

◇ 化 学

化 6－1～化 6－17 まで 17 ページあります。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, N=14, O=16, S=32, Ar=40

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

水のイオン積は、 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とする。

第1問 次の問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 次の a～c に当てはまるものを、それぞれの解答群の選択肢のうちから一つずつ選べ。

a 混合物であるもの

- | | | |
|-----------|-------|------|
| ① 塩化カルシウム | ② 塩酸 | ③ 硫酸 |
| ④ ヘリウム | ⑤ メタン | |

b 総電子数が NH_3 と同じ分子

- | | | |
|------------------------|-----------------|-------|
| ① CO | ② CO_2 | ③ HCl |
| ④ H_2O | ⑤ O_2 | |

c 互いに同素体であるものの組合せ

- | | |
|------------|---------------|
| ① 塩素と臭素 | ② 一酸化窒素と二酸化窒素 |
| ③ アルゴンとネオン | ④ 黒鉛とフラーレン |
| ⑤ 水と氷 | |

問2 次の現象 a～c と関連する状態変化の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 4

- a マスクをしていたら，眼鏡がくもった。
- b 洗濯ものを屋外に干していたら乾いた。
- c 手に握っていたチョコレートが融けた。

	a	b	c
①	昇華	昇華	昇華
②	昇華	昇華	融解
③	昇華	蒸発	昇華
④	昇華	蒸発	融解
⑤	凝縮	昇華	昇華
⑥	凝縮	昇華	融解
⑦	凝縮	蒸発	昇華
⑧	凝縮	蒸発	融解

問3 生理食塩水に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 5

- ① ナトリウムイオンと塩化物イオンの数が異なる。
- ② 赤色の炎色反応を示す。
- ③ 純粋な水より低い温度で沸騰する。
- ④ 硝酸銀水溶液をくわえると，白色の沈殿を生じる。

問 4 分子結晶に関する次の a～c の記述の正誤の組合せとして最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 6

- a 化学式で表すときには、必ず組成式を用いる。
- b 極性分子の結晶は、電気をよく導く。
- c 無極性分子の結晶には、常温で昇華するものがある。

	a	b	c
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 身の回りの現象や物質・製品に関する記述として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。 7

- ① 一般にガラスは、耐薬品性に優れているので実験器具の素材として利用されている。
- ② アルミニウムはアルミニウム製品から再利用した場合、鉍石からアルミニウムを製造するよりも電力を必要とする。
- ③ 天然繊維に比べてポリエステルは、乾きやすくてしわになりにくい。
- ④ 洗剤は、ある一定以上の濃度を超えると、それ以上には洗浄効果は上がらない。

化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 8 ~ 14〕

問1 アルコール発酵により、9.0 kg のグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ から生じるエタノール $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ は最大で何 kg か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、この反応では、反応物はグルコースのみとし、生成物はエタノールと二酸化炭素とする。 8 kg

- ① 2.3 ② 2.5 ③ 4.6 ④ 5.0 ⑤ 6.9 ⑥ 7.5

問2 標準状態で 5.6 L の気体の質量を測定したところ、8.0 g であった。この気体として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 9

- ① アルゴン ② アンモニア ③ 酸素
④ 窒素 ⑤ 二酸化炭素 ⑥ メタン

問3 酸または塩基の水溶液に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 10

- ① $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の希硫酸中の水素イオン濃度は、 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ である。
② $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ の塩酸を水で 10^4 倍に薄めると、pH は 8 になる。
③ 0.1 mol/L の酢酸水溶液の pH は、1 である。
④ pH=2 の塩酸を水で 10 倍に薄めた水溶液の pH は 3 になる。
⑤ pH=11 の水酸化ナトリウム水溶液を水で 10 倍に薄めた水溶液の pH は、12 である。

問4 次の物質のうち、含まれる硫黄原子の酸化数が最大である物質として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 11

- ① SO_2 ② H_2SO_4 ③ S ④ H_2S
⑤ K_2SO_3

問 5 酢酸水溶液 A の濃度を中和滴定によって決定するために、次の操作 1～3 からなる実験をおこなった。下の問い(a～c)に答えよ。

操作 1

ホールピペットで A を 10.0 mL とり、これを 100 mL のメスフラスコに移し、純水を加えて 100 mL とした。これを水溶液 B とする。

操作 2

別のホールピペットで B を 10.0 mL とり、これをコニカルビーカーに移し、少量の指示薬を加えた。これを水溶液 C とする。

操作 3

0.110 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 D をビュレットに入れて、C を滴定した。

a ビュレットの図として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

12

①



②



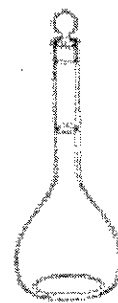
③



④



⑤



- b 操作 2 で使用する指示薬と、滴定中の指示薬の色の变化の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 13

	適当な指示薬	指示薬の色の变化
①	フェノールフタレイン	無色 から 赤色
②	フェノールフタレイン	赤色 から 無色
③	フェノールフタレイン	黄色 から 赤色
④	フェノールフタレイン	赤色 から 黄色
⑤	メチルオレンジ	無色 から 赤色
⑥	メチルオレンジ	赤色 から 無色
⑦	メチルオレンジ	黄色 から 赤色
⑧	メチルオレンジ	赤色 から 黄色

- c 操作 3 において、中和点までに要した D の体積は 7.50 mL であった。
このとき酢酸水溶液 A の濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の
選択肢から一つ選べ。 14 mol/L

- | | | |
|----------|---------|---------|
| ① 0.0825 | ② 0.147 | ③ 0.165 |
| ④ 0.825 | ⑤ 1.47 | ⑥ 1.65 |

化学の問題は次のページに続く

第3問 次の問い(問1～3)に答えよ。〔解答番号 15 ～ 21〕

問1 図3-1のように内容積を1:3の割合に仕切った密閉容器がある。Aの部分にはアンモニア NH_3 、Bの部分には塩化水素 HCl が室温で、それぞれ $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で入っている。ただし、気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

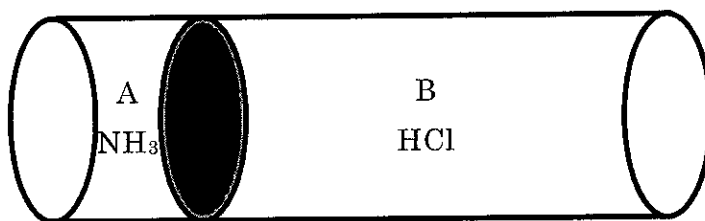


図3-1 密閉容器

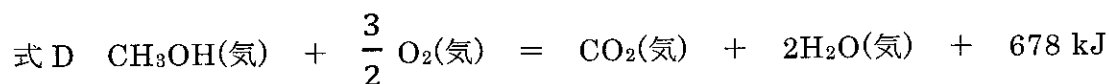
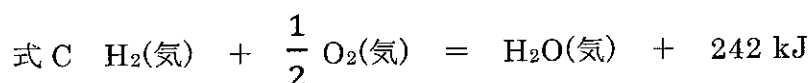
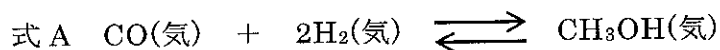
a 仕切りを取り去り、十分な時間が経過した後の室温での状態として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 15

- ① NH_3 と HCl が均等に分布した気体となる。
- ② NH_3 が密閉容器の上部に分布し、 HCl が下部に分布した気体となる。
- ③ NH_3 と HCl が過不足なく反応して、固体の NH_4Cl が生じる。
- ④ NH_3 はすべて反応して NH_4Cl となるが、未反応の HCl が残る。
- ⑤ HCl はすべて反応して NH_4Cl となるが、未反応の NH_3 が残る。

b 仕切りを取り去り、十分な時間が経過した後の室温での圧力〔Pa〕として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 16 Pa

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 0 | ② 5.0×10^4 | ③ 7.5×10^4 |
| ④ 1.0×10^5 | ⑤ 1.5×10^5 | ⑥ 2.0×10^5 |

問 2 触媒を用い、高温・高圧で一酸化炭素と水素を反応させると、次の式 A にしたがってメタノールが生じる。また、一酸化炭素、水素、メタノールの燃焼熱 [kJ/mol] を表す熱化学方程式は、次式 B～D で表されるものとする。下の問い(a～c)に答えよ。



a 式 A にしたがって、メタノール 1 mol が生成するときの反応熱 [kJ] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 17 kJ

- ① -153 ② -128 ③ -89 ④ 89 ⑤ 128
⑥ 153

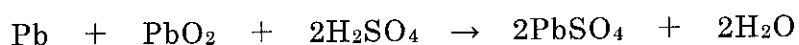
b 式 A の平衡を左に移動させる操作として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 18

- ① 温度を一定に保って、圧縮して全圧を大きくする。
② 温度と体積を一定に保って、少量の一酸化炭素を加える。
③ 温度と体積を一定に保って、少量のアルゴンを加える。
④ 温度と全圧を一定に保って、少量のアルゴンを加える。

c 触媒についての記述である。最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 19

- ① 触媒は、反応の活性化エネルギーを下げることで反応の速さを大きくする。
② 触媒は、反応の進行に伴って分解されていく。
③ 触媒は、反応熱を低下させる。
④ 可逆反応に触媒を用いると、化学平衡が移動する。

問 3 鉛蓄電池を放電すると、電池全体では次式で表される反応が起こる。下の問い(a・b)に答えよ。



- a 鉛蓄電池に関する記述ア～ウの正誤の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 20

ア Pb を負極とする。

イ 放電時、正極と負極の表面に PbSO_4 が析出する。

ウ 充電すると、電解液の密度が上昇する。

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

- b 鉛蓄電池を一定時間放電させたところ、正極板の質量が 9.6 g 増加した。放電時に導線中を流れた電子の物質量〔mol〕として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 21 mol

① 0.15 ② 0.20 ③ 0.30 ④ 0.45 ⑤ 0.60

化学の問題は次のページに続く

第4問 次の問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 22 ～ 28〕

問1 ハロゲン (F, Cl, Br, I) の単体または化合物に関する記述である。下線部に誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。 22

- ① ハロゲン化水素は、フッ化水素以外はいずれも強酸である。
- ② 単体はいずれも二原子分子である。
- ③ 単体の融点と沸点は、ともに原子番号が大きいほど高い。
- ④ 単体の酸化力は、フッ素に比べて塩素のほうが低い。
- ⑤ ハロゲン化銀は、いずれも水に溶けにくい。

問2 元素ア～エはそれぞれ K, Mg, Ba, Sr のいずれかであり、次の記述 a～c に述べる特徴を持つ。アとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 23

- a ウの炭酸塩は水に溶けるが、ア、イ、エの炭酸塩は水に溶けにくい。
- b エのみ炎色反応を示さない。
- c イの硫酸塩はX線造影剤に用いられる。

- ① K ② Mg ③ Ba ④ Sr

問3 Ca^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ag^{+} の混合水溶液に対して、a～dの操作を順に行った。ろ液エに存在する金属イオンとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 24

- a 希塩酸を加えたのちにろ過し、ろ液アを得た。
- b ろ液アに硫化水素を通じたのちにろ過し、ろ液イを得た。
- c ろ液イを煮沸し、希硝酸を加えたのちにアンモニア水を加え、ろ液ウを得た。
- d ろ液ウに硫化水素を通じたのちにろ過し、ろ液エを得た。

	ろ液エに存在する金属イオン
①	Ca^{2+} のみ
②	Fe^{3+} のみ
③	Cu^{2+} のみ
④	Zn^{2+} のみ
⑤	Ag^{+} のみ
⑥	Ca^{2+} , Fe^{3+}
⑦	Ca^{2+} , Cu^{2+}
⑧	Fe^{3+} , Cu^{2+}
⑨	Zn^{2+} , Ag^{+}

問 4 有機化合物 A～E のうち、ブタンの構造異性体のみをすべて含む組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 25

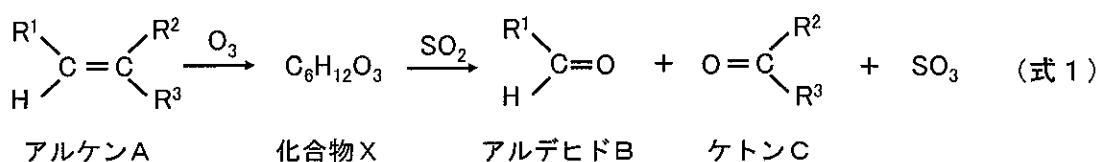
- A 1-ブテン
- B 1-ブチン
- C 2-メチルブタン
- D 2-メチルプロパン
- E 2,2-ジメチルブタン

	ブタンの構造異性体
①	A
②	B
③	C
④	D
⑤	E
⑥	A, B
⑦	A, B, C
⑧	C, D
⑨	D, E

問5 マレイン酸とフマル酸の性質について、誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、重合反応は起こらないものとする。 26

- ① 互いに幾何異性体(シス・トランス異性体)の関係にある。
- ② 約 160℃に加熱すると酸無水物が得られるのはマレイン酸のみである。
- ③ いずれも水によく溶ける。
- ④ いずれも炭酸水素塩と反応させると二酸化炭素が発生する。
- ⑤ 融点はマレイン酸よりフマル酸のほうが高い。

問6 自動車の排ガスなどから大気中に放出されるアルケンは、地表近くのオゾンによる酸化反応で分解されて有害なアルデヒド化合物を生じる。分子式 C_6H_{12} で表されるアルケン A をオゾンと二酸化硫黄の存在下で反応させると、化合物 X を経てアルデヒド B とケトン C が生成した(式 1)。アルデヒド B はヨードホルム反応を示さなかったが、ケトン C はヨードホルム反応を示した。 R^1 , R^2 , R^3 に当てはまる原子または原子団の化学式の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 27



	R^1	R^2	R^3
①	CH_3CH_2	CH_3	CH_3
②	CH_3	CH_3	CH_3CH_2
③	CH_3	CH_3CH_2	CH_3
④	H	CH_3CH_2	CH_3CH_2

問 7 炭素，水素，酸素のみからなる芳香族化合物 1 mol を完全燃焼させたところ，酸素 8.5 mol を消費し，二酸化炭素 7.0 mol と水 4.0 mol が生じた。この芳香族化合物の分子式として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

28

- | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| ① $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ | ② $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$ | ③ $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ |
| ④ $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}_2$ | ⑤ $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_2$ | |