

化 学

(解答番号 ~)

原子量が必要な場合は、以下の値を使用しなさい。

H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Mg = 24.3,

Cl = 35.5

なお、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とし、標準状態(0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)
における気体 1 mol の体積を 22.4 L とする。

〔 I 〕 次の問 1, 問 2 に答えなさい[解答番号 ~](25点)

問 1 溶解と溶液の濃度について、(1), (2)に答えなさい。

(1) 次の物質のうち、水に溶解させる際に強電解質として溶けるものには①,
弱電解質として溶けるものには②, 非電解質として溶けるものには③, 水
に溶けにくいものには④を解答欄 ~ に記入しなさい。

エタノール	<input type="text" value="1"/>
グルコース	<input type="text" value="2"/>
ナフタレン	<input type="text" value="3"/>
酢酸	<input type="text" value="4"/>
水酸化ナトリウム	<input type="text" value="5"/>

化 学

- (2) 質量パーセント濃度が28%の濃アンモニア水 NH_3 (密度 0.90 g/cm^3) があるとする。この濃アンモニア水のモル濃度はいくらか。あてはまる数値を下の①～⑩からそれぞれ1つ選び、解答欄 , に記入しなさい。なお、同じ番号を2回以上選んでもよい。

mol/L
十の位 一の位

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 0 |

- 問2 次の文章を読んで、空欄 ～ にあてはまる最も適切な語句を下の①～⑨から、空欄 , にあてはまる最も適切な語句を下の⑩～⑮からそれぞれ1つ選びなさい。

コロイド粒子が沈殿せず、溶媒中に分散して混ざり合っている溶液をコロイド溶液または という。加熱などにより、コロイド溶液が流動性を失い固まった状態を という。さらに、 を乾燥させたものを という。

分散しているコロイド粒子を , コロイド粒子を分散させている物質を という。 は が液体, が固体のコロイドである。

タンパク質やデンプンのように1分子でもコロイド粒子となるようなコロイドを という。一方、セッケンなどの界面活性剤のように、ある濃度以上で多数の分子がミセルを作って分散するコロイドを という。

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 分散媒 | ② 分散系 | ③ 分散質 |
| ④ 牛 乳 | ⑤ ゼリー | ⑥ 墨 汁 |
| ⑦ ゼ ル | ⑧ ゲ ル | ⑨ キセロゲル |
| ⑩ 親水コロイド | ⑪ 疎水コロイド | ⑫ 会合コロイド |
| ⑬ 分散コロイド | ⑭ 分子コロイド | ⑮ 保護コロイド |

化 学

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、問1から問6に答えなさい。

[解答番号 16 ~ 29] (30点)

A. 電池は 16 反応を利用して、17 エネルギーを取り出す装置である。負極にはイオン化傾向が比較的大きい金属が使われることが多い。電池が放電するとき、負極では 18 反応が起こり、電子が 19。

B. スマートフォンなどに使われているリチウムイオン電池では、イオン化傾向が特に大きいリチウムが負極に使われている。リチウムは、20 元素であり反応性が非常に高いので取り扱いが難しく安全性が低いことや、存在量が比較(あ)的少ないため資源の確保が難しいことなどが課題として挙げられている。

C. 負極にマグネシウムを用いた電池がマグネシウム電池である。マグネシウムは周期表の2族の元素であるが、カルシウムやバリウムのような(い)21 元素とは区別されることがある。マグネシウムはリチウムほどではないがイオン化傾向が大きく、負極の材料として採用されている。地球上に豊富に存在し、枯渇の心配がないことから、マグネシウム電池は次世代電池として期待されている。なかでも、負極にマグネシウムを、正極に活性炭などを用い空気中の酸素(う)を使用する空気マグネシウム電池が有力視されている。空気マグネシウム電池の電解液には、食塩水(塩化ナトリウム水溶液)が使われている。使用時に水(食塩水)を注ぐだけで使える非常用の電源として、製品化もされている。

問1 文中の空欄 16 ~ 21 にあてはまる最も適切な語句を、下の①~⑬からそれぞれ1つ選びなさい。

- | | | | |
|--------|------------|------------|--------|
| ① 酸化 | ② 還元 | ③ 酸化還元 | ④ 中和 |
| ⑤ 熱 | ⑥ 光 | ⑦ 電気 | ⑧ 流れ出す |
| ⑨ 流れ込む | ⑩ アルカリ金属 | ⑪ アルカリ土類金属 | |
| ⑫ ハロゲン | ⑬ 貴ガス(希ガス) | | |

問2 次の①～⑥の文のうち、誤りを含むものを2つ選び、解答欄 **22** ・ **23** に記入しなさい。ただし、⑥の文中の **16** , **17** にはAの文中の **16** , **17** と同じ語句が入るものとする。
22 ・ **23** (順不同)

- ① 電池を放電させるとき、電子が流れる向きと電流が流れる向きは同じである。
- ② 正極と負極の間に生じる電位差を起電力という。
- ③ 充電して繰り返し使うことのできる電池を二次電池という。
- ④ 正極側には還元剤、負極側には酸化剤が配置される。
- ⑤ リチウム電池は、負極にリチウム、正極に酸化マンガン(IV)が用いられた一次電池である。
- ⑥ 電気分解は、電解質の水溶液や融解塩に電池などを使って直流電流を通じ、**17** エネルギーによって **16** 反応を起こさせる操作である。

問3 下線部(あ)について述べている次の①～④の文のうち、誤りを含むものを1つ選び、解答欄 **24** に記入しなさい。 **24**

- ① リチウムはナトリウムより水と激しく反応して水素を発生し、その反応熱により融解する。
- ② リチウムは比較的柔らかい金属でナイフでも切ることができ、切り口は銀色の金属光沢をしているが、空気中では直ちに酸素と化合して表面が白色の酸化物などで覆われてしまう。
- ③ リチウムが皮膚につくとナトリウムと同じように激しく腐食が起こるので、決して素手で触れてはいけない。
- ④ 電解液には水溶液を使うことができないので、リチウム電池では有機溶媒が使われている。

化 学

問 4 下線部(イ)について、マグネシウムと同じ 2 族のカルシウムとを比較した次の①～⑤の文のうち、誤りを含むものを 1 つ選び、解答欄

25

 に記入しなさい。

25

- ① マグネシウムは炎色反応を示さないが、カルシウムは特有の炎色反応を示す。
- ② マグネシウムは常温の水と反応しないが、カルシウムは常温の水とも反応する。
- ③ マグネシウムの水酸化物は水に溶けにくい、カルシウムの水酸化物は水に少し溶ける。
- ④ マグネシウムの塩化物は水によく溶けるが、カルシウムの塩化物は水に溶けにくい。
- ⑤ マグネシウムの硫酸塩は水によく溶けるが、カルシウムの硫酸塩は水に溶けにくい。

化 学

問5 下線部(う)の空気マグネシウム電池の放電時に起こる負極と正極の反応について、最も適切な反応を下の①～⑩からそれぞれ1つ選び、解答欄

・ に記入しなさい。

負極の反応： 正極の反応：

- ① $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Mg}$
- ② $\text{Mg} \longrightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$
- ③ $\text{Na}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na}$
- ④ $\text{Na} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$
- ⑤ $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- ⑥ $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^-$
- ⑦ $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- ⑧ $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \longrightarrow 4\text{OH}^-$
- ⑨ $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$
- ⑩ $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

問6 下線部(う)の空気マグネシウム電池の放電時 1.00 mol の電子が流れたとすると、負極および正極の質量は何 g 増減するか。最も適切なものを下の

①～⑨からそれぞれ1つ選び、解答欄 ・ に記入しなさい。

ただし、問5で答えた以外の化学変化は起こらないものとする。

負極： 正極：

- ① 11.5 g 増 ② 12.2 g 増 ③ 23.0 g 増 ④ 24.3 g 増
- ⑤ 11.5 g 減 ⑥ 12.2 g 減 ⑦ 23.0 g 減 ⑧ 24.3 g 減
- ⑨ 変化しない

化 学

〔Ⅲ〕 次の文章を読んで、問 1 から問 4 に答えなさい。

[解答番号 30 ~ 44] (30点)

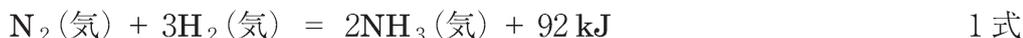
20世紀は化学の時代である。その先陣が1913年にドイツの化学会社が成功したアンモニア合成の工業化で、30法とよばれている。

これより前の1902年には31によってアンモニアから硝酸を合成する31法が完成されていた。硝酸は爆薬の原料であり、この30法の完成により、ドイツの皇帝は第一次世界大戦を決意したとさえいわれている。

一方、窒素 N は肥料の三要素の一つでもあり、空気中の窒素を固定する30法は19世紀後半の産業革命による人口の急増による食糧危機を救う決め手にもなっている。

また最近では、アンモニアは CO₂削減のための火力発電の燃料としても注目されている。

30法では、下記の反応により、 $1 \times 10^7 \sim 3 \times 10^7 \text{ Pa}$ の条件で、窒素と水素を400~600℃に加熱して、触媒を用いて合成されている。



31法では、下に示した化学反応式にしたがって、次のようにアンモニアを酸化して硝酸を製造している。

まず、触媒を使ってアンモニア NH₃ を800~900℃に加熱して酸化し、一酸化窒素 NO をつくる。

一酸化窒素は、温度を下げると簡単に酸化され二酸化窒素 NO₂ になる。この二酸化窒素を温水と反応させると硝酸 HNO₃ が生成する。



化 学

問 1 空欄 **30** , **31** にあてはまる最も適切な語句を下の①～⑤からそれぞれ1つ選びなさい。

- ① アンモニアソーダ ② オストワルト ③ ソルベール
④ ハーバー・ボッシュ ⑤ 接 触

問 2 1 式の **30** 法の反応について、(1)～(3)に答えなさい。

(1) この化学平衡の反応で、平衡状態におけるアンモニアの生成率を大きくするための条件として最も適切なものを下の①～④から1つ選び、解答欄

32 に記入しなさい。 **32**

- ① 低温・低圧 ② 低温・高圧
③ 高温・低圧 ④ 高温・高圧

(2) (1)で答えた条件のうち、単位時間当たりのアンモニアの生成量が減少する条件として最も適切なものを下の①～④から1つ選び、解答欄 **33**

に記入しなさい。 **33**

- ① 低 温 ② 高 温 ③ 低 圧 ④ 高 圧

(3) このアンモニアの合成法で使用されている触媒として最も適切なものを下の①～④から1つ選び、解答欄 **34** に記入しなさい。 **34**

- ① 酸化バナジウム(V) V_2O_5 ② ニッケル Ni
③ 白金 Pt ④ 四酸化三鉄 Fe_3O_4

化 学

問3 2～4式の 法の反応について、(1)～(5)に答えなさい。

- (1) 2式の空欄 ～ にあてはまる最も適切な数値を下の①～⑨からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同じ番号を2回以上選んでもよい。ただし、化学反応式の係数が必要ない場合は、①を選びなさい。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

- (2) 4式の空欄 ～ にあてはまる最も適切な数値を下の①～⑨からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同じ番号を2回以上選んでもよい。ただし、化学反応式の係数が必要ない場合は、①を選びなさい。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

- (3) 2式のアンモニアを酸化して一酸化窒素をつくる際に用いる触媒として最も適切なものを下の①～④から1つ選び、解答欄 に記入しなさい。

① 酸化バナジウム(V) V_2O_5 ② ニッケル Ni
③ 白金 Pt ④ 四酸化三鉄 Fe_3O_4

化 学

(4) アンモニアから硝酸が生成するとき、窒素原子の酸化数の変化を正しく表しているものを下の①～⑨から1つ選び、解答欄 に記入しなさい。

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① $0 \rightarrow +4$ | ② $0 \rightarrow +5$ | ③ $0 \rightarrow +6$ |
| ④ $+3 \rightarrow +4$ | ⑤ $+3 \rightarrow +5$ | ⑥ $+3 \rightarrow +6$ |
| ⑦ $-3 \rightarrow +4$ | ⑧ $-3 \rightarrow +5$ | ⑨ $-3 \rightarrow +6$ |

(5) 標準状態で 16.8 L のアンモニアから得られる質量パーセント濃度63%の濃硝酸は何 g か。ただし、各段階で反応は完全に進行し、アンモニアがすべて硝酸に変えられたとする。最も適切な数値を下の①～⑥から1つ選び、解答欄 に記入しなさい。 g

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 2.5×10 | ② 5.0×10 | ③ 7.5×10 |
| ④ 2.5×10^2 | ⑤ 5.0×10^2 | ⑥ 7.5×10^2 |

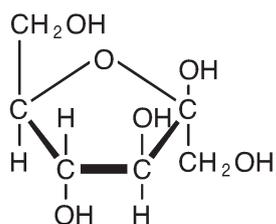
問4 質量パーセント濃度63%濃硝酸を水でうすめて 2.8 mol/L の希硝酸 100 mL を調製したい。そのために必要な63%濃硝酸は何 mL か。最も適切な数値を下の①～⑧から1つ選び、解答欄 に記入しなさい。ただし、63%濃硝酸の密度は 1.4 g/cm^3 とする。 mL

- | | | | |
|-------|-------|------|------|
| ① 5.0 | ② 7.0 | ③ 10 | ④ 14 |
| ⑤ 15 | ⑥ 20 | ⑦ 25 | ⑧ 28 |

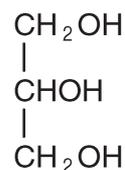
化 学

〔Ⅳ〕 次の問1から問3に答えなさい〔解答番号 ～ 〕(15点)

問1 次の化合物の官能基について、最も適切な語句を下の①～⑧からそれぞれ1つ選び、解答欄 ～ に記入しなさい。なお、同じ番号を2回以上選んでもよい。



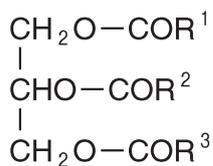
フルクトース



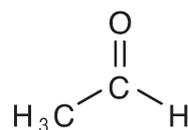
グリセリン



リノール酸



油脂(R^1 , R^2 , R^3 は鎖式炭化水素基)



アセトアルデヒド

- | | | |
|----------|-----------------|----------|
| ① アミド結合 | ② エステル結合 | ③ ヒドロキシ基 |
| ④ ニトロ基 | ⑤ アミノ基 | ⑥ スルホ基 |
| ⑦ カルボキシ基 | ⑧ ホルミル基(アルデヒド基) | |

問2 次の文章を読んで、(1)、(2)に答えなさい。

炭素、水素、酸素のみからなる有機化合物の試料 20.0 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 CO_2 29.0 mg、水 H_2O 13.9 mg を生じた。また、この化合物の分子量は182であった。

- (1) この有機化合物の組成式について、空欄 ~ にあてはまる最も適切な数値を下の①~⑩からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同じ番号を2回以上選んでもよい。



- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

- (2) この有機化合物の分子式について、空欄 ~ にあてはまる最も適切な数値を下の①~⑮からそれぞれ1つ選びなさい。なお、同じ番号を2回以上選んでもよい。



- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 10
 ⑪ 11 ⑫ 12 ⑬ 13 ⑭ 14 ⑮ 0

化 学

問3 下の図は、有機化合物の分離を表したものである。フェノール、サリチル酸、ニトロベンゼン、アニリンをジエチルエーテルに溶解した混合溶液を図の手順に従って分離したとき、A～Dの層に分離される最も適切な物質を下の①～④からそれぞれ1つ選び、解答欄 **56** ～ **59** に記入しなさい。

