

化学 I

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～4)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①～⑤のうちから一つずつ選べ。

a すべて単体であるものの組合せ。

- | | | | |
|---|-------|--------|--------|
| ① | ヘリウム | ネオン | アントラセン |
| ② | 黄銅 | 臭素 | 金 |
| ③ | ステンレス | ゲルマニウム | ケイ素 |
| ④ | 赤リン | 斜方硫黄 | メタン |
| ⑤ | 黒鉛 | ナトリウム | オゾン |

b イオン化エネルギーが最も小さい原子。

- ① Be ② O ③ F ④ Na ⑤ Al

c ^{39}K と ^{40}K で同じでないもの。

- ① 原子番号 ② 陽子数 ③ 中性子数 ④ L 殻の電子数
⑤ M 殻の電子数

問2 薬品の取り扱いに関する次の記述ア～エについて、正しいものを選んだ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 Li, Na, K などのアルカリ金属は、水と激しく反応し発火するので、石油中に保存する。

イ ジエチルエーテルやアセトンなどの引火性物質は火気を近づけないようにし、密栓した上、冷所に保存する。

ウ 濃硫酸を希釈するときは濃硫酸に水を少量ずつかき混ぜながら加える。

エ 水銀、カドミウム、クロム、マンガンなどの重金属イオンを含む溶液は十分に希釈してから廃棄する。

- 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3 イオン結晶に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① 多数の陽イオンと多数の陰イオンが結合してできた結晶である。
② 融点や沸点の高いものが多い。
③ 展性や延性の大きなものが多い。
④ 水に溶けやすいものも多く、このとき各イオンが電離して水の中に拡散する。
⑤ 固体では電気を通さないが、融解塩や水溶液は電気を通す。

化学 I

問 4 次の記述中の空欄 **ア** ・ **イ** に当てはまる数値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。 **6**

標準状態 (0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) で一酸化炭素 1.12L と酸素 1.12L を混合した気体に点火し、一酸化炭素を完全に燃焼させた。反応後の混合気体の標準状態における体積は **ア** L であり、生成した二酸化炭素の物質量は **イ** mol である。

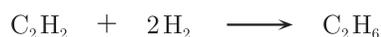
	ア	イ
①	1.12	0.25
②	1.12	0.050
③	1.68	0.25
④	1.68	0.050
⑤	2.24	0.25
⑥	2.24	0.050

化学 I

第2問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 25)

問1 次の記述中の空欄 ・ に入れる数値および語句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。

アセチレン、エタン、水素の燃焼熱はそれぞれ 1309 kJ/mol, 1560 kJ/mol, 286 kJ/mol である。これにより次の反応が進行するときの反応熱を求めるとアセチレン 1 mol あたり kJ の熱が されることがわかる。



ただし測定は、25℃、 1.0×10^5 Pa で行われたものとする。

	ア	イ
①	260	吸収
②	260	放出
③	321	吸収
④	321	放出
⑤	546	吸収
⑥	546	放出

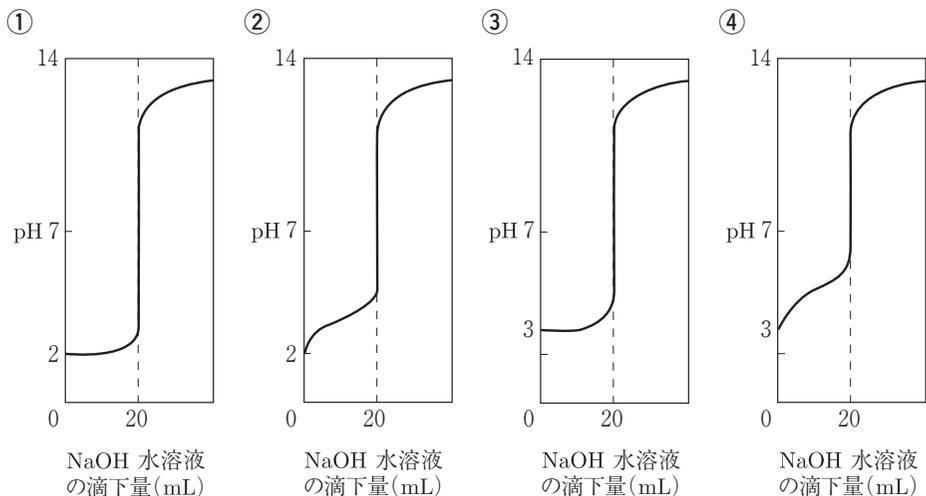
問2 中和滴定に関する以下の問い(a・b)に答えよ。

濃度不明の酢酸水溶液 20mL を器具 A を用いて器具 B にはかりとり、0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定した。

a 器具 A, B についての記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① 器具 A, B ともに蒸留水でよくすすいだのち、ぬれたまま使用する。
- ② 器具 A は蒸留水でよくすすいだのち、熱風でよく乾燥させてから用いる。
- ③ 器具 B をぬれたまま用いることはできない。
- ④ 器具 A は滴定に用いるのと同じ酢酸水溶液でよくすすいだのち、ぬれたまま用いる。

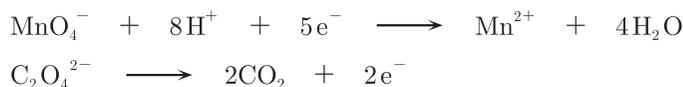
b この滴定で得られる滴定曲線として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、滴定前の酢酸水溶液の電離度 α は $\alpha = 0.010$ であることがわかっている。 3



化学 I

問3 酸化還元滴定に関する次の記述中の空欄 **ア**・**イ** に入れる語句および数値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**

酸性条件下で過マンガン酸イオンとシュウ酸イオンはそれぞれ酸化剤および還元剤として次のようにはたらく。



濃度不明のシュウ酸ナトリウム水溶液 20.0mL に、硫酸酸性にした 0.0200 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ、過マンガン酸イオンの **ア** 色が消えなくなるまでに 16.0mL を要した。この結果よりシュウ酸ナトリウム水溶液の濃度は **イ** mol/L であることがわかる。

	ア	イ
①	赤紫色	0.020
②	赤紫色	0.032
③	赤紫色	0.040
④	橙赤色	0.020
⑤	橙赤色	0.032
⑥	橙赤色	0.040

問4 アルミニウムは、原料のボーキサイト（主成分 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ ）から純粋な無色結晶のアルミナ Al_2O_3 をつくり、これを融解させて電気分解することによりつくられている。このとき、陰極での反応は $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}$ である。1円硬貨を質量 1.0g の純粋なアルミニウムとみなすと、これを 10000 枚つくるのに必要な電気量はどれほどか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、原子量は $\text{Al}=27$ 、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{C/mol}$ であるとする。

5 C

- ① 1.8×10^7 ② 3.6×10^7 ③ 7.2×10^7 ④ 1.1×10^8 ⑤ 2.1×10^8

問5 図1は、鉄板にスズをメッキしたブリキの表面に傷がつき、鉄が露出した部分に雨水(二酸化炭素が溶けている)がたまった状態を表している。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①~⑤のうちから一つ選べ。 6

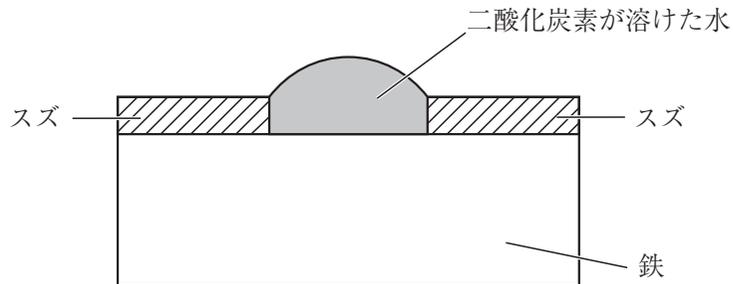


図 1

- ① 鉄よりもイオン化傾向の小さいスズで鉄を保護している。
- ② 水溶液中には水素イオンが生じている。
- ③ スズと鉄の両方が溶け出す。
- ④ 傷の部分で、鉄が負極、スズが正極の電池を形成しているとみなせる。
- ⑤ スズのかわりに鉄板に亜鉛をメッキしたトタンに傷がついて同様の状態になった場合は、亜鉛だけが溶け出す。

化学 I

第3問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 酸素とオゾンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 酸素とオゾンはたがいに同素体の関係にある。
- ② 塩素酸カリウムに酸化マンガン(IV)を加えて熱すると、分解して酸素を発生する。
- ③ 酸素に紫外線を照射するとオゾンが生成する。
- ④ 酸素もオゾンも、ともに無色・無臭の気体である。
- ⑤ オゾンは酸素よりも強い酸化作用を示すため、ヨウ化カリウムデンプン紙で検出できる。

問2 実験室で図1のような装置を組み立てて、気体を発生させることにした。なお、コニカルビーカーには硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液が入っている。この実験で発生する気体とコニカルビーカーの水溶液の色の変化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。 2

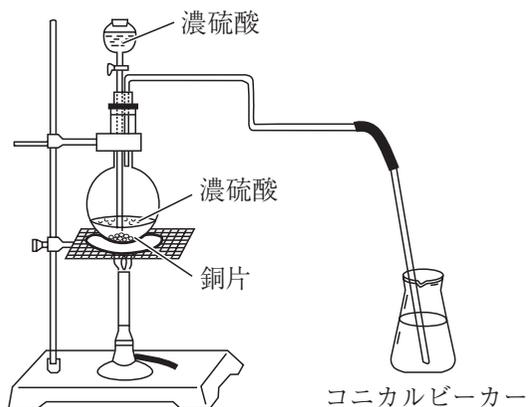


図 1

	発生する気体	水溶液の色の変化
①	SO ₂	赤紫色が消える
②	SO ₂	無色の水溶液が赤紫色になる
③	SO ₂	黄色の水溶液が赤橙色になる
④	H ₂ S	赤紫色が消える
⑤	H ₂ S	無色の水溶液が赤紫色になる
⑥	H ₂ S	黄色の水溶液が赤橙色になる

化学 I

問3 次の記述①～⑤のうちから誤りを含むものを一つ選べ。 3

- ① ハロゲン化水素はいずれも水によく溶けて酸性を示すが、HFのみが弱酸である。
- ② フッ化水素酸はガラスを侵す。
- ③ ハロゲン化銀はすべて水に難溶である。
- ④ ハロゲン化物イオンは、原子番号が大きいほど酸化されやすくなる。
- ⑤ 塩素は水に少し溶けて塩化物イオンと次亜塩素酸イオンを生じる。

問4 図2は炭酸ナトリウムを工業的に製造する工程を示したものである。この工程に関する記述として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

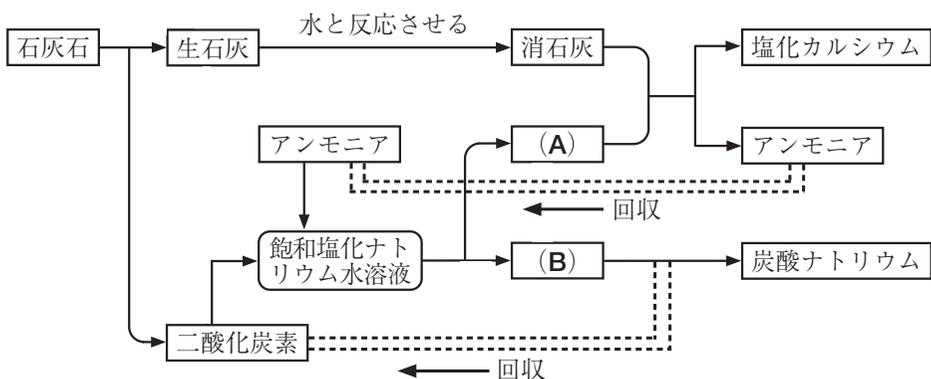


図 2

- ① この工業的な製法はハーバー・ボッシュ法とよばれている。
- ② 石灰石を電気分解することによって二酸化炭素を得ている。
- ③ 生石灰を水と反応させるときには加熱が必要である。
- ④ (A)に強酸を作用させることによってアンモニアを得ている。
- ⑤ (B)を熱分解することによって炭酸ナトリウムを得ている。

問5 鉄イオンの性質に関する記述として誤りを含むものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① Fe^{2+} イオンを含む水溶液に塩基を加えると，緑白色沈殿が生じる。
- ② Fe^{2+} イオンを含む水溶液に塩素を通じると，水溶液の色が変化する。
- ③ Fe^{3+} イオンを含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると，赤褐色の沈殿を生じ，過剰に加えても沈殿は溶解しない。
- ④ Fe^{3+} イオンを含む水溶液にチオシアン酸カリウム (KSCN) 水溶液を加えると，血赤色溶液となる。
- ⑤ Fe^{3+} イオンを含む水溶液にヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) 水溶液を加えると，濃青色の沈殿を生じる。

化学 I

問 6 次の記述ア～ウに当てはまる金属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。 6

ア 特有の赤色をした金属で，電気をよく導くので電線の材料として広く用いられている。また，貨幣の原料としても用いられている。

イ やわらかく密度の小さな金属で，銅などとの合金は軽くて強度が大きいため航空機の機体や建築材料として利用されている。空気中では表面にち密な酸化皮膜を生じるため，さびにくい。

ウ 熱や電気の伝導度が金属中最大で，展性や延性も大きい。化学的には安定だが，酸化力の強い酸には溶ける。硫黄とは比較的反応しやすく，黒色の硫化物を生成する。

	ア	イ	ウ
①	Cu	Al	Pb
②	Cu	Al	Ag
③	Cu	Zn	Pb
④	Cu	Zn	Ag
⑤	Au	Al	Pb
⑥	Au	Al	Ag
⑦	Au	Zn	Pb
⑧	Au	Zn	Ag

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

問 1 ダイオキシンに関する次の記述中の空欄 ・ に当てはまる数値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。

環境汚染が問題とされているダイオキシンは 2 個のベンゼン環が 2 個の酸素で架橋された図 1 の骨格 (ジベンゾーパラジオキシン $C_{12}H_8O_2$) の 8 個の水素がいくつかの塩素で置換された化合物である。

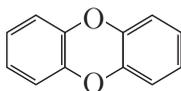


図 1

塩素が置換可能な場所は左右のベンゼン環をあわせて 8 カ所になり、結合する塩素の数と位置により、多くの異なった構造が考えられる。分子の対称性に注意して理論的に可能な構造の数を数え上げると、塩素が 1 カ所で置換する場合は 種の異性体が考えられ、2 カ所で置換する場合には 種の異性体が考えられる。

	ア	イ
①	2	8
②	2	9
③	2	10
④	3	8
⑤	3	9
⑥	3	10

問2 アルカンの燃焼に関する次の記述中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる文字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。 **2**

一般式 C_nH_{2n+2} で示されるアルカンの 1 mol を空气中で完全燃焼させると、**ア** mol の二酸化炭素と **イ** mol の水が生成する。このとき、合計で **ウ** mol の酸素が消費される。

	ア	イ	ウ
①	n	n+1	$\frac{2n+1}{2}$
②	n	n+1	$\frac{3n+1}{2}$
③	n	2n+2	$\frac{2n+1}{2}$
④	n	2n+2	$\frac{3n+1}{2}$
⑤	2n	n+1	$\frac{2n+1}{2}$
⑥	2n	n+1	$\frac{3n+1}{2}$
⑦	2n	2n+2	$\frac{2n+1}{2}$
⑧	2n	2n+2	$\frac{3n+1}{2}$

問3 エタノールに関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 **3**

- ① 濃硫酸と加熱すると、エチレンまたはジエチルエーテルとなる。
- ② 酸化すると、アセトアルデヒドを経て酢酸となる。
- ③ 酢酸との混合物に少量の硫酸を加えて加熱すると酢酸エチルと水が生じる。
- ④ 金属ナトリウムと反応してナトリウムエトキシドを生じる。
- ⑤ 水と任意の割合で混じり合う無色の液体で、弱塩基性を示す。

化学 I

問 4 有機化合物に対する操作とそれに対応する反応の種類について誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① マレイン酸を約 160℃に加熱した。→ 脱水
- ② 酢酸に十酸化四リンを加えて加熱した。→ 還元
- ③ ギ酸に水酸化ナトリウムを加えた。→ 中和
- ④ 酢酸とエタノールの混合物に少量の濃硫酸を加えて加熱した。
→ エステル化(縮合)
- ⑤ 酢酸エチルに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した。→ けん化

問 5 芳香族化合物に関する次の記述ア～エについて、正しい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

- ア サリチル酸に無水酢酸を作用させると、サリチル酸のカルボキシ基が反応してアセチルサリチル酸が生成する。
- イ ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸を作用させるとベンゼンの水素原子がスルホ基に置換されてベンゼンスルホン酸が生成する。
- ウ ナトリウムフェノキシドの水溶液に二酸化炭素を吹き込むとフェノールが遊離する。
- エ 塩化ベンゼンジアゾニウム水溶液をあたためると分解して窒素を発生し、フェノールと塩酸になる。

- 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6 フェノール，酢酸フェニル，サリチル酸のエーテル混合溶液について，図2に従い分離操作を行った。図中の操作(i)～(iv)に当てはまる実験操作ア～エ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。 6

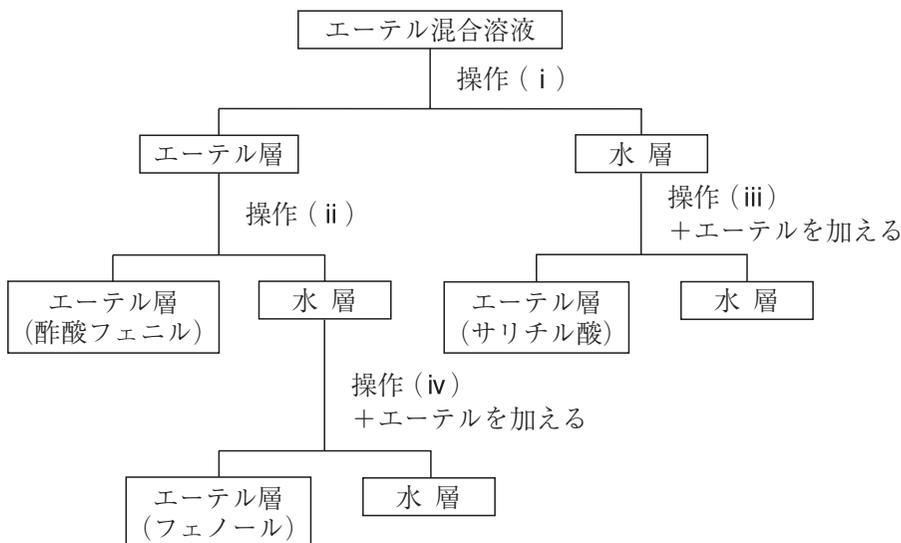


図 2

[実験操作]

- ア 希塩酸を加える。
- イ 薄い水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- ウ 炭酸水素ナトリウム水溶液を加える。
- エ 二酸化炭素を十分に吹き込む。

	(i)	(ii)	(iii)	(iv)
①	イ	ウ	ア	エ
②	イ	ウ	エ	ア
③	ウ	エ	ア	イ
④	ウ	イ	ア	エ
⑤	エ	ア	イ	ウ
⑥	エ	ア	ウ	イ