

平成 29 年 度

試 験 問 題 ②

# 学 科 試 験

(9 時 ~ 12 時)

**【注 意】**

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験教科，試験科目，ページ，解答用紙および選択方法は下表のとおりである。

教 科	科 目	ペー ジ	解 答 用 紙 数	選 択 方 法
数 学	数 学	1 ~ 12	2 枚	数学，英語は必須解答とする。 理科は左の 3 科目のうちから 1 科目を選択せよ。
英 語	英 語	13 ~ 16	2 枚	
理 科	化 学	17 ~ 30	2 枚	
	生 物	31 ~ 48	6 枚	
	物 理	49 ~ 58	1 枚	

3. 監督者の指示に従って、選択しない理科科目を含む全解答用紙(13 枚)に受験番号と選択科目(理科のみ)を記入せよ。
  - ① 受験番号欄に受験番号を記入せよ。
  - ② 理科は選択科目記入欄に選択する 1 科目を○印で示せ。  
上記①，②の記入がないもの，および理科 2 科目または理科 3 科目選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 問題冊子の余白を使って，計算等を行ってもよい。
6. 試験開始後，問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は，手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。

# 化 学

## 【注意】

1 化学の全問を通して、必要ならば次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Si = 28, S = 32,

Cl = 35.5, K = 39, Ca = 40, Cu = 63.5, Zn = 65

理想気体の標準状態における体積：22.4 L/mol

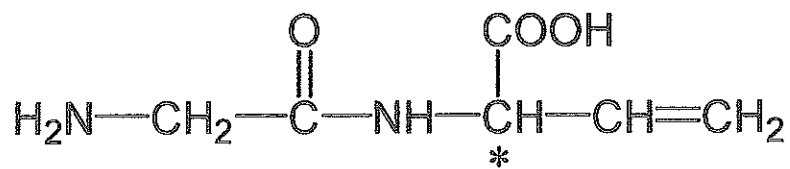
気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

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

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

2 特に指定のない限り、有効数字は2ケタで答えよ。

3 構造式は下の例にならって書け。



【1】 以下の文を読み，空欄(ア)～(ウ)に当てはまる適切な語句または化合物名を答えよ。

(ア)をもつ原子や原子団を(イ)と呼び，(イ)は反応性が高い。たとえば，水素と塩素を混合して光を当てると爆発的に反応して(ウ)が生成する。これは，塩素が光エネルギーにより(ア)をもつ塩素原子となり，水素と反応するからである。

【2】 以下の①～④のうち，生成する気体の物質量が最も大きいものを選び，記号で答えよ。また，その物質量を答えよ。ただし，水蒸気は考えないものとする。

- ① 0.70 g の亜鉛を十分な量の希硫酸と反応させたときに生成する気体
- ② 27 °C，100 kPa において 120 mL の体積をもつプロパンを完全燃焼させたときに生成する二酸化炭素
- ③ 0.60 g の二酸化ケイ素を炭素で完全に還元したときに生成する気体
- ④ 1.27 g の金属銅と十分な量の濃硝酸を反応させたときに生成する気体

【3】 下の図は、炭酸ナトリウムの工業的製造法の概要を表している。ただし、水については省略してある。次の設問(1)~(4)に答えよ。

- (1) この製造法を何と呼ぶか。
- (2) 図中①, ②, ③に当てはまる化合物の名称を答えよ(例：水酸化ナトリウム)。
- (3) 図中(ア), (イ), (ウ)で示される工程で起こる反応について、適切な反応式を記せ。
- (4) 10.0 t(トン)の原料①を用いて製造できる炭酸ナトリウムの重量を、有効数字3ケタで求めよ。

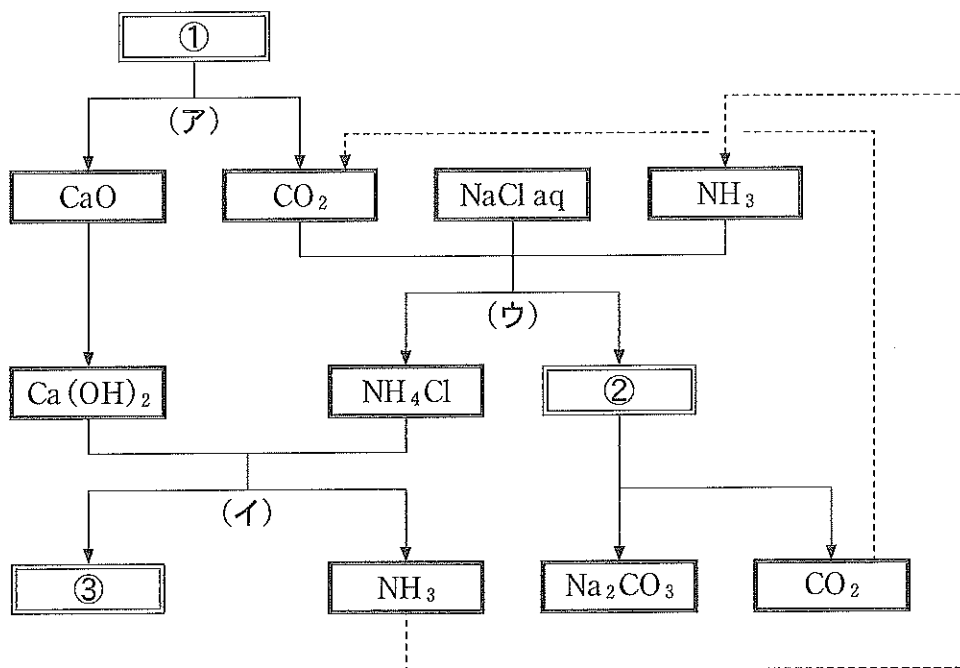


図 炭酸ナトリウムの工業的製法

【4】 一酸化炭素と水素を反応させると、メタンが生じる。次の設問(1)、(2)に答えよ。

(1) この反応の反応式を書け。

(2) この反応は金属ニッケルを含む触媒を用いて、効率よく進行させることもできる。下の図は、圧力を一定に保ちつつ、触媒を用いずに500℃および700℃で反応を行ったときの、反応時間とメタンの生成量の関係を表している。解答用紙の図の中に、触媒を用いずに600℃で反応を行ったときの反応時間とメタンの生成量の関係を実線で、触媒を用いて700℃で反応を行ったときの反応時間とメタンの生成量の関係を点線で描け。

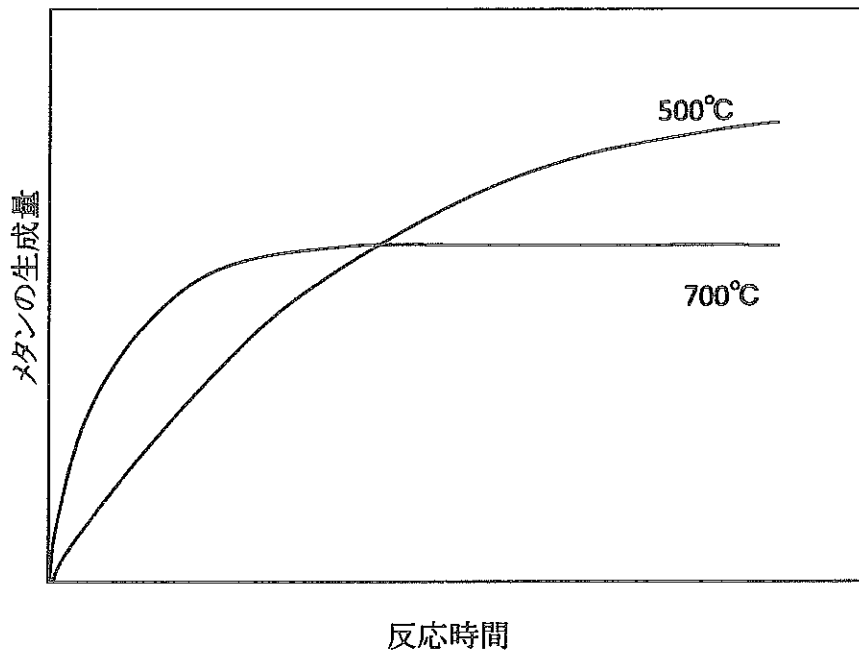


図 各温度における反応時間とメタンの生成量の関係

【5】 硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶 5.50 g を，110 °C で十分な時間をかけて熱したところ，3.92 g の粉末が得られた．この粉末の化学式を答えよ．また，常温で硫酸銅(Ⅱ)五水和物を放置した場合にも，同様に質量が減ることがある．この現象を何と呼ぶか，答えよ．

【6】 ある反応で発生したアンモニアガスの物質量を正確に求めるには，既知濃度の希硫酸にアンモニアを吸収させた後に，中和滴定を行うのがよい．アンモニアを吸収させる液体として蒸留水ではなく希硫酸を用いるのはなぜか．理由を 100 字以内で説明せよ．

【7】 シュウ酸二水和物の結晶を溶解させて調製した未知濃度の水溶液 35 mL について、0.24 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定を行ったところ、中和点が 10.0 mL であった。シュウ酸水溶液はシュウ酸二水和物を何 g 使って調製したと考えられるか、答えよ。

【8】 次の(ア)~(ケ)の物質について、混合物をすべて選び記号で答えよ。

(ア) 窒素

(イ) 水

(ウ) 石油

(エ) アルゴン

(オ) 大理石

(カ) ドライアイス

(キ) 塩酸

(ク) 酢酸

(ケ) 塩化ナトリウム

【9】 銅の原子半径は  $1.3 \times 10^{-10}$  m であり，その結晶は面心立方格子である．結晶の単位格子の長さを求めよ．必要があれば  $\sqrt{2} = 1.4$ ,  $\sqrt{3} = 1.7$  を用いよ．

【10】 次の (ア)~(カ) に示す水溶液の組み合わせのうち，混合した時に沈殿が生じる組み合わせをすべて選び記号で答えよ．

- (ア) 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液とヘキサシアニド鉄(Ⅱ)カリウム水溶液
- (イ) 酢酸鉛(Ⅱ)水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液
- (ウ) 硝酸銀水溶液とフッ化ナトリウム水溶液
- (エ) 硝酸銀水溶液とアンモニア水溶液
- (オ) 硝酸バリウム水溶液とミョウバン水溶液
- (カ) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液とチオシアン酸カリウム水溶液



- 【11】 塩化ナトリウムを正確に 5.85 g はかりとってビーカーに入れた。これを用いて 1.00 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 100 mL を正確に調製したい。実験操作を順番に箇条書きで書け。ただし、以下の実験器具の中から使用する器具を選べ。

(実験器具)

100 mL メスフラスコ, 100 mL メスシリンダー, 10 mL ホールピペット,  
10 mL メスピペット, こまごめピペット, ロート, ガラス棒,  
蒸留水の入った洗瓶

- 【12】 化合物 A は炭素と水素と酸素で構成される、分子量 116 の有機化合物であり、分子内にカルボキシ基を 1 つ持つ。化合物 A について、29 g を完全燃焼させると、二酸化炭素と水が 1.5 mol ずつ発生した。次の設問 (1), (2) に答えよ。

- (1) 化合物 A の組成式を書け。
- (2) 化合物 A として考えられる異性体の数を、鏡像異性体(光学異性体)も含めて答えよ。

【13】 炭素数7の飽和炭化水素であり、直鎖状の構造を持つヘプタンは、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ において密度  $0.70 \text{ g/cm}^3$  の液体である。この液体に対し、圧力を一定に保ちながら温度を  $117 \text{ }^\circ\text{C}$  に変化させると、ヘプタンはすべて気体になる。この液体から気体への状態変化により、ヘプタンの体積は何倍に変化するか答えよ。ただし、気体のヘプタンは理想気体としてふるまうものとする。

【14】 以下の文章を読み、次の設問(1)~(4)に答えよ。

酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物を加熱したところ、気体が発生した。 捕集した気体(化合物 A)に塩素を加えて光を当てると反応し、化合物 A の水素原子が塩素原子に置き換わった化合物 B~E が生成した。それぞれの化合物について、塩素原子に置き換わった水素原子の数を表 1 に示す。

表 1. 塩素原子に置き換わった水素原子の数

化合物 A	化合物 B	化合物 C	化合物 D	化合物 E
0	1	2	3	4

- (1) 下線部の反応の化学反応式を書け。
- (2) 化合物 A~E のうち、分子が極性を持つものをすべて選択し、記号で答えよ。
- (3) 化合物 A と塩素から化合物 E が生成する反応の反応式を書け。
- (4) (3)の反応式について、反応熱を有効数字 3 ケタで求めよ。ただし、結合エネルギーは、Cl—Cl 結合が 239 kJ/mol、H—Cl 結合が 428 kJ/mol、化合物 A に含まれる C—H 結合が 411 kJ/mol、化合物 E に含まれる C—Cl 結合が 323 kJ/mol とする。

【15】 エタノールとジメチルエーテルは互いに構造異性体の関係にあるが，物理的，化学的な性質が大きく異なる．エタノールのほうがジメチルエーテルよりも沸点が高い理由を 50 字程度で説明せよ．

【16】 テレフタル酸ジクロリドと *p*-フェニレンジアミンを原料として，縮合重合により高分子量のアミド繊維，ポリ(*p*-フェニレンテレフタルアミド)が 476 g 生成した．このとき，副生する低分子化合物の物質名とその質量を有効数字 3 ケタで求めよ．

【17】 アミロース水溶液に希硫酸を加え、100 °C に加熱し十分に反応させた。この水溶液を中和したのち、フェーリング液を十分量加えて反応させると赤色沈殿が生じた。沈殿をすべて回収し、その乾燥重量を測定したところ、286 mg であった。もとの水溶液に溶解していたアミロースの質量を求め、有効数字 3 ケタで答えよ。ただし、銅の原子量を 63.5 とせよ。

【18】 システインの水溶液をつくったところ、空気中の酸素が溶け込んで反応し、次第に酸化して分子量が約 2 倍の物質が生成した。この生成物の構造式を記せ。不斉炭素原子があればすべて\*で示せ。

【19】 けん化価は，1 g の油脂をけん化するのに必要な KOH の質量 (mg 単位) と定義される．ステアリン酸，オレイン酸，パルミチン酸が 1 : 1 : 1 の比 (モル比) でグリセリンにエステル結合した油脂について，けん化価を求め，有効数字 3 ケタで答えよ．ただし，KOH の式量を 56.0，ステアリン酸の分子量を 284 とせよ．

— 余 白 —

(このページに問題はありません)