

[1] 以下の文章を読み設問に答えなさい。

◇[あ], [い] および [化合物1] ~ [化合物5] は全て [M] 族の金属元素を含む化合物である。以下は、これらの化合物に関する記述である。

- [あ] は [う] 色の固体で、[え] と反応して発熱し塩基性の水溶液を生成する。
① この水溶液に [お] を通じると、[化合物1] の [う] 色沈殿が生じる。さらに、[お] を通じ続けると沈殿が溶ける。
- [い] は [M] 水和物として天然に存在し、約 140 °C に加熱すると粉末状の半水和物を生じる。これを [え] で練ると、発熱しながら膨張し再び固まる性質がある。
- [化合物2] は [か] ・ソーダ法の副生成物として多量に得られる。吸湿性および [き] 性が極めて強く乾燥剤や融雪剤として用いられている。また、[化合物4] とともに豆腐の凝固剤にも用いられる。
- [化合物3] は、[く] を透過させにくい性質を持つため消化管検査用の造影剤として用いられている。
- [化合物4] は、海水から食塩を製造する際の副生成物として得られ、結晶は6水和物として存在し [き] 性を示す。
- [化合物1] は [け] および石灰岩の主成分として天然に存在する。② [お] を多く含んだ地下水は、石灰岩を徐々に侵食し地下に鍾乳洞を作ることが知られている。
[化合物1] に [こ] を加えると [化合物2] が生成し、同時に [お] が発生する。
- [化合物1] を強熱し、さらにコークスとともに加熱すると [化合物5] が得られる。
③ [化合物5] に [え] を加えると、無色の気体である [さ] が生じる。多数の [さ] 分子が [し] 重合するとポリ [さ] が生成する。これに、ヨウ素などを添加すると [す] 性を示す高分子が得られる。

◇[M] 価の陽イオンを [M] 種類含む水溶液 A, B, C がある。以下は、これらの水溶液に関する記述である。

- ・あるイオンは水溶液 A, B, C 全てに含まれている。
- ・水溶液 A に希 [こ] を加えると [う] 色沈殿が生成した。沈殿をろ過し、沈殿とろ液に分離した。この沈殿は熱水に溶け、得られた水溶液にクロム酸カリウム水溶液を加えたところ [せ] 色の沈殿が生成した。また、ろ液に [か] 水を加えたところ沈殿は生成しなかったが、さらに [そ] を通じると [う] 色沈殿が生成した。
- ・水溶液 B に [た] 水溶液を加えたところ青白色沈殿が生じた。この沈殿をろ過し、ろ液に [そ] を通じたところ [う] 色沈殿が生じた。
- ・水溶液 B に希 [こ] を加え、[そ] を通じたところ黒色の沈殿が生じた。
- ・水溶液 C に炭酸アンモニウム水溶液を加えたところ、[う] 色沈殿が生じた。
- ・水溶液 C に [か] 水を加えた後に [そ] を通じたところ [う] 色沈殿が生じた。
- ・白金線に水溶液 C をつけたものをガスバーナーの炎に入れて炎色反応を調べたところ、橙赤色を示した。

設問 1 [あ] ~ [た] に当てはまる語句を以下の選択肢から選び番号で答えなさい。

(ただし、同じ選択肢を 2 度以上使用しないこと)

【選択肢】

- | | | | | |
|--------------|---------------|--------------|-----------|------------|
| 1. 赤 | 2. 白 | 3. 黄 | 4. 水 | 5. 付加 |
| 6. 塩酸 | 7. 硫酸 | 8. 王水 | 9. 絶縁 | 10. 脱水 |
| 11. 潮解 | 12. 風解 | 13. 展性 | 14. X線 | 15. 導電 |
| 16. 熱硬化 | 17. 大理石 | 18. 氷晶石 | 19. 生石灰 | 20. メタン |
| 21. ガラス | 22. 消石灰 | 23. 石灰水 | 24. エタン | 25. 非晶質 |
| 26. ガンマ線 | 27. エチレン | 28. 硫化水素 | 29. ヘキサン | 30. セッコウ |
| 31. メタノール | 32. 一酸化炭素 | 33. アンモニア | 34. 二酸化炭素 | 35. 二酸化窒素 |
| 36. ナフタレン | 37. アセチレン | 38. ミョウバン | 39. テルミット | 40. オストワルト |
| 41. 水酸化ナトリウム | 42. 水酸化アルミニウム | 43. ケイ酸ナトリウム | | |

設問 2 [M] に当てはまる数字を答えなさい。

設問 3 [化合物 1] ~ [化合物 5] に対応する物質を化学式で答えなさい。

設問 4 水溶液 A, B, C に含まれている陽イオンをすべてイオン式で答えなさい。

設問 5 下線部 ① ~ ③ でおきている反応について、化学反応式を答えなさい。

設問 6 空気中の [お] の濃度を調べるために以下の実験を行った。

実験 1) 未知の濃度の [こ] 10.0 mL を 0.100 mol/L の [た] 水溶液で中和
滴定したところ 15.0 mL を要した。

実験 2) 標準状態の空気 8.00 L を採取し、0.100 mol/L の水酸化バリウム水溶液
200 mL に通じて、採取した空気中の [お] を全て吸収させた。十分に
時間が経過した後、上澄み液を 20.0 mL とり、実験 1 で使用した [こ]
で中和滴定したところ、滴定量は 25.6 mL であった。

以下の設問に答えなさい。なお、標準状態における 1 mol の気体の体積を 22.4 L とし、計算は有効数字 3 桁でおこない途中の式も解答すること。

設問 6-1 実験 1 で用いた [こ] の濃度を求めなさい。

設問 6-2 実験 2 で水酸化バリウム水溶液 200 mL に吸収された [お] は何 mol か答えなさい。

設問 6-3 採取した空気中の [お] の体積分率を求めなさい。

設問 6-4 実験 2 で上澄み液を採取して滴定する理由を述べなさい。

[2] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

油脂は、[a] がもつ3つの [b] に、脂肪酸が [c] により結合した化合物である。油脂を構成する脂肪酸が高級脂肪酸である場合、[d] 結合を多く含むと常温で液体の脂肪油となり、[d] 結合が少ないと常温で固体の脂肪となる。脂肪油の [d] 結合に [e] を触媒として [f] を付加すると常温で固体の油脂に変化し、このようにしたものを [g] という。[g] は [h] などの食料品の原料として使われている。

油脂の [d] 結合には、[f] のみならず [i] も付加することができる。油脂に含まれる [d] 結合の数を知る目安となる数値としては、[i] 価があり、これは油脂 100g に付加する [i] の質量 (単位 g) である。脂肪酸として示性式 $C_{17}H_{29}COOH$ で表されるリノレン酸のみが結合した油脂の [i] 価は、[ア] となる。

油脂を水酸化ナトリウム水溶液で [j] すると、[k] とよばれる脂肪酸のナトリウム塩と [a] が生成する。[k] の炭化水素基部分は [l] 水性であり、[m] 基部分はイオンになっており [n] 水性である。水溶液中の [k] は [l] 水性部分を中心にして多数集まり、球状などの [o] 粒子として存在する。この [k] が水溶液中で形成する [o] 粒子を [p] という。なお [o] とは、直径 $10^{-9} \sim 10^{-7}m$ 程度の大きさの [o] 粒子が、均一に分散した状態をいう。油と [k] の水溶液を振り混ぜると油のまわりを [k] がとり囲んで分散させる。この作用を [q] 作用という。

[k] は、[①] や [②] を多く含む水である [r] の中で使用すると、水に溶けにくい [③] や [④] が沈殿して、泡立ちが悪くなる。洗剤にゼオライトが添加されているのは、水溶液中の [①] や [②] を取り込んで [⑤] を放出するので、[r] 中でも洗浄力を落ちにくくするためである。

油脂 1g を [j] するのに必要な [s] の質量 (単位 mg) を [j] 価といい、油脂の [t] の目安となる数字である。脂肪酸として示性式 $C_{17}H_{29}COOH$ で表されるリノレン酸のみが結合した油脂について、そのすべての [d] 結合に [f] を付加して [g] にすると、[t] は [イ] 増え、[j] 価は [ウ] という値となる。

設問1 [a] から [t] にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

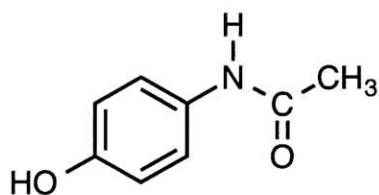
設問2 [①], [②], [⑤] にあてはまるイオン式を答えなさい。また, [k] と [①] から [③] が生成する反応,あるいは [k] と [②] から [④] が生成する反応のいずれかを, イオン反応式で示しなさい。(ただし, 脂肪酸の化学式を R-COOH として書きなさい。)

設問3 [ア] から [ウ] にあてはまる数値を求めなさい。[ア] と [ウ] については, 解答欄を埋める形で, 数値を求める計算を完成させなさい。(有効数字3桁で解答しなさい。)

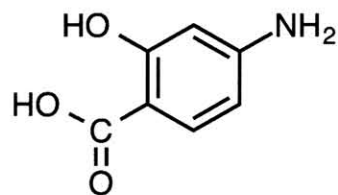
(注意) 必要があれば, 次の原子量を用いなさい。

H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, K = 39.1, Cl = 35.5, Br = 79.9, I = 126.9

[3] 次の文章を読み、設問に答えなさい。なお、アセトアミノフェンおよび4-アミノサリチル酸の構造式は以下の通りである。



アセトアミノフェン



4-アミノサリチル酸

- (1) アセトアルデヒドは、[あ] を二クロム酸カリウムの硫酸酸性溶液で反応させると生じる。工業的には、[い] と塩化銅(Ⅱ)を触媒に用いて、[う] を [a] して製造している。アセチレンに水を [b] させると [え] が得られるが、アセトアルデヒドと [え] は互いに構造異性体の関係にあり、それぞれの異性体を互変異性体という。また、フェーリング液にアセトアルデヒドを加えると、銅(Ⅱ)イオンが [c] され、赤色沈殿が生じる。
- (2) 酢酸は、アセトアルデヒドを [d] してつくられる。酢酸2分子から水1分子が取れて [e] すると、[お] が得られる。[お] は水に溶けにくい、徐々に [f] されて酢酸になる。
- (3) フェノールは、工業的にはクメン法で製造される。クメン法では、ベンゼンに [か] を [g] してクメンをつくり、これを酸化してクメンヒドロペルオキシドとしてから希硫酸で分解する。このとき、フェノールと同時に生成されるアセトンは、[き] の酸化によっても製造される。
- (4) 2-ブタノールに濃硫酸を作用させると、分子内で [h] がおこり、主生成物として [く] が生じる。[く] に低温でオゾンを作用させた後、亜鉛と酢酸を加えて還元すると、[け] が得られる。また、[く] を塩基性条件で [こ] と低温で反応させると、2価アルコールが生じる。

(5) フェノールに希硝酸を室温で反応させると、ベンゼン環の1つの水素原子がニトロ基で [i] され、2つの構造異性体 [ア] と [イ] が生じる。このうち主生成物の [ア] のニトロ基を [j] して [ウ] をつくり、これに [お] を作用させると解熱鎮痛剤のアセトアミノフェンが得られる。このとき反応温度を高くしてしまうと、さらし粉水溶液や塩化鉄(Ⅲ)水溶液と反応させても呈色しない副生成物 [エ] が生じる。

(6) 4-アミノサリチル酸は、結核の治療薬である。[オ] を高温高圧で二酸化炭素と反応させると、4-アミノサリチル酸ナトリウムが得られる。医薬品としてはそのカルシウム塩が用いられる。

設問 1 [あ] ~ [こ] にあてはまる化合物名を答えなさい。

設問 2 [a] ~ [j] にあてはまる反応の種類を表す語句を答えなさい。なお、同じ語句を何度用いてもよい。

設問 3 [ア] ~ [オ] にあてはまる構造式を示しなさい。