

化 学

各問題を解くにあたって、必要があれば次の数値を使用せよ。

原子量 H 1.0 C 12 N 14 O 16

Na 23 Si 28

アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

標準状態 (0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) で 1 mol の気体が占める体積 22.4 L

ファラデー定数 $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

【問題 1】 次の問 1～3 に答えよ。(解答番号 ～)

問 1 物質 1 g 中に含まれる酸素の質量が最も大きいものはどれか。次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 水酸化ナトリウム
- ② 水
- ③ 一酸化二窒素
- ④ 二酸化炭素

問 2 次の記述①～④の中に誤りを含むものが一つある。最も適当なものを一つ選び、番号で答えよ。

- ① 天然には石灰石として存在するほか貝殻にも含まれ、石灰水に二酸化炭素を吹きこんだときに生じる白色沈殿の成分は、炭酸カルシウムである。
- ② 食塩の主成分であり水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウムを工業的に製造するときの原料は、塩化ナトリウムである。
- ③ 乾燥剤や凍結防止剤としてよく利用され、ガラスの原料である炭酸ナトリウムを工業的に製造するとき副産物として得られるのは、水酸化カルシウムである。
- ④ 重曹とも呼ばれ、加熱すると二酸化炭素が生じ、胃薬やベーキングパウダーなどに用いられるのは、炭酸水素ナトリウムである。

問3 次の記述①～⑤の中で正しいものはどれか。最も適当なものを一つ選び、番号で答えよ。

- ① 黒鉛はやわらかく電気を通すが、ダイヤモンドは硬く電気を通さない。そのため、黒鉛とダイヤモンドは同素体ではない。
- ② 水には、氷や水蒸気などの同素体が知られている。
- ③ 斜方硫黄は硫黄の同素体ではない。
- ④ 酸素とオゾン、黄リンと赤リンなどのように、同素体が存在する元素では、必ず二種類の同素体しか存在しない。
- ⑤ 一酸化炭素と二酸化炭素は同素体ではなく、水への溶けやすさに違いがある。

【問題2】 次の問1～4 に答えよ。(解答番号 ～)

問1 一定量の理想気体について、次の文章 (i)～(iii) を表すものは図1の (ア)～(カ) のどれか。最も適当な組合せを下の①～⑨のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- (i) 温度一定下での、圧力 x [Pa] と体積 y [L] の関係
- (ii) 圧力一定下での、温度 x [K] と体積 y [L] の関係
- (iii) 体積一定下での、温度 x [K] と圧力 y [Pa] の関係

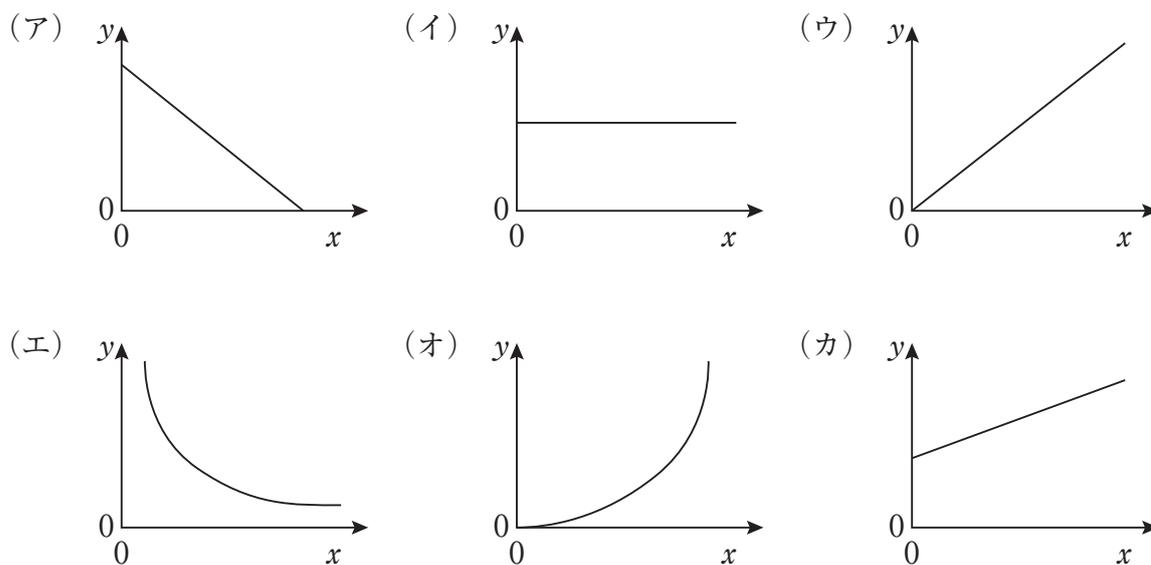


図1

	(i)	(ii)	(iii)
①	(ア)	(ウ)	(ア)
②	(ア)	(オ)	(イ)
③	(ア)	(カ)	(ウ)
④	(ウ)	(ウ)	(エ)
⑤	(ウ)	(オ)	(ア)
⑥	(ウ)	(カ)	(イ)
⑦	(エ)	(ウ)	(ウ)
⑧	(エ)	(オ)	(エ)
⑨	(エ)	(カ)	(ア)

問2 コロイドの性質に関する次の記述①～⑥の中に誤りを含むものが一つある。最も適当なものを一つ選び、番号で答えよ。

5

- ① チンダル現象は、コロイド粒子が光を散乱させることで、光の通路が輝いて見える現象である。
- ② ブラウン運動は、分散媒分子がコロイド粒子に衝突するために起こる、コロイド粒子の不規則な運動である。
- ③ 凝析は、疎水コロイドに少量の電解質を加えると沈殿する現象である。
- ④ 電気泳動は、コロイド粒子が自身の帯電している電荷とは反対の電極のほうに移動する現象である。
- ⑤ 透析は、半透膜を用いてコロイド溶液から小さな粒子やイオンを除く操作である。
- ⑥ 塩析は、親水コロイドに少量の電解質を加えると沈殿する現象である。

問3 身近に使われている鉄やアルミニウムに関する次の記述①～⑤の中に下線部に誤りを含むものが一つある。最も適当なものを一つ選び，番号で答えよ。

6

- ① 鉄は，湿った空気中では容易に錆びる。
- ② 銑鉄は，炭素含有量を減らすと，かたくてねばり強い鋼になる。
- ③ アルミニウムは，鉄よりも密度が大きい。
- ④ アルミニウムは，空気中では表面に緻密な酸化被膜を生じる。
- ⑤ アルミニウムを含む合金には，航空機材料として用いられるほど強くて軽いものがある。

問4 砂が混じっている塩化ナトリウム水溶液から、ろ過により砂を除く方法を示した図はどれか。次の図2の①～⑥から最も適当なものを一つ選び、番号で答えよ。ただし、図ではろうと台などを省略している。

7

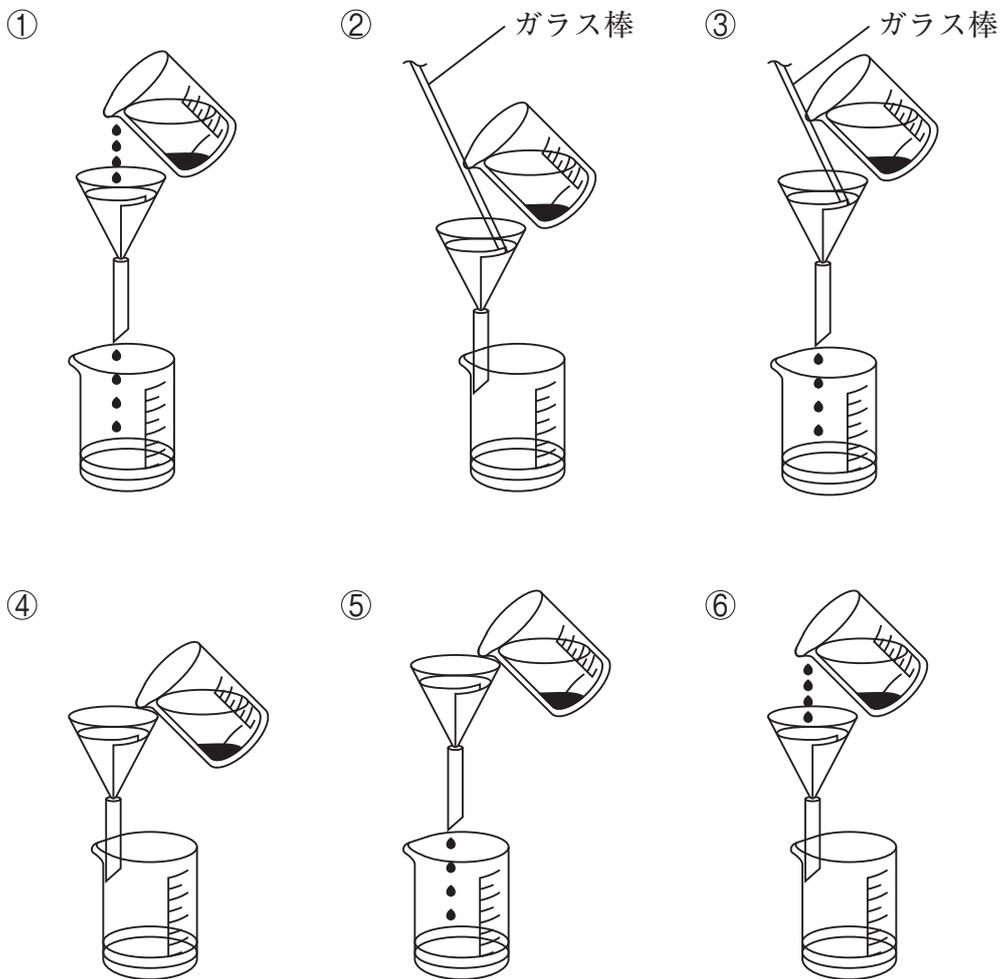


図2

【問題3】 下の問1, 2に答えよ。(解答番号 ,)

問1 次の記述(a~c)の中で、誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を下の①~④のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- a 反応エンタルピーは、反応のはじめと終わりの状態のみによって決まり、反応経路には無関係である。
- b 反応エンタルピーは生成物の生成エンタルピーの和から反応物の生成エンタルピーの和を引いた値として求めることができる。
- c メタン CH_4 の 0°C における燃焼エンタルピーが -893 kJ/mol であるとき、標準状態 (0°C , $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$) で 11.2 L のメタンが完全燃焼するときの発熱量は 447 kJ/mol である。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 0

問2 黒鉛Cの燃焼エンタルピーと酸化鉄(Ⅲ)Fe₂O₃の生成エンタルピーはそれぞれ -394 kJ/mol, -824 kJ/molである。次式に示す酸化鉄(Ⅲ)の黒鉛による還元反応エンタルピーは何 kJ/molか。最も適当な数値を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 kJ/mol



- ① 155 ② 233 ③ 343 ④ 430 ⑤ 699 ⑥ 842

【問題4】 下の問1～3に答えよ。(解答番号 ～)

問1 次の文章の空欄 (～) に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

窒素 N_2 、水素 H_2 、アンモニア NH_3 の混合気体が、密閉容器内で次の平衡状態にある。

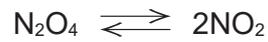


このとき、温度を と反応は逆反応の向きに進み、また圧力を と正反応の向きに進み、それぞれ新たな平衡状態になる。

このように可逆反応が平衡状態にあるとき、温度などの条件を変化させると正逆どちらかの反応が進み、新たな平衡状態になる現象を という。

	ア	イ	ウ
①	上げる	上げる	濃度変化
②	上げる	上げる	平衡移動
③	上げる	下げる	濃度変化
④	上げる	下げる	平衡移動
⑤	下げる	上げる	濃度変化
⑥	下げる	上げる	平衡移動
⑦	下げる	下げる	濃度変化
⑧	下げる	下げる	平衡移動

問2 密閉容器に四酸化二窒素 N_2O_4 を 4.0 mol 入れ、 56°C 、 $5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保つと、 N_2O_4 1.0 mol が二酸化窒素 NO_2 に変化して次の平衡状態になった。



この平衡状態で N_2O_4 の物質量は何 mol か。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 mol

- ① 0.50 ② 1.0 ③ 1.5 ④ 2.0
⑤ 2.5 ⑥ 3.0

問3 問2 に示す平衡状態において N_2O_4 の分圧は何 Pa か。最も適当な数値を次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 Pa

- ① 5.0×10^4 ② 1.0×10^5 ③ 1.5×10^5 ④ 2.0×10^5
⑤ 2.5×10^5 ⑥ 3.0×10^5

【問題5】 ケイ素について次の問1～3に答えよ。(解答番号 13 ～ 15)

問1 次の文章の空欄 (ア ～ ウ) に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 13

ケイ素は地殻中で ア の次に多く存在する元素である。単体は天然には存在せず単体は二酸化ケイ素を炭素で還元して得られる。単体は イ と同様の構造をもち、金属に似た光沢がある。ケイ酸を乾燥させたものが ウ であり私たちの日常生活で広く使われている。

	ア	イ	ウ
①	酸素	フラーレン	セラミックス
②	酸素	フラーレン	シリカゲル
③	酸素	ダイヤモンド	セラミックス
④	酸素	ダイヤモンド	シリカゲル
⑤	アルミニウム	フラーレン	セラミックス
⑥	アルミニウム	フラーレン	シリカゲル
⑦	アルミニウム	ダイヤモンド	セラミックス
⑧	アルミニウム	ダイヤモンド	シリカゲル

問2 二酸化ケイ素の性質として誤っているものの組合せを下の①～⑩のうちから一つ選び、番号で答えよ。 14

- a イオン結合を持つ。
- b 主に石英として岩石中に存在している。
- c 二酸化ケイ素を主成分とするけい砂は銅を製錬する際に使われることがある。
- d 酸性酸化物である。
- e 半導体として用いられる。

- ① a・b ② a・c ③ a・d ④ a・e ⑤ b・c
⑥ b・d ⑦ b・e ⑧ c・d ⑨ c・e ⑩ d・e

問3 適切な前処理をして乾燥したある鉱物試料 2.00 g からすべての二酸化ケイ素を除去し、残りの乾燥した試料を得た。前処理をした鉱物試料中のケイ素の含有率（質量パーセント）が 28 % だった場合、残りの乾燥した試料の質量は何 g となるか。最も適当な数を次の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。ただし、二酸化ケイ素以外の成分はフッ化水素酸と反応しないものとする。 g

- ① 0.20 ② 0.40 ③ 0.56 ④ 0.80 ⑤ 1.20

【問題6】 遷移元素やその化合物に関する次の問1～3に答えよ。(解答番号 16 ~ 18)

問1 次の文章の空欄 (ア ~ ウ) に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 16

金属元素の中でも周期表の3～12族の遷移元素は融点が高く、密度が大きいという特徴があり周期表の ア に並んだ元素どうしの性質が似ている。化合物は イ として用いられるものが多い。遷移元素の金属イオンは、分子やイオン(配位子)がもつ非共有電子対に ウ 結合し、錯イオンになるものがある。

	ア	イ	ウ
①	縦	還元剤	イオン
②	縦	還元剤	配位
③	縦	触媒	イオン
④	縦	触媒	配位
⑤	横	還元剤	イオン
⑥	横	還元剤	配位
⑦	横	触媒	イオン
⑧	横	触媒	配位

問2 身の回りの金属に関する次の記述 (a～e) の中で、下線部に誤りを含むものはいくつあるか。最も適当な数を下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。 17

- a 黄銅は銅とニッケルの合金で、五円玉などに使われている。
- b 青銅は銅とスズの合金で、美術工芸品などに用いられる。
- c 鉄に亜鉛をめっきしたものがブリキであり、装飾品やおもちゃなどに使われる。
- d はんだは亜鉛とスズの合金であり、金属の接合に用いられる。
- e チタンやタンゲステンなどはレアメタルと呼ばれ高機能な工業製品の原料となる。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 0

問3 鉄(Ⅱ)イオン、鉄(Ⅲ)イオンの各種試薬と反応して呈する色は多様である。FeSO₄ と FeCl₃ の水溶液のそれぞれの試験管に表のように試薬を加えた場合、a、b、c の状態を示す組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。

18

加えた試薬	FeSO ₄ 水溶液	FeCl ₃ 水溶液
K ₃ [Fe(CN) ₆]水溶液	a	b
K ₄ [Fe(CN) ₆]水溶液	c	a

	a	b	c
①	赤褐色沈殿	暗褐色溶液	青白色沈殿
②	赤褐色沈殿	暗褐色溶液	緑白色沈殿
③	赤褐色沈殿	血赤色溶液	青白色沈殿
④	赤褐色沈殿	血赤色溶液	緑白色沈殿
⑤	濃青色沈殿	暗褐色溶液	青白色沈殿
⑥	濃青色沈殿	暗褐色溶液	緑白色沈殿
⑦	濃青色沈殿	血赤色溶液	青白色沈殿
⑧	濃青色沈殿	血赤色溶液	緑白色沈殿

【問題7】 次の問1～3に答えよ（解答番号 ～ ）

問1 次の物質（a～f）の中で下の記述（ア），（イ）に該当するものはどれか。最も
適当な組合せを下の①～⑨のうちから一つ選び，番号で答えよ。

- a デンプン b ナイロン c セルロース
d ポリ塩化ビニル e 石英 f タンパク質

（ア） 有機高分子化合物の数

（イ） 天然高分子化合物の数

	（ア）	（イ）
①	4	2
②	4	3
③	4	4
④	5	2
⑤	5	3
⑥	5	4
⑦	6	2
⑧	6	3
⑨	6	4

問2 次の物質 (a ~ f) の中で下の記述 (ア), (イ) に該当するものはどれか。最も
 適当な組合せを下の①~⑨のうちから一つ選び, 番号で答えよ。 20

- a ラクトース b フルクトース c ガラクトース
 d マルトース e スクロース f セルロース

(ア) 分子式が $C_{12}H_{22}O_{11}$ である物質の数

(イ) 十分に加水分解したときに, グルコースだけが生じる物質の数

	(ア)	(イ)
①	1	1
②	1	2
③	1	3
④	2	1
⑤	2	2
⑥	2	3
⑦	3	1
⑧	3	2
⑨	3	3

問3 デンプン 486 g を加水分解してすべてグルコースにしたときに得られるグルコースの質
 量は何 g か。適当な数値を下の①~⑥のうちから一つ選び, 番号で答えよ。 21 g

- ① 120 ② 180 ③ 240 ④ 270
 ⑤ 360 ⑥ 540

【問題 8】 次の問 1～3 に答えよ ((解答番号 22 ~ 24)

問 1 次の文章の空欄 (ア ~ ウ) に当てはまる用語の組合せとして最も適当なものを下の①～⑧のうちから一つ選び、番号で答えよ。 22

一般に、炭素 C、水素 H、酸素 O からなる有機化合物の元素分析は、燃焼法では次の手順でおこなう。

精製された試料の質量を精密にはかり、図 3 のような装置を用い、乾燥 ア 中で燃焼させ、生じた水 H_2O を イ に、二酸化炭素 CO_2 を ウ に吸収させる。イ の管と ウ の管の質量増加分から、 H_2O と CO_2 の質量を求める。

	ア	イ	ウ
①	酸素	塩化カルシウム	水酸化ナトリウム
②	酸素	塩化カルシウム	ソーダ石灰
③	酸素	塩化ナトリウム	水酸化ナトリウム
④	酸素	塩化ナトリウム	ソーダ石灰
⑤	窒素	塩化カルシウム	水酸化ナトリウム
⑥	窒素	塩化カルシウム	ソーダ石灰
⑦	窒素	塩化ナトリウム	水酸化ナトリウム
⑧	窒素	塩化ナトリウム	ソーダ石灰

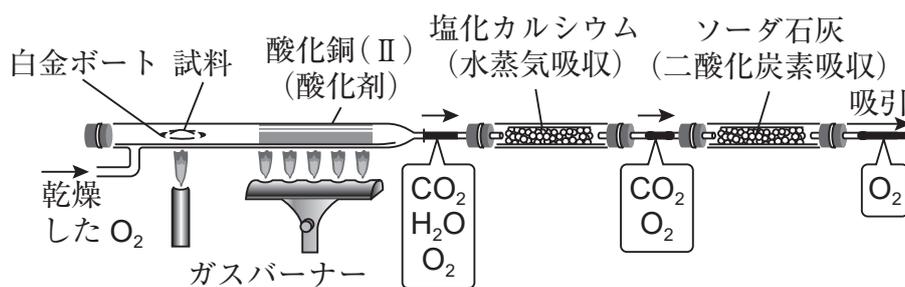


図 3

問2 炭素 C, 水素 H, 酸素 O からなる化合物 23 mg を完全燃焼させると, 二酸化炭素 CO_2 44 mg と水 H_2O 27 mg が得られた。この物質の組成式として最も適当なものを下の①~⑥のうちから一つ選び, 番号で答えよ。 23

- ① CH_2O ② CH_4O ③ $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ④ $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$
⑤ $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ ⑥ $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

問3 問題削除