

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 周期表で窒素と同族である元素。

- ① K ② Ca ③ Si ④ S ⑤ P

b 炭素原子 ^{12}C について陽子、電子、中性子の数および質量数を比べたとき、同数になるものの組合せ。

- ① 陽子数と中性子数 ② 陽子数と電子数 ③ 電子数と中性子数
④ 中性子数と質量数 ⑤ 陽子数と質量数

c 標準状態 (0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) で 2.8 L を占める気体の質量が 4.0 g である物質。ただし、原子量は $\text{H} = 1$, $\text{C} = 12$, $\text{N} = 14$, $\text{O} = 16$ とする。

- ① NO ② N_2 ③ O_2 ④ NO_2 ⑤ CH_4

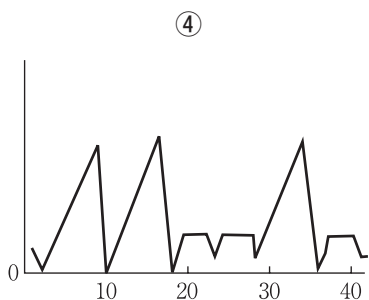
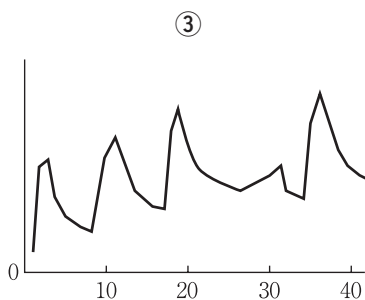
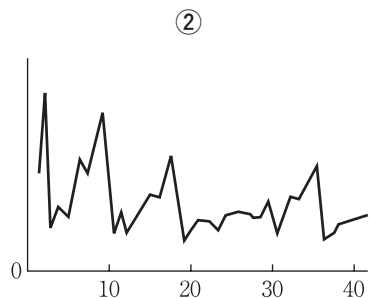
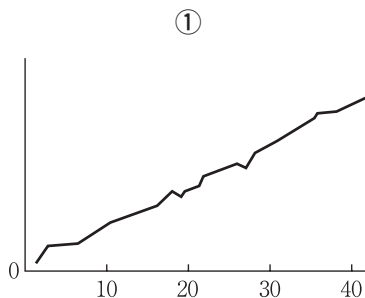
問2 物質 A の水溶液を白金線につけて、ガスバーナーの無色の炎の中に入れてと炎が黄色になった。また、A の結晶を熱すると、水とともに無色無臭の気体が発生し、この気体を石灰水に通じると白い沈殿が生じた。物質 A に含まれていると考えられるすべての元素として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① C, Na ② H, K ③ O, Na ④ N, K, O
⑤ H, K, C ⑥ H, Na, C

問3 密度 1.1 g/cm^3 ，質量パーセント濃度 20% の塩化水素 HCl 水溶液のモル濃度として最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，原子量は $\text{H} = 1$ ， $\text{Cl} = 35.5$ とする。 5 mol/L

- ① 0.3 ② 0.6 ③ 3.0 ④ 5.0 ⑤ 6.0

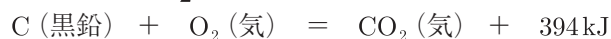
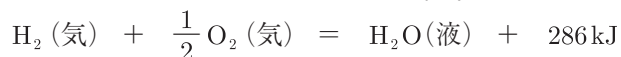
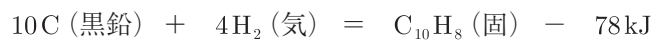
問4 次の①～④のグラフはそれぞれ元素のある性質を示す量を表している。グラフの横軸は原子番号を表している。縦軸の値が(第一)イオン化エネルギーを表すものとして最も適当なものを一つ選べ。 6



化学 I

第2問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 ナフタレン($C_{10}H_8$)の薄片を酸素中で完全燃焼させたところ、液体の水 0.90 g を生じた。このとき発生する熱量を以下の熱化学方程式を用いて求め、最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、原子量は $H=1$ 、 $O=16$ とする。 kJ



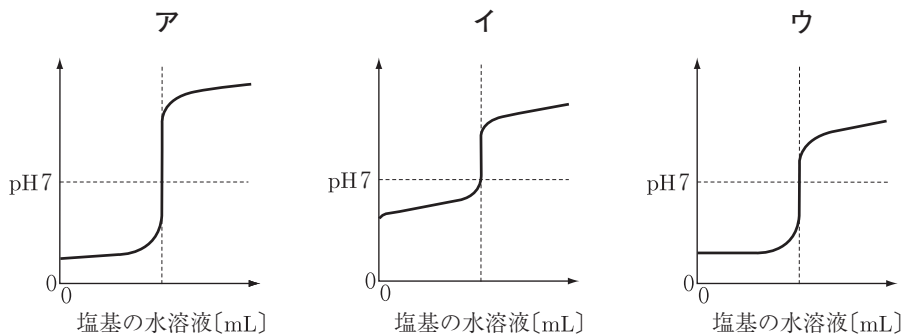
- ① 62.5 ② 64.5 ③ 378.5 ④ 565 ⑤ 2581

問2 0.10 mol/L の希塩酸 20 mL に 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下して中和した。その後さらに同濃度の水酸化ナトリウム水溶液を X mL 加えたところ、溶液の pH は 11 となった。X に当てはまる最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、滴下後の溶液の体積はそれぞれの溶液の体積の和となるものとする。 mL

- ① 0.30 ② 0.40 ③ 20 ④ 30 ⑤ 40

問3 酢酸水溶液を同濃度の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したときの滴定曲線ア～ウとふさわしい指示薬 a～c の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 3

[滴定曲線]



[指示薬]

- a フェノールフタレイン b メチルオレンジ
 c フェノールフタレインとメチルオレンジのどちらでもよい。

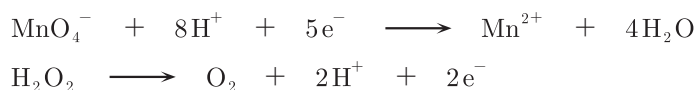
	滴定曲線	指示薬
①	ア	a
②	ア	b
③	ア	c
④	イ	a
⑤	イ	b
⑥	イ	c
⑦	ウ	a
⑧	ウ	b
⑨	ウ	c

化学 I

問 4 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 中の Fe と同じ酸化数の原子を含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① HClO ② H_2SO_4 ③ BaO ④ NaNO_2 ⑤ Na_2SO_3

問 5 硫酸で酸性にした過酸化水素水溶液に 0.25 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を 60 mL 加えた。このとき、以下に示す酸化還元反応が起こっている。



過マンガン酸カリウムが完全に反応したとき、発生する酸素の体積は標準状態 (0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) で何 mL 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、発生した気体は溶液に溶解しないものとする。 5 mL

- ① 22.4 ② 44.8 ③ 224 ④ 448 ⑤ 840

問 6 電池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。

6

- ① ダニエル電池では、亜鉛表面上で還元反応がおこる。
② マンガン乾電池では亜鉛が負極になる。
③ マンガン乾電池では、酸化マンガン(IV)が減極剤としてもはたらいている。
④ 鉛蓄電池では酸化鉛(IV)が正極になる。
⑤ 鉛蓄電池の起電力は、マンガン乾電池の起電力より大きい。

第3問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 ハロゲンの単体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 臭素とヨウ素は、どちらも常温・常圧で液体である。
 イ フッ素は、ハロゲンの中で最も還元されやすい。
 ウ ハロゲンの単体は、いずれも常温・常圧で水と反応して酸素を発生する。

	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 硫化水素あるいは二酸化硫黄に関する次の記述ア～エのうちから、二酸化硫黄について述べていると考えられ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。

- ア 亜鉛イオンを含む弱塩基性水溶液に通じると、硫化亜鉛の沈殿を生じる。
 イ 室温では無色の気体で、腐卵臭に似た悪臭があり、有毒である。
 ウ 水に比較的良好に溶解し、水溶液は弱酸性を示す。
 エ その還元性を利用し、殺菌・漂白剤として用いられている。

- 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 空気より重く、刺激臭をもつ気体 A の入った容器に、赤熱した銅線を入れたところ、激しく反応して化合物 B を生じた。化合物 B を水に溶かし、硫化水素を通じたところ黒色の沈殿が生成した。気体 A として考えられる最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① C_2H_4 ② O_2 ③ NH_3 ④ HCl ⑤ Cl_2

問4 2族の化合物に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① 酸化カルシウムは水と反応するとき、熱を吸収する。
② 水酸化カルシウム水溶液は弱塩基である。
③ 炭酸カルシウムの沈殿を含む水溶液に二酸化炭素を通じると沈殿が溶解した。
④ 硫酸バリウムは水に溶けやすい。
⑤ Mg^{2+} と Ca^{2+} を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水酸化カルシウムのみが沈殿する。

化学 I

問5 銅イオンとその反応に関する次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる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。

5

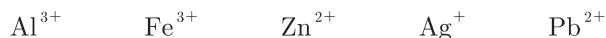
銅は希塩酸には溶けないが、希硝酸に溶けて青色の溶液となる。この溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の沈殿 **ア** を生じるが、そのまま加熱すると黒色の **イ** に変化する。これを取り出して希硫酸を加えて溶かし、溶液を濃縮して室温で放置すると、青色の結晶が析出する。この結晶を溶かした水溶液にアンモニア水を加えていくと青白色の沈殿を生じるが、さらに加えていくと溶けてしまい、最終的に **ウ** を含む深青色の溶液になる。

	ア	イ	ウ
①	CuOH	CuO	$[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$
②	CuOH	CuO	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
③	CuOH	Cu_2O	$[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$
④	CuOH	Cu_2O	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
⑤	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	CuO	$[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$
⑥	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	CuO	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
⑦	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	Cu_2O	$[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$
⑧	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	Cu_2O	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

問 6 次のイオンのいずれかを含む水溶液 A ~ E がある。これらに対して行った実験 1 ~ 3 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。

6

[A ~ E に含まれているイオン]



実験 1 塩酸を加えると A と D が沈殿し、熱湯で D の沈殿は溶けた。

実験 2 水酸化ナトリウム水溶液を加えるといずれも沈殿を生じたが、過剰に加えると C, D, E の沈殿は溶けた。

実験 3 アンモニア水を加えるといずれも沈殿を生じたが、過剰に加えると A, C の沈殿は溶けた。

- ① 実験 1 で生じた A の沈殿は褐色である。
- ② 実験 2 で生じた B の沈殿は白色ゲル状である。
- ③ C のイオンを含む弱塩基性溶液に硫化水素を通じると黒色の沈殿を生じる。
- ④ D のイオンを含む溶液にクロム酸カリウム水溶液を加えると黄色沈殿を生じる。
- ⑤ 実験 3 で生じた E の沈殿は赤褐色である。

化学 I

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

問 1 二つの官能基の縮合反応によって新たな化学結合ができる場合がある。アミド結合が形成されるために必要な官能基として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① ヒドロキシ(ヒドロキシル)基とカルボキシル(カルボキシ)基
- ② ヒドロキシ基とアミノ基
- ③ カルボキシル基とアミノ基
- ④ 二つのヒドロキシ基
- ⑤ 二つのアミノ基

問 2 次の化合物①~⑥のうちから、光学異性体が存在するもの一つ選べ。

- ① *m*-キシレン ② 2-ブテン ③ 2-プロパノール
- ④ 1-ブタノール ⑤ 2-ブタノール ⑥ シュウ酸

問 3 ある炭化水素を標準状態(0℃, 1.0×10^5 Pa)で 22.4 L とり、完全燃焼させたところ標準状態で 44.8 L の二酸化炭素を生じた。また、この炭化水素 1 mol には触媒を用いると水素 1 mol が付加することがわかっている。この炭化水素の構造式として最も適当なものを、次の①~⑥から一つ選べ。

- ① $\text{CH} \equiv \text{CH}$ ② $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ③ $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$
- ④ $\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{CH}$ ⑤ $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$ ⑥ $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

問4 アルコールとエーテ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。 4

- ① 同じ分子式のアルコールとエーテルは、異性体の関係にある。
- ② 同じ分子式のアルコールとエーテルでは、エーテルの方が沸点が低い。
- ③ Naを加えたとき、アルコールのみが水素を発生する。
- ④ アルコールもエーテルも、空气中で燃焼して二酸化炭素と水を生成する。
- ⑤ アルコールもエーテルも、炭素数1～3のものは水とよく混じり合う。

問5 クメン法によるフェノールの製法について、図1の反応経路の空欄 ア ～ ウ に当てはまる化合物名および用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。 5

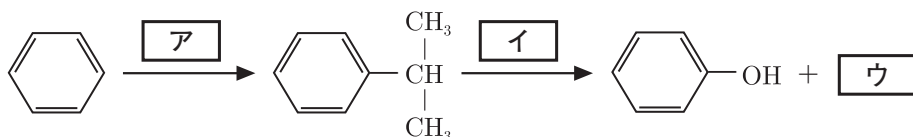


図 1

	ア	イ	ウ
①	プロペン	酸化	アセトン
②	プロペン	酸化	2-プロパノール
③	プロペン	付加	アセトン
④	プロペン	付加	2-プロパノール
⑤	プロピン	酸化	アセトン
⑥	プロピン	酸化	2-プロパノール
⑦	プロピン	付加	アセトン
⑧	プロピン	付加	2-プロパノール

化学 I

- 問 6 ベンゼン，アニリン，安息香酸の混合物を含むジエチルエーテル溶液がある。次の操作ア・イによってそれぞれを分離したときの結果，および結果に対する考察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

操作ア ジエチルエーテル溶液に希塩酸を加えて振り，分離した水層を **A** とした。

操作イ 水層 **A** を除いた後，ジエチルエーテル層にうすい水酸化ナトリウム水溶液を加えて振り，分離した水層を **B**，ジエチルエーテル層を **C** とした。

- ① 操作ア・イでの分離は，有機化合物が塩をつくると水に溶けやすくなることを利用している。
- ② 水層 **A** に水酸化ナトリウム水溶液を加えることによってアニリンをとり出すことができる。
- ③ 水層 **B** に二酸化炭素を吹き込むことによって安息香酸をとり出すことができる。
- ④ 安息香酸の代わりにフェノールが含まれる混合物で同様の操作を行った場合，水層 **B** にフェノールの塩が分離される。
- ⑤ ベンゼンの代わりにトルエンまたは *m*-キシレンが含まれる混合物でも同様の結果が得られる。