

第1問

【問題文】

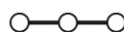
次の(1)~(20)の各分子・イオンの電子式および形状を、以下の指示に従って答えよ。

- ・電子式については、原則としてオクテット則を満たす形で記せ。
- ・ただし(9)の電子式については、オクテット則を満たしていない書き方も可とする。
- ・電子式は、下の記入例にならって記せ。
- ・形状については、下の選択肢(a)~(f)の中から選び、記号で答えよ。
- ・答のみ記せばよい。

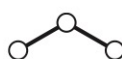
- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| (1) 硫化水素 H_2S | (2) オキシニウムイオン H_3O^+ | (3) 二酸化炭素 CO_2 |
| (4) アンモニア NH_3 | (5) アンモニウムイオン NH_4^+ | (6) シアン化水素 HCN |
| (7) 二酸化硫黄 SO_2 | (8) 三酸化硫黄 SO_3 | (9) 亜硫酸イオン SO_3^{2-} |
| (10) 炭酸イオン CO_3^{2-} | (11) 三塩化リン PCl_3 | (12) オゾン O_3 |
| (13) ホルムアルデヒド HCHO | (14) 亜硝酸イオン NO_2^- | (15) 硝酸イオン NO_3^- |
| (16) ニトロニウムイオン NO_2^+ | (17) 亜塩素酸イオン ClO_2^- | (18) 塩素酸イオン ClO_3^- |
| (19) 三フッ化ホウ素 BF_3 | (20) アジ化物イオン N_3^- | |

【形状の選択肢】

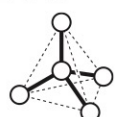
(a) 直線形



(b) 折れ線形



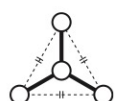
(c) 正四面体



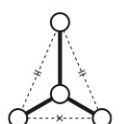
(d) 三角錐



(e) (平面) 正三角形



(f) (平面) 二等辺三角形



【電子式の記入例】

$$\text{:N} \equiv \text{N:}$$

N_2 の電子式

$$\left[\text{:Cl:}\ddot{\text{O}}: \right]^-$$

ClO^- の電子式

☆ 電子式の描き方

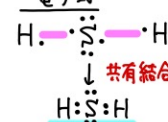
- ① まずは不対電子を便して共有結合
 - ② 4リにならたら配位結合
- cf. 写電子構造も活用
- ※ オキソ酸のイオンは、 H^+ を補うと分かりやすい!

☆ 分子の形状決定

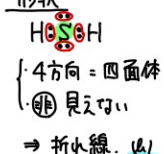
- ① 中心の原子から、電子対がいくつあるかカウント
(2重結合も、非共有電子対も1つカウント)
- ② ①の結果が、2→直線形、3→三角形、4→四面体の形
- ③ 対称性ありなら「正」 ← ② 共鳴構造で対称かも...?
非共有電子対は「見えない」
2種の原子が異なる結合をしているように見える時は
要注意!

(1): H_2S

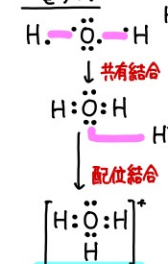
・電子式



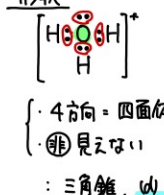
・形状

(2): H_3O^+

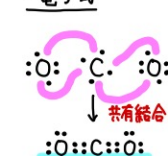
・電子式



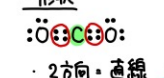
・形状

(3): CO_2

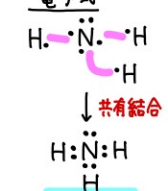
・電子式



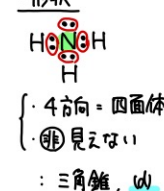
・形状

(4): NH_3

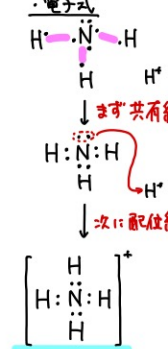
・電子式



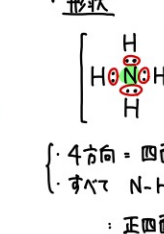
・形状

(5): NH_4^+

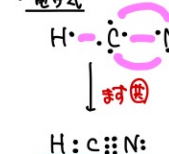
・電子式



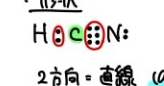
・形状

(6): HCN

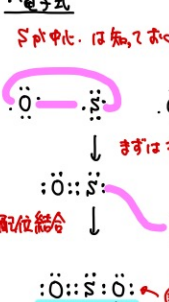
・電子式



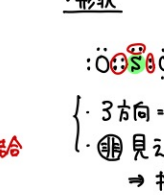
・形状

(7): SO_2

・電子式



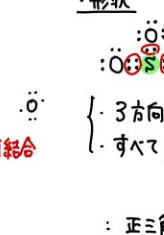
・形状

(8): SO_3

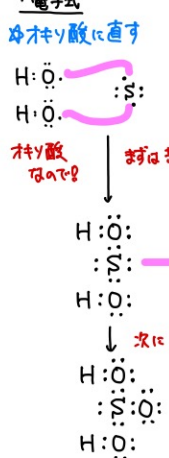
・電子式



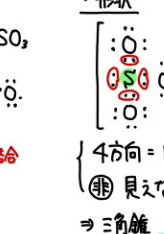
・形状

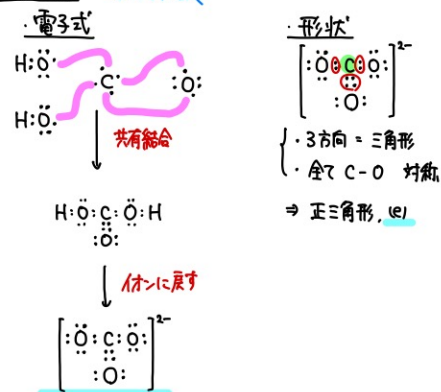
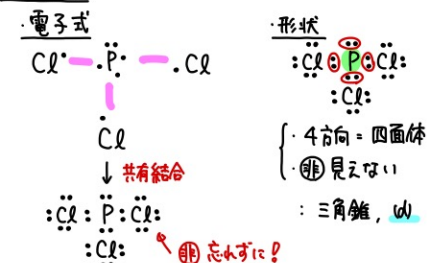
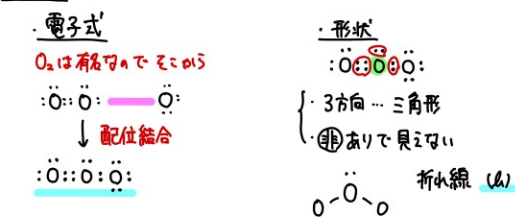
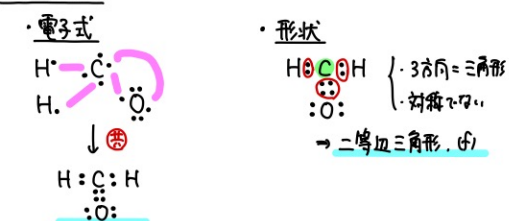
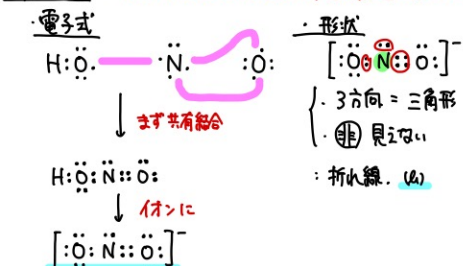
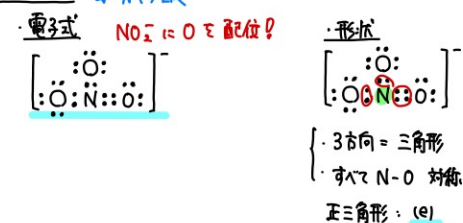
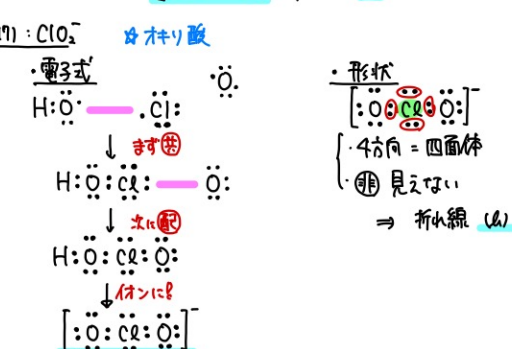
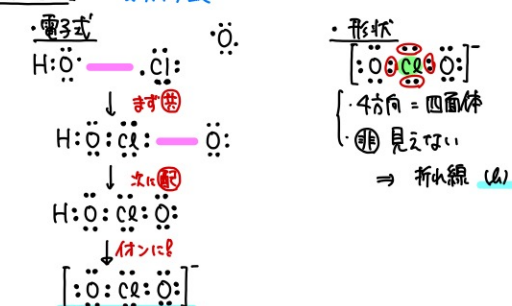
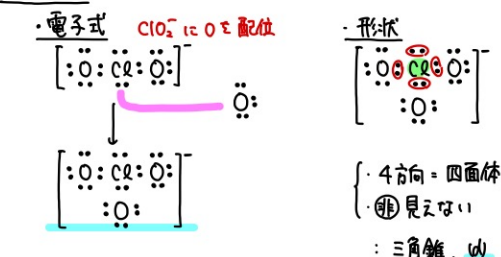
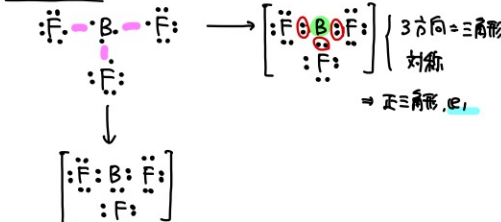
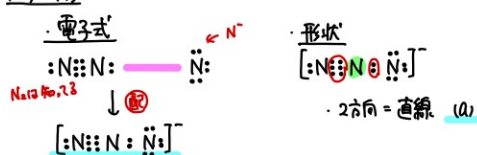
(9): SO_3^{2-}

・電子式



・形状



(10) CO_3^{2-} ☆オキソ酸(11) PCl_3 (12) O_3 (13) HCHO (14) NO_2^- ☆オキソ酸 ← わざわざ等電子構造に頼らずにok(15) NO_2^- ☆オキソ酸(16) NO_2^+ ☆見たことない ⇒ 等電子構造? $\text{N}^+ = \text{C}$ (17) ClO_3^- ☆オキソ酸(18) ClO_3^- (19) BF_3 (20) N_2 

第2問

【問題文】

次の文章を読んで、後の問いに答えよ。ただし、同位体の化学的反応性は互いに等しいものとし、原子の相対質量は質量数で代用できるものとする。また、炭素は ^{12}C のみ、酸素は ^{16}O のみからなるものとする。

化学実験に重水素の含有率を高めた（これを濃縮という）化合物を用いることがある。ここでは、重水素の存在率を 60.0% に濃縮した（すなわち、化合物全体に含まれる水素のうち 40.0% が ^1H 、60.0% が ^2H である）ジクロロメタン（分子式 CH_2Cl_2 ） X を考える。ただし、塩素については、 ^{35}Cl の存在率が 75.0%、 ^{37}Cl の存在率が 25.0% とする。

- ジクロロメタン X の分子量（平均相対質量）を有効数字 3 桁で求めよ。
- ジクロロメタン X において、最も存在率の大きなジクロロメタン分子の相対質量と存在率 (%) を有効数字 3 桁で求めよ。
- ジクロロメタン X 中のジクロロメタン分子の相対質量は何通りの値をとるか答えよ。
- ジクロロメタン X 1.00 mol を十分量の酸素と反応させると、次の反応が完全に進行した。



この反応の生成物を重水（水素原子として ^2H のみを含む水）に通した後、その溶液を加熱したところ、分子量（平均相対質量）37.48 の塩化水素が回収された。用意した重水の物質量を有効数字 3 桁で求めよ。

(1) H の原子量: $1 \times \frac{40.0}{100} + 2 \times \frac{60.0}{100} = 1.6$ ← 全てがこの重さに見えろ

Cl の原子量: $35 \times \frac{75.0}{100} + 37 \times \frac{25.0}{100} = 35.5$

よ、分子量 (CH_2Cl_2) は: $12 + 1.6 \times 2 + 35.5 \times 2 = 86.2$

(2)

$\left\{ \begin{array}{l} \{^1\text{H}, ^1\text{H}\} = \left(\frac{4}{10}\right)^2 = \frac{16}{100} \\ \{^1\text{H}, ^2\text{H}\} = \left(\frac{4}{10} \cdot \frac{6}{10}\right) \times 2 = \frac{48}{100} \\ \{^2\text{H}, ^2\text{H}\} = \left(\frac{6}{10}\right)^2 = \frac{36}{100} \\ \{^{35}\text{Cl}, ^{35}\text{Cl}\} = \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{9}{16} \\ \{^{35}\text{Cl}, ^{37}\text{Cl}\} = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} \times 2 = \frac{1}{4} \\ \{^{37}\text{Cl}, ^{37}\text{Cl}\} = \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{1}{16} \end{array} \right.$

右より、
相対質量: $12.0 + 3.0 + 70.0 = 85.0$
存在率: $\frac{48}{100} \times \frac{9}{16} \times 100 = 27.0\%$

(3) 最も軽い: $\text{C}^1\text{H}^1\text{H}^{35}\text{Cl}^{35}\text{Cl} \dots 84$ ⇒ n 間の整数値
最も重い: $\text{C}^2\text{H}^2\text{H}^{37}\text{Cl}^{37}\text{Cl} \dots 90$ ⇒ 7通り

(4)

HCl : 2.00 mol
1.6 35.5
 $^2\text{H}_2\text{O}$: x mol
(^2H , $2 \times \text{mol}$)
よ、
左図より、
 $x = 19.0 \text{ mol}$