

## 化 学

化学

(解答番号  ~ )

メルリックス学院

持出厳禁

- I 二酸化炭素  $\text{CO}_2$  に関する次の文章を読み、空欄  ~  にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。原子量は  $\text{C}=12.0$ ,  $\text{O}=16.0$ ,  $\text{Ca}=40.0$  とする。また、気体分子の  $1\text{ mol}$  の体積は標準状態で  $22.4\text{ L}$  とする。

- [1] 二酸化炭素  $\text{CO}_2$  分子は、1個の炭素原子  $\text{C}$  が2個の酸素原子  $\text{O}$  と共有結合してできている。二酸化炭素では、 $\text{C}$  原子の価電子  個のうち  個は、 $\text{O}$  原子の価電子と共有電子対をつくっている。また、二酸化炭素分子の中に含まれる、非共有電子対の数は  対である。2対の共有電子対による共有結合を二重結合といい、二酸化炭素の中に含まれる二重結合の数は  個ある。また、二酸化炭素分子の電子式を正しく表しているものは  である。

二酸化炭素分子は3個の原子が  に結合していて、ひとつの共有結合には極性が  。二酸化炭素分子のような三原子分子では、分子の極性は分子の形と共有結合の極性に支配される。したがって、二酸化炭素の場合、分子全体として  分子になっている。

~  に対する解答群

- ① 1            ② 2            ③ 3            ④ 4            ⑤ 5  
⑥ 6            ⑦ 7            ⑧ 8            ⑨ 9            ⑩ 0

に対する解答群

- ①  $:\text{O}:\text{C}:\text{O}:$             ②  $:\ddot{\text{O}}:\text{C}:\ddot{\text{O}}:$             ③  $:\ddot{\text{O}}:\text{C}:\ddot{\text{O}}:$             ④  $:\text{O}::\ddot{\text{C}}::\text{O}:$   
⑤  $:\ddot{\text{O}}::\ddot{\text{C}}::\ddot{\text{O}}:$             ⑥  $:\ddot{\text{O}}:\text{C}::\ddot{\text{O}}:$             ⑦  $:\ddot{\text{O}}::\ddot{\text{C}}::\ddot{\text{O}}:$             ⑧  $:\text{O}::\text{C}::\text{O}:$   
⑨  $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$             ⑩  $:\text{O}::\ddot{\text{C}}::\text{O}:$             a  $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$             b  $:\text{O}::\ddot{\text{C}}::\text{O}:$   
c  $:\ddot{\text{O}}::\ddot{\text{C}}::\ddot{\text{O}}:$             d  $:\ddot{\text{O}}::\ddot{\text{C}}::\ddot{\text{O}}:$             e  $:\ddot{\text{O}}::\ddot{\text{C}}::\ddot{\text{O}}:$

6 に対する解答群

- ① 直線状            ② 折れ線状

7 に対する解答群

- ① な い            ② あ る

8 に対する解答群

- ① 極 性            ② 無極性

[2] 二酸化炭素  $\text{CO}_2$  を発生させる物質の組み合わせで最も適切なものは 9 である。二酸化炭素は炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  を強熱しても生成する。標準状態で 5.60 L の二酸化炭素を得るために最低限必要な炭酸カルシウムは 10 g である。

9 に対する解答群

- ①  $\text{NaOH aq}$  と  $\text{NaHCO}_3$             ②  $\text{HCl aq}$  と  $\text{NaHCO}_3$   
③  $\text{NaCl aq}$  と  $\text{NaHCO}_3$             ④  $\text{NH}_3 \text{aq}$  と  $\text{NaHCO}_3$   
⑤  $\text{CaCl}_2 \text{aq}$  と  $\text{Na}_2\text{CO}_3$             ⑥  $\text{NaCl aq}$  と  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

10 に対する解答群

- ①  $5.60 \times 10^{-2}$     ②  $1.40 \times 10$     ③  $1.79 \times 10$     ④  $2.50 \times 10$   
⑤  $5.60 \times 10$     ⑥  $1.00 \times 10^2$     ⑦  $2.24 \times 10^2$     ⑧  $3.14 \times 10^2$   
⑨  $4.00 \times 10^2$     ⑩  $5.60 \times 10^2$

[3] 太陽光エネルギーと光触媒を使って、二酸化炭素  $\text{CO}_2$  と水  $\text{H}_2\text{O}$  を反応させる研究が行われており、以下の反応が目的の反応の一つとなっている。



$\text{O}_2$  分子中の O 原子の酸化数は  である。共有結合している 2 原子では、陰性の強い元素の酸化数に - 符号を、陽性の強い元素の酸化数に + 符号をつけるので、二酸化炭素分子中の O 原子の酸化数は  ，水分子中の O 原子の酸化数は  となる。同様に、二酸化炭素分子中の C 原子の酸化数は  ，メタン  $\text{CH}_4$  分子中の C 原子の酸化数は  となる。したがって、この反応において、還元された原子は  ，酸化された原子は  となる。表にある、 $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$ 、 $\text{CO}_2(\text{気})$ 、 $\text{CH}_4(\text{気})$  の生成熱を用いると、 $25^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  における、この反応の反応熱は   $\text{kJ/mol}$  と求められる。

表 物質の状態と生成熱 ( $25^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ )

物質 (状態)	生成熱 ( $\text{kJ/mol}$ )
$\text{H}_2\text{O}(\text{液})$	286
$\text{CO}_2(\text{気})$	394
$\text{CH}_4(\text{気})$	74.9

11 ~ 15 に対する解答群

- |         |        |         |        |
|---------|--------|---------|--------|
| ① - V   | ② - IV | ③ - III | ④ - II |
| ⑤ - I   | ⑥ 0    | ⑦ + I   | ⑧ + II |
| ⑨ + III | ⑩ + IV | ⑪ + V   |        |

16 , 17 に対する解答群

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| ① H 原子       | ② C 原子       | ③ O 原子       |
| ④ H 原子と C 原子 | ⑤ H 原子と O 原子 | ⑥ C 原子と O 原子 |

18 に対する解答群

- |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① $-1.04 \times 10^3$ | ② $-8.91 \times 10^2$ | ③ $-7.55 \times 10^2$ |
| ④ $-6.05 \times 10^2$ | ⑤ $-2.52 \times 10^2$ | ⑥ $-1.83 \times 10^2$ |
| ⑦ $-1.03 \times 10^2$ | ⑧ $-3.31 \times 10$   | ⑨ $3.31 \times 10$    |
| ⑩ $1.03 \times 10^2$  | ⑪ $1.83 \times 10^2$  | ⑫ $2.52 \times 10^2$  |
| ⑬ $6.05 \times 10^2$  | ⑭ $7.55 \times 10^2$  | ⑮ $8.91 \times 10^2$  |
| ⑯ $1.04 \times 10^3$  |                       |                       |

II 次の文章中の空欄 19 ~ 37 にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

[1] 窒素  $N_2$  は、無色、無臭の反応性にとほしい気体である。アンモニア  $NH_3$  は、工業的には、19 をおもな成分とする触媒を用いて、窒素と水素  $H_2$  から直接合成される。このようなアンモニアの工業的製法を 20 という。

窒素と水素からアンモニアが生成するときの反応は可逆反応で、(1)式で表される。

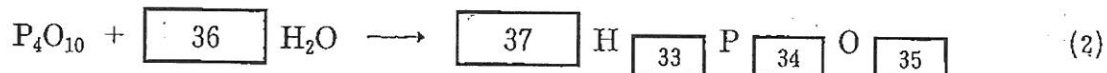


容積が  $v$  L の密閉容器において、1.0 mol の窒素、21 mol の水素、4.0 mol のアンモニアの気体混合物が平衡状態になっているとき、(1)式の平衡定数を  $K_c$  とすると、 $K_c = 2.0 v^2$  ( 22 ) となる。

[2] 硝酸は、無色、揮発性の液体である。硝酸は、工業的には、アンモニアと空気を混合し、23 をおもな成分とする触媒によって 24 に変えられ、これを空気中で酸化して 25 とした後、水に溶かしてつくられる。このような硝酸の工業的製法を 26 という。1分子のアンモニアから硝酸をつくるためには、少なくとも 27 分子の酸素が必要である。

硝酸は、強い酸性を示すとともに、酸化力もある。塩酸や希硫酸には溶けない銅や銀なども硝酸には溶ける。銀と濃硝酸との反応では、28 が発生し、硝酸銀と水が生じる。硝酸銀の水溶液に、少量のアンモニア水を加えると、29 の褐色沈殿を生じる。この沈殿は、多量のアンモニア水を加えると溶けて、ジアンミン銀(I)イオンの 30 の水溶液になる。この水溶液に 31 を加えて穏やかに加熱すると、金属銀が析出する。

[3] リンの単体には、黄リンや赤リンなどの 32 が存在する。黄リンも赤リンも、空气中で燃焼すると十酸化四リンになる。十酸化四リンに水を加えて加熱することで、化学式が  $\text{H}$  33  $\text{P}$  34  $\text{O}$  35 となる化合物が得られる。この反応は、(2)式のように表される。



19 , 23 に対する解答群

- ① バナジウム    ② マンガン    ③ 鉄    ④ 亜鉛  
⑤ 銅    ⑥ ロジウム    ⑦ パラジウム    ⑧ 白金

20 , 26 に対する解答群

- ① アンモニアソーダ法    ② イオン交換膜法  
③ オストワルト法    ④ クメン法  
⑤ 逆浸透法    ⑥ テルミット法  
⑦ トレーサー法    ⑧ ハーバー・ボッシュ法

21 に対する解答群

- ① 0.5    ② 1.0    ③ 1.5    ④ 2.0    ⑤ 2.5  
⑥ 3.0    ⑦ 4.0    ⑧ 6.0    ⑨ 8.0

22 に対する解答群

- ① mol/L    ② mol<sup>2</sup>/L    ③ mol/L<sup>2</sup>    ④ mol<sup>2</sup>/L<sup>2</sup>  
⑤ L/mol    ⑥ L<sup>2</sup>/mol    ⑦ L/mol<sup>2</sup>    ⑧ L<sup>2</sup>/mol<sup>2</sup>

24 , 25 , 28 に対する解答群

- ① H<sub>2</sub>    ② N<sub>2</sub>    ③ O<sub>2</sub>    ④ O<sub>3</sub>  
⑤ N<sub>2</sub>O    ⑥ NO    ⑦ NO<sub>2</sub>    ⑧ N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

**27** , **36** , **37** に対する解答群

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5  
⑥ 6      ⑦ 7      ⑧ 8      ⑨ 9

**29** に対する解答群。

- ① 塩化銀      ② クロム酸銀      ③ 酸化銀      ④ 臭化銀  
⑤ ヨウ化銀      ⑥ 硫化銀

**30** に対する解答群

- ① 無色      ② 黄褐色      ③ 赤色      ④ 淡緑色  
⑤ 深青色      ⑥ 黒色

**31** に対する解答群

- ① エタノール      ② アセトアルデヒド      ③ 酢酸  
④ ジエチルエーテル      ⑤ アセトン      ⑥ 酢酸エチル

**32** に対する解答群

- ① 同位体      ② 同素体      ③ 同族体  
④ 幾何異性体      ⑤ 光学異性体      ⑥ 構造異性体

**33** ~ **35** に対する解答群

【注】 解答が、例えば、 $\text{HNO}_3$  の場合には、 $\text{H}_1\text{N}_1\text{O}_3$  としてマークせよ。

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5  
⑥ 6      ⑦ 7      ⑧ 8      ⑨ 9

Ⅲ 次の文章中の空欄 38 ~ 56 にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。また、原子量は  $H=1.00$ ,  $C=12.0$ ,  $O=16.0$  とする。計算は有効数字 3 桁で行い、四捨五入して有効数字 2 桁で答えよ。

[1] アセチレン、アセトン、サリチル酸、グリセリン、フタル酸、および乳酸の各種有機化合物の特徴と構造式を、それぞれの解答群から選び、表を完成させよ。

表 各種有機化合物の特徴と構造式

	アセチレン	アセトン	サリチル酸	グリセリン	フタル酸	乳酸
特徴	38	39	40	41	42	43
構造式	44	45	46	47	48	49

[2] C, H, O からなる分子量 134 の化合物 A がある。化合物 A 40.0 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 53.0 mg と水 16.0 mg が得られた。また、化合物 A 2.00 g を水に溶かし、1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、完全に中和するのに 30.0 mL を必要とした。さらに、化合物 A を  $160^{\circ}\text{C}$  に加熱したところ、分子量 116 の化合物 B が得られた。

(a) 化合物 A の分子式は、 $\text{C}$  50  $\text{H}$  51  $\text{O}$  52 である。

(b) 下線部の実験から、化合物 A は官能基として 53 を 54 個もつことが分かる。

(c) 化合物 A がエーテル結合をもっていないとすると、化合物 A の可能な構造式としては、55 個考えられる。

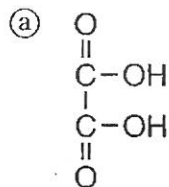
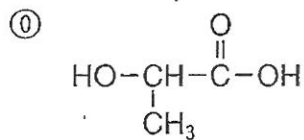
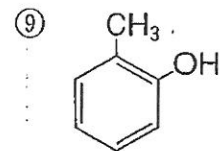
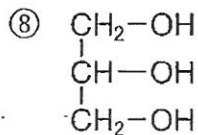
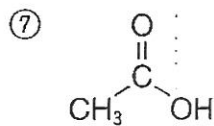
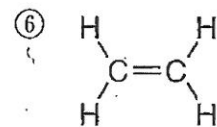
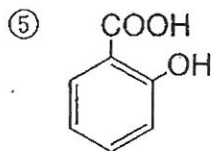
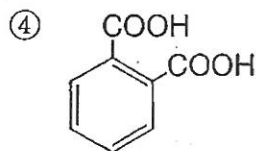
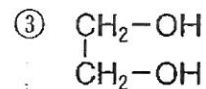
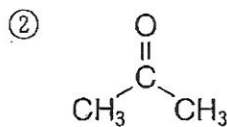
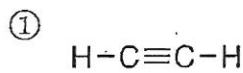
(d) (c) で考えられる化合物 A のうち、不斉炭素原子をもっているものについて加熱実験を行ったとすると、化合物 B としては複数個の構造が考えられる。そのうち、環状構造をもっていないものは 56 個である。



38 ~ 43 に対する解答群

- ① 加熱すると酸無水物が得られる。
- ② 揮発性の液体で、工業的にはクメン法などによって得られる。
- ③ 食用に使用されるものは、エタノールを発酵させて得られる。
- ④ 無色の液体で、水とよく溶け合い、その水溶液は塩基性である。
- ⑤ 光学異性体が存在する。
- ⑥ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液と反応して赤紫色を呈する。
- ⑦ フェーリング溶液を還元して赤色沈殿を生じる。
- ⑧ 油脂を水酸化ナトリウム水溶液と加熱すると得られる。
- ⑨ 特有の刺激臭をもつ無色の液体で、純粋なものは冬期に固まる。
- ⑩ 常温・常圧では、無色、無臭の気体である。
- a 塩化ビニルの原料となる。

44 ~ 49 に対する解答群



50 ~ 52 , 54 ~ 56 に対する解答群

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5  
⑥ 6      ⑦ 7      ⑧ 8      ⑨ 9      ⑩ 0

53 に対する解答群

- ① スルホ基      ② カルボニル基      ③ ニトロ基  
④ アミノ基      ⑤ カルボキシ基      ⑥ アルデヒド基  
⑦ ヒドロキシ基