

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 20)

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 非共有電子対の数が最も多い分子。

- ① O₂ ② Cl₂ ③ H₂O₂ ④ HBr

b 少量のガラス片を含むヨウ素から、純粋なヨウ素の結晶を直接取り出すのに最も適当な操作。

- ① 蒸留 ② 昇華 ③ 再結晶 ④ ろ過

c 無極性分子であるもの。

- ① HF ② CH₃OH ③ H₂S ④ CH₄

問2 次の記述中の空欄 **ア**・**イ** に当てはまる語句と数値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。 **4**

塩素には ^{35}Cl と ^{37}Cl の **ア** があり、相対質量はそれぞれ 35.0 と 37.0 である。塩素の原子量が 35.5 となることから、 ^{35}Cl と ^{37}Cl の存在比が **イ** であることがわかる。

	ア	イ
①	同素体	2 : 1
②	同素体	3 : 1
③	同素体	1 : 2
④	同素体	1 : 3
⑤	同位体	2 : 1
⑥	同位体	3 : 1
⑦	同位体	1 : 2
⑧	同位体	1 : 3

問3 化学結合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。 **5**

- ① 分子結晶は、一般にイオン結晶に比べて、融点・沸点が高くなる。
- ② イオン結晶の固体は、融解状態のときと同様に電気を通しやすい。
- ③ 金属結晶では、価電子は各原子から離れ、結晶内を自由に移動できる。
- ④ アンモニウムイオンには、共有結合とイオン結合が存在している。

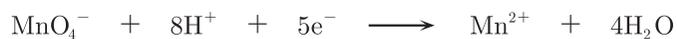
問4 次の塩①～⑤のうちから、酸性塩で、水に溶かすと酸性を示すものを一つ選べ。

6

- ① 硫酸ナトリウム
- ② 硫酸水素ナトリウム
- ③ 塩化アンモニウム
- ④ 炭酸水素ナトリウム
- ⑤ 炭酸ナトリウム

化学基礎・化学

問5 次の文中の空欄 **ア** に当てはまる数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、原子量は $H=1.00$ 、 $C=12.0$ 、 $O=16.0$ とし、過マンガン酸イオンおよびシュウ酸イオンは酸性条件下では酸化剤、還元剤として以下のように反応する。



7

シュウ酸2水和物の結晶 **ア** g を水に溶かして 1000 mL とした。その 5.00 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて酸性としたのちに 2.00×10^{-2} mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を加えて反応させたところ、20.0 mL を加えたところで終点に達した。

- ① 1.44 ② 4.03 ③ 9.00 ④ 18.0 ⑤ 25.2

第2問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 容積 10L の密閉容器に 27℃ で 1.2×10^5 Pa の一酸化炭素が封入されている。温度を 27℃ に保って、さらに酸素を加えたところ、容器内の圧力は 2.0×10^5 Pa になった。容器内の一酸化炭素と酸素の物質量の比として最も適当なものを、次の

①～④のうちから一つ選べ。

- ① 1 : 2 ② 2 : 1 ③ 2 : 3 ④ 3 : 2

問2 一定量の水に溶ける気体の質量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。

- ① 温度が一定であれば、気体の圧力が変化しても、水に溶ける気体の質量は変化しない。
- ② 気体の圧力が一定のとき、水に溶ける気体の質量は、絶対温度に比例して大きくなる。
- ③ 気体の圧力が一定のとき、水に溶ける気体の質量は、絶対温度に反比例して小さくなる。
- ④ 一定温度に保たれた容器内で、 1×10^5 Pa の酸素が水に接しているとき、窒素を加えて容器内の全圧を 2×10^5 Pa にしても、水に溶ける酸素の質量は変化しない。

問3 図1は、炭素(黒鉛)と水素からメタンを生成する反応の、エネルギーの関係を示したものである。メタン分子中のC-Hの結合エネルギーはいくらになるか。最も適当な数値を、下の①~④のうちから一つ選べ。ただし、水素分子のH-Hの結合エネルギーを432kJ/mol、黒鉛の昇華熱を715kJ/molとする。

kJ/mol

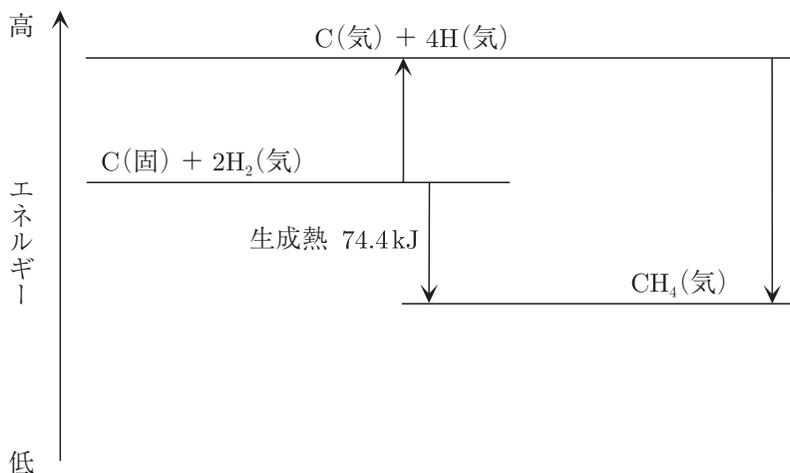


図 1

- ① 397 ② 413 ③ 1563 ④ 1579

問4 25℃におけるギ酸の電離定数は 2.8×10^{-4} mol/L、酢酸の電離定数は 2.8×10^{-5} mol/Lである。ギ酸と酢酸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 ギ酸は、酢酸よりも強い酸である。
 ② 0.28mol/Lの酢酸の電離度は0.01である。
 ③ 2.8mol/Lのギ酸の水素イオン濃度は0.28mol/Lである。
 ④ ギ酸や酢酸の電離度は濃度が小さくなるほど大きくなる。

化学基礎・化学

問5 水素とヨウ素を密閉容器に入れて一定温度に保つと(1)式の可逆反応が起こる。また、この反応の濃度平衡定数 K は(2)式で表される。これらに関する以下の問い(a・b)に答えよ。



$$(2) K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

a 容積 10 L の密閉容器に H_2 と I_2 をそれぞれ 2.5 mol ずつ入れ、温度を一定に保ちながら反応を開始させたところ、30 秒後に I_2 が 2.2 mol になった。この間の HI の平均増加速度 $[\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})]$ はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 mol/(L · s)

- ① 2.0×10^{-3} ② 1.0×10^{-2} ③ 1.5×10^{-2} ④ 2.0×10^{-2}

b a の容器内では、HI が 4.0 mol 生成して平衡状態に達していた。平衡定数 K はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

$$K = \text{ }$$

- ① 2.6 ② 4.0 ③ 16 ④ 64

第3問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 ハロゲン単体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。

- ① 単体はいずれも二原子分子からなり、還元力が強い。
- ② 単体の沸点の高さは、 $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$ の順である。
- ③ F_2 以外のハロゲン単体はいずれも水によく溶けて強酸性を示す。
- ④ 単体は常温常圧下でいずれも気体として存在する。

問2 硫酸に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 希硫酸は強い酸化剤であるので、銀と反応して二酸化硫黄を発生する。
- ② 塩化バリウム水溶液に希硫酸を加えると、白い沈殿を生じる。
- ③ グルコースに濃硫酸を加えると、グルコースが脱水されて炭素が残る。
- ④ 濃硫酸を希釈するときは、溶解熱を考慮して、水に濃硫酸を少しずつ加える。

問3 5種の気体 CO , CO_2 , NO , NO_2 , NH_3 について、次の記述ア～ウに当てはまるものをすべて選んだ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。 3

ア 水に溶かすと酸性を示す、刺激臭のある気体。

イ 水に溶かすと塩基性を示す刺激臭のある気体。

ウ 水上置換で捕集する気体。

	ア	イ	ウ
①	CO_2	NH_3	NO , NO_2
②	CO_2	NH_3	CO , NO
③	CO_2	NO	CO_2 , NH_3
④	CO_2	NO	CO , NO_2
⑤	NO_2	NH_3	CO_2 , NH_3
⑥	NO_2	NH_3	CO , NO
⑦	NO_2	NO	NO_2 , NH_3
⑧	NO_2	NO	CO , NO

化学基礎・化学

問4 アルミニウムに関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる語句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。 **4**

アルミニウムは、ボーキサイトを精製して得られる酸化アルミニウムを、氷晶石とともに融解塩電解して得られる。電解装置の電極には **ア** が用いられ、陽極では **イ**、陰極では **ウ** がそれぞれ生成する。

	ア	イ	ウ
①	炭素	Al	O ₂
②	炭素	Al	CO, CO ₂
③	炭素	O ₂	Al
④	炭素	CO, CO ₂	Al
⑤	白金	Al	O ₂
⑥	白金	Al	CO, CO ₂
⑦	白金	O ₂	Al
⑧	白金	CO, CO ₂	Al

b アルミニウム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。 **5**

- ① 常温の水とは反応しないが、高温の水蒸気と反応して、水素を発生する。
- ② 酸、強塩基の水溶液と反応して水素を発生するが、濃硝酸と反応させると二酸化窒素を発生する。
- ③ アルミニウムの酸化物は酸、強塩基の水溶液と反応して、水素を発生する。
- ④ ミョウバンの結晶中には、Al³⁺、K⁺、SO₄²⁻の各イオンが1：1：1で含まれている。

問5 3種のイオン Al^{3+} , Cu^{2+} , Ag^+ を含む硝酸酸性水溶液に, 次の操作ア・イをおこない, 各イオンを分離した。この操作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

操作ア 水溶液に希塩酸を加えたところ, 沈殿 A が生成した。これをろ過し, 沈殿 A とろ液 B を分離した。

操作イ ろ液 B にアンモニア水を過剰に加えたところ, 沈殿 C が生成した。これをろ過し, 沈殿 C とろ液 D を分離した。

- ① ろ液 B, D はともに無色である。
- ② 沈殿 A は過剰のアンモニア水に溶ける。
- ③ 操作アで希塩酸の代わりに硫化水素を用いると, Ag^+ のみを硫化物の沈殿として分離できる。
- ④ 操作イでアンモニア水のかわりに水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えても, 沈殿 C と同じものが得られる。

第4問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 異性体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。

- ① 分子式 $C_4H_{10}O$ で表されるアルコールには、光学異性体は存在しない。
- ② ジエチルエーテルと2-メチル1-プロパノールは、互いに構造異性体の関係にある。
- ③ 分子式 C_4H_{10} で表される炭化水素の構造異性体は全部で3種である。
- ④ 1-ブテンには、幾何異性体が存在する。

問2 分子式 $C_5H_{10}O_2$ で表されるエステルを加水分解したところ、カルボン酸 A とアルコール B が生成した。カルボン酸 A は還元性を示し、アルコール B を酸化したところケトンが生成した。カルボン酸 A とアルコール B の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。

	カルボン酸 A	アルコール B
①	HCOOH	$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$
②	HCOOH	$CH_3CH(OH)CH_2CH_3$
③	HCOOH	$(CH_3)_3COH$
④	CH_3COOH	$CH_3CH_2CH_2OH$
⑤	CH_3COOH	$CH_3CH(OH)CH_3$
⑥	CH_3CH_2COOH	CH_3CH_2OH

問3 図1はエタノールを中心とした反応を示したものである。これに関する各問い(a~c)に答えよ。

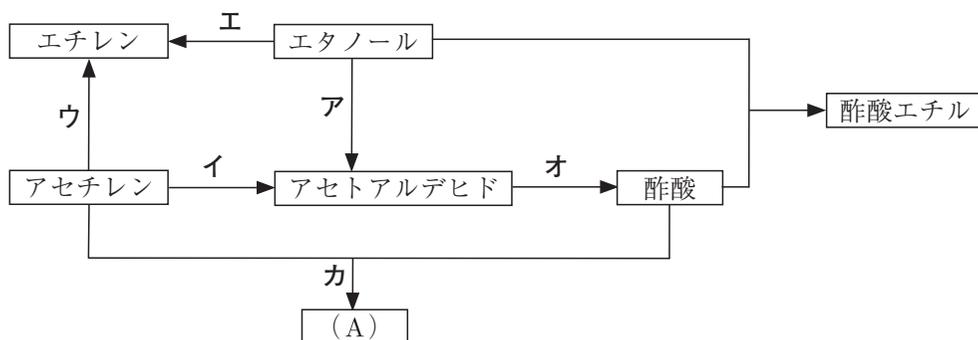


図 1

a 化合物 A の化学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。 3

- ① $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$ ② $\text{CH}_2=\underset{\text{OCOCH}_3}{\text{CH}}$ ③ $\text{CH}_2=\underset{\text{COOCH}_3}{\text{CH}}$
- ④ $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_2\text{COOCH}_3}{\text{CH}}$ ⑤ $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$

b 反応名ア~カのうちで、脱水反応はどれか。最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 4

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ ⑥ カ

c 化合物 A から得られる高分子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 A は付加重合によって鎖状構造をもつ高分子化合物となる。
- ② A から得られる高分子化合物は加熱により硬化する性質をもつ。
- ③ A から得られる高分子化合物は接着剤や塗料として利用される。
- ④ A から得られる高分子化合物からビニロンが合成される。

化学基礎・化学

問4 アニリンに無水酢酸を作用させ、アセトアニリドを得た。この反応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。 6

- ① この反応では、アニリンのアミノ基がアセチル化されている。
- ② 無水酢酸は、酸性を示す無色の液体である。
- ③ この反応では、アセトアニリドとともに水が生成する。
- ④ アセトアニリドは、アミド結合をもつ塩基性の物質である。

問5 デンプンの加水分解により図2の化合物を得た。これ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。 7

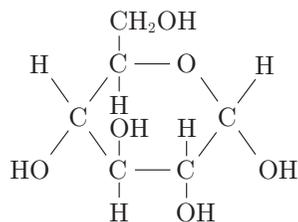


図 2

- ① この化合物はβ-グルコースであり、水によく溶ける。
- ② この化合物にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液(ヨウ素溶液)を加えると青～青紫色になる。
- ③ この化合物の水溶液にフェーリング液を加えて加熱すると赤色沈殿を生じる。
- ④ この化合物は酵素のはたらきによって、エタノールとメタンを生じる。

問6 図3は水溶液中におけるアラニンの状態を示したものである。これ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。 8

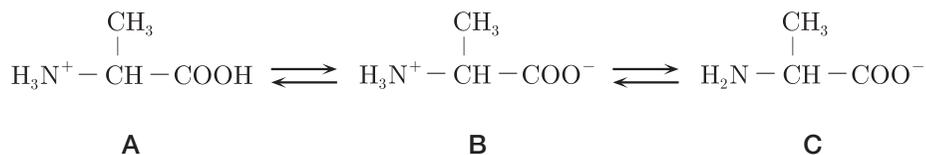


図 3

- ア イオンBは分子内に正負の両電荷をもつイオンであり、双性イオンという。
 イ 等電点ではイオンA, B, Cが等しい割合で存在している。
 ウ アラニンは酸性溶液中ではイオンCの形をとっている。

	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