

(2016年度)

## 2 化学問題 (60分)

(この問題冊子は15ページ, 4問である。)

### 受験についての注意

1. 試験監督者の指示があるまで, 問題冊子を開いてはならない。
2. 試験開始前に, 試験監督者から指示があったら, 解答用紙の右上の番号が自分の受験番号と一致することを確認し, 所定の欄に氏名を記入すること。次に, 解答用紙の右側のミシン目にそって, きれいに折り曲げてから, 受験番号と氏名が書かれた切片を切り離し, 机上に置くこと。
3. 試験監督者から試験開始の指示があったら, この問題冊子が, 上に記したページ数どおりそろっていることを確かめること。
4. 筆記具は, HかFかHBの黒鉛筆またはシャープペンシルに限る。万年筆・ボールペンなどを使用してはならない。時計に組み込まれたアラーム機能, 計算機能, 辞書機能やスマートウォッチなどのウェアラブル端末を使用してはならない。
5. 解答は, 解答用紙の各問の選択肢の中から正解と思うものを選んで, そのマーク欄をぬりつぶすこと。
6. マークをするとき, マーク欄からはみ出したり, 白い部分を残したり, 文字や番号, ○や×をつけたりしてはならない。また, マーク箇所以外の部分には何も書いてはならない。
7. 訂正する場合は, 消しゴムでていねいに消すこと。消しきずはきれいに取り除くこと。
8. 解答用紙を折り曲げたり, 破ったりしてはならない。
9. 試験監督者の許可なく試験時間中に退場してはならない。
10. 解答用紙を持ち帰ってはならない。
11. 問題冊子, 計算用紙は必ず持ち帰ること。



## 解 答 上 の 注 意

- (1) 数値による解答は、各問に指示されたように記述せよ。

答えが0(ゼロ)の場合、特に問中に指示がないときはa欄をマークせよ。

有効数字2桁で解答する場合、位取りは、次のように小数点の位置を決め、記入例のようにマークせよ。

$$0.30 \rightarrow 3.0 \times 10^{-1}$$

$$1.24 \rightarrow 1.2 \times 10^0$$

$$17.5 \rightarrow 1.8 \times 10^{+1}$$

記入例： $3.0 \times 10^{-1}$

a	1 の 桁	0.1 の 桁	指 数
●	●1●2●3●4●5●6●7●8●9	●1●2●3●4●5●6●7●8●9	●+●0●-●1●2●3●4●5●6●7●8●9

指数が0(ゼロ)の場合は正負の符号はマークせず、0(ゼロ)のみマークせよ。

指 数
●+●0●-●1●2●3●4●5●6●7●8●9

- (2) 計算をおこなう場合、必要ならば次の値を用いよ。

原子量 H:1.00 C:12.0 N:14.0 O:16.0 Na:23.0

S:32.0 Cd:112

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

1 atm =  $1.0 \times 10^5$  Pa

0 K(絶対零度) =  $-273^\circ\text{C}$

- (3) 標準状態( $0^\circ\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5$  Pa)での気体 1 mol の体積は、22.4 L とする。
- (4) pH は水素イオン指数である。
- (5) 単位として使われている L はリットルを、mL はミリリットルを表す。

1 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

原子の中心には正の電荷をもつ原子核が存在する。原子核は陽子と中性子から構成されていて、原子核の周りには電子がとりまいている。原子核中の陽子と中性子の数の和を、その原子の質量数という。天然に存在する原子の中には、質量数の異なった原子が存在し、これを同位体という。例えば、自然界の塩素には、相対質量 35.0 の  $^{35}\text{Cl}$  と 37.0 の  $^{37}\text{Cl}$  の同位体が、それぞれ 75.8 % と 24.2 % の割合で存在している。また、原子 1 個の質量はとても小さいため、原子の質量を比較する場合は原子の相対質量を用いる。

原子は電子を放出したり受け取ったりすることで、イオンに変化する。アルカリ金属原子は電子を 1 個放出しやすく、ハロゲン原子は電子を 1 個受け取りやすい。すなわち、 原子と同じ電子配置のイオンは安定である。原子の最外電子殻から 1 個の電子を取り去って、1 価の陽イオンにするためのエネルギーを  といい、原子の最外電子殻に 1 個の電子を受け取って、1 価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーを  という。

陽イオンと陰イオンの間で、 により互いに引きあってできる結合を  という。また、原子の間で、それぞれの原子に所属する価電子を出しあってできる結合を  という。異種の原子間に形成される  においては、 がいずれか一方の原子にかたよる場合がある。このとき、 を引きつけようとする強さの程度を表したものを電気陰性度という。例えば、塩化水素  $\text{HCl}$  分子では電気陰性度の大きな塩素原子が  を引き寄せる。このような分子を  分子という。

問1 A ~ H にあてはまる語句を次の a) ~ o) からそれぞれ 1つ選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- |             |              |          |
|-------------|--------------|----------|
| a) アルカリ土類金属 | b) イオン化エネルギー | c) イオン結合 |
| d) 希ガス      | e) 極性        | f) 共有結合  |
| g) 共有電子対    | h) 金属結合      | i) クーロン力 |
| j) 結合エネルギー  | k) 電子親和力     | l) 配位結合  |
| m) 非共有電子対   | n) 不対電子      | o) 無極性   |

問2 次のイオン 1) ~ 3) のL殻に入る電子はいくつか。あてはまる数字を 0 ~ 18 の中からそれぞれ 1つ選べ。

- 1)  $\text{Li}^+$
- 2)  $\text{F}^-$
- 3)  $\text{K}^+$

問3 次の a) ~ d) の原子の並びのうち、各原子の B の値が大きい順であるものをすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- |                                       |  |                                       |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| a) $\text{H} > \text{He} > \text{Li}$ | b) $\text{Ne} > \text{Na} > \text{Mg}$ | c) $\text{Ar} > \text{Cl} > \text{K}$ |
| d) $\text{N} > \text{C} > \text{F}$   |  |                                       |

問4 下線部(i)の塩素と同様に、ホウ素にも同位体  $^{10}\text{B}$  と  $^{11}\text{B}$  が存在する。その存在比率をそれぞれ 20.0 % と 80.0 % としたとき、ホウ素の平均原子量はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。ただし、 $^{10}\text{B}$  と  $^{11}\text{B}$  の相対質量はそれぞれ 10.0 と 11.0 とする。

問5 下線部(ii)の例として、酸素原子  $^{16}\text{O}$  1 個の質量は約何 g か。最も近い値を次の a) ~ d) から 1つ選べ。

- |                           |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| a) $2.67 \times 10^{-22}$ | b) $3.75 \times 10^{-23}$ | c) $2.67 \times 10^{-23}$ |
| d) $3.75 \times 10^{-24}$ |                           |                           |

問6 下線部(iii)に関して、質量に関する次の文 a) ~ e) のうち、正しいものを1つ選べ。該当する選択肢がない場合は、z欄をマークせよ。

- a) 炭素原子  $^{12}\text{C}$  1個の質量を12とし、これを基準に各原子の相対質量を求める。
- b) 炭素原子  $^{12}\text{C}$  1個の質量を1とし、これを基準に各原子の相対質量を求める。
- c) 水素原子  $^1\text{H}$  1個の質量を1とし、これを基準に各原子の相対質量を求める。
- d) 酸素原子  $^{16}\text{O}$  1個の質量を16とし、これを基準に各原子の相対質量を求める。
- e) 酸素原子  $^{16}\text{O}$  1個の質量を1とし、これを基準に各原子の相対質量を求める。



2

次の問7～問11に答えよ。

問7 質量パーセント濃度とモル濃度に関する次の文a)～e)のうち、正しいものを1つ選べ。該当する選択肢がない場合は、z欄をマークせよ。

- a) 質量パーセント濃度は溶液1Lに含まれる溶質の量の割合を百分率で表した濃度であり、モル濃度は溶液に含まれる溶質の質量を表した濃度である。
- b) 質量パーセント濃度は溶媒1Lに含まれる溶質の質量の割合を百分率で表した濃度であり、モル濃度は溶媒1Lに含まれる溶質の量を物質量で表した濃度である。
- c) 質量パーセント濃度は溶液に含まれる溶質の物質量の割合を百分率で表した濃度であり、モル濃度は溶液1Lに含まれる溶質の質量を表した濃度である。
- d) 質量パーセント濃度は溶液に含まれる溶質の質量の割合を百分率で表した濃度であり、モル濃度は溶液1Lに含まれる溶質の量を物質量で表した濃度である。
- e) 質量パーセント濃度は溶液1Lに含まれる溶質の質量を百分率で表した濃度であり、モル濃度は溶液に含まれる溶質の質量を表した濃度である。



問8 有機化合物に関する次の文 a) ~ e) のうち、誤りを含むものをすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) メタン  $\text{CH}_4$  は、常温・常圧で無色の気体であり、地中から天然ガスとして採掘され、都市ガスの主成分として利用される。
- b) エチレン  $\text{C}_2\text{H}_4$  は、常温・常圧で無色の液体であり、分子内に二重結合をもつ。石油化学製品の合成原料として利用される。
- c) エタノール  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  は、常温・常圧で無色の液体であり、水によく溶け、酒類に含まれるほか、消毒剤として利用される。
- d) ベンゼン  $\text{C}_6\text{H}_6$  は、常温・常圧で無色の液体であり、特有の臭いをもつ。各種化学製品の合成原料として利用される。
- e) 酢酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$  は、常温・常圧で刺激臭をもつ無色の液体であり、水によく溶け、その水溶液は酸性を示す。食酢中に含まれる。

問9 無機化合物に関する次の文 a) ~ e) のうち、誤りを含むものをすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) 水素  $\text{H}_2$  は、常温・常圧で無色・無臭の気体であり、気体の中でもっとも軽い。水素と酸素の混合気体に点火すると燃焼して水を生成する。
- b) 酸素  $\text{O}_2$  は、常温・常圧で無色の気体であり、空気中に体積で約 2 割含まれる。多くの元素と反応して酸化物をつくる。
- c) 窒素  $\text{N}_2$  は、常温・常圧で無色の気体であり、空気中に体積で約 8 割含まれる。アンモニアの製造原料として用いられる。
- d) 塩化水素  $\text{HCl}$  は、常温・常圧で刺激臭のある無色の液体である。水によく溶け、その水溶液は酸性を示す。
- e) 二酸化炭素  $\text{CO}_2$  は、常温・常圧で無色・無臭の気体である。水に溶け、その水溶液は弱い酸性を示す。

問10 高分子化合物に関する次の文 a) ~ e) のうち、誤りを含むものをすべて 選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) ポリエチレンは、単量体のエチレンを付加重合して合成される。
- b) ポリエチレンテレフタレートは、エチレングリコールとテレフタル酸の縮合重合により合成される。
- c) ポリエチレンは、その分子中に二重結合を多くもつ高分子化合物である。
- d) ポリエチレンは、炭素と水素から構成されており、バケツや包装用フィルムなどに用いられる。
- e) ポリエチレンテレフタレートは、ペットボトルの材料として用いられる。

問11 気体に関する次の文 a) ~ e) のうち、正しいものをすべて 選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) 同圧力・同体積の気体中には、気体の種類と温度に依存せず同じ数の分子が存在する。
- b) 酸素  $O_2$  と窒素  $N_2$  の混合気体中には、同温・同圧・同体積の窒素  $N_2$  と同じ数の分子が存在する。
- c) 同温・同圧・同体積の水素  $H_2$  とアルゴン Ar を比べると、同じ数の原子が存在するので分子数は水素  $H_2$  の方が少ない。
- d) 同温・同圧・同体積の気体は、気体の種類に依存せず同じ密度をもつ。
- e) 同体積の標準状態 ( $0^\circ C$ ,  $1.0 \times 10^5 Pa$ ) の気体中には、気体の種類に依存せず同じ数の分子が存在する。



3

次の問 12～問 16 に答えよ。ただし、解答はすべて有効数字 2 桁で答えよ。

問12 プロパン  $C_3H_8$  0.300 mol と酸素 2.00 mol の混合ガスを用意し、これを完全燃焼させたところ、水と二酸化炭素が生じた。燃焼後の気体の体積は合計で何 L か。ただし、燃焼で生じた水は全て液体とし、この水に気体は溶けないものとする。また、気体はすべて標準状態 ( $0^\circ C$ ,  $1.0 \times 10^5 Pa$ ) にあると考える。

問13 密度  $1.10 g/cm^3$  の清涼飲料水 500 mL には、17.1 g のショ糖  $C_{12}H_{22}O_{11}$  が溶けていた。この水溶液の質量パーセント濃度は何 % か。ただし、水溶液の温度は常に  $25^\circ C$  一定であったとする。

問14 ある量の気体のアンモニアを  $0.100 mol/L$  希硫酸 200 mL に通じたあと、この希硫酸を  $0.400 mol/L$  水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、25.0 mL を要した。元のアンモニアの体積は標準状態 ( $0^\circ C$ ,  $1.0 \times 10^5 Pa$ ) で何 L か。ただし、アンモニアはすべて硫酸と反応したとする。

問15 酢酸 6.00 g を水に溶解して 2.00 L の水溶液とした。この水溶液の pH を測定したところ pH 3.00 であった。このとき、酢酸の電離度はいくらか。ただし、水溶液の温度は常に  $25^\circ C$  一定であったとする。

問16 pH 2.00 の塩酸 20.0 mL と pH 3.00 の塩酸 100 mL を混合し、さらに水を加えて 300 mL の水溶液にした。この水溶液の pH はいくらか。

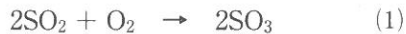


4 次の文章を読み、問17～問20に答えよ。

硫黄は、その化合物の種類によっていろいろな酸化数をもつことが知られている。例えば硫黄の酸化数は、硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  では  であり、二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  では +4、単体硫黄  $\text{S}$  では 、硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  では  である。

このうち硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  は無色で腐卵臭のある毒性の気体で、火山から噴出するガスや温泉などに含まれており、代表的な  として働く。 は他の物質と酸化還元反応をおこなった際に電子を 、自身は  される。

酸化還元反応には、酸素原子の授受をともなう場合と水素原子の授受をともなう場合がある。酸素原子の授受をともなう例としては、二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  が酸素  $\text{O}_2$  と結びついて三酸化硫黄  $\text{SO}_3$  になる反応がある(反応式(1))。



一方、水素原子の授受をともなう例としては、硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  を塩素  $\text{Cl}_2$  と混ぜ合わせると塩化水素  $\text{HCl}$  と硫黄  $\text{S}$  になる反応がある(反応式(2))。



問17  ～  にあてはまる数字の組み合わせとして正しいものを次の a) ～ f) から1つ選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- |    |                                     |                                     |                                     |
|----|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| a) | <input type="text" value="A"/> : +4 | <input type="text" value="B"/> : +1 | <input type="text" value="C"/> : +2 |
| b) | <input type="text" value="A"/> : +4 | <input type="text" value="B"/> : 0  | <input type="text" value="C"/> : +2 |
| c) | <input type="text" value="A"/> : +6 | <input type="text" value="B"/> : +1 | <input type="text" value="C"/> : -2 |
| d) | <input type="text" value="A"/> : +6 | <input type="text" value="B"/> : 0  | <input type="text" value="C"/> : -2 |
| e) | <input type="text" value="A"/> : +4 | <input type="text" value="B"/> : +1 | <input type="text" value="C"/> : -2 |
| f) | <input type="text" value="A"/> : +6 | <input type="text" value="B"/> : 0  | <input type="text" value="C"/> : +2 |

問18  D  ~  F にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものを次の a) ~ f) から 1 つ選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- |    |                            |       |                            |        |                            |      |
|----|----------------------------|-------|----------------------------|--------|----------------------------|------|
| a) | <input type="checkbox"/> D | : 酸化剤 | <input type="checkbox"/> E | : 放出し  | <input type="checkbox"/> F | : 還元 |
| b) | <input type="checkbox"/> D | : 還元剤 | <input type="checkbox"/> E | : 放出し  | <input type="checkbox"/> F | : 酸化 |
| c) | <input type="checkbox"/> D | : 酸化剤 | <input type="checkbox"/> E | : 放出し  | <input type="checkbox"/> F | : 酸化 |
| d) | <input type="checkbox"/> D | : 還元剤 | <input type="checkbox"/> E | : 受け取り | <input type="checkbox"/> F | : 酸化 |
| e) | <input type="checkbox"/> D | : 酸化剤 | <input type="checkbox"/> E | : 受け取り | <input type="checkbox"/> F | : 還元 |
| f) | <input type="checkbox"/> D | : 還元剤 | <input type="checkbox"/> E | : 受け取り | <input type="checkbox"/> F | : 還元 |

問19 反応式(1)と(2)に関する正しい説明を次の a) ~ d) からすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、z 欄をマークせよ。

- a) 二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  の酸素原子は、酸素  $\text{O}_2$  により酸化された。
- b) 酸素  $\text{O}_2$  の酸素原子は、二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  により還元された。
- c) 硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  の水素原子は還元され、塩素  $\text{Cl}_2$  の塩素原子は酸化された。
- d) 塩素  $\text{Cl}_2$  は酸化剤として働き、塩素原子の酸化数は反応により減少した。

問20 硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  ガスを金属元素イオンの水溶液に通じると沈殿を生じることがあり、これは遷移元素イオンの検出反応に利用されている。いま、カドミウム(II)イオン  $\text{Cd}^{2+}$  の濃度が  $0.200 \text{ mol/L}$  である水溶液  $2.24 \text{ L}$  に硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  ガスを通じたところ、次の反応式(3)により  $7.20 \text{ g}$  の硫化カドミウム  $\text{CdS}$  が黄色沈殿として生じた。



このとき通じた硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  ガスの体積は標準状態 ( $0^\circ\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) で何 L か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、通じた硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  ガスはすべて反応式(3)の反応に用いられたものとする。

