

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 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 非共有電子対の数が最も多い分子。

- ① O₂ ② Cl₂ ③ H₂O₂ ④ HBr

b 中性子の数が等しい原子の組合せ。

- ① ¹H, ⁴He ② ¹³C, ¹⁴N ③ ²⁰Ne, ²³Na ④ ³⁵Cl, ³⁷Cl

c 液体空気から窒素や酸素を分離するのに最も適した方法。

- ① 分留 ② 抽出 ③ 電気分解 ④ 再結晶

問2 図1の電子配置で表される原子ア～ウに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、中央の○は原子核で数値は原子核の電荷を、●は電子を表す。 4

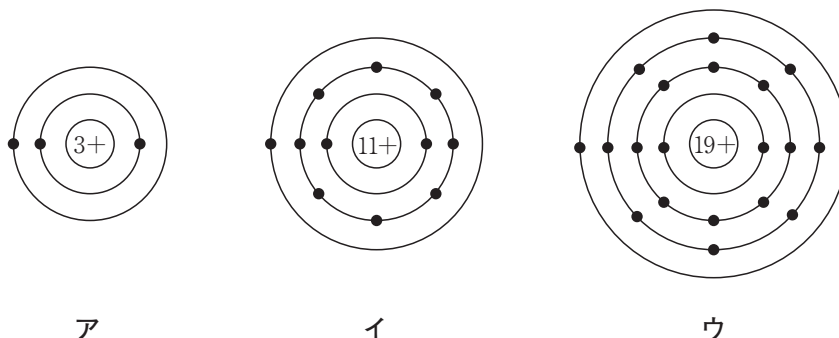


図 1

- ① ア～ウは、いずれも同じ族に属する。
- ② ア～ウのうち、最もイオン化エネルギーが小さいのはウである。
- ③ ア～ウの単体は、いずれも電気をよく導く。
- ④ ア～ウはいずれも酸素原子と1：1の物質質量比で結合する。

問3 次の化学結合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。 5

- ① 分子間力により分子が規則正しく配列した分子結晶は、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やすく、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。

化学基礎・化学

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

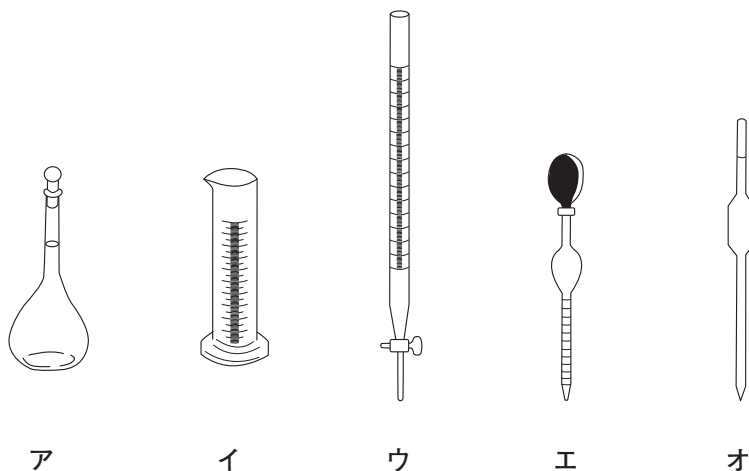
問5 ある過酸化水素水の濃度を正確に求めるために、次の酸化還元滴定を行った。
これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

(1) 過酸化水素水を正確に10mLはかりとり、適量の希硫酸を加えた。ここに0.020mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していくと、(2) 気体を発生しながら反応が進み、20mLを加えたところで、終点に達した。

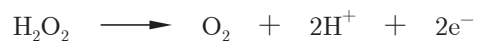
a この実験に関する次の記述①～④のうちから正しいものを一つ選べ。

7

- ① 過酸化水素分子中の酸素原子の酸化数は-1である。
② 下線部(1)の操作には、下の器具ア～オのうち、イまたはエを用いるのが適している。
③ 気体(2)には、常温・常圧下で無色、無臭の有毒な気体の同素体が存在する。
④ 水溶液の赤紫色が消えて無色になった時点を滴定の終点とする。



- b この実験で求められた過酸化水素水のモル濃度〔mol/L〕はいくらか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、過マンガン酸カリウムおよび過酸化水素は酸化剤・還元剤として次のように反応する。 8 mol/L



① 0.010

② 0.016

③ 0.10

④ 0.16

第2問 次の各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 図1は、水がさまざまな温度と圧力の下でどのような状態をとるかを示したものである。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

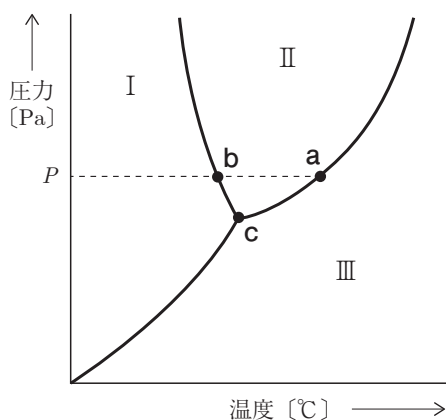


図 1

- ① a 点の温度が100°Cであるとき、圧力Pの値は $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、b 点の温度は0°Cである。
- ② 領域IIから領域Iへの状態変化を凝固、領域IIIから領域IIへの状態変化を凝縮、領域Iから領域IIIへの状態変化を昇華という。
- ③ 水に圧力を加えると、沸点、融点はともに上昇する。
- ④ c 点は固体・液体・気体が共存する特殊な平衡状態で、三重点という。

問2 容積10Lの密閉容器に27°Cで $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ の一酸化炭素が封入されている。温度を27°Cに保って、さらに酸素を加えたところ、容器内の圧力は $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 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3 一定量の水に溶ける気体の質量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。 3

- 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、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ 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 $2 \times 10^5 \text{ Pa}$ にしても、水に溶ける酸素の質量は変化しない。

問4 図2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 432 kJ/mol 、黒鉛の昇華熱を 715 kJ/mol とする。

4 kJ/mol

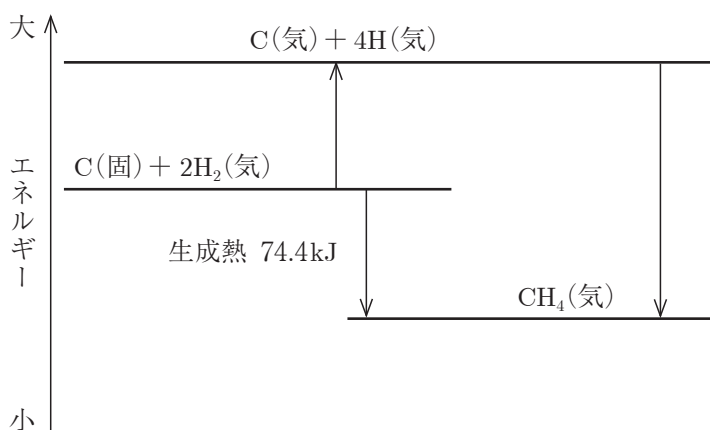


図 2

- ① 397
- ② 413
- ③ 1563
- ④ 1579

化学基礎・化学

問5 水溶液の電気分解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 水を電気分解するときに、酸化・還元されにくい電解質を加えるのは、電気伝導度を上げるためである。
- ② 0.1mol/Lの酢酸水溶液は、0.1mol/Lの希硫酸より電気を通しにくい。
- ③ 電極に白金を用いて硝酸銀水溶液を電気分解すると、陰極に銀が析出する。
- ④ 電極に黒鉛を用いてヨウ化カリウム水溶液を電気分解すると、陰極付近の溶液が褐色になる。

問6 気体Aと気体Bが反応し、気体Cが生成する反応があり、この反応の反応速度は、次式で表されるものとする。ただし、 v は反応速度、 k は反応速度定数、 $[A]$ 、 $[B]$ はそれぞれの気体のモル濃度を表している。

$$v = k[A][B]^2$$

いま、温度を一定に保ったまま、Aの濃度を $\frac{1}{2}$ に、Bの濃度を2倍にした。反応速度は元の反応速度の何倍になるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 6 倍

- ① 0.5 ② 1.0 ③ 2.0 ④ 4.0

問7 容積10Lの容器に、6.0molの水素と6.0molのヨウ素を入れて一定温度 T_0 に保ったところ、次の反応式で表される反応が進行した。このとき、ヨウ化水素の生成量は図3に示すように時間とともに増加し、やがて平衡に達した。温度 T_0 におけるこの反応の平衡定数は何 mol/L か。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。 mol/L

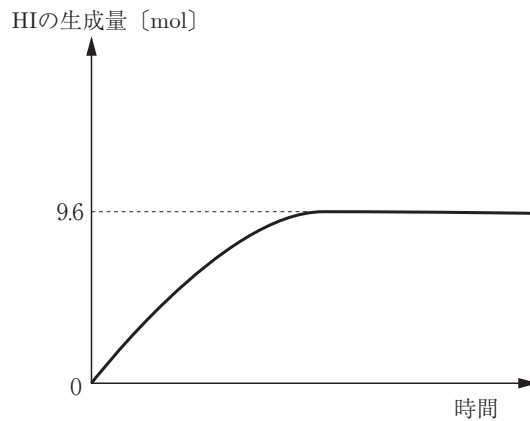
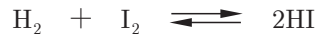


図 3

① 8

② 16

③ 64

④ 128

第3問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 日常生活で使われている化学物質の役割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 ベーキングパウダー(ふくらし粉)には炭酸ナトリウムが含まれていて、加熱すると熱分解して気体を発生する。
- ② 使い捨てカイロには粉末状の鉄が入っていて、これが酸化するときに発生する熱を利用している。
- ③ 塩素系漂白剤には次亜塩素酸ナトリウムが含まれていて、酸化作用によって殺菌・漂白を行っている。
- ④ 硫酸バリウムは水に溶けず酸とも反応しない安定した物質なので、胃のX線撮影時に造影剤として用いられる。

問2 5種の気体CO, CO₂, NO, NO₂, NH₃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正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

- 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

問3 次の文章(a・b)の2種類の金属アとイに当てはまるものを、下の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ア イ

- a 金属アは希塩酸に溶ける。この水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると白色沈殿を生成し、さらに過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、この沈殿は溶解する。
- b 金属イは常温の水に溶けて強い塩基性を示す無色の水溶液となる。この水溶液に二酸化炭素を通じると白色沈殿が生成する。

- ① Na ② Fe ③ Al ④ Mg ⑤ Ca

問4 錯イオン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 錯イオンの中心になる金属イオンには、典型元素のイオンも存在する。
- ② 錯イオンは中心の金属イオンに、非共有電子対をもつ分子や陰イオンが配位結合してできている。
- ③ 錯イオンの中心イオンが遷移元素の場合、特有の色を示すものが多い。
- ④ テトラアンミン銅(II)イオンは、深青色を示す正四面体形の錯イオンである。

第4問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 2種類の炭化水素(ア・イ)が同物質質量ずつある。アの全量を完全燃焼させると、二酸化炭素と水が1:1の物質質量比で生じ、イの全量を完全燃焼させると二酸化炭素と水が2:1の物質質量比で生じた。炭化水素(ア・イ)の分子式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。

	ア	イ
①	C_2H_2	C_2H_4
②	C_2H_2	C_2H_6
③	C_2H_4	C_2H_2
④	C_2H_4	C_2H_6
⑤	C_2H_6	C_2H_2
⑥	C_2H_6	C_2H_4

問2 異性体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 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3 図1はエタノールを中心にした反応を示したものである。これに関する下の問い(a～c)に答えよ。

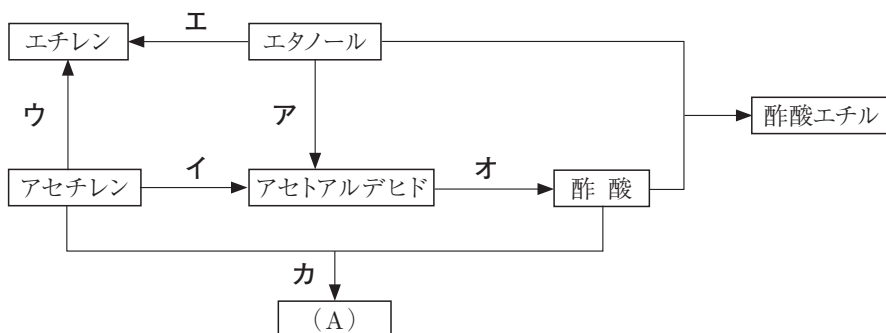


図 1

a 化合物Aの化学式として当てはまるものを、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 ア～カは反応名を示すが、このうち脱水反応はどれか。正しいものを、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

化学基礎・化学

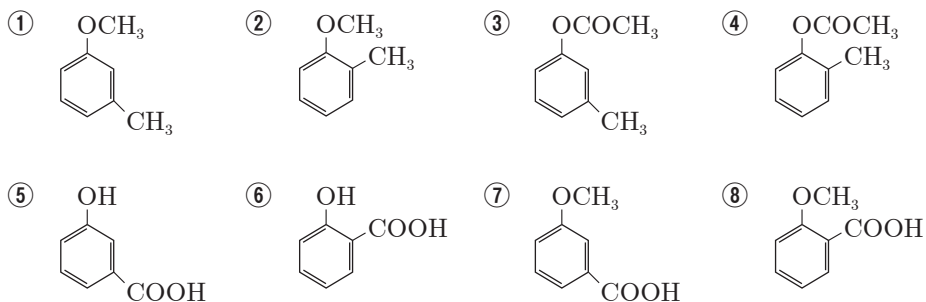
- c 化合物Aから得られる高分子化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- 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。

問4 次の記述(a・b)で得られる化合物を、下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- a ナトリウムフェノキシドと二酸化炭素を高温・高圧下で反応させた化合物に、希硫酸を作用させる。 6

- b *m*-クレゾールと無水酢酸の混合物を加熱する。 7



問5 次の芳香族化合物の分離操作(a・b)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。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

- a ニトロベンゼンとアニリンを含むエーテル溶液から、アニリンを除く。 8
- b 安息香酸とフェノールを含むエーテル溶液から、安息香酸を除く。 9

- ① 塩酸を加えて抽出する。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液を加えて抽出する。
- ③ 飽和塩化ナトリウム水溶液を加えたのち、ろ過する。
- ④ 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて抽出する。

問6 図2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。これに関する下の記述ア～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。 10

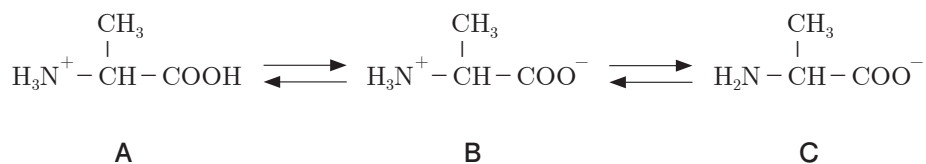


図 2

- 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