

令和 5 年 5 月 1 6 日 2 原実施

原子量 H=1.0 C=12 N=14 O=16 F=19 S=32 Cl=35.5 Al=27 Na=23 Ca=40 1 モルの電子のもつ電気量は  $9.65 \times 10^4 \text{C}$

1

次の記述のうち、正しいものを 1 つ選べ。

- ① 希ガスは、空気中に化合物として多く含まれている。
- ② 希ガスの原子は、すべて最外殻に 8 個の電子を配置している。
- ③ 希ガスの単体には、常温・常圧で、液体のものと気体のものがある。
- ④ 希ガスには、燃焼しやすいものが多い。
- ⑤ 希ガスは、低圧にして放電すると、特有の色の光を発する。

2

次の文中の( )に適切な語句を、[ ]に化学式を入れよ。

塩素は、( ア )色で有毒な気体であり、実験室では、酸化マンガン(IV)[ A ]に濃塩酸を加えて加熱すると得られる。また、塩素は、高度さらし粉[ B ]を使っても発生させることができる。

塩素は、水に少し溶け、一部が水と反応して塩化水素と( イ )を生じるため、( ウ )作用が強く、塩素水は殺菌や漂白に利用される。また、( エ )紙を青色に変える。この反応は、塩素の検出に用いられる。

3

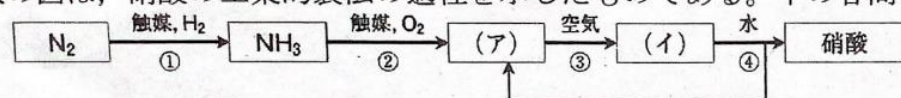
周期表の第 3 周期の元素の酸化物について、下の各問いに答えよ。

族	1	2	13	14	15	16	17
酸化物	$\text{Na}_2\text{O}$	( ア )	$\text{Al}_2\text{O}_3$	( イ )	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{SO}_3$	$\text{Cl}_2\text{O}_7$

- (1) 表中の(ア)、(イ)に該当する酸化物の化学式を記せ。
- (2) 表中の酸化物を、(a) 塩基性酸化物、(b) 両性酸化物、(c) 酸性酸化物に分類し、それぞれの化学式を記せ。ただし、(ア)と(イ)は除く。
- (3)  $\text{SO}_3$  と水との反応を化学反応式で表せ。

4

次の図は、硝酸の工業的製法の過程を示したものである。下の各問いに答えよ。



- (1) 反応①、②で用いられる触媒を、それぞれ化学式で示せ。
- (2) (ア)、(イ)に適切な化学式を入れよ。
- (3) ①～④の変化を化学反応式で表せ。
- (4) 反応①および反応②～④の工業的製法の名称をそれぞれ記せ。

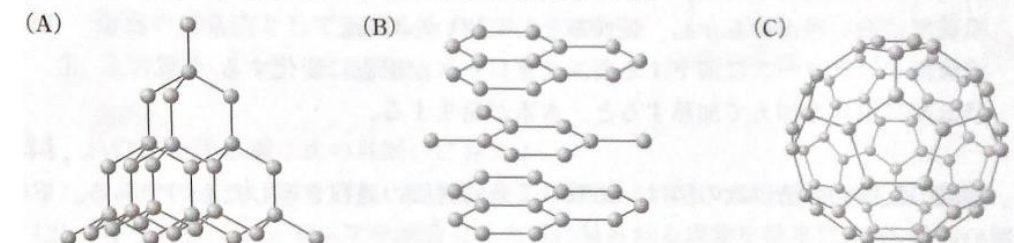
5

次の①～⑤の記述のうち、正しいものを 2 つ選べ。

- ① 赤リンはろう状の固体であり、空気中で自然発火するので水中に保存する。
- ② 黄リンは二硫化炭素に溶解し、毒性が強い。
- ③ 十酸化四リンは、強い吸湿性を示すイオン結晶である。
- ④ リン酸は化学式  $\text{H}_3\text{PO}_4$  で示され、硫酸と同じ程度の強酸である。
- ⑤ リン酸の塩には、肥料として利用されるものがある。

6

炭素の同素体のうち、( ア )は下図( イ )のような層状構造をなし、価電子( ウ )個が平面をつくる共有結合に使われ、1 個は平面内を動きまわることができる。そのため、電気伝導性が大きく、やわらかい。( エ )は、下図( オ )のように炭素原子が正( カ )体の各頂点と中心に位置し、すべての炭素原子が共有結合してできた無色の結晶で、最もかたい物質である。 $\text{C}_{60}$  などの分子式をもつ( キ )は、下図( ク )のような分子で、1985年にすすの中から発見された。



7

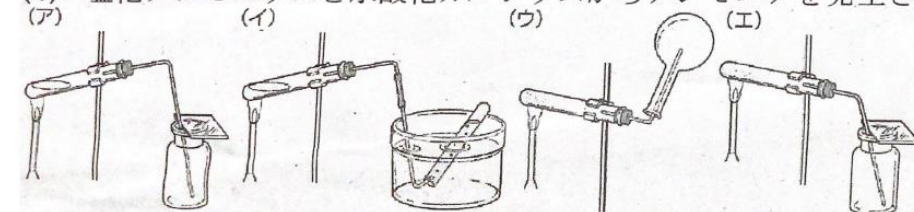
次の記述のうち、下線部に誤りがあるものを 3 つ選べ。

- ① ケイ素は、地殻中に多く含まれ、天然に単体として産出する。
- ② ケイ素の単体は、共有結合の結晶で、ダイヤモンドと同じ結晶構造をとる。
- ③ 二酸化ケイ素は、塩酸には溶けないが、濃硫酸には溶ける。
- ④ 二酸化ケイ素と塩化ナトリウムを融解すると、ケイ酸ナトリウムを生じる。
- ⑤ 水ガラスに塩酸を加えると、ケイ酸を生じる。
- ⑥ ケイ酸を加熱して乾燥させると、多孔質のシリカゲルが得られる。

8

次の各実験に適する装置は、下の(ア)～(エ)のどれか。

- (1) 亜硝酸アンモニウムを含む水溶液から窒素を発生させる。
- (2) 塩化ナトリウムと濃い硫酸水溶液から塩化水素を発生させる。
- (3) 炭酸水素ナトリウムから二酸化炭素を発生させる。
- (4) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムからアンモニアを発生させる。



9

次の各問いに答えよ。

- (1) アルカリ金属を、原子番号の小さいものから 3 つ、元素記号で示せ。
- (2) (1)の元素の単体のうち、最も反応性に富むものはどれか。元素記号で示せ。
- (3) (1)の元素の単体と水との反応を、それぞれ化学反応式で表せ。
- (4) (1)の元素の炎色反応の色をそれぞれ記せ。
- (5) アルカリ金属の単体は、どのようにして保存するか。



10

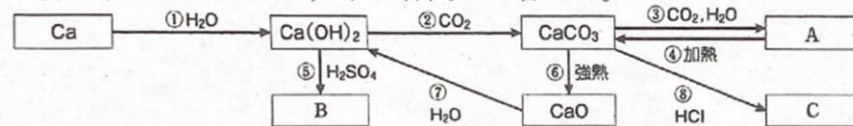
次の(a)～(e)には気体を発生させる操作、(ア)～(オ)には(a)～(e)で発生する気体の乾燥剤をそれぞれ示した。下の各問いに答えよ。

操作	乾燥剤
(a) 塩素酸カリウムに酸化マンガン(IV)を加えて加熱する。	(ア) CaO
(b) 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱する。	(イ) CaCl <sub>2</sub>
(c) 硫化鉄(II)に希硫酸を加える。	(ウ) 濃硫酸
(d) 亜硫酸水素ナトリウムに希硫酸を加える。	(エ) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
(e) 大理石(石灰石)に希塩酸を加える。	(オ) CaCl <sub>2</sub>

- (1) (a)～(e)でおこる反応をそれぞれ化学反応式で表せ。
- (2) (a)～(e)の反応で発生する気体の捕集法として、最も適当なものを下から選べ。  
① 上方置換 ② 下方置換 ③ 水上置換
- (3) (ア)～(オ)の乾燥剤のうち、各気体の乾燥に適さないものを1つ選べ。

11

次の反応経路図について、下の各問いに答えよ。

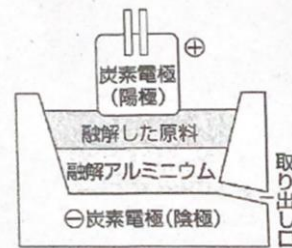


- (1) A～Cにあてはまるカルシウム化合物の化学式を示せ。
- (2) ①～⑧の変化を化学反応式で表せ。
- (3) 水酸化カルシウムが塩素と反応すると、さらし粉 CaCl(ClO)・H<sub>2</sub>O を生じる。この変化を化学反応式で表せ。

12

次の文を読み、下の各問いに答えよ。

アルミニウムの単体は、次のような工程で製造される。まず、鉱石である(ア)から酸化アルミニウムを精製する。次に、加熱して融解させた(イ)に酸化アルミニウムを溶かし、図のように、炭素を電極に用いて熔融塩電解を行うと、(ウ)極でアルミニウムを生じる。



- (1) 文中の( )に適切な語句を入れよ。
- (2) 両極でおこる変化を、電子e<sup>-</sup>を用いた反応式でそれぞれ表せ。
- (3) 3.0 × 10<sup>4</sup> A の電流を 100 時間通じて熔融塩電解を行うと、何 kg のアルミニウムが得られるか。

13

次の文中の( )に適切な語句、[ ]に化学式を入れよ。

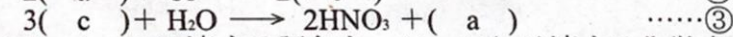
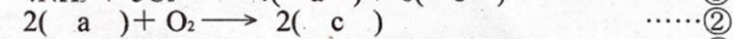
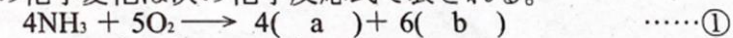
亜鉛イオン Zn<sup>2+</sup>を含む水溶液に、少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、白色沈殿[ア]を生じるが、過剰に加えると、錯イオン[イ]を生じて溶ける。また、[ア]にアンモニア水を加えると、錯イオン[ウ]を生じて溶ける。この水溶液に硫化水素を通じると、(エ)色の沈殿[オ]を生じる。

鉛は両性元素であるが、その単体は希硫酸や希塩酸には溶けにくい。これは、単体の表面に、希硫酸中では[カ]、希塩酸中では[キ]で表される難溶性の物質を生じるためである。

14

次の文を読み、下の各問いに答えよ。

硝酸は、工業的にはアンモニアの酸化によってつくられる。(ア)を触媒として、800～900℃でアンモニアと空気中の酸素を反応させて(イ)をつくり、これを空气中で酸化して(ウ)としたのち、温水と反応させて硝酸とする。この方法を(エ)法という。これらの化学変化は次の化学反応式で表される。



- (1) (ア)～(エ)には適する語句を、(a)～(c)には適する化学式を記せ。
- (2) ①～③式をまとめて1つの化学反応式で表せ。
- (3) アンモニア 3.4kg をすべて硝酸にしたとすると、70%の濃硝酸は何 kg できるか。

15

次の表は、室温で無色の気体である A～F の、実験室での発生法と性質についてまとめたものである。ただし、気体の発生法の一部は空欄にしてある。

気体	発生法	性質		
		におい	水に対する溶解性	その他の性質
A		刺激臭	溶ける	水溶液は塩基性
B	亜硫酸水素ナトリウムに希硫酸を加える	刺激臭	溶ける	漂白剤としても利用
C		無臭	溶けにくい	室温で安定
D	塩化ナトリウムに濃硫酸を加える	刺激臭	溶ける	水溶液は酸性
E		腐卵臭	少し溶ける	金属イオンの検出に利用
F	亜鉛に希硫酸を加える	無臭	溶けにくい	最も密度が小さい気体

C と F は単体であり、それらを体積比 C:F = 1:3 で混合し、⑥鉄を主成分とする触媒存在下、高温高压で反応させると、A が得られる。A と D が接触して反応すると白煙が生じる。⑦Eの水溶液にBを通じると溶液が白濁する。

- (1) A～Fはそれぞれ何か。化学式で答えよ。
- (2) Eの実験室での発生法を、他の発生法の記述にならって1つ答えよ。
- (3) 下線部①の工業的製法の名称を答えよ。
- (4) 下線部②の変化を化学反応式で表せ。

16

図は、炭酸ナトリウムの工業的製法の概要を表す。ただし、水については省略してある。次の各問いに答えよ。

- (1) この製法を何というか。
- (2) 図中の①～③にあてはまる化合物の名称を答えよ。
- (3) 図中の(ア)～(ウ)で示される工程でおこる反応について、適切な化学反応式を記せ。
- (4) 10.0t(トン)の原料①を用いて製造できる炭酸ナトリウムの質量[t]を、有効数字3桁で求めよ。

