

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 K殻、L殻およびM殻の電子数がそれぞれ x 、 y および z である原子やイオンの電子配置を $K^xL^yM^z$ と表すことにする。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 次の電子配置をもつ原子のうち、最も原子半径の大きいものはどれか。

- ① K^2L^3 ② K^2L^5 ③ K^2L^2 ④ K^2L^1 ⑤ K^2L^4

b 次の電子配置をもつ原子の組合せのうち、それぞれの原子がイオン化したときに安定なイオン結晶を形成するものはどれか。

- ① K^2L^1 と $K^2L^8M^2$ ② K^2L^5 と $K^2L^8M^5$ ③ K^2L^7 と $K^2L^8M^6$
④ K^2L^8 と $K^2L^8M^8$ ⑤ $K^2L^8M^1$ と $K^2L^8M^7$

c 電子配置が $K^2L^8M^3$ である原子またはイオンはどれか。

- ① B ② Al ③ Mg^{2+} ④ Al^{3+} ⑤ P

問2 水素の同位体として 1H と 2H 、炭素の同位体として ^{12}C と ^{13}C がそれぞれ存在するとした場合、何種類のメタン分子が考えられるか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 種類

- ① 6 ② 8 ③ 10 ④ 12 ⑤ 14

問3 次の記述ア～エのうち、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。ただし、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ 、原子量は $\text{H} = 1$ 、 $\text{S} = 32$ とする。 5

ア 同温・同圧のもとでは、水素 50 L を燃焼するために必要な酸素は 25 L である。

イ 標準状態で 11.2 L の硫化水素の物質量は 0.50 mol であり、その質量は 17.0 g である。

ウ 1.0 mol/L の硫酸銅(Ⅱ)水溶液 500 mL 中には銅イオンが 3.0×10^{23} 個と、硫酸イオンが 6.0×10^{23} 個存在する。

エ 硫黄 32 g を完全燃焼させて二酸化硫黄にするためには、 $32 \times 6.0 \times 10^{23}$ 個の酸素分子が必要である。

① アとイ

② アとウ

③ アとエ

④ イとウ

⑤ イとエ

⑥ ウとエ

化学 I

問 4 以下は、化学実験室で、中和滴定の実験の準備をしているあきら君とたかし君の会話である。

たかし君 「あきら君！ 酢酸の滴定をするから水酸化ナトリウムの 0.1 mol/L の水溶液をつくってよ。」

あきら君 「分かった。ア 上皿てんびんで水酸化ナトリウムを 2 g はかりとって、蒸留水に溶かして 500 mL にすれば 0.1 mol/L の濃度になるから、そのまますぐに酢酸の滴定に使えるよね。」

たかし君 「イ 指示薬はフェノールフタレインでいいね。」

あきら君 「そうだね。たかし君はアンモニア水の滴定用に 0.1 mol/L の塩酸の水溶液をつくっておいてよ。」

たかし君 「うん。ここに 36.5% の塩酸があるから、これを薄めてつくっておくよ。ええと、ウ 36.5 g の塩化水素が水 100 g に溶けているのだから、この溶液を 20 mL ホールピペットでとって、蒸留水 980 mL を加えればいいんだ。」

あきら君 「ホールピペットが蒸留水でぬれているけど、このまま使ったらだめだよな？」

たかし君 「そうだね。エ 滴定で使う塩酸で何度かすすいでから使うんだよ。」

二人の実験操作にはまちがったところがある。下線部ア～エのうちから、たかし君とあきら君のまちがっている点を選んだ組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、原子量は $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{O} = 16$ 、 $\text{Na} = 23$ 、 $\text{Cl} = 35.5$ とする。 6

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① アとイ | ② アとウ | ③ アとエ | ④ イとウ |
| ⑤ イとエ | ⑥ ウとエ | | |

第2問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 25)

問1 都市ガスの主成分はメタンで、その原料は天然ガスである。天然ガスはメタンのほかにエタン、プロパンなどの炭化水素を含んでいる。この天然ガスを約 -162°C の低温にして液化したものが、液化天然ガスとしてタンカーで日本に運ばれてくる。

以下の問い a・b に答えよ。ただし、原子量は $\text{H}=1.0$ 、 $\text{C}=12$ 、 $\text{O}=16$ とする。

a メタンの燃焼熱はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、黒鉛 C の燃焼熱は 394kJ/mol 、水素 H_2 の燃焼熱は 286kJ/mol 、また、メタンの生成熱は 75kJ/mol である。 kJ

- ① 223 ② 446 ③ 891 ④ 1337 ⑤ 1782

b メタンと水素を燃料として比較した次の文章中の空欄 ～ 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。

1 mol あたりの発熱量は の方が大きく、また 1 mol の燃焼に必要な酸素の量は の方が大きい。さらに 1 g あたりの発熱量を比べると の方が大きいことがわかる。一方、燃焼生成物を考えると、水素からは水しか生成しないが、メタンからは水と二酸化炭素が生成するため、地球温暖化を促進することが懸念されている。

	ア	イ	ウ
①	メタン	メタン	メタン
②	メタン	メタン	水素
③	メタン	水素	メタン
④	メタン	水素	水素
⑤	水素	メタン	メタン
⑥	水素	メタン	水素
⑦	水素	水素	メタン
⑧	水素	水素	水素

問2 次の塩①～⑤のうちから、酸性塩であって、水に溶かすと酸性を示すものの一つ選べ。 3

- ① 硫酸水素ナトリウム ② 塩化鉄(Ⅲ) ③ 塩化マグネシウム
 ④ 炭酸水素ナトリウム ⑤ 塩化水酸化マグネシウム

問3 次の溶液ア～ウを水素イオン濃度の大きい順に正しく並べているものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、溶液の密度はすべて 1.0 g/cm^3 とする。

4

ア 0.1 mol/L の塩酸 10 mL に純水 90 mL を加えたもの。

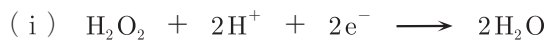
イ 0.1 mol/L の塩酸 50 mL に 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 50 mL を加えたもの。

ウ 0.1 mol/L の硫酸 25 mL に 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 75 mL を加えたもの。

- ① ア>イ>ウ ② ア>ウ>イ ③ イ>ア>ウ ④ イ>ウ>ア
 ⑤ ウ>ア>イ ⑥ ウ>イ>ア

化学 I

問 4 過酸化水素は、次の反応(i)，(ii)により酸化剤としても還元剤としても作用する。下の記述ア～ウの正誤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



ア 酸素の酸化数は、 H_2O_2 と H_2O では -2 ， O_2 では 0 である。

イ 過酸化水素は(i)の反応では酸化剤，(ii)の反応では還元剤として作用している。

ウ ヨウ化カリウムの酸性水溶液に過酸化水素を加えるとヨウ素分子が生成する。このとき過酸化水素は、酸化剤として作用している。

	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5 電池に関する記述として正しいものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

6

- ① イオン化傾向の異なる2種の金属を離して希硫酸に浸し，電池をつくるときイオン化傾向の大きい方の金属が正極になる。
- ② ダニエル型の電池をつくる場合，極板として亜鉛と銅を組合せてつくった電池は，スズと銅を組合せてつくった電池より起電力が大きい。
- ③ 電池の正極では酸化，負極では還元反応が起こっている。
- ④ 外部回路へ電子が流れ出る電極を正極といい，外部回路から電子が流れ込む電極を負極という。
- ⑤ 電池の正極，負極ともに金属の単体でなければならない。

第3問 次の各問い(問1～6)に答えよ。[解答番号 ～] (配点 25)

問1 図1は周期表の概略図であり、a～hは各領域を示している。この図1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。

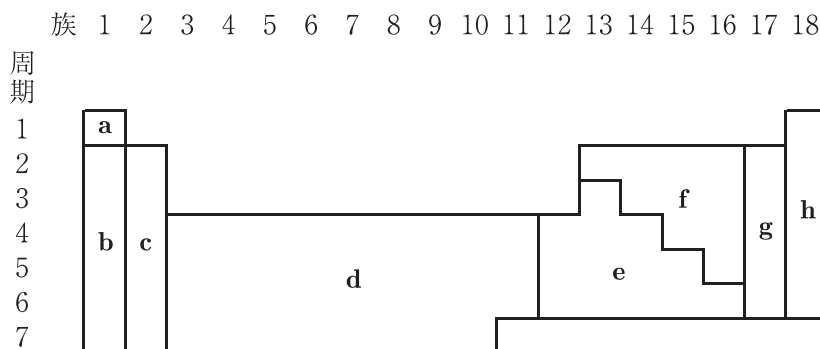


図 1

- ① 周期表の d を除くすべての領域に含まれる元素は典型元素である。
- ② b, c, d, e に含まれる元素はすべて金属元素である。
- ③ g の領域に含まれる元素はイオン化エネルギーが小さいため、陰イオンになりやすい。
- ④ b の領域に含まれる元素は還元力が大きいため、陽イオンになりやすい。
- ⑤ h の領域に含まれる元素は最外殻に2個または8個の電子をもち、化学的に安定で、単原子分子として存在する。

問2 無機化合物の工業的製法に関する次の記述ア～ウの正誤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

ア 金属アルミニウムは、アルミナに氷晶石などを加えて融点を下げ、融解状態で電気分解して製造される。

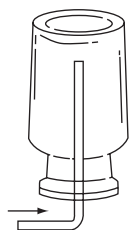
イ 炭酸ナトリウムは塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを十分に吸収させ、これに二酸化炭素を通じると沈殿として得られる。

ウ 塩素は塩化ナトリウム水溶液の電気分解で製造される。生成物どうしの反応を防ぐために陽イオン交換膜を用いるイオン交換膜法が多く使われる。

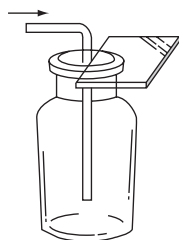
	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

化学 I

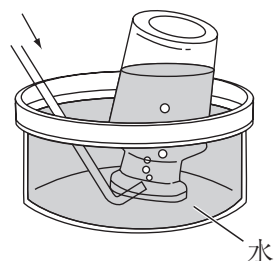
問3 下の記述ア～エは4種類の気体の発生法と捕集方法(図2)について述べたものである。これらのうちから正しいものを選んだ組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 3



捕集方法(A)



捕集方法(B)



捕集方法(C)

図 2

ア 酸素は、塩素酸カリウムと酸化マンガン(IV)(二酸化マンガン)の混合物を加熱すると発生し、捕集方法(C)で捕集する。

イ 二酸化炭素は、ギ酸を濃硫酸と加熱して脱水すると発生し、捕集方法(B)で捕集する。

ウ 硫化水素は、硫化鉄(II)に希硫酸を加えると発生し、捕集方法(A)で捕集する。

エ アンモニアは、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると発生し、捕集方法(A)で捕集する。

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 4 ナトリウムおよびそ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 ナトリウムの単体は，水と激しく反応して酸素を発生し水酸化物になる。
- ② ナトリウムイオンを含む水溶液を白金線の先端につけて，ガスバーナーの外炎中に入れると，赤色の炎色反応を示す。
- ③ 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると，二酸化硫黄が発生する。
- ④ 炭酸ナトリウムは酸を加えたり，加熱したりすると分解して二酸化炭素を発生するため，ベーキングパウダー，胃腸薬，入浴剤などに利用されている。
- ⑤ 水酸化ナトリウムは，二酸化炭素を吸収して炭酸塩を生じる。

化学 I

問5 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。 5

ア 単体は灰白色の金属で、比較的イオン化傾向が大きく、希硫酸に入れると水素を発生して溶けるが、濃硝酸に入れると不動態を形成する。溶鉱炉中で酸化物を一酸化炭素で還元することにより製造されている。

イ 単体は赤色光沢のある軟らかい金属で、イオン化傾向が小さく希硫酸にはほとんど溶けない。熱伝導性や電気伝導性が大きく、展性・延性も大きいいため電線や貨幣に用いられている。

ウ 単体は銀白色の軟らかい金属で、イオン化傾向が小さく希硫酸にはほとんど溶けない。硫黄とは比較的反応しやすく、硫黄と加熱したり硫化水素にふれたりすると黒色の硫化物を生成する。ハロゲン化物は写真の感光剤に用いられている。

	ア	イ	ウ
①	Fe	Cu	Cr
②	Fe	Cu	Ag
③	Fe	Ni	Cr
④	Fe	Ni	Ag
⑤	Al	Cu	Cr
⑥	Al	Cu	Ag
⑦	Al	Ni	Cr
⑧	Al	Ni	Ag

問6 鉄(Ⅲ)イオン, アルミニウムイオン, 銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液の入った試験管に, 次の操作(i)と(ii)を行い金属イオンを分離した。実験過程の沈殿やろ液に関する記述として最も適当なものを, 下の①~④のうちから一つ選べ。

6

操作(i) 十分な量のアンモニア水を加え, 生じた沈殿をろ過し, 沈殿アとろ液イを分離した。

操作(ii) 沈殿アを新しい試験管に移し, 十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加え, 生じた沈殿をろ過し, 沈殿ウとろ液エを分離した。

- ① 沈殿アには, 水酸化鉄(Ⅲ)と水酸化銅(Ⅱ)が含まれる。
- ② ろ液イには, アルミニウムのイオンが含まれる。
- ③ 沈殿ウには, 水酸化鉄(Ⅲ)が含まれる。
- ④ ろ液エには, 銅のイオンが含まれる。

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

問 1 炭素、水素、酸素よりなる有機化合物 X の 4.88 mg を完全燃焼させ、図 1 の装置を用いて元素分析を行った。その結果、燃焼した気体が通過した後の吸収管 A の重量は 3.60 mg 増加し、吸収管 B の重量は 14.08 mg 増加した。

この実験に関して、下の問い a ~ c に答えよ。

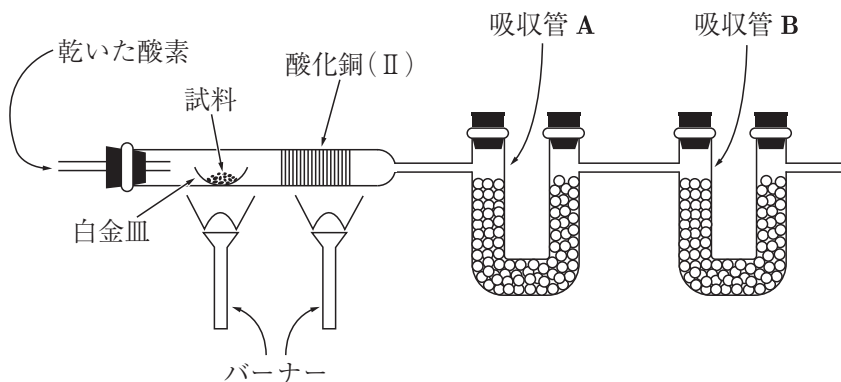


図 1

a 次の記述中の空欄 ~ に当てはまる物質の組合せとして最も適当なものを、下の①~④のうちから一つ選べ。

図 1 中の吸収管 A には を吸収するために が入っており、吸収管 B には を吸収するために が入っている。

	ア	イ	ウ	エ
①	水	塩化カルシウム	二酸化炭素	ソーダ石灰
②	水	ソーダ石灰	二酸化炭素	塩化カルシウム
③	二酸化炭素	塩化カルシウム	水	ソーダ石灰
④	二酸化炭素	ソーダ石灰	水	塩化カルシウム

b この化合物 X の組成式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 H = 1.0, C = 12, O = 16 とする。 2

- ① CH₂O ② C₂H₄O ③ C₄H₅O ④ C₆H₈O ⑤ C₈H₁₀O

c 次の文章中の空欄 オ ・ カ 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。 3

化合物 X は分子量が 150 以下で、ベンゼン環を 1 個もっている。X の異性体のうち、分子内にエーテル結合をもつ一置換ベンゼンは オ 種類存在し、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青紫～赤紫色を示す二置換ベンゼンは カ 種類存在する。

	オ	カ
①	1	3
②	2	3
③	3	3
④	1	6
⑤	2	6
⑥	3	6

問 2 次の記述①～⑤のうちから誤りを含むものを一つ選べ。 4

- ① エタノールは、エチレンに水を付加すると得られる。
 ② 2-プロパノールの酸化で生じる物質は、還元性を示さない。
 ③ 酢酸カルシウムを空気を断って熱分解(乾留)するとアセトンが得られる。
 ④ 2価カルボン酸のフマル酸は、加熱すると分子内で脱水して酸無水物になる。
 ⑤ 酢酸エチルに水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると、反応して均一な溶液になる。

化学 I

問3 次の記述ア～ウはそれぞれ二つの化合物を化学反応で区別する方法を述べたものである。正誤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

ア メタノールとエタノールはヨウ素と水酸化ナトリウムを加えてあたためることによって区別できる。

イ ステアリン酸とオレイン酸はアンモニア性硝酸銀を加えることによって区別できる。

ウ アニリンとトルエンはさらし粉水溶液を加えることによって区別できる。

	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4 アニリン，安息香酸，ナフタレンを溶かしたジエチルエーテル溶液を分液漏斗に移し，これに希塩酸を加えた。この混合液を激しく振り混ぜた後，静置すると図2のように2層に分離した。この反応の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

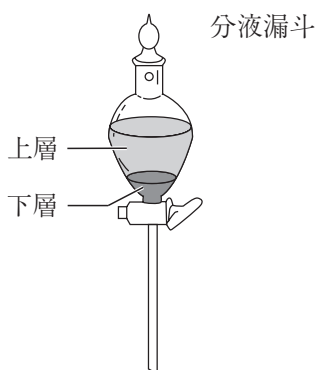


図 2

- ① 上層にはアニリンが溶け，下層にはナフタレンと安息香酸が塩となって溶けている。
- ② 上層にはアニリンとナフタレンが溶け，下層には安息香酸が塩となって溶けている。
- ③ 上層には安息香酸とナフタレンが溶け，下層にはアニリンが塩となって溶けている。
- ④ 上層には安息香酸が溶け，下層にはアニリンとナフタレンが塩となって溶けている。
- ⑤ 上層にはアニリンが塩となって溶け，下層にはナフタレンと安息香酸が溶けている。