

化 学 I

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 9〕 (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 構造式中に最も多くの価標を持つ分子。 1

① CH_4

② O_2

③ NH_3

④ H_2O

b 中性子の数と電子の数が等しい原子またはイオン。 2

① $^{16}\text{O}^{2-}$

② ^{14}C

③ $^{19}\text{F}^-$

④ $^{40}\text{Ca}^{2+}$

c 1 mol/L の水溶液にしたとき、水溶液がほとんど電気を通さない化合物。

3

① グルコース

② 塩化ナトリウム

③ 硫酸アンモニウム

④ 硝 酸

問2 元素の周期表に関する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。 4

① 現在の周期表では、元素は原子量の順に並べられている。

② 第2周期の元素の中では、フッ素の電子親和力が最も小さい。

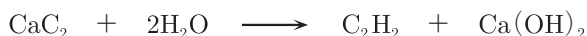
③ 同一周期の元素におけるイオン化エネルギーは、アルカリ金属よりも希ガスのほうが大きい。

④ 典型元素はすべて非金属元素であり、遷移元素はすべて金属元素である。

問3 薬品とその危険性・保存法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 ジエチルエーテルは引火しやすいので、火気のない冷所で密栓した容器に保存する。
- ② 単体のナトリウムに素手で触ると、皮膚表面の水分と反応して皮膚をおかす。また、空気中の酸素とも反応するため、石油中に保存する。
- ③ 黄リンは有毒で自然発火するため、水中に保存し、取り扱いには注意する。
- ④ 希塩酸は有害な蒸気を発生し、光で分解するため、褐色びんに保存する。

問4 次の化学反応式にしたがって、不純物を含む炭化カルシウム 40g からアセチレン 13g が生成した。下の問い(a・b)に答えよ。ただし、反応は完全に進行し、不純物は反応しなかったとする。また、原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$, $Ca = 40$ とする。



a 反応した水の物質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 6 mol

- ① 0.25 ② 0.50 ③ 0.75 ④ 1.0

b 炭化カルシウムの純度は何%であったか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし純度とは、混合物の質量に対する純物質の質量の割合(%)である。 7 %

- ① 70 ② 75 ③ 80 ④ 85

化学 I

問5 シュウ酸二水和物($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)の結晶を水に溶かして、 0.100mol/L のシュウ酸水溶液 1L を調整した。この水溶液の調整の方法として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、原子量は $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{C} = 12$ 、 $\text{O} = 16$ とする。

8

- ① シュウ酸二水和物 9.0g を水 1L に溶かす。
- ② シュウ酸二水和物 9.0g を水に溶かして全量を 1L にする。
- ③ シュウ酸二水和物 9.0g を水 991.0g に溶かす。
- ④ シュウ酸二水和物 12.6g を水 1L に溶かす。
- ⑤ シュウ酸二水和物 12.6g を水に溶かして全量を 1L にする。

問6 物質の化学的性質の利用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。

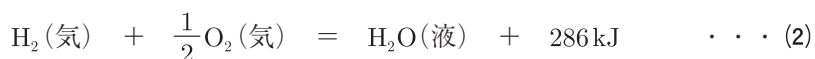
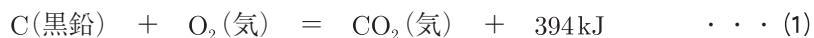
9

- ① ダイヤモンドは非常に硬いので、削岩機の刃先や工具の刃などに用いられる。
- ② 硫酸バリウムは水や酸に溶けず、X線をよく吸収するので、X線撮影の造影剤として用いられる。
- ③ エタノールには細菌の細胞膜を溶かす作用があるので、消毒剤として用いられる。
- ④ 次亜塩素酸ナトリウムには還元作用があるので、漂白剤や消毒液に用いられる。

化学 I

第2問 次の各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 10〕(配点 25)

問1 次の熱化学方程式(1)～(3)に関して、下の問い(a・b)に答えよ。



a 熱化学方程式(1)～(3)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

- ① 式(1)の反応熱は、黒鉛の燃焼熱を表している。
- ② 式(1)の反応熱は、二酸化炭素の生成熱を表している。
- ③ 式(2)の反応熱は、水素の燃焼熱を表している。
- ④ 式(3)から、水蒸気の凝縮は吸熱反応であることがわかる。

b メタン(気体)の生成熱を 75kJ/mol とすると、次の熱化学方程式中の Q の値は何 kJ か。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。 2 kJ



- ① -891 ② -803 ③ 803 ④ 891

問2 次の塩①～④のうちから、水溶液が塩基性を示すものを一つ選べ。 3

- ① 炭酸水素ナトリウム ② 硝酸カリウム
- ③ 塩化アンモニウム ④ 硫酸水素ナトリウム

問 3 酸化カルシウム 0.28 g を純水に溶かして 500 mL にした水溶液 A を用いて、
0.050 mol/L の塩酸 20 mL を過不足なく中和したい。水溶液 A は何 mL 必要か。
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 $O = 16$,
 $Ca = 40$ とする。 4 mL

- ① 5.0 ② 10 ③ 25 ④ 50

問 4 指示薬フェノールフタレインの変色域は pH8.0～9.8 であり、指示薬メチルオレンジの変色域は pH3.1～4.4 である。これらの指示薬の使用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 希硫酸を水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定するとき、メチルオレンジは使用できるが、フェノールフタレインは使用できない。
② 酢酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定するとき、フェノールフタレインは使用できるが、メチルオレンジは使用できない。
③ アンモニア水を塩酸で中和滴定するとき、メチルオレンジは使用できるが、フェノールフタレインは使用できない。
④ シュウ酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定するとき、フェノールフタレインは使用できるが、メチルオレンジは使用できない。

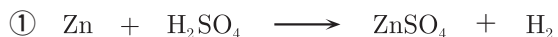
問 5 分子中の窒素原子の酸化数が最も大きい物質を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① 一酸化窒素 ② 硝 酸 ③ 窒 素
④ アンモニア ⑤ 二酸化窒素

化学 I

問 6 次の化学反応式①～④のうちから酸化還元反応でないものを一つ選べ。

7



問 7 電池に関する記述として正しいものを，次の①～④のうちから，一つ選べ。

8

① ダニエル電池が放電すると，溶液中の亜鉛イオンと銅イオンの濃度はともに小さくなる。

② ダニエル電池では，亜鉛板が負極であり，極板上で還元反応がおこっている。

③ 鉛蓄電池が放電すると，正極，負極ともに硫酸鉛(Ⅱ)が生成する。

④ 鉛蓄電池が放電すると，硫酸の濃度は大きくなる。

問 8 図 1 のような装置を用いて、硫酸銅(Ⅱ)と希硫酸の電気分解を行った。一定時間電流を流したところ、電極イの質量が 0.32 g 増加していた。これに関して次の問い(a・b)に答えよ。ただし、原子量は $\text{Cu} = 64$ ，ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

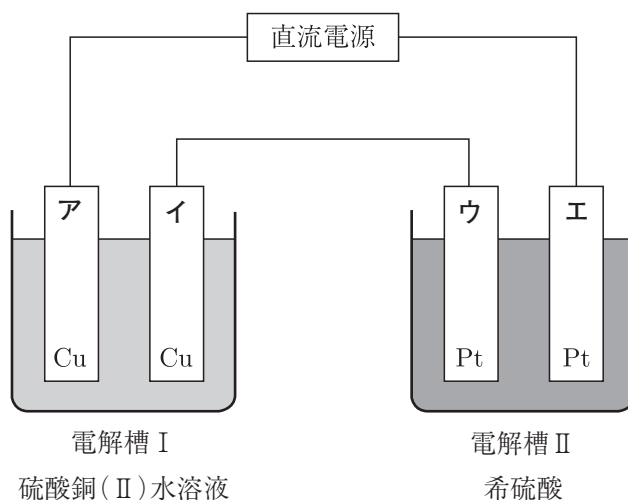


図 1

a 酸素が発生する極板はどれか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 9

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① アのみ | ② ウのみ | ③ エのみ |
| ④ アとウ | ⑤ アとエ | ⑥ ウとエ |

b 流れた電気量は何 C か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

10 C

- | | | | |
|-------|-------|--------|--------|
| ① 483 | ② 965 | ③ 1930 | ④ 3860 |
|-------|-------|--------|--------|

第3問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 25)

問1 ハロゲンおよびそ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。

- ① フッ化水素酸はガラスを溶かす。
- ② 塩素は常温・常圧において赤褐色・刺激臭の気体である。
- ③ 塩化水素に濃アンモニア水をつけたガラス棒を近づけると、白煙を生じる。
- ④ 臭化銀は光によって分解し、銀を遊離する。

問2 硫酸に関する次の記述中の空欄 ～ に当てはまる化合物・語句として最も適当なものを、下の①～⑦からそれぞれ一つずつ選べ。

銅に濃硫酸を加えて加熱すると が発生する。これは加熱した濃硫酸には 作用があるためである。また、ショ糖(スクロース)に濃硫酸を加えると、炭素が遊離する。これは濃硫酸に 作用があるためである。

- | | | | |
|---------|---------|--------|------|
| ① 二酸化硫黄 | ② 三酸化硫黄 | ③ 硫化水素 | ④ 酸化 |
| ⑤ 還元 | ⑥ 吸湿 | ⑦ 脱水 | |

問3 水素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 水素は気体の中で最も軽い。
- ② 水素は大気中に約 0.04% 含まれている。
- ③ 水素は還元力をもち、高温で酸化銅(Ⅱ)を銅に還元する。
- ④ ハーバー・ボッシュ法では、水素と窒素から直接アンモニアを合成している。

問4 炭酸ナトリウムの工業的製法であるアンモニアソーダ法に関する次の記述中の空欄 **6**・**7** に当てはまる化合物として最も適当なものを、下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

飽和食塩水に **6** を十分に吸収させ、さらに二酸化炭素を通じると、炭酸水素ナトリウムが沈殿する。この沈殿を熱分解すると炭酸ナトリウムが得られる。また、石灰石を熱分解すると二酸化炭素と **7** が得られる。**7** は水と反応させたのち、**6** の回収に用いられる。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① 塩化水素 | ② 二酸化窒素 | ③ アンモニア |
| ④ 酸化カルシウム | ⑤ 炭酸カルシウム | ⑥ 塩化カルシウム |

問5 鉄の製錬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。 **8**

- ① 溶鉱炉では、鉄の酸化物を一酸化炭素によって還元している。
- ② 溶鉱炉から得られる鉄は銑鉄とよばれる。
- ③ 銑鉄は、炭素などを不純物として含んでおり、もろい。
- ④ 高温にした銑鉄に酸素を吹き込むと、ステンレス鋼が得られる。

問6 銅(Ⅱ)イオンと鉄(Ⅲ)イオンを含む混合溶液がある。この水溶液にアンモニア水を加えたところ、沈殿が生成した。さらに、アンモニア水を過剰に加えると沈殿の一部が溶けた。沈殿をろ過して得られる溶液の色として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **9**

- | | | | |
|------|-------|-------|-------|
| ① 無色 | ② 黄褐色 | ③ 淡緑色 | ④ 深青色 |
|------|-------|-------|-------|

第 4 問 次の各問い(問 1 ～ 6)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 10〕(配点 25)

問 1 エタン, エチレン, アセチレン, ベンゼンの性質に関する記述として正しいものを, 次の①～④のうちから一つ選べ。 1

- ① 1 分子中の炭素含有率(質量%)が最も大きいのはエタンである。
- ② エタン分子中の二つの炭素原子は, 炭素原子間の結合を軸にして自由に回転できる。
- ③ エチレンと臭素を反応させると 1,1-ジブロモエタンが生成する。
- ④ すべての原子が同一平面上にあるのはベンゼンのみである。

問 2 ある有機化合物 **A** の 28mg を完全に燃焼させると, 二酸化炭素 88mg と水 36mg が生じた。また標準状態での気体 **A** 11.2L の質量は 28g であった。**A** の分子式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, 原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$ とする。 2

- ① CH_4O ② C_3H_6 ③ C_4H_8 ④ C_3H_4O

問 3 分子式 C_3H_8O で表されるアルコール **A** を二クロム酸カリウムを用いて酸化したところ, フェーリング液を還元する中性物質が生じた。また, **A** に濃硫酸を加えて $140^\circ C$ に加熱したところ, エーテル **B** が得られた。この **A**, **B** として最も適当な構造式を, 次の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

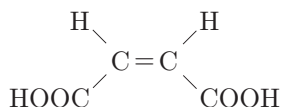
A 3 **B** 4

- ① $CH_3-CH_2-CH_2-OH$ ② $\begin{array}{c} CH_3-CH-CH_3 \\ | \\ OH \end{array}$
- ③ $CH_3-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-CH_3$
- ④ $\begin{array}{c} CH_3-CH-O-CH-CH_3 \\ | \qquad \qquad | \\ CH_3 \qquad \qquad CH_3 \end{array}$ ⑤ $\begin{array}{c} CH_3-CH-O-CH_2-CH_2-CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}$

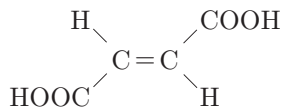
問4 次のア～エの化合物のうち、加熱により分子内で容易に脱水して酸無水物をつくるものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

5

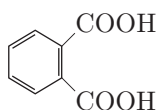
ア



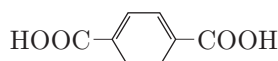
イ



ウ



エ



① アとイ

② アとウ

③ アとエ

④ イとウ

⑤ イとエ

⑥ ウとエ

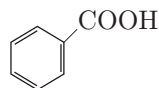
問5 3種類の芳香族化合物 X, Y, Z について実験を行い、次のア～ウの結果を得た。X, Y, Z に当てはまる化合物として最も適当なものを、下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。X 6 Y 7 Z 8

ア X にさらし粉水溶液を加えると紫色を呈した。

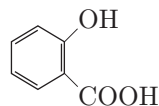
イ X, Y, Z のそれぞれに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、Z のみが気体を発生しながら溶解した。

ウ X, Y, Z のそれぞれに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、Y のみが呈色した。

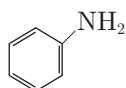
①



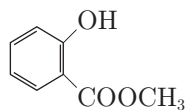
②



③



④



化学 I

問 6 次の分離操作ア，イを行うのに最も適当な操作を，下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ア ニトロベンゼンとアニリンを含むエーテル溶液から，アニリンを取り出す。

9

イ フェノールとトルエンを含むエーテル溶液から，フェノールを取り出す。

10

- ① 希塩酸を加えて抽出後，遊離させる。
- ② 塩化ナトリウム水溶液を加えて抽出後，遊離させる。
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液を加えて抽出後，遊離させる。
- ④ 二酸化炭素を通じてよく振り混ぜてから抽出後，遊離させる。