

◇ 化 学

化 7-1~化 7-15 まで 15 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, C=12, O=16, S=32, Cl=35.5, Ca=40, Cu=64, Zn=65

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4$ C/mol とする。

気体定数は $R = 8.3 \times 10^3$ Pa · L / (K · mol) 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 1 つずつ選べ。

a 最外殻電子の数が最も少ない原子

- ① C ② F ③ Ne ④ Na ⑤ S

b 乾燥空気中で体積パーセントが最も高いもの

- ① H₂ ② O₂ ③ N₂ ④ H₂O ⑤ CO₂

c 分子間力で結晶をつくる物質

- ① 二酸化ケイ素 ② ヨウ素 ③ 硫酸銅(Ⅱ)
④ 塩化カルシウム ⑤ 酸化鉄(Ⅱ)

問 2 不純物として食塩を含む硝酸カリウムがある。純粋な硝酸カリウムを得るための操作として最も適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。

- ① 水に溶かした後、ろ過する。
② 少量の熱湯に溶かした後、溶液を冷却し、生じた固体だけをろ過によって分離する。
③ 二硫化炭素に溶かしてからろ過し、ろ液を蒸発させる。
④ 水に溶かした後、エーテルを加えて分液ロートを使用してエーテル層に抽出する。

問3 ^1H と ^3H に関する次の記述 a~c の正誤の組合せとして正しいものを、下の
 選択肢のうちから 1 つ選べ。 5

- a ^1H と ^3H の電子配置は同じである。
- b ^1H と ^3H の質量は同じである。
- c ^1H は放射性同位体である。

	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4 身の回りのさまざまな出来事と、それに関係している反応や変化の組合せ
 として適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 6

	身の回りの出来事	反応や変化
①	漂白剤を使うと洗濯物が白くなった。	酸化・還元
②	水に濡れたままの衣服を着ていて体が冷えた。	吸着
③	包装の中にシリカゲルが入れてあったので、食品が湿らなかった。	蒸発
④	衣装ケースに入れてあったナフタレンを主成分とする防虫剤が小さくなった。	風解

問5 0°C, 1.013×10^5 Pa である気体 1.00 L を取り, その質量を測定すると 1.96 g であった。この気体の分子量として最も適当な数値を, 次の選択肢のうちから 1 つ選べ。

- ① 16 ② 28 ③ 30 ④ 44 ⑤ 60

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 ~ 〕

問1 12.0 mol/L の濃塩酸を水でうすめて、濃度 0.250 mol/L の希塩酸を 300 mL 作った。使用した 12.0 mol/L の濃塩酸の体積 [mL] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。 mL

- ① 2.50 ② 3.60 ③ 5.00 ④ 6.25 ⑤ 7.50

問2 炭化カルシウム CaC_2 を十分量の水に加えると、アセチレンと水酸化カルシウムが生じる。反応に用いた炭化カルシウムの質量 [g] と発生したアセチレンの標準状態における体積 [mL] の関係を表す直線として最も適当なものを、図1中の選択肢のうちから1つ選べ。ただし、加えた炭化カルシウムはすべて反応したものとする。

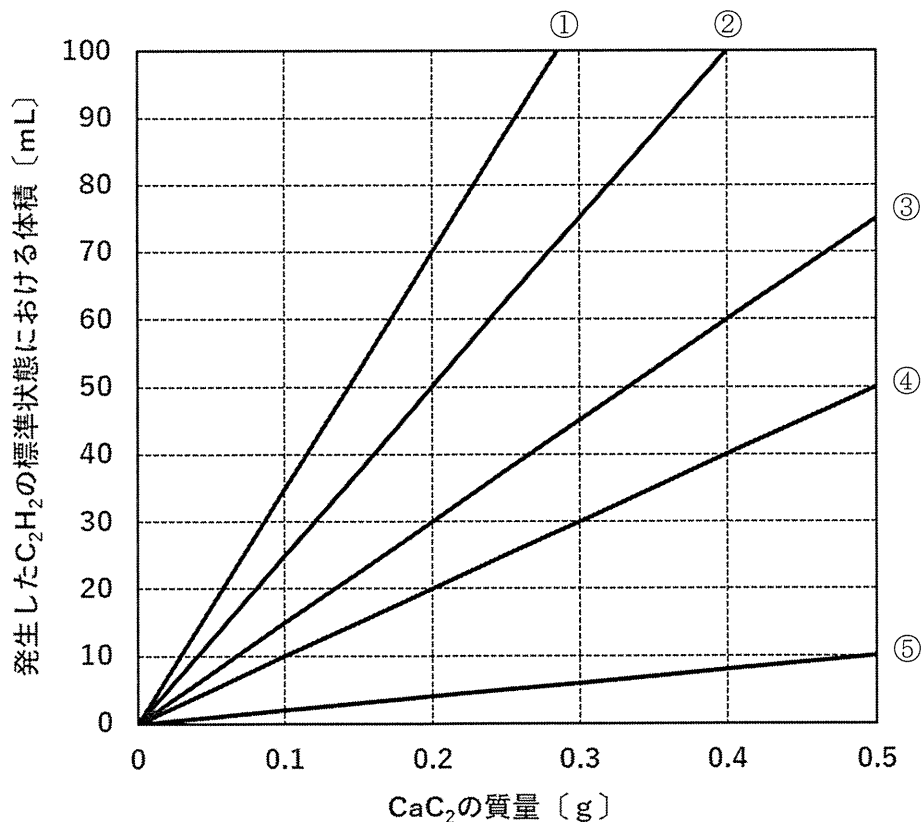


図1 反応した CaC_2 の質量と発生したアセチレンの体積の関係

問3 コニカルビーカーに 0.10 mol/L のシュウ酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 水溶液を正確に 10 mL とり、指示薬としてフェノールフタレイン溶液を 2 滴加えた。さらに、指示薬の色の変化を見やすくするために、水を約 10 mL 加えた。濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットから滴下したところ、 18 mL 加えたところでフェノールフタレインが変色した。この滴定実験に関する次の問い (a・b) に答えよ。

a 下線部アで、加える水の量が正確に 10 mL ではなくてもよい理由として最も適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 10

- ① 水は中性であるので、コニカルビーカー内の溶液の pH は変化しない。したがって、中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積が変化しないから加える水の量は正確でなくてもよい。
- ② 水は中性であるので、コニカルビーカー内の溶液の水素イオン濃度は変化しない。したがって、中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積が変化しないから加える水の量は正確でなくてもよい。
- ③ 水を加えてもコニカルビーカー内の溶液のシュウ酸の濃度は変化しない。したがって、中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積が変化しないから加える水の量は正確でなくてもよい。
- ④ 水を加えてもコニカルビーカー内の溶液に含まれるシュウ酸の物質量は変化しない。したがって、中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積が変化しないから加える水の量は正確でなくてもよい。

b 濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 11 mol/L

- ① 0.028
- ② 0.056
- ③ 0.11
- ④ 0.18
- ⑤ 0.22

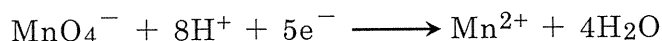
問4 次の操作 a~d のうち酸化還元反応が起こるものの組合せとして最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。 12

- a 過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加える。
- b 表面をよく磨いた白金線を硫酸銅(II)水溶液に浸す。
- c アンモニア性硝酸銀溶液にホルマリンを加えて加熱する。
- d 酢酸水溶液に炭酸ナトリウムを加える。

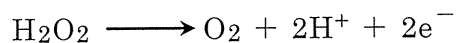
- ① a と b ② a と c ③ a と d ④ b と c ⑤ b と d
⑥ c と d

問5 酸化還元反応に関する次の文章を読み、下の問い (a・b) に答えよ。

過マンガン酸カリウムは希硫酸中で次のように反応して酸化剤としてはたらく。



一方、過酸化水素水はふつうは酸化剤としてはたらくが、過マンガン酸カリウムのように強い酸化剤に対しては次のように反応して還元剤としてはたらく。



a 硫酸酸性の 0.080 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液 30 mL と過不足なく反応する 0.30 mol/L の過酸化水素水の体積 [mL] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。 13 mL

- ① 3.2 ② 8.0 ③ 10 ④ 20 ⑤ 32 ⑥ 40

b 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液と過酸化水素水が反応するとき、水溶液中の硫酸が硫酸塩となる。1.0 mol の過マンガン酸カリウムがすべて反応するときに生じる硫酸塩の物質質量 [mol] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 mol

- ① 0.50 ② 0.60 ③ 1.0 ④ 1.2 ⑤ 1.5

第3問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 一端を閉じた全長 800 mm のガラス管に水銀を満たし，下の図2のように水銀に沈んでいるガラス管の長さが 10 mm となるように容器内の水銀面に対してガラス管を垂直に倒立させた。大気圧は 1.013×10^5 Pa (= 760 mmHg)，温度は 25℃であった。この実験に関する記述として誤りを含むものを，下の選択肢のうちから1つ選べ。

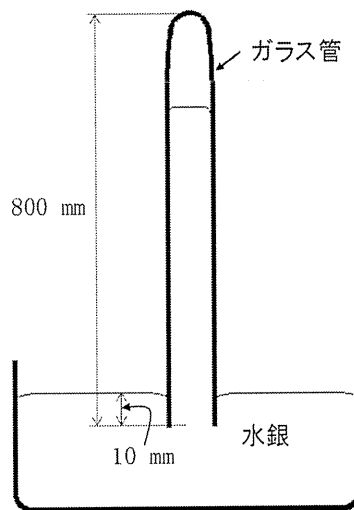


図2 実験装置の模式図

- ① 容器内の水銀に沈めるガラス管の長さを 100 mm にすると，ガラス管内上部の空間の体積は減少する。
- ② 大気圧が下がると，ガラス管内上部の空間の体積は減少する。
- ③ 全長 700 mm のガラス管に変えて同様に実験を行うと，ガラス管内の上部に空間が生じない。
- ④ 全長 900 mm のガラス管に変えて同様の実験を行っても水銀柱の高さは変わらない。

問 2 次の図 3 は、下の a~d のいずれかの蒸気圧曲線を示したものである。 t_1 が 100.000°C 、 t_2 が 100.026°C であるとき、 t_4 は何 $^\circ\text{C}$ になるか。最も適当な数値を、下の選択肢のうちから 1 つ選べ。 16 $^\circ\text{C}$

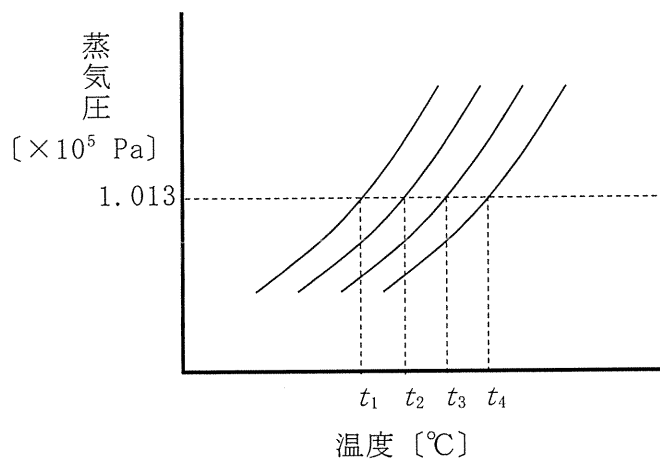
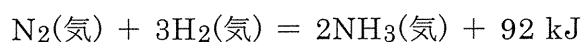


図 3 a~d の蒸気圧曲線

- a 純水
- b 0.050 mol/kg のスクロース (シヨ糖) 水溶液
- c 1.0 kg の水に 5.55 g の塩化カルシウム CaCl_2 を溶かした水溶液
- d 200 g の水に 3.6 g のグルコース (ブドウ糖) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ を溶かした水溶液

- ① 100.039 ② 100.078 ③ 100.104 ④ 100.390
- ⑤ 100.780

問3 体積を変えることができる密閉容器に、気体の窒素と水素を物質量比1:3で混合した。ある量の触媒を加えて温度、圧力を一定に保つと、平衡状態に達した。この平衡状態に対して、操作を行うとき、混合気体中のアンモニアの物質量を増加させるものとして最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。ただし、窒素と水素からアンモニアを合成する反応の熱化学方程式は次のように示される。 17



- ① 温度を一定に保って、圧縮する。
- ② 圧力を一定に保って、温度を上げる。
- ③ 温度、圧力を一定に保って、触媒の量を増やす。
- ④ 温度、体積を一定に保って、アルゴン Ar を加える。

問4 白金電極を用いて塩化銅(Ⅱ)水溶液を2.0 Aの電流で32分10秒間電気分解を行った。この実験に関する次の問い(a・b)に答えよ。ただし、水溶液中の塩化銅(Ⅱ)は十分量存在し、電気分解の途中でなくなることはないものとする。

a 陽極で発生した気体として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 18

- ① 酸素 ② 水素 ③ 塩素 ④ 塩化水素

b 陰極で析出した物質の質量 [g] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。 19 g

- ① 0.64 ② 1.3 ③ 1.9 ④ 2.6 ⑤ 3.2

問5 体積 8.3 L の容器を真空にしたのち、次の操作 1~3 を順次行った。下の問い (a・b) に答えよ。

操作1 酸素を入れ、温度を 27°C に保ったところ、圧力は 2.0×10^5 Pa になった。

操作2 温度を 27°C に保ったまま、さらに、7.4 g のジエチルエーテル $C_4H_{10}O$ を入れてしばらく放置したところ、容器内に液体は見られなかった。

操作3 容器内の混合気体に点火すると、ジエチルエーテルは完全に燃焼してなくなった。反応後の温度を 27°C に保ったところ、容器内には水滴が生じていた。

a 操作2 が終了したあとの容器内の圧力 [Pa] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 Pa

- ① 2.3×10^4 ② 5.0×10^4 ③ 2.3×10^5
④ 3.2×10^5 ⑤ 5.0×10^5

b 操作3 で容器内に生じた水滴の質量は何 g か。最も適当な数値を、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。ただし、27°C における水の飽和蒸気圧は 4.0×10^3 Pa である。 g

- ① 0.24 ② 0.88 ③ 2.4 ④ 8.8 ⑤ 9.8

第4問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 22 ~ 28〕

問1 水素に関する記述として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 22

- ① 常温で無色・無臭の気体であり、水に溶けやすい。
- ② 工業的には、触媒の存在下で石油や天然ガスを水蒸気と反応させてつくられている。
- ③ 水素は強い還元性を持ち、常温で多くの金属酸化物を還元する。
- ④ 水素は陰性の強い非金属元素とは、イオン結合で結びついて化合物を形成する。

問2 次の混合気体 a~c から不純物を取り除いて純粋な気体を得るための方法の組合せとして最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 23

- a 主成分が窒素で不純物として二酸化炭素が混じった混合気体。
- b 主成分が窒素で不純物として酸素が混じった混合気体。
- c 主成分が塩素で不純物として水蒸気が混じった混合気体。

	a	b	c
①	熱した銅網の中を通す。	ソーダ石灰の中を通す。	濃硫酸の中を通す。
②	熱した銅網の中を通す。	濃硫酸の中を通す。	ソーダ石灰の中を通す。
③	ソーダ石灰の中を通す。	熱した銅網の中を通す。	濃硫酸の中を通す。
④	ソーダ石灰の中を通す。	濃硫酸の中を通す。	熱した銅網の中を通す。
⑤	濃硫酸の中を通す。	熱した銅網の中を通す。	ソーダ石灰の中を通す。
⑥	濃硫酸の中を通す。	ソーダ石灰の中を通す。	熱した銅網の中を通す。

問 3 マグネシウムと亜鉛からできている合金がある。この合金 3.00 g を酸に溶かしてから塩基を加えて溶液を中性にし、硫化水素 H_2S を通じたところ、一方の金属の硫化物が沈殿した。この沈殿を水洗し、乾燥して質量を測定したところ 0.582g であった。この合金に含まれるマグネシウムの質量の割合は何パーセントか。最も適当な数値を、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。

24 %

- ① 6.5 ② 13 ③ 19.5 ④ 81 ⑤ 87 ⑥ 93

問 4 分子式 C_5H_{10} で示される炭化水素の構造異性体の数として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 25 個

- ① 8 ② 9 ③ 10 ④ 11 ⑤ 12

問 5 次の記述 (a・b) に当てはまる化合物を、下の選択肢のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。

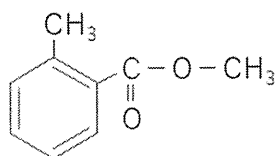
a 中性物質でナトリウムと反応する化合物 26

b 酸性物質で還元性を示す化合物 27

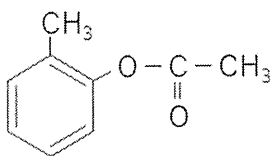
- ① CH_3COCH_3 ② $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ③ CH_3COOH
④ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ⑤ CH_3OCH_3 ⑥ HCOOH

問 6 分子式 $C_9H_{10}O_2$ で示される芳香族化合物 A を加水分解した。その結果，刺激臭のある酸性の化合物 B と水にわずかに溶ける中性の化合物 C が得られた。B は，エタノールの十分な酸化によって得られるものと同一である。また，化合物 C を十分に酸化すると安息香酸が得られる。化合物 A の構造式として最も適当なものを，次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 28

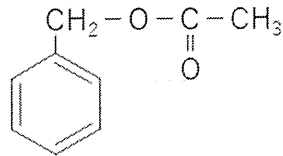
①



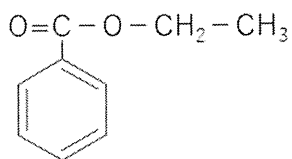
②



③



④



⑤

