

◇ 化 学

化5-1～化5-16まで16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, Na=23, S=32, Br=80

標準状態での気体の体積は 22.4 L/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一つずつ選べ。

a 単体であるもの

- ① 黒鉛 ② ガラス ③ スチール
④ 水蒸気 ⑤ ナフタレン

b 常温で自由電子を持つ物質

- ① NaCl ② CaO ③ He
④ Ag ⑤ Si

c 非共有電子対の数が NH₃ と同じもの

- ① N₂ ② H₃O⁺ ③ H₂S
④ CH₃OH ⑤ HCl

問 2 目的成分の分離に昇華法を使用するのはどれか。後の選択肢から一つ選べ。

- ① 牛乳に含まれるカゼインの分離
② ワインに含まれるエタノールの分離
③ 海水に混じっている砂の分離
④ ヨウ素と砂の混合物からのヨウ素の分離

問3 元素の周期表の第6周期までの元素について、金属元素に該当する場所がすべて塗りつぶされているものを、後の選択肢から一つ選べ。 5

①

		族																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
周期	1																			
	2																			
	3																			
	4																			
	5																			
	6																			

②

		族																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
周期	1																			
	2																			
	3																			
	4																			
	5																			
	6																			

③

		族																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
周期	1																			
	2																			
	3																			
	4																			
	5																			
	6																			

④

		族																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
周期	1																			
	2																			
	3																			
	4																			
	5																			
	6																			

⑤

		族																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
周期	1																			
	2																			
	3																			
	4																			
	5																			
	6																			

問4 質量数 60 のニッケル原子 Ni がニッケル(II)イオン Ni^{2+} になるとき、そのイオンの持つ電子の個数は 26 個になる。質量数 60 のニッケル原子の中性子の数として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 個

- ① 26 ② 28 ③ 30 ④ 32 ⑤ 34 ⑥ 36

問5 日常生活にはさまざまな化学物質が利用されている。化学物質と用途の組合せとして適当でないものを、後の選択肢から一つ選べ。

	化学物質	用途
①	炭酸カルシウム	発熱剤，乾燥剤
②	水酸化ナトリウム	セッケンの原料，合成洗剤の原料
③	炭酸水素ナトリウム	胃薬，ベーキングパウダー
④	ポリエチレン	買い物袋，容器
⑤	ポリエチレンテレフタレート	繊維，ペットボトル

化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 質量パーセント濃度が20%の希硫酸(密度 1.15g/cm^3)のモル濃度
〔mol/L〕として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

mol/L

- ① 1.2 ② 2.3 ③ 3.5 ④ 4.7 ⑤ 7.0

問2 ある金属M 2.0g を酸素と反応させたところ、 3.8g の金属酸化物が得られた。この金属酸化物の化学式は M_2O_3 であった。この金属Mの原子量として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 11 ② 27 ③ 52 ④ 56 ⑤ 119

問3 酸性酸化物であるものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 酸化マグネシウム ② 酸化鉄(Ⅱ)
③ 十酸化四リン ④ 酸化バリウム

問4 0.10 mol/Lのシュウ酸(COOH)₂水溶液と、濃度未知の塩酸がある。それぞれ10 mLをある濃度の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和に要した水酸化ナトリウム水溶液の体積は、それぞれ6.0 mL, 9.0 mLであった。次の問い(a・b)に答えよ。

a この実験についての記述ア～ウの正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。

ア 水酸化ナトリウム水溶液をそれぞれの水溶液にホールピペットを用いて滴下する。

イ どちらの滴定も指示薬としてフェノールフタレインが使用可能である。

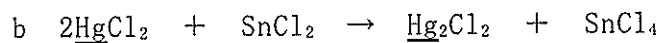
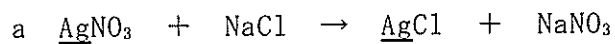
ウ 濃度未知の塩酸の滴定では、塩素が発生するので換気を十分に行う。

	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

b 濃度未知の塩酸のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 mol/L

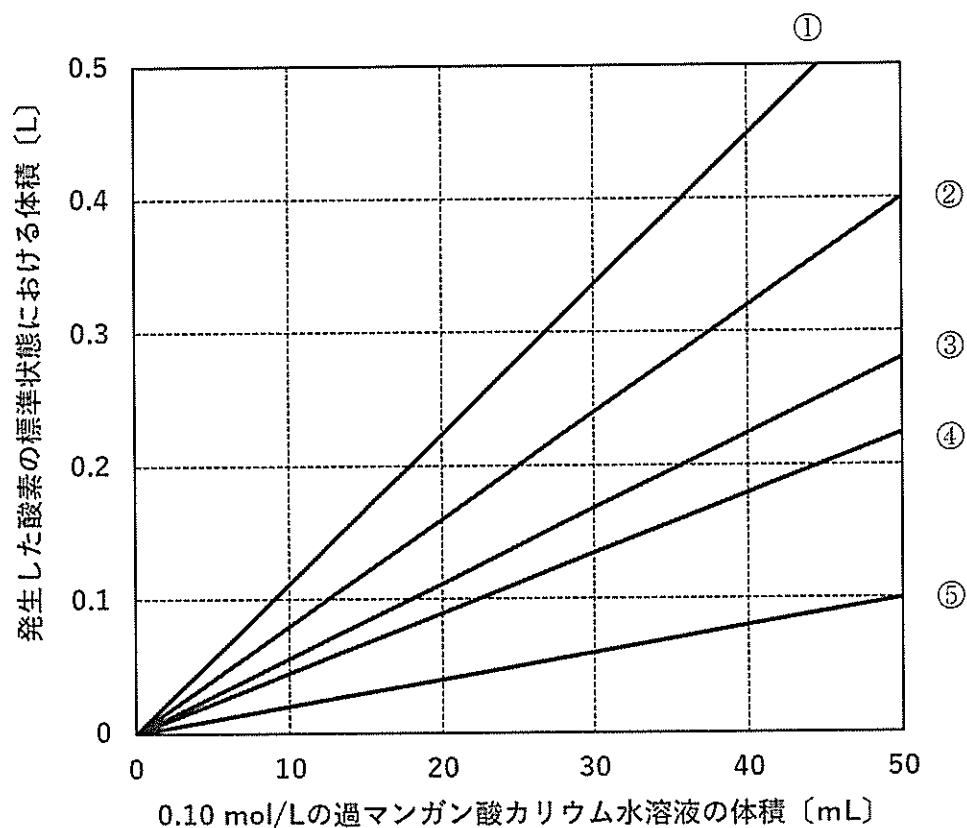
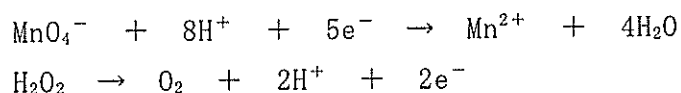
- ① 0.050 ② 0.10 ③ 0.15 ④ 0.20 ⑤ 0.30

問5 次の a・b の化学反応式中の下線で示した原子の変化は、酸化、還元、いずれでもないのうちのどれか。最も適当な組合せを、後の選択肢から一つ選べ。 13



	a	b
①	酸化	酸化
②	酸化	還元
③	酸化	いずれでもない
④	還元	酸化
⑤	還元	還元
⑥	還元	いずれでもない
⑦	いずれでもない	酸化
⑧	いずれでもない	還元
⑨	いずれでもない	いずれでもない

問6 次式の半反応式で示したように、硫酸酸性の0.10 mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を十分な量の0.20 mol/Lの過酸化水素水と過不足なく反応させた。このとき使用した過マンガン酸カリウム水溶液の体積〔mL〕と発生した酸素の標準状態における体積〔L〕の関係を表す直線として最も適当なものを、後の図中の選択肢から一つ選べ。 14



第3問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 コロイドに関する記述 a~d のうち正しいもの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。

- a コロイド粒子は、直径が $10^{-6} \sim 10^{-3} \text{m}$ 程度の粒子である。
- b 分散媒、分散質とも気体であるコロイドはない。
- c コロイド溶液中のコロイド粒子はろ過によって完全には取り除けない。
- d コロイド溶液に横から光束を当てると、光の通路が輝く現象をブラウン現象と呼ぶ。

- 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2 炭酸ナトリウム水和物 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ の結晶 8.58 g を正確にはかり取り、これを純水に溶かして 300 mL の炭酸ナトリウム水溶液を調製した。この水溶液のモル濃度を調べたところ、0.10 mol/L であった。 n の値はいくらか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 2 ② 4 ③ 6 ④ 8 ⑤ 10

問3 化学反応と光に関する記述である。誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 血痕の検出に用いられるルミノール反応は、反応の際に青い光を発する。
- ② 黄リンは、空気中で徐々に酸化されて十酸化四リンになるとき、光を発する。
- ③ ウミホタル中の発光物質は、酵素の作用により変化して光を発する。
- ④ 反応物がもつエネルギーより生成物がもつエネルギーのほうが大きいとき、その差が光エネルギーとして放出されると、発光する。
- ⑤ 光合成は、光エネルギーが利用される吸熱反応である。

問4 メタンと酸素を物質量比1:3で混合し、この気体を密閉容器に入れて温度を100℃に保ったところ、混合気体の全圧は 4.0×10^5 Paであった。この混合気体に電気火花を飛ばし、メタンをすべて完全燃焼させた後、容器の温度を100℃に保った。次の問い(a・b)に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体とみなせるものとし、密閉容器の体積は変わらないものとする。また、100℃における水の蒸気圧は 1.0×10^5 Paとする。

a メタンをすべて完全燃焼させた後、容器を100℃に保った。このとき、 O_2 と CO_2 の分圧はそれぞれ何Paか。最も適当な組合せを、後の選択肢から一つ選べ。 18

	O_2	CO_2
①	1.0×10^5 Pa	1.0×10^5 Pa
②	1.0×10^5 Pa	2.0×10^5 Pa
③	1.0×10^5 Pa	3.0×10^5 Pa
④	2.0×10^5 Pa	1.0×10^5 Pa
⑤	2.0×10^5 Pa	2.0×10^5 Pa
⑥	2.0×10^5 Pa	3.0×10^5 Pa
⑦	3.0×10^5 Pa	1.0×10^5 Pa
⑧	3.0×10^5 Pa	2.0×10^5 Pa

b メタンをすべて完全燃焼させた後、容器を100℃に保ったときの混合気体の全圧は何Paか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

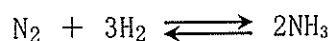
19 Pa

- ① 1.0×10^5 ② 2.0×10^5 ③ 3.0×10^5
 ④ 4.0×10^5 ⑤ 5.0×10^5

問5 塩化ナトリウム水溶液を炭素および鉄を電極として電気分解した。このとき、炭素電極から塩素、鉄電極から水素が発生した。この電気分解に関する記述として正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 20

- ① 炭素電極は、陰極となる。
- ② 炭素電極では、還元反応が起こっている。
- ③ 鉄電極の質量が増加する。
- ④ 鉄電極付近の水溶液にフェノールフタレインを滴下すると、水溶液が赤色に変化する。

問6 窒素 0.35 mol と水素 1.30 mol を容積 0.50 L の密閉容器に入れて触媒を加えた後に一定温度に保ったところ、アンモニアが 0.20 mol 生成して平衡状態に達した。この反応は次の式のような可逆反応によりアンモニアが生成することが分かっている。この反応の平衡定数 $[(\text{L/mol})^2]$ はいくらか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、加えた触媒の体積は無視できるものとする。 21 $(\text{L/mol})^2$



- ① 1.0×10^{-2}
- ② 2.0×10^{-2}
- ③ 3.0×10^{-2}
- ④ 4.0×10^{-2}
- ⑤ 5.0×10^{-2}

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 アルミニウムとその化合物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。 22

- ① アルミニウムは、ボーキサイトから精錬によって得られる。
- ② アルミニウムを十分な量の濃硝酸に加えると、水素を発生しながら完全に溶解する。
- ③ アルミニウムを酸素中で加熱すると、多量の熱と光を発生して燃焼する。
- ④ 純粋な酸化アルミニウムの結晶は、無色透明である。
- ⑤ ミョウバン $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ を水に溶かすとアルミニウムイオン (Al^{3+})、カリウムイオン (K^+)、硫酸イオン (SO_4^{2-}) に電離する。

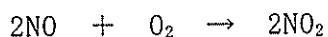
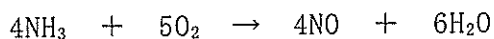
問2 表に示した6種の金属イオンのうち2種類ずつを含む3つの水溶液(a~c)について、それぞれ表に示す操作を行った。このとき沈殿せずに水溶液中に残る金属イオンとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

23

	含まれる 金属イオン	行った操作
水溶液 a	Al^{3+} , Fe^{3+}	過剰のアンモニア水を加える
水溶液 b	Cu^{2+} , Ba^{2+}	希硫酸を加える
水溶液 c	Ag^+ , Pb^{2+}	硫化水素を吹き込む

- ① Al^{3+}
- ② Fe^{3+}
- ③ Cu^{2+}
- ④ Ba^{2+}
- ⑤ Ag^+
- ⑥ Pb^{2+}
- ⑦ Fe^{3+} と Cu^{2+}
- ⑧ Ba^{2+} と Ag^+
- ⑨ Al^{3+} と Pb^{2+}

問 3 硝酸は工業的には、以下の反応式で示したオストワルト法によって製造されている。アンモニア 6.8 kg から最大で何 kg の硝酸が得られるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 24 kg



- ① 13 ② 25 ③ 33 ④ 50 ⑤ 63

問 4 図 1 はある気体 A を発生させて捕集するための実験の様子を示したものである。アルミニウム箔に包んだ炭化カルシウムをピンセットでつまんで水中に浸け、発生する気体 A を捕集した。また、この気体 A を赤熱した鉄に触れさせたところ、物質 B が生成した。気体 A と生成した物質 B 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。 25

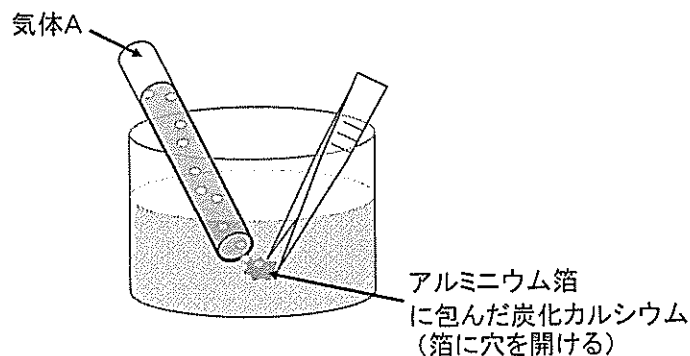


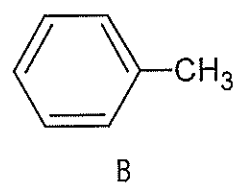
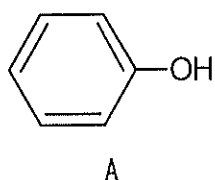
図 1 気体 A の発生と捕集

	気体 A	物質 B
①	エチレン	エタン
②	エチレン	アセチレン
③	エチレン	ベンゼン
④	アセチレン	エタン
⑤	アセチレン	エチレン
⑥	アセチレン	ベンゼン

問 5 一般式 C_nH_{2n+2} で表されるアルカンの炭素数 (n) を 3~7 まで変化させたとき、 n の数と構造異性体の数の関係を表す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。 26

	$n=3$	$n=4$	$n=5$	$n=6$	$n=7$
①	1	2	3	4	5
②	1	2	3	5	7
③	1	2	3	5	9
④	1	2	4	5	7
⑤	2	3	4	4	5
⑥	2	3	3	4	5
⑦	2	3	4	4	7
⑧	2	3	4	5	9

問 6 次の 2 種類の化合物 A, B を含むジエチルエーテルの溶液がある。溶液を分液ロートに入れ、適当な水溶液を加えてよく振り混ぜた後、静置することにより、含まれる化合物の一方を水層に抽出して分離することができる。このとき、加える水溶液と、ジエチルエーテル層に残る化合物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



	加える水溶液	ジエチルエーテル層に残る化合物
①	希塩酸	A
②	希塩酸	B
③	炭酸水素ナトリウム水溶液	A
④	炭酸水素ナトリウム水溶液	B
⑤	水酸化ナトリウム水溶液	A
⑥	水酸化ナトリウム水溶液	B

問 7 ある鎖式炭化水素の化合物 A 1 mol には、水素 H_2 が 1 mol 付加する。この化合物 A 3.5 g に臭素を反応させたところ、臭素が 8.0 g が付加した。化合物 A 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 C_2H_4 | ② C_3H_6 | ③ C_4H_8 | ④ C_5H_{10} |
| ⑤ C_6H_{12} | ⑥ C_8H_{16} | ⑦ $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$ | ⑧ $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ |