

# 化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

問1 次の a～c に当てはまるものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。

a 原子の(第一)イオン化エネルギーが最も小さい元素。

- ① H                      ② He                      ③ Li                      ④ K

b 常温・常圧下では固体として安定に存在し、空気中に放置すると徐々に昇華するもの。

- ① 二酸化ケイ素                      ② ドライアイス  
③ ナフタレン                      ④ 塩化アンモニウム

c 安定なイオンとなったときに、アルゴン原子と同じ電子配置をとらない元素。

- ① Al                      ② S                      ③ Cl                      ④ Ca

問2 化学量に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  
ただし、原子量は  $H = 1.0$ ,  $O = 16$  とする。 4

- ① 同じ質量の窒素と酸素は、標準状態 ( $0^\circ\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) 下で等しい体積を示す。
- ② 標準状態 ( $0^\circ\text{C}$ ,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) のエタン 5.6 L 中には、1.5 mol の水素原子が含まれる。
- ③ 硫酸アルミニウム 1 mol 中にはアルミニウムイオン 2 mol と硫酸イオン 3 mol が含まれる。
- ④ アボガドロ定数を  $N_A$  とすると、水分子 1 個の質量は  $18/N_A \text{ g}$  である。

問3 次の分子ア～ウの形を表している組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 5

ア 硫化水素                      イ 二酸化炭素                      ウ アンモニア

	ア	イ	ウ
①	直線形	直線形	正四面体形
②	直線形	折れ線形	正四面体形
③	直線形	直線形	三角すい形
④	直線形	折れ線形	三角すい形
⑤	折れ線形	直線形	正四面体形
⑥	折れ線形	折れ線形	正四面体形
⑦	折れ線形	直線形	三角すい形
⑧	折れ線形	折れ線形	三角すい形

## 化学基礎・化学

問4 化学結合に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6

- ① ナフタレン分子内の原子間の結合は共有結合である。
- ② 塩化ナトリウムの結晶では、ナトリウム原子の価電子が結晶内を自由に動くことができる。
- ③ 二酸化ケイ素の結晶ではケイ素原子と酸素原子が交互に共有結合した立体構造をもつ。
- ④ アルミニウムを薄い箔にすることができるのは原子の配列を変えても自由電子による原子どうしの結合が保たれるためである。

問5 炭酸カルシウムと塩酸の反応は次の化学反応式で表される。



ある量の炭酸カルシウムを 0.10 mol/L の塩酸と反応させた。そのときの塩酸の体積 (mL) と発生した二酸化炭素の標準状態 (0℃, 1.0×10<sup>5</sup> Pa) における体積 (mL) との関係は表 1 のとおりである。

表 1

HCl (mL)	100	200	300	400	500	600	700	800
CO <sub>2</sub> (mL)	112	224	336	448	560	616	616	616

この実験で用いた炭酸カルシウムの質量は何 g か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量は C = 12, O = 16, Ca = 40 とする。

7 g

- ① 2.50
- ② 2.75
- ③ 5.00
- ④ 6.00

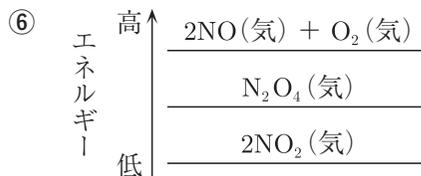
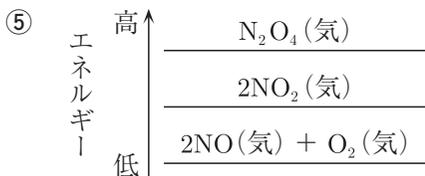
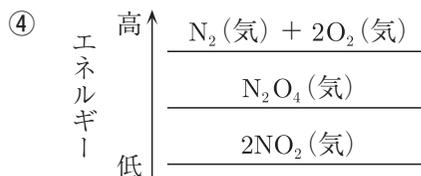
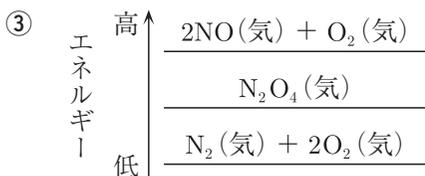
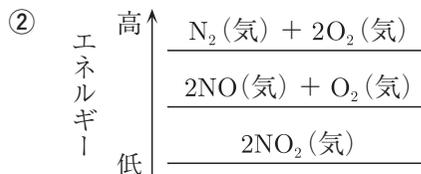
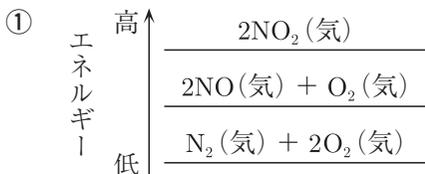
第2問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

問1 窒素の酸化物に関して次のア～ウのことがわかっている。

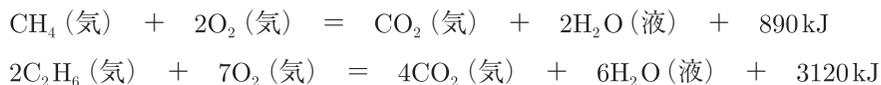
ア 気体の窒素酸化物の生成熱はすべて負である。



以上より、物質のもつエネルギーの相対的な大きさを表した図として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。



問2 次の熱化学方程式を用いて下の問いに答えよ。



メタンとエタンの混合気体 0.30 mol を完全燃焼させたところ、401 kJ の熱が発生した。この混合気体に含まれるメタンとエタンの物質量の比(メタン：エタン)として最も適当なものを、次の①～④から一つ選べ。 2

- ① 1 : 2      ② 1 : 3      ③ 2 : 1      ④ 3 : 1

問3 一定量の酢酸水溶液に、0.010 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下して酢酸水溶液の濃度を求める実験を行った。この実験で、中和点までの水酸化ナトリウム水溶液の滴下量は  $v$  mL であった。これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 実験操作として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

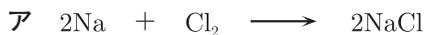
- ① ホールピペットを用いて酢酸水溶液をコニカルビーカーにはかりとる。  
 ② 純水で洗ったホールピペットは、ぬれたまま使用してよい。  
 ③ 純水で洗ったコニカルビーカーは、ぬれたまま使用してよい。  
 ④ 純水で洗ったビュレットは、さらに、使用する水酸化ナトリウム水溶液で数回洗ったのち、ぬれたまま用いる。

b 0.010 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の代わりに、0.020 mol/L の水酸化バリウム水溶液を用いて同じ条件で滴定を行った場合、中和点までの滴下量は何 mL か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4 mL

- ①  $\frac{v}{4}$       ②  $\frac{v}{2}$       ③  $v$       ④  $2v$       ⑤  $4v$

## 化学基礎・化学

問4 次の反応ア～エについて、下線部の物質が還元剤としてはたらいっているものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 5



① アとイ

② アとウ

③ アとエ

④ イとウ

⑤ イとエ

⑥ ウとエ

問5 酸性条件下で、過マンガン酸カリウムと過酸化水素はそれぞれ酸化剤・還元剤として次のように反応する。



濃度不明の過酸化水素水 25.0 mL を 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、20.0 mL 滴下したところで過マンガン酸カリウムの赤紫色が消えなくなった。過酸化水素水のモル濃度はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6 mol/L

① 0.010

② 0.015

③ 0.020

④ 0.030

⑤ 0.040

問6 鉄の表面を亜鉛でめっきしたトタン板と鉄の表面をスズでめっきしたブリキ板がある。図1に示すように、これに傷がつき、水滴が付着すると、水滴中に含まれる水素イオンにより、各金属を極板とした一種の電池が形成される。これに関する下の記述中の空欄ア～ウに当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 7

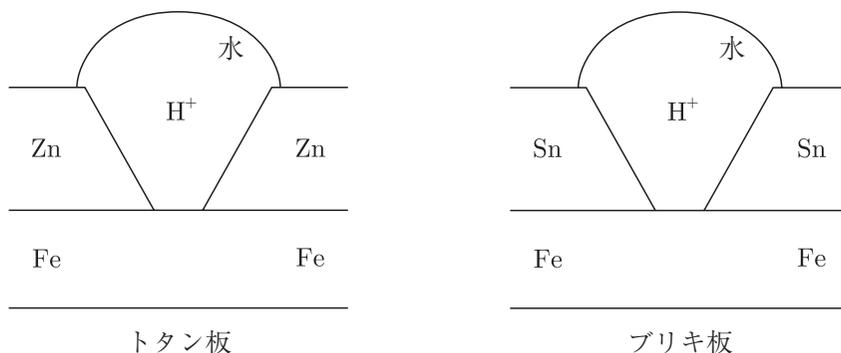


図 1

トタン板では ア が酸化されて溶け出し、ア が電池の負極となるが、ブリキ板では イ 表面上で水素イオンが還元され、イ が電池の正極となる。したがって、傷がついた場合、内部の鉄が酸化されにくいのは ウ の方である。

	ア	イ	ウ
①	亜鉛	スズ	トタン板
②	亜鉛	スズ	ブリキ板
③	亜鉛	鉄	トタン板
④	亜鉛	鉄	ブリキ板
⑤	鉄	スズ	トタン板
⑥	鉄	スズ	ブリキ板
⑦	鉄	鉄	トタン板
⑧	鉄	鉄	ブリキ板

第3問 次の各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

問1 ハロゲンの単体と化合物に関する次の記述ア～ウの正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

- ア ハロゲンの単体のうち、最も沸点が高いのはフッ素である。  
 イ ハロゲン化水素の水溶液は、フッ化水素酸を除きすべて強酸性を示す。  
 ウ 臭化銀は光を当てると分解し、銀の微粒子を遊離する。

	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問2 オゾンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 酸素に紫外線を照射するか、酸素中で放電(無声放電)を行うと、オゾンが生成する。  
 ② オゾンは酸素の同素体で、無色・無臭の気体である。  
 ③ 大気の上層部にはオゾン層があり、太陽からの有害な紫外線の大部分を吸収して、地上の生物を保護している。  
 ④ オゾンは強い酸化作用を示し、水で湿らせたヨウ化カリウムでんぷん紙を青紫色に変える。

問3 元素 A の単体を空气中で燃焼したところ、固体の酸化物が得られた。この酸化物は水と反応して酸性を示した。元素 A として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① C                      ② Na                      ③ P                      ④ S

問4 オストワルト法による硝酸の製造では、次の反応が起こっている。



10 mol のアンモニアから質量パーセント濃度が 30% の硝酸は何 g 得られるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、(iii) で生じた一酸化窒素は (i) で再利用され、アンモニアはすべて硝酸に変化するものとし、原子量は  $\text{H} = 1.0$ ,  $\text{N} = 14$ ,  $\text{O} = 16$  とする。 4 g

- ① 700                      ② 1400                      ③ 2100                      ④ 2800

問5 金属元素の化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 塩化銀、塩化鉛(II)はともに水に溶けにくい白色の固体であるが、塩化鉛(II)は熱水に溶けるので両者を区別できる。
- ② 酸化マンガン(IV)と炭素はマンガン乾電池の負極に用いられる。
- ③ 硫酸亜鉛の塩基性水溶液に硫化水素を通じると白色の沈殿が生じる。
- ④ 黄色のクロム酸カリウム水溶液を酸性にすると赤橙色の二クロム酸イオンを生じる。

化学基礎・化学

問6 金属の製錬に関する次の記述について、正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 6

Cu；硫化物を熱分解して粗銅とし、粗銅を陰極、純銅を陽極、硫酸銅(Ⅱ)の希硫酸水溶液を電解液として電気分解を行うことによって得られる。

Fe；酸化物を溶鉱炉中で一酸化炭素により還元して銑鉄とし、さらに転炉中で酸素を吹き込むことによって炭素を除去して鋼を得る。

Al；ボーキサイトから不純物を取り除き、得られた純粋な酸化アルミニウムを、氷晶石とともに加熱・融解したものを電気分解することによって得られる。

	Cu	Fe	Al
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問7 2種類の金属イオンを含む水溶液Aに水溶液Bを加えたとき、下線部の金属イオンを沈殿として分離できた。AとBの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

	水溶液A	水溶液B
①	Zn <sup>2+</sup> , <u>Fe<sup>3+</sup></u>	過剰のアンモニア水
②	Pb <sup>2+</sup> , <u>Ag<sup>+</sup></u>	クロム酸カリウム水溶液
③	Pb <sup>2+</sup> , <u>Ba<sup>2+</sup></u>	希硫酸
④	Al <sup>3+</sup> , <u>Zn<sup>2+</sup></u>	過剰の水酸化ナトリウム水溶液
⑤	Ba <sup>2+</sup> , <u>Ca<sup>2+</sup></u>	炭酸アンモニウム水溶液

第4問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

問1 アセチレンに関する次の記述①～④のうちから、正しいものを一つ選べ。

- ① アセチレンは炭酸カルシウムを水と反応させると得られる。
- ② アセチレンの三重結合の結合距離はエチレンの二重結合の結合距離よりも短い。
- ③ 臭素を付加すると1,1-ジブロモエチレンが生成する。
- ④ 触媒を用いて水を付加させると、エチレングリコールが生成する。

問2 エタノールに関する反応 a～c における化合物ア～ウの化学式の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

- a エタノールを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液でおだやかに酸化して得られる化合物にフェーリング液を作用させると、赤色のアが沈殿する。
- b エタノールに金属ナトリウムを加えると水素を発生し、イが生成する。
- c エタノールと酢酸の混合物を少量の濃硫酸と加熱すると、ウが得られる。

	ア	イ	ウ
①	CuO	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Na	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>
②	CuO	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Na	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOCH <sub>3</sub>
③	CuO	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ONa	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>
④	CuO	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ONa	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOCH <sub>3</sub>
⑤	Cu <sub>2</sub> O	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Na	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>
⑥	Cu <sub>2</sub> O	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Na	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOCH <sub>3</sub>
⑦	Cu <sub>2</sub> O	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ONa	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>
⑧	Cu <sub>2</sub> O	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ONa	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOCH <sub>3</sub>

問3 次の記述ア～ウのうち、アセトンに当てはまるものの組合せとして最も適切なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 3

ア 水にもエーテルにもよく溶ける。

イ 1-プロパノールを酸化すると得られる。

ウ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると黄色沈殿が得られる。

① アのみ

② イのみ

③ ウのみ

④ アとイ

⑤ アとウ

⑥ イとウ

⑦ アとイとウ

化学基礎・化学

問4 次の記述ア・イで得られる生成物の組合せとして最も適当なものを、下の①～

⑥のうちから一つ選べ。 4

ア *m*-クレゾールに過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱する。

イ サリチル酸にメタノールと少量の濃硫酸を加えておだやかに加熱する。

	ア	イ
①		
②		
③		
④		
⑤		
⑥		

問5 次の記述①～④のうちから、縮合反応でないものを一つ選べ。 5

- ① 酢酸に十酸化四リンを加えて加熱すると、無水酢酸が得られる。
- ② アジピン酸とヘキサメチレンジアミンとの混合物を加熱して反応させると、ナイロン66が得られる。
- ③ ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱すると、ベンゼンスルホン酸が得られる。
- ④ エタノールに濃硫酸を加えて130℃に加熱すると、ジエチルエーテルが得られる。

問6 次の芳香族化合物の分離操作(a・b)として最も適当なものを、下の①～④からそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

a ニトロベンゼンとアニリンを含むエーテル溶液から、アニリンを除く。

6

b 安息香酸とフェノールを含むエーテル溶液から、安息香酸を除く。 7

- ① 塩酸を加えて抽出する。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液を加えて抽出する。
- ③ 飽和塩化ナトリウム水溶液を加えたのち、ろ過する。
- ④ 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて抽出する。