

◇ 化 学

化 7-1～化 7-19 まで 19 ページあります。

問2 表1には元素の周期表の第1周期から第3周期に属する元素のうち、6種類の元素を記号ア～カで表している。元素ア～カ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。 4

表1 周期表の第1周期から第3周期に属する元素

周期 \ 族	1	2	3~12	13	14	15	16	17	18
1	ア								
2					イ		ウ		
3	エ				オ			カ	

- ① アの単体は、単原子分子である。
- ② イの原子は、M殻に4個電子を有する。
- ③ ウとオからなる化合物の結晶は分子結晶である。
- ④ 金属元素は、エのみである。
- ⑤ エとカからなる化合物の結晶は共有結合結晶である。

問3 220 g のドライアイス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。ただし、アボガドロ数を N とする。 5

- ① 酸素原子の総数は、 $2.5N$ である。
- ② 原子核の総数は、 $5N$ である。
- ③ 非共有電子対の総数は、 $20N$ である。
- ④ 電子の総数は、 $70N$ である。

問4 物質と化学結合に関する記述 a~c 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。 6

- a 塩化ナトリウムよりも酸化マグネシウムの方が融点が高い。
- b 一方の原子から供与された非共有電子対が共有されて生じる共有結合を配位結合という。
- c 分子結晶を加熱して融解した融解液は必ず電気を導く。

	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 化学物質の保存と取り扱い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 ジエチルエーテルは揮発性で引火しやすいので、密封した容器に入れ、火気のない冷所に保存する。
- ② 硫化水素は有毒な気体なので、ドラフト内で扱うようにする。
- ③ 自然発火を防ぐため、黄リンは水中に保存する。
- ④ ナトリウムは空気中ですみやかに酸化され、また、水に触れると発火・爆発の危険があるので、石油中に保存する。
- ⑤ 酸は金属と反応してしまうため、フッ化水素酸は金属と触れさせないようにガラス容器に保存する。

化学の問題は次のページに続く

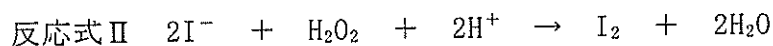
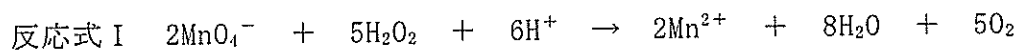
問3 0°C, 1.013×10^5 Paにおいて気体1 gの体積が最も小さい物質を, 後の
選択肢から一つ選べ。

- ① He ② H₂ ③ O₂ ④ NH₃ ⑤ CH₄

問4 酸と塩基および塩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。

- ① 酸や塩基の電離度 α は, $-1 \leq \alpha \leq 1$ の範囲をとる。
② pH5 の酢酸水溶液を 1000 倍に希釈すると, pH が 8 に変化する。
③ 弱酸と弱塩基の中和滴定の指示薬として, フェノールフタレインを使用する。
④ 10 mL の 0.10 mol/L の酢酸水溶液と 10 mL の 0.10 mol/L の塩酸を中和するのに必要な 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の体積は異なる。
⑤ 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると塩化水素が発生する。

問5 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液と硫酸酸性のヨウ化カリウム溶液がある。これらの溶液に過酸化水素を加えた時に起こる反応は、次のイオン反応式(I・II)で表される。後の問い(a・b)に答えよ。



a 反応式 I・II に関する記述ア～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。 13

- ア 反応式 I では溶液が脱色され、反応式 II では溶液が着色する。
 イ 過酸化水素は、反応式 I および反応式 II で還元剤としてはたらく。
 ウ 反応式 I の反応前後でマンガン原子の酸化数の変化量の大きさは 5 である。

	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

b 反応式 I で、過マンガン酸カリウムが 3.0×10^{-3} mol 消費されたときに発生する酸素の体積は標準状態で何 mL となるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 14 mL

- ① 84 ② 126 ③ 168 ④ 210 ⑤ 252

化学の問題は次のページに続く

第3問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 15 ~ 21〕

問1 濃度の異なる希薄な塩化カリウム水溶液 A と B がある。1.013×10⁵ Pa における沸点は、Aの方がBより高かった。塩化カリウム水溶液 A と B に関する記述 a~c 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。

15

- a 100℃における蒸気圧はAの方がBより高い。
- b 100℃における蒸気圧は、A、Bともに1.013×10⁵ Paより高い。
- c AとBを同体積ずつ混合した水溶液の沸点は、Aより低くBより高い。

	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2 化学反応の速さとその仕組みに関する記述である。最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 16

- ① 化学反応の反応速度は、単位時間に増加する反応物の物質質量または濃度で表すことができる。
- ② 反応物を活性化状態にするために必要な最大のエネルギーを活性化エネルギーという。
- ③ 活性化状態の反応物は、エネルギーが低くて不安定な状態にある。
- ④ 触媒は、活性化エネルギーを上昇させて反応速度を大きくする。
- ⑤ 反応温度を上昇させると、発熱反応、吸熱反応ともに反応速度は大きくなる。

問3 次の図1に示すような装置を用いて電気分解を行った。電極Aは鉛、電極Bは酸化鉛(IV)、電極CおよびDには銅を用いた。この装置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。 17

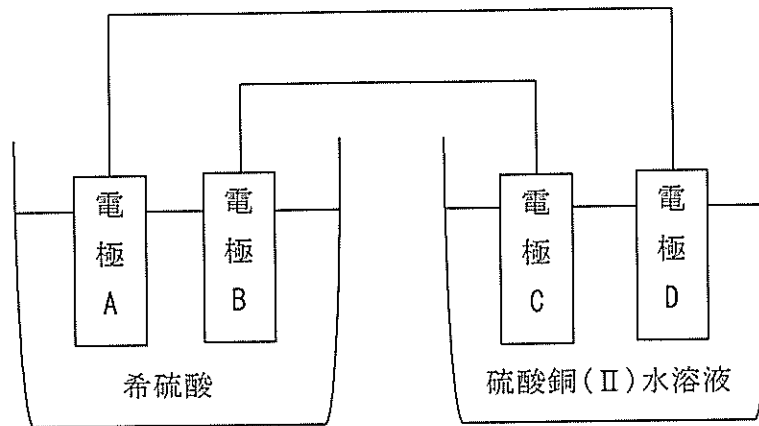


図1 装置の模式図

- ① 電極Aは正極としてはたらく。
- ② 電極B付近で二酸化硫黄が発生する。
- ③ 電極C付近で酸素が発生する。
- ④ 電極Dの質量が増加する。

問4 図2に示すように、ピストン付きの容器Aと体積2.0 Lの容器Bが、コックで連結された装置がある。コックを閉じた状態で、容器Aには 2.0×10^5 Pa、3.0 Lの窒素を、容器Bには 3.0×10^5 Pa、2.0 Lのヘリウムを封入した。この状態を状態アとする。温度は常に 27°C に保たれている。これに関する後の問い(a・b)に答えよ。ただし、コックを含む連結部分の体積は無視できるものとする。

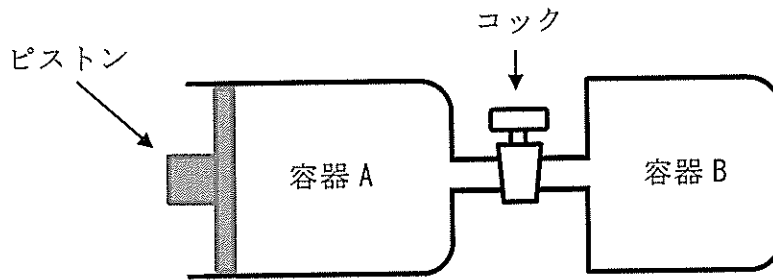


図2 ピストン付き容器Aと容器B(状態ア)

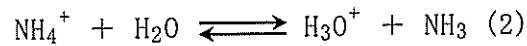
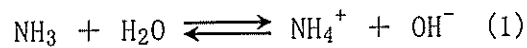
- a 状態アからコックを開いてピストンを押し、容器A内の窒素をすべて容器Bに入れた後コックを閉じた。しばらく放置した後の容器B内の窒素とヘリウムの分圧の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 18

	窒素の分圧 Pa	ヘリウムの分圧 Pa
①	1.0×10^5	1.0×10^5
②	1.0×10^5	2.0×10^5
③	1.0×10^5	3.0×10^5
④	2.0×10^5	1.0×10^5
⑤	2.0×10^5	2.0×10^5
⑥	2.0×10^5	3.0×10^5
⑦	3.0×10^5	1.0×10^5
⑧	3.0×10^5	2.0×10^5
⑨	3.0×10^5	3.0×10^5

b 状態アからピストンを固定したままコックを開いてしばらく放置すると、容器内の圧力は何 Pa になるか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 Pa

- ① 1.2×10^5 ② 2.4×10^5 ③ 3.6×10^5 ④ 4.8×10^5
⑤ 6.0×10^5

問5 水溶液中では、アンモニア NH_3 は塩基としてはたらし、その一部が式(1)のように電離して平衡状態になる。一方、アンモニウムイオン NH_4^+ は酸としてはたらし、式(2)のように反応してオキソニウムイオン H_3O^+ を生じる。



式(1)の平衡定数 K は NH_4^+ , OH^- , NH_3 , H_2O のモル濃度を $[\text{NH}_4^+]$, $[\text{OH}^-]$, $[\text{NH}_3]$, $[\text{H}_2\text{O}]$ とすると

$$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

で表され、水のモル濃度である $[\text{H}_2\text{O}]$ は、薄い水溶液では一定と考えてよい
ため、アンモニアの電離定数 K_b [mol/L] は

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

と表される。

同様に式(2)から H_3O^+ を H^+ と略記して導かれるアンモニウムイオンの電離
定数 K_a [mol/L] が、

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$$

と表されるとき、後の問い (a・b) に答えよ。

a 水のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、水の密度を 1.0 g/cm^3 とする。 mol/L

- ① 12 ② 24 ③ 36 ④ 48 ⑤ 56

b 水のイオン積を K_W としたとき、 NH_3 の電離定数 K_b [mol/L] はどのように表されるか。最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

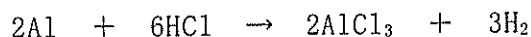
① $\sqrt{\frac{K_a}{K_W}}$ ② $\sqrt{\frac{K_W}{K_a}}$ ③ $\sqrt{K_a K_W}$

④ $K_a K_W$ ⑤ $\frac{K_a}{K_W}$ ⑥ $\frac{K_W}{K_a}$

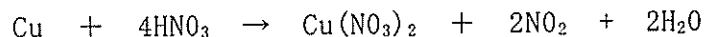
第4問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 銅とアルミニウムのみを含む混合物Xがある。銅とアルミニウムの物質量の比を求めるために、Xの質量を変えて、次の実験Iおよび実験IIを同温同圧のもとで行った。後の問い(a・b)に答えよ。

実験I 希塩酸をXに加えると、次の反応によりアルミニウムのみがすべて溶けた。この反応で発生した水素を適当な方法で捕集して、その体積を求めた。



実験II 実験Iで反応せずに残った銅をろ過により取り出し、濃硝酸を加えると、次の反応により銅がすべて溶けた。この反応で発生した二酸化窒素を適当な方法で捕集して、その体積を求めた。



これらの実験に用いたXの質量と発生した気体の体積の関係は、図1のようになった。

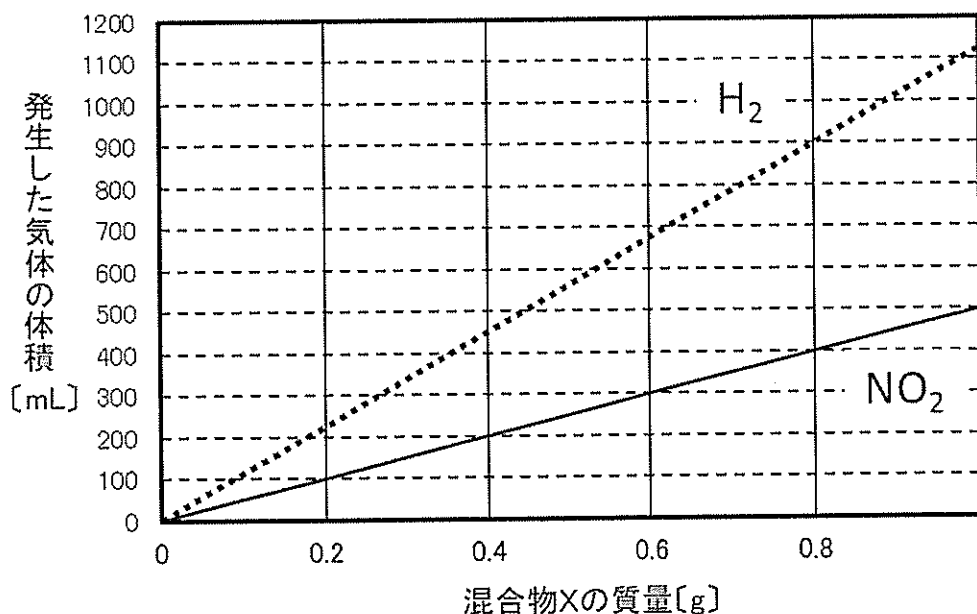


図1 混合物Xの質量と発生した気体の体積

- a 発生した気体の捕集方法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。 22

	水素	二酸化窒素
①	上方置換	上方置換
②	上方置換	下方置換
③	上方置換	水上置換
④	下方置換	上方置換
⑤	下方置換	下方置換
⑥	下方置換	水上置換
⑦	水上置換	上方置換
⑧	水上置換	下方置換
⑨	水上置換	水上置換

- b Xに含まれるアルミニウムと銅の物質質量 [mol] の比として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 23

	アルミニウム： 銅
①	1 : 1
②	1 : 2
③	1 : 3
④	2 : 1
⑤	2 : 3
⑥	3 : 1
⑦	3 : 2
⑧	4 : 1

問 2 身のまわりの無機物質に関する記述として、下線部に誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。 24

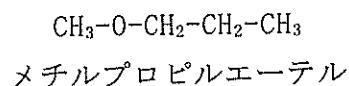
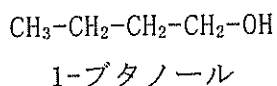
- ① クロムは、常温できわめて安定でかたく、蛇口などのメッキに使われる。
- ② 酸化亜鉛は、強酸の水溶液とも強塩基の水溶液とも反応しないので、絵具や軟膏などに用いられる。
- ③ 二酸化硫黄は、無色で刺激臭のある気体で、火山ガスに含まれる。
- ④ 銑鉄は、鋳物に使われ、鋼に比べて含まれる炭素の割合が高い。
- ⑤ リンは歯や骨、核酸などに含まれ、天然には単体として存在しない。

問 3 ある炭化水素を完全燃焼したところ、同じ物質量の二酸化炭素と水が得られた。この炭化水素の分子式を C_nH_m (n, m はともに自然数) としたとき、次の文章中の空欄ア～ウを埋める語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

n の最小値は [ア] であり、このとき m の値は [イ] である。また、この炭化水素の水和反応 (二重結合の炭素にそれぞれヒドロキシ基と水素が付加する反応) により [ウ] が生成される。

	ア	イ	ウ
①	2	2	エタノール
②	2	4	エタノール
③	2	4	エチレングリコール
④	2	6	エチレングリコール
⑤	3	4	プロパノール
⑥	3	4	プロパンジオール
⑦	3	6	プロパノール
⑧	3	6	プロパンジオール
⑨	3	8	プロパノール

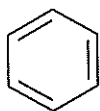
問 4 同じ分子式 $C_4H_{10}O$ (分子量 74) を持つ 1-ブタノールとメチルプロピルエーテルからなる混合物がある。この混合物 7.4 g に十分な量のナトリウムを加えたところ、0.050 g の水素が生じた。混合物中の 1-ブタノールの含有率 (質量パーセント) は何%か、最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 %



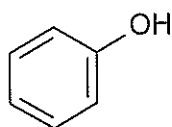
- ① 30 ② 40 ③ 50 ④ 60 ⑤ 70 ⑥ 85

問 5 酸化されると安息香酸が生じる芳香族化合物の構造式として適当なものを、後の選択肢から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

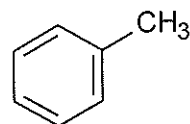
①



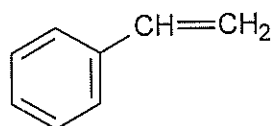
②



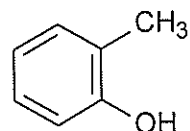
③



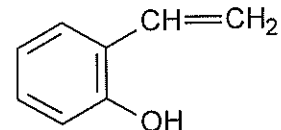
④



⑤



⑥



問 6 フェノールまたはナトリウムフェノキシドの反応に関して，実験操作と，その反応で新しくつくられる炭素との結合の組合せとして適当でないものはどれか。後の選択肢から一つ選べ。 29

	実験操作	新しくつくられる炭素との結合
①	フェノールに濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて加熱する	C-S
②	フェノールに無水酢酸を加える	C-O
③	フェノールに十分な量の臭素水を加える	C-Br
④	ナトリウムフェノキシドと二酸化炭素を高温・高圧のもとで混合する	C-C
⑤	ナトリウムフェノキシド水溶液を冷却した塩化ベンゼンジアゾニウム水溶液に加える	C-N