

(注意) 必要があれば、次の数値を用いなさい。

原子量：C = 12.0, O = 16.0, H = 1.01

アボガドロ数： 6.02×10^{23}

[1] 以下の文章を読み設問に答えなさい。

- ・原子番号が同じであるが「(あ)」数の異なる原子を互いに「(い)」と呼ぶ。「(い)」は「(う)」数が等しく「(う)」配置が同じなので、反応性がよく似ている。一方、同じ元素からなる単体であるが性質の異なるものを互いに「(え)」と言う。【A】、【B】、リン、【C】などは「(え)」を持つ元素である。
- ・原子から「(う)」1個を取り去って、1価の陽「(お)」にするために必要な最小のエネルギーを「(お)」化エネルギーと呼ぶ。①【B】の2価の陰「(お)」、②【D】の3価の陽「(お)」はいずれも③原子【E】と同じ数の「(う)」を持ち、その「(う)」配置は同じである。
- ・【A】の「(え)」には「(か)」や「(き)」などがある。「(か)」は、1個の【A】原子を中心とした「(く)」の頂点方向に【A】原子が結合し、これを繰り返した構造をしている。一方、「(き)」中の原子は「(け)」内で3個の近接原子と結合しているが、「(け)」状構造同士には「(こ)」力しか働かないため「(け)」同士がずれやすく変形しやすい。
- ・【A】と【B】からなる化合物である「(さ)」は「(し)」構造をした分子である。「(さ)」の固体である「(す)」は、分子同士が「(こ)」力で結合し規則正しく配列した結晶であり、常温・常圧では「(せ)」して直接気体になる。
- ・【C】の単体には黄色の多面体状結晶である「(そ)」の他、いくつかの「(え)」が知られている。空気中で【C】の単体に点火すると、青い炎を上げて燃え、「(た)」を生じる。「(ち)」を用いて「(た)」を「(つ)」し、さらに「(て)」を作用させると「(と)」が生じる。このような「(と)」の製法を「(な)」法という。
- ・【D】は、地殻中に【B】、ケイ素について多く存在する元素である。強熱すると、多量の光と熱を出して燃焼し「(つ)」【D】の白い粉末になる。【D】は、「(お)」化傾向が大きく、高温で気体の「(て)」と反応する。「(と)」【D】と「(と)」カリウムの混合水溶液を冷やすと無色透明で「(に)」の結晶が得られる。この結晶は「(ぬ)」と呼ばれる。

設問1 空欄「(あ)」～「(ぬ)」に当てはまる語句を以下の《選択肢》から選び、対応する番号で答えなさい。ただし、同じ選択肢を2回使用しないこと。また、文中の語句【A】～【E】に対応する元素を元素記号で答えなさい。

《選択肢》

- | | | | |
|------------|-----------|-----------|---------------|
| 1. 希ガス | 2. 不活性 | 3. 正八面体 | 4. 凝集 |
| 5. 同位体 | 6. ルビー | 7. ミョウバン | 8. 電子親和 |
| 9. 正四面体 | 10. 斜方硫黄 | 11. 二酸化硫黄 | 12. 質量 |
| 13. 水 | 14. 硫酸 | 15. 接触 | 16. 電子 |
| 17. クーロン | 18. 二酸化窒素 | 19. 蒸発 | 20. 二酸化炭素 |
| 21. ゴム状硫黄 | 22. 直線 | 23. 昇華 | 24. ダイヤモンド |
| 25. 同族体 | 26. 黒鉛 | 27. 同素体 | 28. 塩化 |
| 29. ドライアイス | 30. イオン | 31. 酸化 | 32. ファンデルワールス |
| 33. 塩酸 | 34. 水酸化 | 35. 硝酸 | 36. アンモニア |
| 37. ハーバー | 38. 陽子 | 39. 平面 | 40. 触媒 |
| 41. オストワルト | 42. 水素 | 43. 折れ線 | 44. 電気陰性度 |

設問 2 文中の下線部 ①, ②, ③ について, 以下の設問に答えなさい。

- 2-1 ①, ②, ③ に共通の「(う)」配置を模式図(ボーアモデル)を用いて図示しなさい。
- 2-2 ①, ② の「(お)」半径について大小関係を答えなさい。(解答例: ① < ②)

設問 3 本文中の記述について, 以下の設問に答えなさい。

- 3-1 文中の結晶性の物質を全て, 「共有結合結晶」, 「分子結晶」, 「イオン結晶」に分類し, 解答欄に《選択肢》の番号で答えなさい。(該当する物質がない場合は「なし」と解答すること。)
- 3-2 3-1 で解答した物質のうちで電気伝導性を有するものを《選択肢》の番号で答えなさい。
- 3-3 3-2 で解答した物質が電気伝導性を有する理由を40字以内で述べなさい。

設問 4 以下の設問に答えなさい。

- 4-1 「(さ)」, 「(て)」の電子式を書きなさい。
- 4-2 一般に, 同じ物質の固体は液体より重い, 「(て)」については固体の方が液体より密度が小さいことが知られている。この理由を40字以内で簡潔に説明しなさい。

設問 5 「(す)」の密度は 1.66 g/cm^3 で, 立方体である単位格子の体積は $1.76 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$ である。これらの事実から, 「(す)」の結晶構造を推定しなさい。(解答に至るまでの途中の計算式を明記すること。)

[2] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

A から G は金属元素である。A から D は、周期表で同一周期の隣り合う元素間でも化学的性質が類似する [ア] 元素に属している。A と C の単体は希硫酸とは反応しないが、B の単体は希硫酸に溶ける。また、A と C の単体は濃硝酸に溶けて気体を発生するが、B の単体は、濃硝酸_(a)には溶けない。A の単体は、希硝酸に気体を発生しながら溶ける。この反応溶液に、水酸化ナトリウム水溶液を加えると青白色の沈殿が生じる。また、A の単体は、赤色光沢のある金属で、乾燥した空気中では、常温で変化しにくい、湿気のある空気中では酸化されて表面に緑色の物質が生じる。純度の高い A の単体をつくるには、陽極に不純物を多く含む A の板、陰極に純粋な A の板を用いて、硫酸酸性の A の硫酸塩水溶液を電気分解する。このような方法で不純物を多く含む金属から純粋な金属を得る方法は、[イ] と呼ばれる。C は酸化されると酸化数が +1 の状態をとる。C のハロゲン化物は光によって分解し、C の単体を析出する。この性質を利用して C は感光剤として利用されている。D は 6 族の元素であり、化合物はいろいろな酸化数の状態をとる。酸化数が +6 の D の酸化物イオンは、水素イオン濃度によって異なる色を呈することが知られている。この酸化物イオンの硫酸酸性溶液は強い酸化剤である。B の単体に D を 10～20% 程度加えた合金は、[ウ] と呼ばれ、表面に形成された D の酸化物の緻密な膜のため、腐食しにくく日常生活でも広く使われている。

E から G は、元素の化学的性質が、原子番号とともに規則的に変化するが、それらの単体は、酸の水溶液とも強塩基の水溶液とも反応する [エ] 元素である。E は 2 個の価電子をもち、2 価の陽イオンになりやすく、[ア] 元素に近い性質をもつ。一方、F と G は、4 個の価電子をもち、酸化数が +2 または +4 の化合物となる。E の酸化物や水酸化物は酸とも反応する。また、E の水酸化物は、過剰のアンモニア水にも溶けて無色の水溶液となる。工業的には E と F の単体_(b)は、B のメッキ材料として用いられている。E と A の合金は、金に似た黄色の光沢をもち、加工性がよく機械的強度も大きい、硬貨や楽器などに使われている。G の単体は、密度は大きい、柔らかく加工が容易な金属である。G は放射線を吸収する能力が大きい、X 線装置の遮蔽物質として用いられている。また、G を負極、酸化数が +4 の G の酸化物を正極として電解液を_(c)希硫酸とした電池が広く使われている。この電池は放電後、充電できるので [オ] 電池に分類される。

設問 1 [ア] から [オ] にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

設問 2 A から G の金属元素を元素記号で答えなさい。

設問 3 下線部 (a) の反応で発生する気体の色，化合物名，および捕集方法について，すべてが正しい文章を次の ① から ⑦ の中から選び，番号で答えなさい。

- ① 無色の二酸化炭素が発生し，下方置換で捕集する。
- ② 赤褐色の二酸化窒素が発生し，水上置換で捕集する。
- ③ 赤褐色の一酸化窒素が発生し，水上置換で捕集する。
- ④ 無色の水素が発生し，水上置換で捕集する。
- ⑤ 赤褐色の二酸化窒素が発生し，下方置換で捕集する。
- ⑥ 無色の二酸化窒素が発生し，上方置換で捕集する。
- ⑦ 無色の水素が発生し，上方置換で捕集する。

設問 4 下線部 (b) の反応を化学反応式で示しなさい。

設問 5 下線部 (c) の電池が放電するとき，両極でどのような変化が起きるか電子を含むイオン反応式でそれぞれ示しなさい。

[3] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

有機化合物の性質は、通常 (A) と呼ばれる特有の性質を示す原子団によって決まる。

(A) のうち、それらをもつ化合物の水溶液が酸性を示すものとして (B) 化合物の (C) 基、あるいは (D) 基や (E) 基等がある。(F) 基はフェーリング反応等において、試薬を (G) するのに対し、(F) 基自体は、(H) されて (D) となる。さらに、(I) 基は中性であるが、(G) されると塩基性を示す (J) 基になる。

有機化合物 (K) , (L) , (M) , (N) がある。(K) , (N) は酸性を示し、(L) , (M) は中性を示す。(M) は、その製法の一つとして分子式 C_9H_{12} を示す (B) 化合物の一種である (O) より ⁽¹⁾カルボニル化合物を経由して合成することができる。

(K) と (L) を反応させると (P) が起こり、分子式 $C_6H_{12}O_2$ を示す (Q) が得られる。(L) と同じ分子式を持つ異性体は (L) も含めて (あ) 種類で、なかに (L) のように ⁽²⁾不斉炭素を持つ異性体がある。また、⁽³⁾水素と直接結合しない炭素を持つ異性体もある。(K) が (M) と反応すると同様に分子式 $C_5H_{10}O_2$ を示す (Q) ができる。

(M) から1分子の水を脱離させ (R) とした後、臭素と反応させると、臭素が付加した化合物ができる。(R) と過マンガン酸カリウムが反応すると試薬の色が脱色する。これは試薬が (G) されたことによるものである。

(N) を適切な量の臭素と反応させると ⁽⁴⁾臭素原子が3個入った化合物を合成することができる。サリチル酸は (N) の塩を二酸化炭素と反応させてつくることができる。

サリチル酸は、(A) の位置について全部で (い) 種類の異性体が存在する。

サリチル酸とアルコール化合物を硫酸の存在下に反応させて得られる化合物の0.249gを完全に燃焼させたとき、二酸化炭素0.594gおよび水0.135gが得られた。⁽⁵⁾生成した化合物の構造を示しなさい。

サリチル酸に、(K) から合成できる (S) を反応させると分子式 $C_9H_8O_4$ を示す (T) ができる。

生体の構成成分でもある (U) を ⁽⁶⁾アルカリ水溶液中で反応させた後、塩酸で中和した。このとき、グリセリンに加えて炭素間に二重結合を持つ (V) が得られた。(V) はニッケルを触媒として (G) すると (W) になった。通常、(W) の融点は (V) より

(X) ことが知られている。

設問 1 (A) ～ (X) に適切な化合物名，語句を答えなさい。とくに，(K)，
(L)，(M)，(N)，(O)，(R)，(S)，
(T) については化合物名で答えなさい。また，(あ) と (い) について
は適切な数字を答えなさい。

設問 2 下線 1 ～ 5 について適切な構造式で答えなさい。下線 6 については，適切な語句で答え
なさい。