

原子量・定数が必要な場合は、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, O = 16, Na = 23, Cu = 64

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

標準状態における気体 1 mol の体積 22.4 L

## 第1問

物質の構成に関する以下の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ]

問1 次の元素のうち、硝酸銀水溶液を加えると白色沈殿が生成することで検出できる元素として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

- ① 塩素                      ② 酸素                      ③ 炭素                      ④ 窒素  
⑤ ナトリウム              ⑥ バリウム                ⑦ リチウム                ⑧ リン

問2 次の原子のうち、2価の陰イオンになりやすい原子として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

- ① アルゴン                ② 硫黄                      ③ カリウム                ④ ケイ素  
⑤ 水素                      ⑥ フッ素                    ⑦ ベリリウム              ⑧ マグネシウム

問3 次の物質のうち、分子結晶に分類される物質として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

- ① 塩化ナトリウム            ② 金                            ③ 銀  
④ 黒鉛                        ⑤ 硝酸カリウム              ⑥ ダイヤモンド  
⑦ ドライアイス              ⑧ 二酸化ケイ素

問4 0.20 mol/L 食塩水 50 mL と 0.40 mol/L 食塩水 200 mL を混合したときにできる食塩水のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。ただし、混合後の水溶液の体積は、混合前の水溶液の体積の和に等しいものとする。

mol/L

- ① 0.24                      ② 0.25                      ③ 0.28                      ④ 0.30  
⑤ 0.32                      ⑥ 0.34                      ⑦ 0.35                      ⑧ 0.36

問5 エタン 10 L と酸素 50 L を混合してエタンを完全燃焼させたとき、反応後に残る酸素の体積 [L] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。ただし、気体の体積はすべて標準状態における数値であるものとする。

L

- ① 0                              ② 5.0                              ③ 10                              ④ 15  
⑤ 20                              ⑥ 25                              ⑦ 30                              ⑧ 35

## 第2問

物質の変化と状態に関する次の文章A、Bを読んで、以下の問い(問1～5)に答えよ。  
〔解答番号  ～  〕

A 炭酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物を純水に溶かして100 mLの水溶液を調製した。この水溶液に指示薬として  を数滴加え、ビュレットから1.0 mol/L希塩酸を滴下すると、30 mL滴下したところで水溶液の色が  に変化した。続けて、指示薬として  を数滴加え、ビュレットからさらに1.0 mol/L希塩酸を滴下すると、10 mL滴下したところで水溶液の色が  に変化した。

問1 空欄  ～  にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

	ア	イ	ウ	エ
①	フェノール フタレイン	赤色から無色	メチルオレンジ	赤色から黄色
②	フェノール フタレイン	赤色から無色	メチルオレンジ	黄色から赤色
③	フェノール フタレイン	無色から赤色	メチルオレンジ	赤色から黄色
④	フェノール フタレイン	無色から赤色	メチルオレンジ	黄色から赤色
⑤	メチルオレンジ	赤色から黄色	フェノール フタレイン	赤色から無色
⑥	メチルオレンジ	赤色から黄色	フェノール フタレイン	無色から赤色
⑦	メチルオレンジ	黄色から赤色	フェノール フタレイン	赤色から無色
⑧	メチルオレンジ	黄色から赤色	フェノール フタレイン	無色から赤色

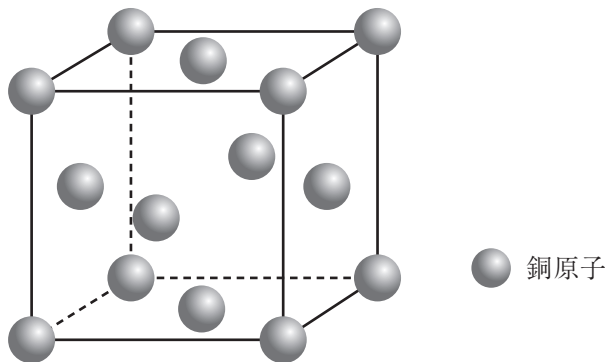
問2 混合物に含まれていた炭酸ナトリウムの質量 [g] として最も適当な数値を、  
次の①～⑧から1つ選べ。 7 g

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.21 | ② 0.32 | ③ 0.42 | ④ 0.53 |
| ⑤ 0.64 | ⑥ 0.85 | ⑦ 1.1  | ⑧ 1.6  |

問3 混合物に含まれていた水酸化ナトリウムの質量 [g] として最も適当な数値  
を、次の①～⑧から1つ選べ。 8 g

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.20 | ② 0.40 | ③ 0.60 | ④ 0.80 |
| ⑤ 1.0  | ⑥ 1.2  | ⑦ 1.6  | ⑧ 1.8  |

B 銅の結晶の単位格子は下図に示すような **ア** である。この単位格子に含まれる原子の数は **イ** 個であり、最も近い原子どうしは接しているものとする、1 個の原子に接している原子の数は **ウ** 個である。



問4 空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまる語や数値の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑧から1つ選べ。

9

	ア	イ	ウ
①	体心立方格子	2	4
②	体心立方格子	2	8
③	体心立方格子	4	4
④	体心立方格子	4	8
⑤	面心立方格子	4	8
⑥	面心立方格子	4	12
⑦	面心立方格子	8	8
⑧	面心立方格子	8	12

問5 銅の結晶の単位格子の一辺の長さを  $3.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$  とするとき、銅の結晶の密度  $[\text{g}/\text{cm}^3]$  として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。ただし、 $3.6^3 = 46.7$  とする。

$\text{g}/\text{cm}^3$

① 3.7

② 4.6

③ 6.1

④ 7.3

⑤ 9.1

⑥ 10

⑦ 11

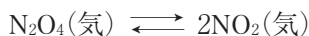
⑧ 14

## 第3問

物質の変化に関する次の文章 **A**、**B** を読んで、以下の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ]

- A** 四酸化二窒素  $\text{N}_2\text{O}_4$  は常温で一部が解離して二酸化窒素  $\text{NO}_2$  に変化し、次に示すような平衡状態に達する。



この反応を熱化学方程式で表すと、次のようになる。



体積を変えることができる密閉容器に四酸化二窒素を入れ、ある一定温度でしばらく放置すると、平衡状態に達した。この平衡状態から次の操作(a)～(c)をそれぞれ行い、平衡の移動を観察した。

操作(a) 容器の体積一定のまま、容器内の温度を上げた。

操作(b) 容器の温度一定のまま、容器の体積を半分にした。

操作(c) 容器の温度と体積一定のまま、容器内にアルゴンを加えた。

- 問1 操作(a)～(c)における平衡の移動方向の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

	操作(a)	操作(b)	操作(c)
①	右	左	右
②	右	左	移動しない
③	右	移動しない	右
④	右	移動しない	移動しない
⑤	左	左	右
⑥	左	左	移動しない
⑦	左	移動しない	右
⑧	左	移動しない	移動しない

問2 ある温度  $T$  [K] における, この反応の濃度平衡定数  $K_c$  [mol/L] と圧平衡定数  $K_p$  [Pa] の間に成り立つ関係式として最も適当なものを, 次の①~⑧から1つ選べ。ただし, 気体定数は  $R$  [Pa · L/(K · mol)] とする。

12

- ①  $K_c = K_p$                       ②  $K_c = K_p RT$                       ③  $K_c = K_p (RT)^2$   
 ④  $K_c = K_p (RT)^3$               ⑤  $K_c = \frac{1}{K_p}$                       ⑥  $K_c = K_p (RT)^{-1}$   
 ⑦  $K_c = K_p (RT)^{-2}$               ⑧  $K_c = K_p (RT)^{-3}$

問3 体積を変えることができる密閉容器に四酸化二窒素  $n$  [mol] を入れ, ある一定温度  $T$  [K] でしばらく放置すると平衡状態に達し, 容器内の全圧が  $P$  [Pa], 容器の体積が  $V$  [L] になった。平衡状態に達するまでに四酸化二窒素が二酸化窒素に変化した割合を  $\alpha$  とするとき, この反応の  $T$  [K] における圧平衡定数  $K_p$  [Pa] を表す式として最も適当なものを, 次の①~⑧から1つ選べ。

13 [Pa]

- ①  $\frac{2\alpha^2}{1-\alpha} P$                       ②  $\frac{2\alpha^2}{1-\alpha^2} P$                       ③  $\frac{2\alpha^2}{1-\alpha^2} \cdot \frac{P}{V}$   
 ④  $\frac{2\alpha^2}{1-\alpha^2} \cdot \frac{P}{n}$                       ⑤  $\frac{4\alpha^2}{1-\alpha} P$                       ⑥  $\frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} P$   
 ⑦  $\frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \cdot \frac{P}{V}$                       ⑧  $\frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2} \cdot \frac{P}{n}$



B 固体の水酸化ナトリウム 8.0 g を用いて、それぞれ次の実験を行った。

実験(1) 水 100 mL に溶かしたところ、熱が 8.8 kJ 発生した。

実験(2) 1.0 mol/L 塩酸 100 mL に溶かしたところ、熱が 14.4 kJ 発生した。

問 4 水酸化ナトリウム水溶液と塩酸の中和熱 [kJ/mol] として最も適当な数値を、次の①～⑧から 1 つ選べ。 14 kJ/mol

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| ① 18 | ② 28  | ③ 36  | ④ 56  |
| ⑤ 72 | ⑥ 112 | ⑦ 144 | ⑧ 224 |

問 5 実験(2)で発生した熱によって、得られた水溶液の温度が 31.6 °C 上昇したとすると、得られた水溶液の比熱 [J/(g · K)] として最も適当な数値を、次の①～⑧から 1 つ選べ。ただし、すべての水溶液の密度は 1.0 g/cm<sup>3</sup> とし、実験(2)で発生した熱は外部に逃げることなく、すべて得られた水溶液の温度上昇に用いられたものとする。 15 J/(g · K)

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 3.88 | ② 4.05 | ③ 4.22 | ④ 4.39 |
| ⑤ 4.56 | ⑥ 4.73 | ⑦ 4.90 | ⑧ 5.06 |

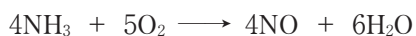
### 第4問

無機物質に関する次の文章A、Bを読んで、以下の問い(問1～5)に答えよ。

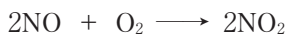
[解答番号 16 ~ 20 ]

A 硝酸は ア 性の液体で、化学肥料や医薬品、染料の合成などに利用される。工業的には、硝酸は次に示すような イ 法とよばれる、アンモニアから3段階の工程(1)～(3)を経て製造される。

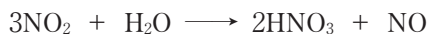
工程(1) 触媒として ウ を用いて、アンモニアと空気を約900℃に加熱して一酸化窒素にする。



工程(2) 一酸化窒素をさらに酸化して二酸化窒素にする。



工程(3) 二酸化窒素を水と反応させて硝酸にする。



問1 空欄 ア ~ ウ にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

16

	ア	イ	ウ
①	揮発	オストワルト	鉄
②	揮発	オストワルト	白金
③	揮発	ハーバー・ボッシュ	鉄
④	揮発	ハーバー・ボッシュ	白金
⑤	不揮発	オストワルト	鉄
⑥	不揮発	オストワルト	白金
⑦	不揮発	ハーバー・ボッシュ	鉄
⑧	不揮発	ハーバー・ボッシュ	白金

問2 気体の二酸化窒素の色として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

17

- ① 無色                      ② 青色                      ③ 黄色                      ④ 黒色  
⑤ 赤褐色                    ⑥ 橙色                      ⑦ 緑色                      ⑧ 紫色

問3 工程(3)で生成した一酸化窒素は工程(2)で再利用され、法が完全に進行したとすると、アンモニア 6 mol から得られる硝酸の物質質量 [mol] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。

18 mol

- ① 1                              ② 2                              ③ 3                              ④ 4  
⑤ 6                              ⑥ 8                              ⑦ 9                              ⑧ 12

B 典型元素に含まれる金属は、周期表1族のリチウムやナトリウム、周期表2族のカルシウムやバリウム、周期表13族のアルミニウムなどがある。

問4 カルシウムおよびカルシウムの化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑧から1つ選べ。

19

- ① カルシウムは常温の水と反応して水素が発生する。
- ② 水酸化カルシウムは白色の粉末で、消石灰とよばれる。
- ③ 石灰水に二酸化炭素を通じると白色沈殿が生成するが、さらに二酸化炭素を通じると、白色沈殿が溶ける。
- ④ 水酸化カルシウムと塩化アンモニウムを混合して加熱すると、アンモニアが発生する。
- ⑤ 炭酸カルシウムに希塩酸を加えると、二酸化炭素が発生する。
- ⑥ 硫酸カルシウムの二水和物はセッコウとよばれる。
- ⑦ 酸化カルシウムは酸性酸化物である。
- ⑧ 酸化カルシウムは白色の固体で、生石灰とよばれる。

問5 アルミニウムは酸の水溶液とも強塩基の水溶液とも反応することから両性金属とよばれる。たとえば、アルミニウムを水酸化ナトリウム水溶液と反応させると、次に示すように水素が発生する。ただし、 $a \sim e$  は化学反応式の係数である。係数  $a \sim e$  の和として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。

20



- ① 9                      ② 11                      ③ 13                      ④ 15
- ⑤ 17                      ⑥ 19                      ⑦ 21                      ⑧ 23

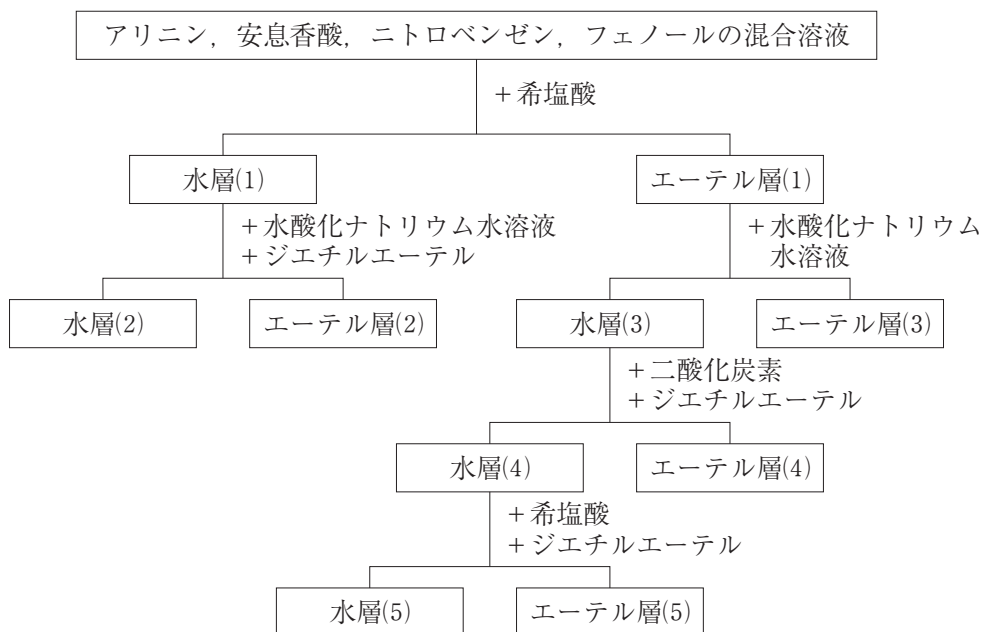
## 第5問

有機化合物に関する次の文章 **A**、**B** を読んで、以下の問い (問1～5) に答えよ。

[解答番号 21 ~ 25 ]

**A** アニリン、安息香酸、ニトロベンゼン、フェノールの混合物を分離するために、次の操作を行った。

- (1) 混合物をジエチルエーテルに溶かして分液ろうとうに入れ、希塩酸を加えてよく振り混ぜてから静置すると、水層(1)とエーテル層(1)に分離した。
- (2) 水層(1)を取り出し、水酸化ナトリウム水溶液とジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜてから静置すると、水層(2)とエーテル層(2)に分離した。
- (3) エーテル層(1)を取り出し、水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜてから静置すると、水層(3)とエーテル層(3)に分離した。
- (4) 水層(3)を取り出し、二酸化炭素を十分に吹き込んだのち、ジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜてから静置すると、水層(4)とエーテル層(4)に分離した。
- (5) 水層(4)を取り出し、希塩酸とジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜてから静置すると、水層(5)とエーテル層(5)に分離した。



問1 エーテル層(3)およびエーテル層(5)から得られる芳香族化合物の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

21

	エーテル層(3)	エーテル層(5)
①	アニリン	ニトロベンゼン
②	アニリン	フェノール
③	安息香酸	フェノール
④	安息香酸	アニリン
⑤	ニトロベンゼン	アニリン
⑥	ニトロベンゼン	安息香酸
⑦	フェノール	安息香酸
⑧	フェノール	ニトロベンゼン

問2 エーテル層(2)から得られる物質を確認するために用いる試薬として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

22

- |                |                   |
|----------------|-------------------|
| ① アンモニア性硝酸銀水溶液 | ② 塩化鉄(Ⅲ)水溶液       |
| ③ 酢酸鉛(Ⅱ)水溶液    | ④ さらし粉水溶液         |
| ⑤ 炭酸水素ナトリウム水溶液 | ⑥ デンプン水溶液         |
| ⑦ フェーリング液      | ⑧ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液 |

問3 エーテル層(4)から得られる物質に無水酢酸を反応させたときに得られる物質として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

23

- |                |           |
|----------------|-----------|
| ① アセチルサリチル酸    | ② アセトアニリド |
| ③ アセトアミノフェン    | ④ 安息香酸メチル |
| ⑤ 塩化ベンゼンジアゾニウム | ⑥ 酢酸フェニル  |
| ⑦ サリチル酸        | ⑧ ピクリン酸   |

B 糖類のうち、加水分解によってそれ以上簡単な糖が生じないものを単糖、1分子の糖から加水分解によって2分子の糖が生じるものを二糖という。たとえば、スクロース1分子は酵素 **ア** によって加水分解され、単糖である **イ** が生成することから、二糖に分類される。また、多数の単糖が結合した構造をもつものは多糖とよばれる。

問4 空欄 **ア** , **イ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 24

	ア	イ
①	セルラーゼ	グルコース2分子
②	セルラーゼ	ガラクトース1分子とフルクトース1分子
③	セルラーゼ	グルコース1分子とガラクトース1分子
④	セルラーゼ	グルコース1分子とフルクトース1分子
⑤	インベルターゼ	グルコース2分子
⑥	インベルターゼ	ガラクトース1分子とフルクトース1分子
⑦	インベルターゼ	グルコース1分子とガラクトース1分子
⑧	インベルターゼ	グルコース1分子とフルクトース1分子

問5 デンプン 90.0 g を希酸を用いて完全に加水分解した後、得られた単糖を完全にアルコール発酵させたときに発生する二酸化炭素の標準状態における体積 [L] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。 25 L

- ① 11.2                      ② 12.4                      ③ 22.4                      ④ 24.9  
 ⑤ 33.6                      ⑥ 37.3                      ⑦ 44.8                      ⑧ 49.8

化学の問題はここまでです。

## 化学 解答例

## 【解答】

大問	小問	解答番号	正解
第1問	問1	1	①
	問2	2	②
	問3	3	⑦
	問4	4	⑧
	問5	5	④
第2問	問1	6	②
	問2	7	⑦
	問3	8	④
	問4	9	⑥
	問5	10	⑤
第3問	問1	11	②
	問2	12	⑥
	問3	13	⑥
	問4	14	④
	問5	15	③
第4問	問1	16	②
	問2	17	⑤
	問3	18	⑤
	問4	19	⑦
	問5	20	④
第5問	問1	21	⑥
	問2	22	④
	問3	23	⑥
	問4	24	⑧
	問5	25	④