれらに比べて無視できるものとする。

- 5**

I

II

III

飲料水 X

名称: ボトルドウォーター
原材料名: 水(鉱水)
栄養成分(100 mL 当たり)
エネルギー 0 kcal
たんぱく質・脂質・炭水化物 0 g
ナトリウム 0.8 mg
カルシウム 1.3 mg
マグネシウム 0.64 mg
カリウム 0.16 mg
pH 値 8.8~9.4 硬度 59 mg/L

飲料水 Y

名称: ナチュラルミネラルウォーター
原材料名: 水(鉱水)
栄養成分(100 mL 当たり)
エネルギー 0 kcal
たんぱく質・脂質・炭水化物 0 g
ナトリウム 0.4~1.0 mg
カルシウム 0.6~1.5 mg
マグネシウム 0.1~0.3 mg
カリウム 0.1~0.5 mg
pH 値 約 7 硬度 約 30 mg/L

飲料水 Z

名称: ナチュラルミネラルウォーター
原材料名: 水(鉱水)
栄養成分(100 mL 当たり)
たんぱく質・脂質・炭水化物 0 g
ナトリウム 1.42 mg
カルシウム 54.9 mg
マグネシウム 11.9 mg
カリウム 0.41 mg
pH 値 7.2 硬度 約 1849 mg/L

図 1

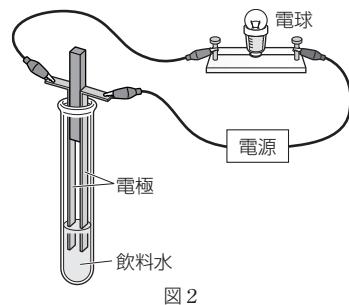


図2

表1 実験操作とその結果

BTB 溶液を加えて色を調べた結果		図2の装置を用いて電球がつかなかつた結果
コップ I	緑	ついた
コップ II	緑	つかなかつた
コップ III	青	つかなかつた

(試行調査 18・改)

6 □ 中和滴定 次の文章を読み、問い合わせ(1)～(6)に答えよ。

酢酸 CH_3COOH 水溶液Aの濃度を中和滴定によって決めるために、あらかじめ純水で洗浄した器具を用い、次の操作1～3の実験を行った。

操作1 ホールピペットでAを10.0 mL取り、これをメスフラスコに移し、純水を加え100 mLとした。これを水溶液Bとする。

操作2 別のホールピペットでBを10.0 mL取り、これをコニカルビーカーに移し、指示薬を加えた。これを水溶液Cとする。

操作3 0.110 mol/Lの水酸化ナトリウム NaOH 水溶液Dをビュレットに入れて、Cに滴下した。

(1) ①～④は、操作1～3における実験器具の使い方である。下線部分について、正しいものは○と答え、誤りを含むものは正しい文章に直せ。

① 操作1において、ホールピペットの内部に水滴が残っていたので、内部をAで洗ってから用いた。

② 操作1において、メスフラスコの内部に水滴が残っていたが、そのまま用いた。

③ 操作2において、コニカルビーカーの内部に水滴が残っていたので、内部をBで洗ってから用いた。

④ 操作3において、滴定前の目盛りを読んだ後、活栓(コック)を開いてビュレットの先端部分までDを満たした。

(2) 操作3で滴下したDは15.0 mLであった。酢酸水溶液Aは何mol/Lであったか。有効数字3桁で答えよ。

(3) この実験の操作3において、ビュレットの内部に水滴が残っていたがそのまま実験をしてしまった班があった。酢酸水溶液Aのモル濃度は正しく実験をして求めた濃度と比べてどうなるか次の中から選び、記号で答えよ。

(ア) 小さくなる (イ) 変わらない (ウ) 大きくなる

(4) (3)の理由を答えよ。

(5) 下線部について、この実験に適する指示薬を下の(ア)～(エ)から選び、記号で答えよ。()内は変色域である。

(ア) フェノールフタレン (pH 8.0～9.8)

(イ) メチルオレンジ (pH 3.1～4.4)

(ウ) ブロモチモールブルー (pH 6.0～7.6)

(エ) リトマス (pH 4.5～8.3)

(6) (5)の指示薬を選んだ理由を説明せよ。

6

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

(6)

(7)

(8)