

化 学

解答範囲は、解答番号 から までです。

大問 I の解答範囲は、解答番号 から までです。

I 次の (1) および (2) の文章を読んで、(1) の文章については後の問い (問1～問9) に、(2) の文章については後の問い (問10～問13) に、それぞれ答えなさい。

必要であれば、原子量は次の値を用いなさい。

H = 1.0, O = 16

(1) アルミニウムは周期表の【1-A】族に属し、【1-B】個の価電子をもち、電気伝導性が【1-C】。単体のアルミニウムは塩酸と反応して【2-A】を、水酸化ナトリウム溶液と反応して【2-B】を発生する。【3】はアルミニウムが主成分の合金であり、軽くて強く、航空機の機体などに使われる。

単体の塩素は【4】色の有毒な気体である。塩素は周期表の【5-A】族に属し、【5-B】個の価電子をもつ。周期表の【5-A】族に属する元素を【6-A】といい、1価の【6-B】イオンになりやすい。塩素は水に少し溶けて塩素水を生じ、溶けた塩素の一部は水と反応して塩化水素と次亜塩素酸を生じる。次亜塩素酸や次亜塩素酸ナトリウムは【7】をもつため、漂白剤などに用いられ

れる。

水酸化ナトリウムは、工業的には、塩化ナトリウム水溶液を電気分解することにより得られる。陰極に鉄、陽極に炭素を用いて電気分解すると、陽極では【8-A】が、陰極では【8-B】が発生する。【9-A】極付近の水溶液を濃縮すると、水酸化ナトリウムが得られる。【8-A】と水酸化ナトリウムが反応しないように、工業的には【9-B】により水酸化ナトリウムが製造される。

問1 空所【1-A】～【1-C】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

	【1-A】	【1-B】	【1-C】
①	13	3	大きい
②	13	3	小さい
③	13	5	大きい
④	13	5	小さい
⑤	13	7	大きい
⑥	13	7	小さい
⑦	15	5	大きい
⑧	15	5	小さい
⑨	15	7	大きい
⑩	15	7	小さい

問2 空所【2-A】、【2-B】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度選んでもよい。

空所【2-A】は、解答番号

空所【2-B】は、解答番号

① Cl₂ ② H₂ ③ H₂O₂ ④ O₂ ⑤ CO₂

問3 空所【3】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

① ブロンズ ② 真ちゅう ③ ステンレス鋼
④ はんだ ⑤ ジュラルミン ⑥ ニクロム

問4 空所【4】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

① 赤褐 ② 青 ③ 黄緑 ④ 黒 ⑤ 橙

問5 空所【5-A】、【5-B】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

	【5-A】	【5-B】
①	13	3
②	13	5
③	13	7
④	15	3
⑤	15	5
⑥	15	7
⑦	17	3
⑧	17	5
⑨	17	7

問6 空所【6－A】、【6－B】に当てはまる組合せとして最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

7

	【6－A】	【6－B】
①	アルカリ金属	陽
②	アルカリ金属	陰
③	貴ガス	陽
④	貴ガス	陰
⑤	ハロゲン	陽
⑥	ハロゲン	陰

問7 空所【7】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

8

- ① 還元作用

② 酸化作用

③ 延性
- ④ 展性

⑤ 緩衝作用

⑥ 脱水作用

問8 空所【8－A】、【8－B】に当てはまる最も適切なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度選んでもよい。

空所【8－A】は、解答番号

9

空所【8－B】は、解答番号

10

- ① Cl₂
- ② H₂
- ③ H₂O₂
- ④ O₂
- ⑤ CO₂

問9 空所【9－A】、【9－B】に当てはまる組合せとして最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

11

	【9－A】	【9－B】
①	陰	イオン交換膜法
②	陰	吸引ろ過法
③	陰	昇華法
④	陽	イオン交換膜法
⑤	陽	吸引ろ過法
⑥	陽	昇華法

(2) 水やアンモニアは、それぞれの同族元素の水素化合物の中で、分子量が小さく沸点は【10－A】。これは、水やアンモニアのそれぞれの分子間に【11－A】と呼ばれる引力が働いているからである。水の固体である氷では、分子間に【11－A】が働いて隙間の多い立体構造をとるため、水は液体から固体への変化、すなわち【10－B】すると体積が増え、密度は【10－C】。【11－A】の強さは、【11－B】と比べるとかなり大きい。氷の0℃の融解熱が6.0 kJ/mol、液体の水1 gを1℃上昇させるために必要な熱量を4.2 Jとしたとき、0℃の水180 gを加熱して0℃の液体の水にするのに必要な熱量は【12】kJである。また、0℃の氷180 gを加熱してすべてを35℃の水にするのに必要な熱量は【13】kJである。

問10 空所【10－A】～【10－C】に当てはまる組合せとして最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

12

	【10－A】	【10－B】	【10－C】
①	高い	凝華	減少する
②	高い	凝華	増加する
③	高い	凝固	減少する
④	高い	凝固	増加する
⑤	低い	凝華	減少する
⑥	低い	凝華	増加する
⑦	低い	凝固	減少する
⑧	低い	凝固	増加する

問11 空所【11－A】、【11－B】に当てはまる最も適切なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【11－A】は、解答番号

13

空所【11－B】は、解答番号

14

- ① イオン結合

② 共有結合

③ 金属結合
- ④ 水素結合

⑤ ファンデルワールス力

問12 空所【12】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

15

- ① 0.8
- ② 1.6
- ③ 30
- ④ 42
- ⑤ 60
- ⑥ 76

問13 空所【13】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

16

- ① 42
- ② 43
- ③ 61
- ④ 79
- ⑤ 86
- ⑥ 102

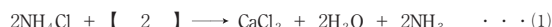
大問Ⅱの解答範囲は、解答番号 17 から 29 までです。

Ⅱ 次の(1)および(2)の文章を読んで、(1)の文章については後の問い(問1～問6)に、(2)の文章については後の問い(問7～問9)に、それぞれ答えなさい。

必要であれば、原子量は次の値を用いなさい。

H = 1.0, N = 14, O = 16

(1) アンモニア NH_3 や硝酸 HNO_3 は、薬品や肥料の製造の原料として広く用いられている。アンモニアは、刺激臭をもつ無色の気体であり、実験室では、式(1)に示すように発生させる。このとき、アンモニアの捕集に最も適当な方法は【1】である。



一方、工業的には、四酸化三鉄 Fe_3O_4 を主成分とした触媒を用いて、 $1 \times 10^7 \sim 3 \times 10^7 \text{ Pa}$ の条件下で、窒素と水素を $400 \sim 600^\circ\text{C}$ に加熱して合成する。この工業的製法を【3-A】法という。

硝酸は、【4】を触媒にして、アンモニアと空気中の酸素を $800 \sim 900^\circ\text{C}$ に加熱して化合物【5-A】を生成し、さらにこれを酸化して【5-B】色の化合物【5-C】にする。【5-C】を水と反応させると硝酸が得られる。このような硝酸の工業的製法を【3-B】法という。この方法で、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 1.7 kg のアンモニアから得られる硝酸は最大で【6】 kg である。

問4 空所【4】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 20

① Ag ② Cu ③ Fe ④ Pt ⑤ Sn ⑥ Zn

問5 空所【5-A】～【5-C】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 21

	【5-A】	【5-B】	【5-C】
①	N_2	赤褐	NO
②	N_2	無	NO_2
③	NO	黒	NO_2
④	N_2	無	NO
⑤	N_2	黒	NO_2
⑥	NO	赤褐	NO_2
⑦	N_2	黒	NO
⑧	N_2	赤褐	NO_2
⑨	NO	無	NO_2

問6 空所【6】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 22

① 4.6 ② 5.2 ③ 6.3 ④ 7.8 ⑤ 8.4 ⑥ 11

問1 空所【1】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 17

① 下方置換 ② 上方置換 ③ 水上置換

問2 空所【2】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 18

① CaCO_3 ② CO_2 ③ CaO
④ O_2 ⑤ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ⑥ NO

問3 空所【3-A】、【3-B】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 19

	【3-A】	【3-B】
①	ハーバー・ボッシュ	ホール・エルー
②	ハーバー・ボッシュ	オストワルト
③	ホール・エルー	ハーバー・ボッシュ
④	ホール・エルー	オストワルト
⑤	オストワルト	ハーバー・ボッシュ
⑥	オストワルト	ホール・エルー

(2) 何種類かの金属イオンが混合された水溶液から、各金属イオンを分離し、その種類を確認する操作を金属イオンの系統分析という。各金属イオンの分離には、沈殿の生成反応と溶解反応がたくみに利用される。例えば、 Ag^+ 、 Ca^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Zn^{2+} を含む**混合水溶液**について、次のような操作を行えば、各金属イオンを分離することができる。

操作1

混合水溶液に希塩酸を加えて、【7-A】を沈殿させ、これをろ過して分離する。沈殿は【8-A】色を呈する。

操作2

操作1のろ液に硫化水素を通じて、【7-B】を沈殿させ、これをろ過して分離する。沈殿は【8-B】色を呈する。

操作3

操作2のろ液を煮沸して、ろ液に溶けている硫化水素を取り除く。このろ液に、【9】を加えて、操作2の硫化水素により還元された金属イオンを酸化する。続いて、アンモニア水を十分に加えて、【7-C】を沈殿させ、これをろ過して分離する。沈殿は【8-C】色を呈する。

操作4

操作3のろ液に硫化水素を通じて、【7-D】を沈殿させ、これをろ過して分離する。沈殿は【8-D】色を呈する。

操作5

操作4のろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えて、【7-E】を沈殿させ、これをろ過して分離する。沈殿は【8-E】色を呈する。

問7 空所【7-A】～【7-E】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

- 空所【7-A】は、解答番号
- 空所【7-B】は、解答番号
- 空所【7-C】は、解答番号
- 空所【7-D】は、解答番号
- 空所【7-E】は、解答番号
- ① AgCl

② Ag₂O

③ CaCO₃

④ CaCl₂

⑤ CuS

⑥ 水酸化銅(Ⅱ)

⑦ 水酸化鉄(Ⅲ)

⑧ ZnCl₂

⑨ ZnS

問8 空所【8-A】～【8-E】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

	【8-A】	【8-B】	【8-C】	【8-D】	【8-E】
①	赤褐	白	白	赤褐	赤褐
②	赤褐	白	黒	黒	赤褐
③	黒	赤褐	赤褐	白	黒
④	黒	赤褐	白	赤褐	黒
⑤	白	黒	黒	黒	白
⑥	白	黒	赤褐	白	白

問9 空所【 9 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① シュウ酸

② 希塩酸

③ 希硝酸

④ ギ酸

⑤ 塩化カリウム

⑥ 水酸化ナトリウム

大問Ⅲの解答範囲は、解答番号 から までです。

Ⅲ 次の(1)および(2)の文章を読んで、(1)の文章については後の問い(問1、問2)に、(2)の文章については後の問い(問3～問7)に、それぞれ答えなさい。

必要であれば、原子量は次の値を用いなさい。

H = 1.0, C = 12, O = 16

- (1) アンモニア分子NH₃の水素原子を炭化水素基で置き換えた構造の化合物を【 1 】という。また、ベンゼン環の炭素原子にアミノ基-NH₂が直接結合した構造をもつ化合物を芳香族【 1 】という。【 1 】はアンモニアと同じく【 2 】である。
- アニリンを【3-A】に加えると容易に溶解する。この溶液に無水酢酸を作用させると、アセチル化されて【3-B】が生成する。【3-B】のように【 4 】結合をもつ化合物を【 4 】という。【3-B】には解熱作用があり、かつては解熱剤として用いられたが、副作用が強いため、現在はその誘導体である【 5 】が用いられる。

問1 空所【 1 】、【 2 】、【 4 】、【 5 】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【 1 】は、解答番号

空所【 2 】は、解答番号

空所【 4 】は、解答番号

空所【 5 】は、解答番号

- ① アルデヒド

② 弱塩基

③ 弱酸

④ フェノール

⑤ アミド

⑥ カルボン酸

⑦ ペプチド

⑧ アミン

⑨ アセトアミノフェン

⑩ アセチルサリチル酸

問2 空所【3-A】、【3-B】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

	【3-A】	【3-B】
①	希塩酸	サリチル酸
②	希塩酸	安息香酸
③	希塩酸	アセトアニリド
④	水酸化ナトリウム水溶液	サリチル酸
⑤	水酸化ナトリウム水溶液	安息香酸
⑥	水酸化ナトリウム水溶液	アセトアニリド

(2) ベンゼンは、化学製品を製造するのに重要な化合物である。混酸(濃硫酸と濃硝酸の混合物)にベンゼンを加えて60℃で反応させると、特有の匂いをもつ淡黄色の液体【 6 】が生じる。【 6 】にスズと濃塩酸を加えて官能基部分を還元し、強塩基の水溶液を加えると無色で油状の【 7 】が生じる。

一方、ベンゼンの水素原子1個がメチル基で置換された化合物である【 8 】を、混酸を用いて高温でニトロ化すると、ベンゼン環の3つの水素原子がニトロ基に置換されて【 9 】が生じる。【 8 】を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化した後に酸性にすると白色の固体である【 10 】を生じる。

サリチル酸は、フェノールのオルト(o-)位の水素原子がカルボキシ基に置換された化合物である。サリチル酸に無水酢酸を作用させると、解熱鎮痛剤や抗血栓薬として用いられる針状結晶の【 11 】が生じる。また、サリチル酸にメタノールと濃硫酸を作用させると、カルボキシ基がエステル化されて【 12 】が生じる。

問3 空所【 6 】～【 12 】に当てはまる化合物の構造式として最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【 6 】は、解答番号

空所【 7 】は、解答番号

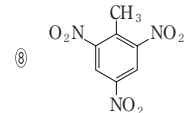
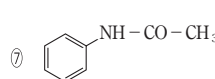
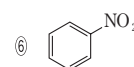
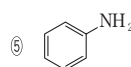
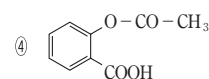
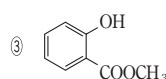
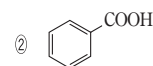
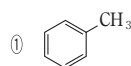
空所【 8 】は、解答番号

空所【 9 】は、解答番号

空所【 10 】は、解答番号

空所【 11 】は、解答番号

空所【 12 】は、解答番号



問4 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると、難溶性で黒色の物質となる化合物の構造式として最も適当なものを、問3の①～⑧の中から一つ選びなさい。

解答番号

問5 爆薬として用いられる化合物の構造式として最も適当なものを、問3の①～⑧の中から一つ選びなさい。

解答番号

問6 トルエン、アニリン、安息香酸を含むジエチルエーテル溶液から、酸性の水溶液に抽出される化合物の構造式として最も適当なものを、問3の①～⑧の中から一つ選びなさい。

解答番号

問7 C, H, Oのみからなる化合物12.2 mgを元素分析装置で完全燃焼させると、二酸化炭素30.8 mgと水5.40 mgが生じた。この化合物の構造式として最も適当なものを、問3の①～④の中から一つ選びなさい。

解答番号