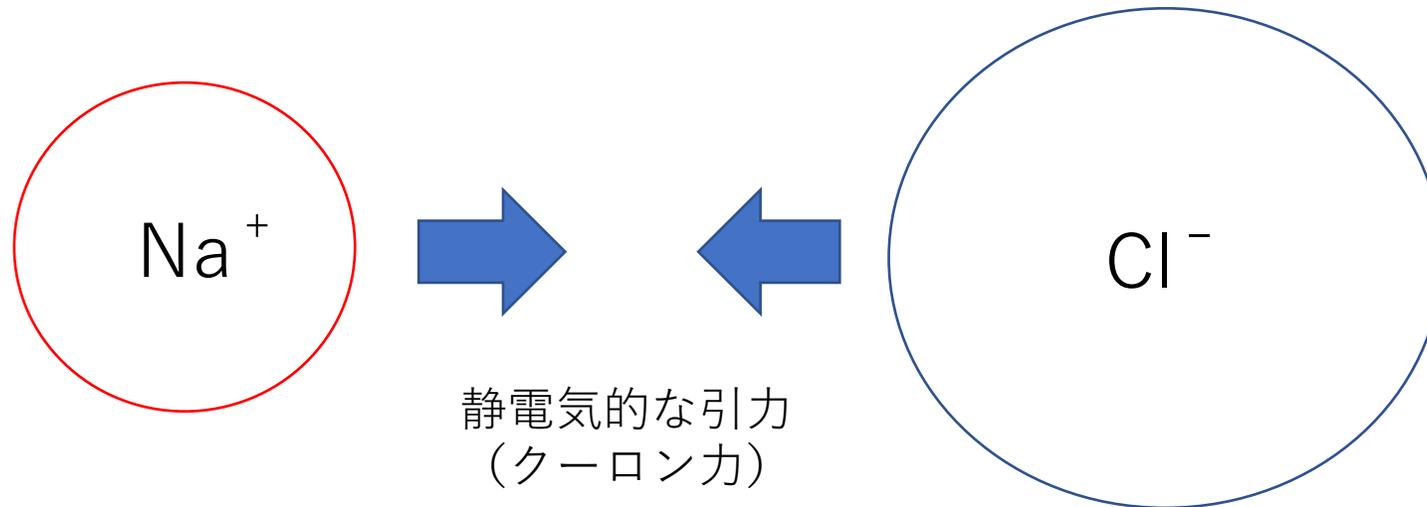


化学結合

イオン結合	➡	金属元素 + 非金属元素	
共有結合	➡	非金属元素どうし	に多い
金属結合	➡	金属元素どうし	

イオン結合

陽イオンと陰イオンの間の静電的な引力（クーロン力）による結合



陽イオンと陰イオンがイオン結合で交互に規則正しく並んだ結晶



イオン結晶

イオン結晶の性質

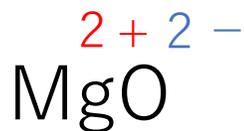
固体は電気を通さないが、液体や水溶液にすると電気を通す

一般に硬いが、割れやすい（へき開性）

融点が高い

価数の積の絶対値が大きい方が融点が高い

価数が同じ場合、イオン間の距離、つまりイオン半径が小さい方が融点が高い



2850°C



800°C



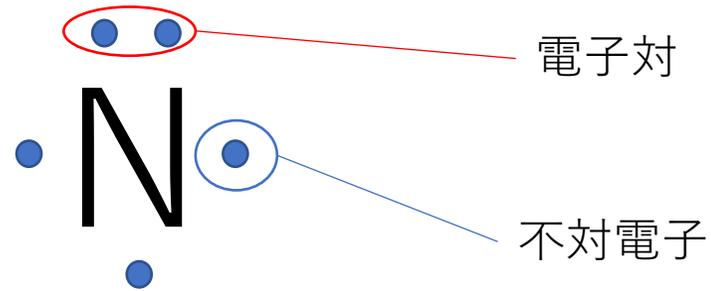
993°C



800°C

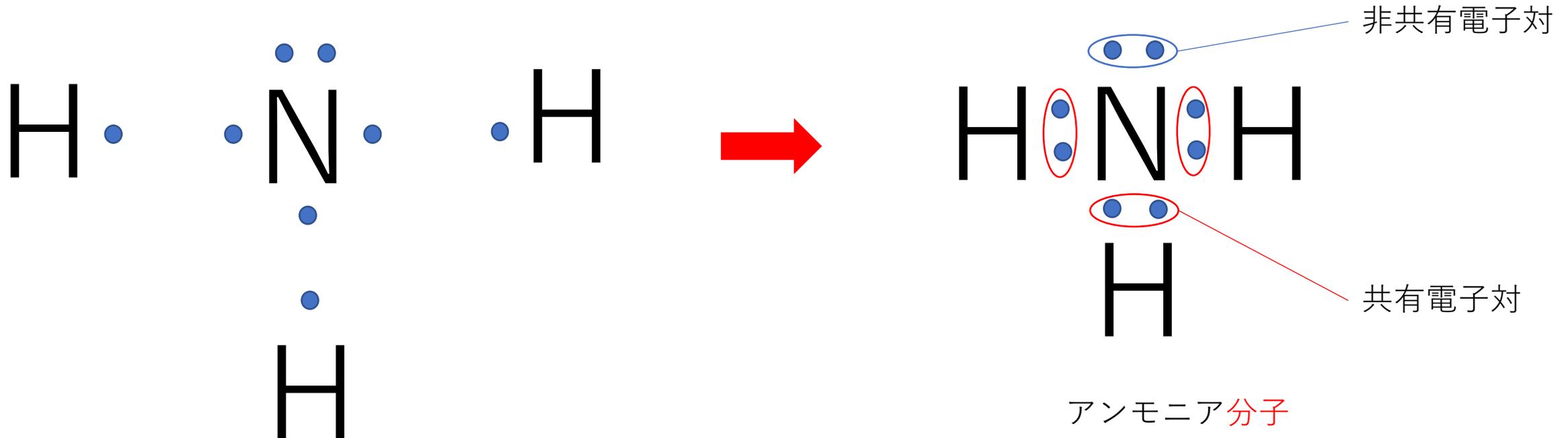
電子式

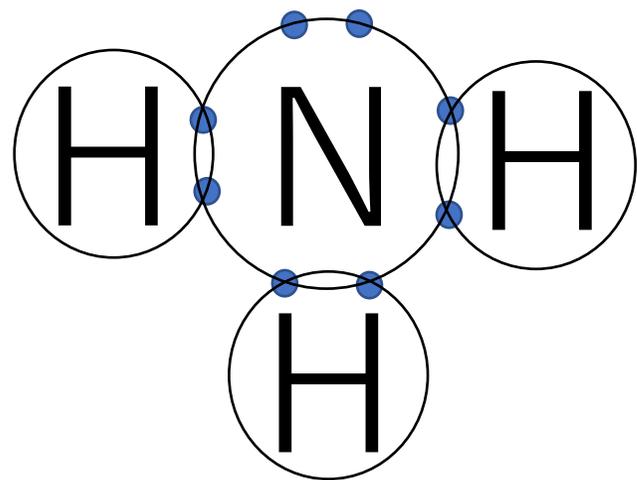
元素記号のまわりに最外殻電子点で表した化学式



共有結合

原子同士が不対電子を出し合い、生じた電子対を互いに共有してできる結合





アンモニア分子

N原子



Neネオンと同じ電子配置

H原子



Heヘリウムと同じ電子配置



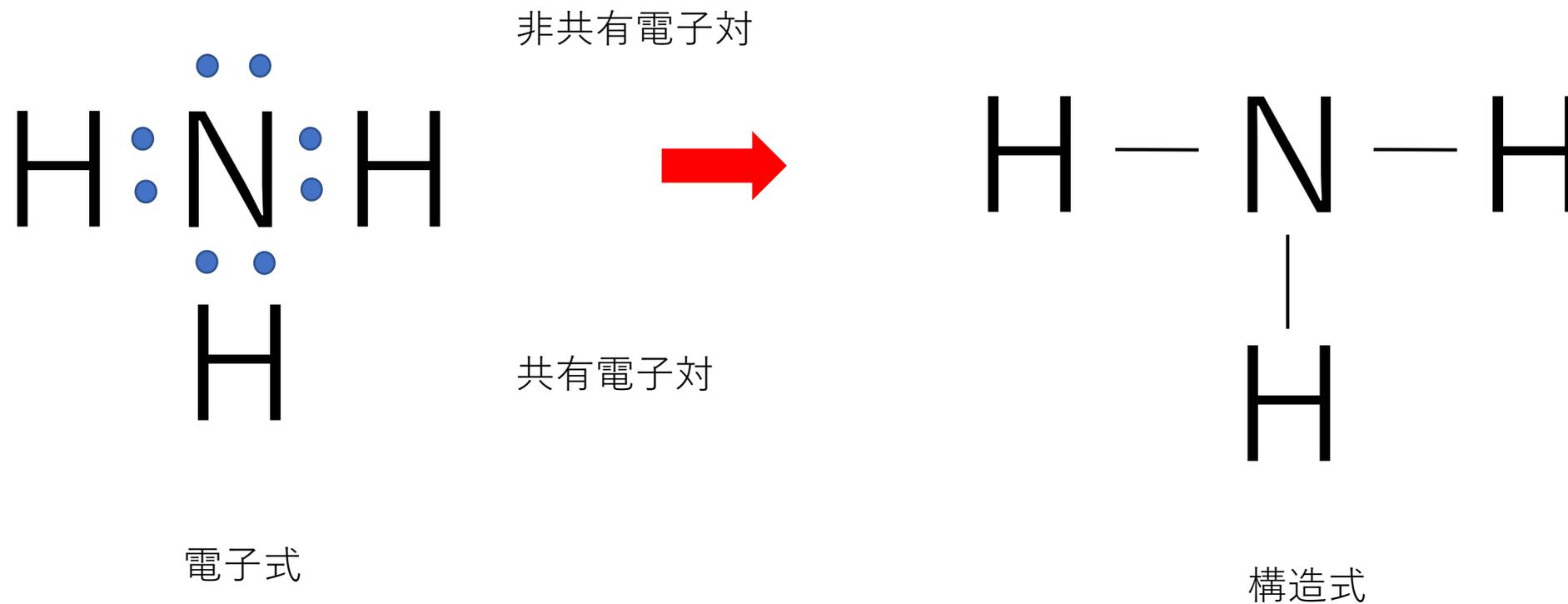
分子式

分子を構成する原子の種類と数を表した数を表した化学式

原子の種類を元素記号で示し、右下に原子の数をかく（1は省略）

構造式

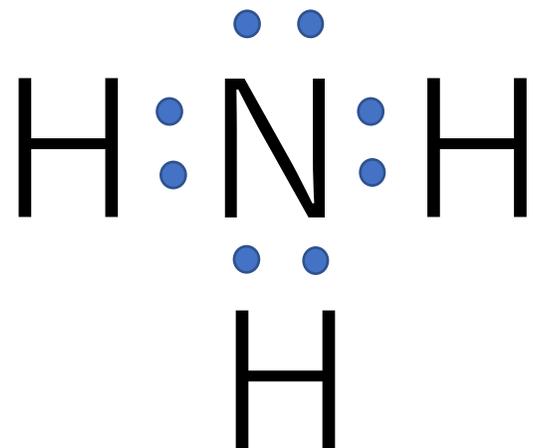
1組の共有電子対を1本の線（価標）で表し、非共有電子対を省略した化学式



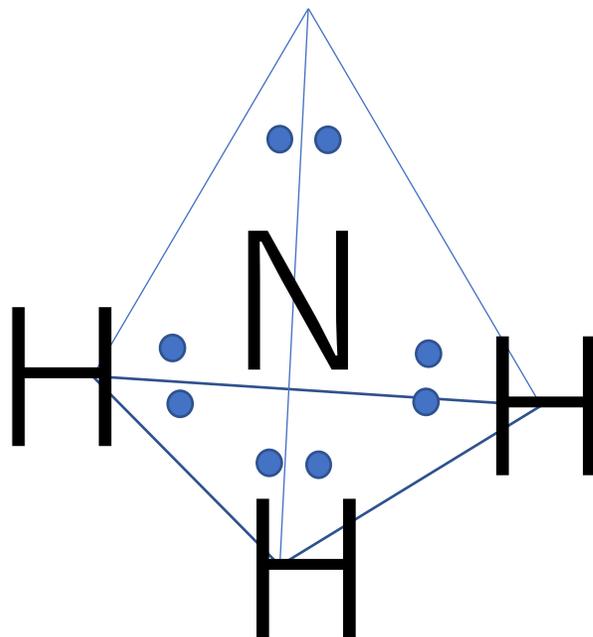
分子の形

負の電荷をもつ電子の反発が最も小さくなる形をとる

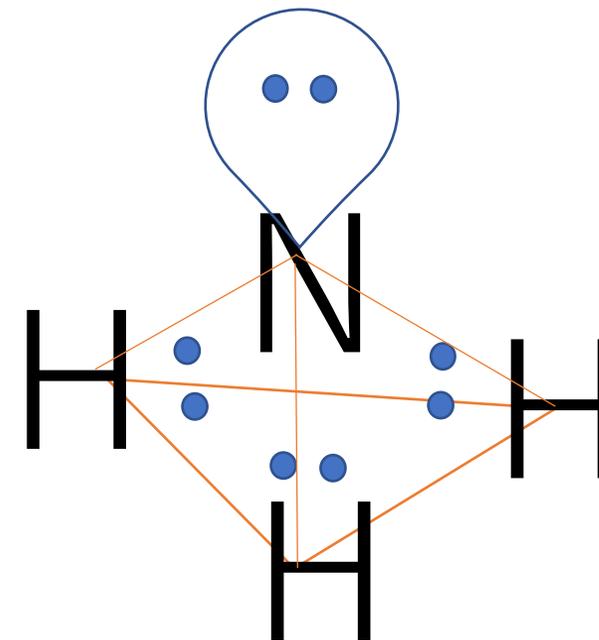
非共有電子対



電子式



電子対が4つ

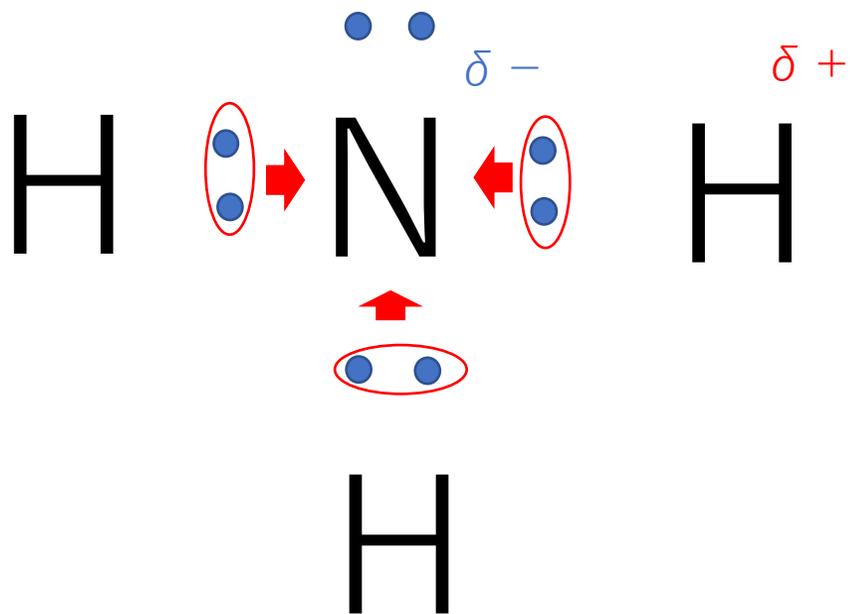


三角錐

正四面体の頂点方向に電子対が配置される

電気陰性度

共有結合した2つの原子間で、各原子が共有電子対を引き寄せる強さを数値で表したもの



原子間に電荷の偏りがあること

『結合に極性がある』

分子全体で極性がある（電荷の偏りがある）

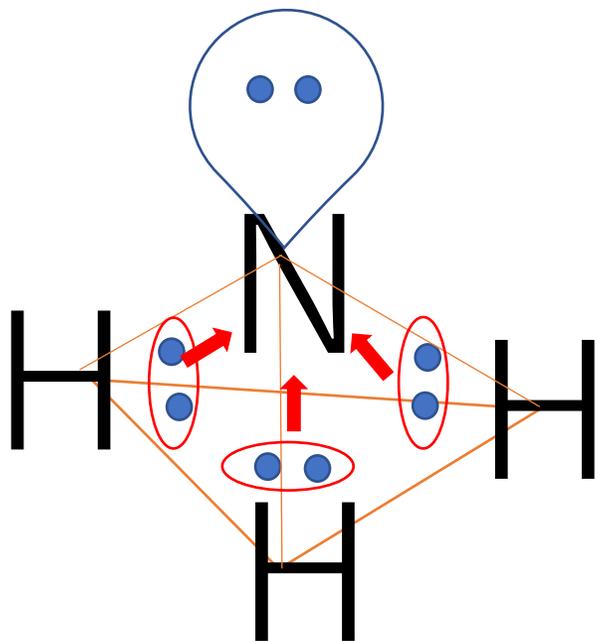


極性分子

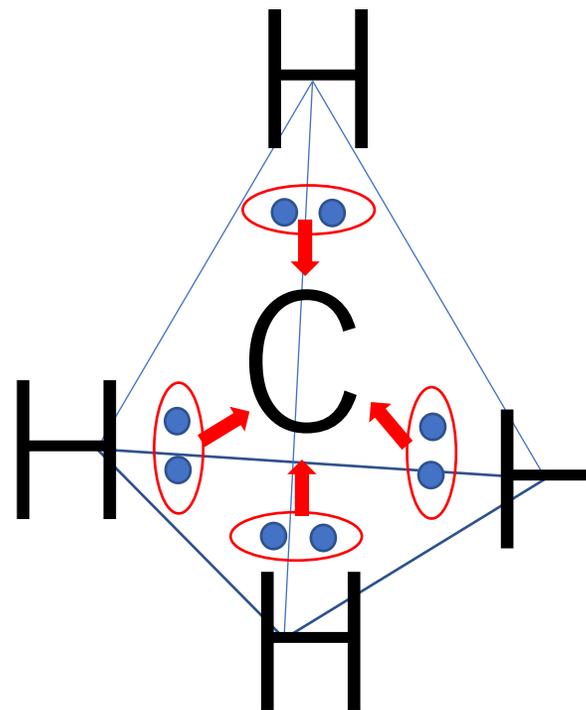
分子全体で極性がない（電荷の偏りがない）



無極性分子



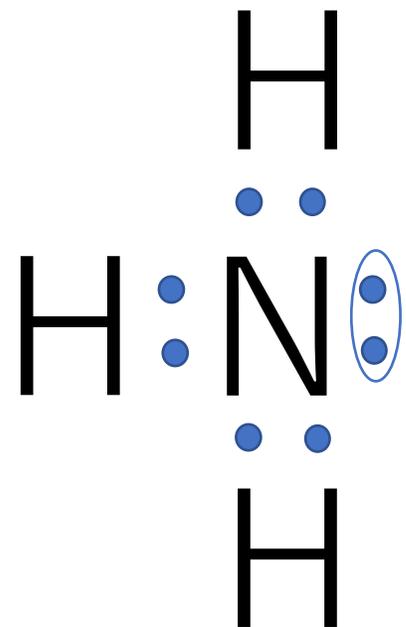
極性分子



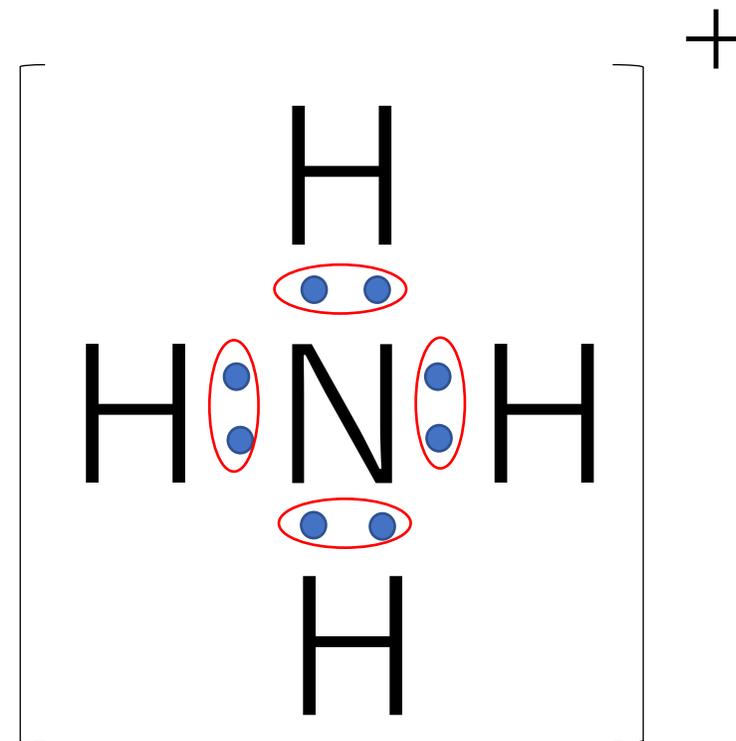
無極性分子

配位結合

一方の原子の非共有電子対を他方に提供してできる共有結合



非共有電子対

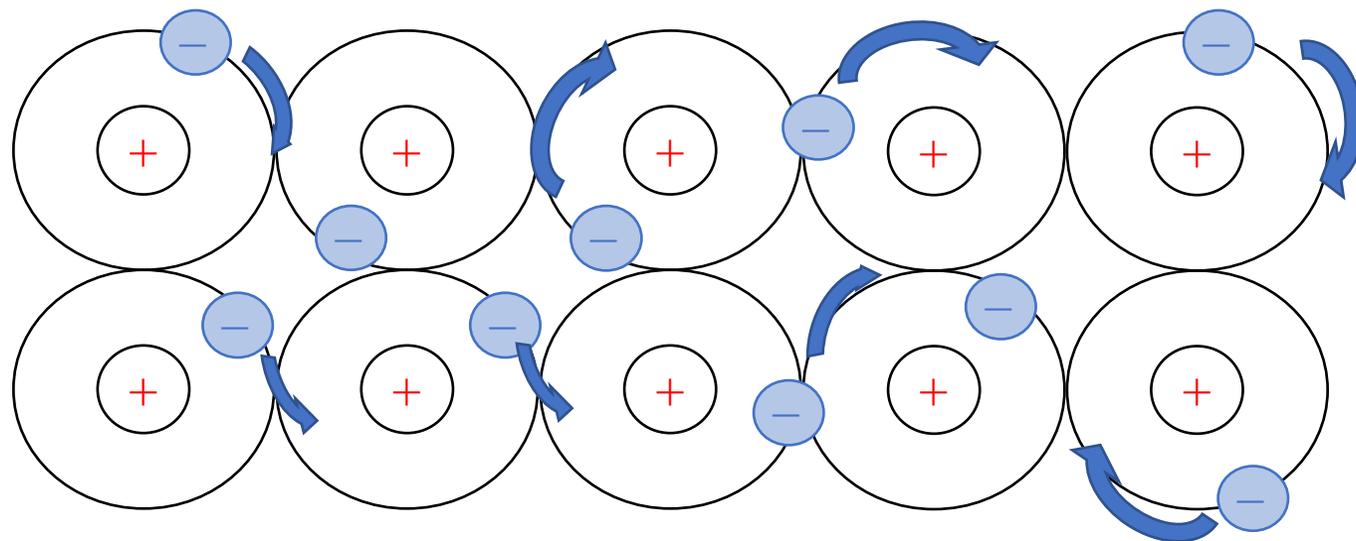


区別できない

金属結合

自由電子を仲立ちとした金属原子同士の結合

自由電子 金属中を自由に移動できる価電子



金属の特性

電気や熱を良く導く	➡	自由電子が金属内を自由に移動できるから
展性や延性が大きい	➡	金属結合が自由電子による結合であるため、原子間の配列がずれても、自由電子が移動して金属結合が保たれるから
金属光沢がある	➡	自由電子が入射した可視光のほとんどを反射してしまうから

金属結合の強さと単体の融点

1原子あたりの価電子の数が多い	➡	金属結合が強い (融点が高い)	Na 98°C	Mg 649°C
1原子あたりの価電子の数と同じ場合				
金属原子の半径が小さい	➡	金属結合が強い (融点が高い)	Na 98°C	Li 181°C

必要ならば、つぎの数値を用いなさい。

原子量：H=1, C=12, N=14, O=16, Na=23, S=32, Cl=35.5, K=39, Cr=52, Mn=55, Fe=56, Ag=108

アボガドロ定数： $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$, 0 °C の絶対温度：273 K

【I】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

ヘリウム原子 He は、電子配置が非常に安定していて化合物をつくりにくく、一般に単原子分子として存在する。一方で、いくつかの原子が結びついてできた多原子分子の例として水分子 H₂O を考えると、2 個の水素原子 H がそれぞれ 1 個の価電子を、酸素原子 O が 2 個の価電子を出し、それらを互いに共有して安定化している。このように原子間で価電子を共有してできる結合を共有結合という。ケイ素 Si の結晶は、共有結合結晶で金属光沢をもち、半導体の性質を示す。Si 原子の対電子の数は 個、O 原子の対電子の数は 個であり、その化合物である二酸化ケイ素 SiO₂ は 酸化物に分類される。なお、SiO₂ の結晶は、Si 原子間に O 原子が入り込んだ構造をとる共有結合結晶である。

Si 原子と硫黄原子 S で原子半径を比べると 原子が大きく、ナトリウム Na 原子とアルミニウム Al 原子では 原子の方が大きい。フッ素原子 F の 1 価の陰イオン F⁻ と Na の 1 価の陽イオン Na⁺ は同じ電子配置のイオンになるが、そのイオン半径を比較すると イオンの方が大きい。

陽イオンと陰イオンは静電気力（クーロン力）で引きあって結びつく。このようにしてできた陽イオンと陰イオンの結びつきをイオン結合という。一般に、金属元素と非金属元素からなる化合物では、多数のイオンがイオン結合で結びついている。イオン結合の強さは、陽イオンと陰イオンがもつ電荷が ほど、また、両イオン間の距離が短いほど強い。F⁻ と塩化物イオン Cl⁻ のイオン半径を比較すると Cl⁻ の方が F⁻ よりも ことから、フッ化ナトリウム NaF と塩化ナトリウム NaCl の融点を比較すると NaF の方が NaCl よりも 。

一般にイオン結晶は、同種の電荷をもつイオンどうしが接触することなく、陽イオンと陰イオンが接触している状態で安定化する。塩化セシウム CsCl のイオン結晶では、セシウムイオン Cs⁺ が 8 個の Cl⁻ に囲まれて接しており、Cs⁺ と Cl⁻ の配位数は 8 である。

問1 つぎの記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- a 原子の最外電子殻から電子を1個取り去り、1価の陽イオンにするために必要なエネルギーを、一般に電子親和力という。
- b ヘリウムの単体は物質の中で最も沸点が低い。
- c ネオンはヘリウムよりイオン化エネルギーの値が大きい。
- d ネオン、アルゴン、クリプトンおよびキセノンの単体は、常温・常圧下においてすべて気体である。
- e ヘリウムの単体は常圧下で冷却していくと固体になる。

- ① (a, b)
- ② (a, c)
- ③ (a, d)
- ④ (a, e)
- ⑤ (b, c)
- ⑥ (b, d)
- ⑦ (b, e)
- ⑧ (c, d)
- ⑨ (c, e)
- ⑩ (d, e)

問2 下線部のように水分子中で安定化した水素原子と酸素原子は、それぞれどの原子と同じ電子配置になるか。正しいものの組合せはどれか。

	水素原子	酸素原子		水素原子	酸素原子
①	ヘリウム原子	ヘリウム原子	⑥	ネオン原子	フッ素原子
②	ヘリウム原子	フッ素原子	⑦	ネオン原子	ネオン原子
③	ヘリウム原子	ネオン原子	⑧	ネオン原子	アルゴン原子
④	ヘリウム原子	アルゴン原子	⑨	アルゴン原子	ヘリウム原子
⑤	ネオン原子	ヘリウム原子	⑩	アルゴン原子	ネオン原子

問3 ア ~ ウ にあてはまる値と語句の正しい組合せはどれか。

	ア	イ	ウ
①	2	2	酸性
②	2	2	塩基性
③	2	4	酸性
④	2	4	塩基性
⑤	2	6	塩基性
⑥	4	2	酸性
⑦	4	2	塩基性
⑧	4	4	酸性
⑨	4	4	塩基性
⑩	4	6	酸性

問4 エ ～ カ にあてはまるものの正しい組合せはどれか。

	エ	オ	カ
①	ケイ素	アルミニウム	フッ化物
②	ケイ素	アルミニウム	ナトリウム
③	ケイ素	ナトリウム	フッ化物
④	ケイ素	ナトリウム	ナトリウム
⑤	硫黄	アルミニウム	フッ化物
⑥	硫黄	アルミニウム	ナトリウム
⑦	硫黄	ナトリウム	フッ化物
⑧	硫黄	ナトリウム	ナトリウム

問5 キ ～ ケ にあてはまる語句の正しい組合せはどれか。

	キ	ク	ケ
①	大きい	大きい	高い
②	大きい	大きい	低い
③	大きい	小さい	高い
④	大きい	小さい	低い
⑤	小さい	大きい	高い
⑥	小さい	大きい	低い
⑦	小さい	小さい	高い
⑧	小さい	小さい	低い

問6 構成粒子間の結合のしかた a ～ d のうち、塩化アンモニウムの結晶に含まれないものはどれか。

a イオン結合 b 共有結合 c 金属結合 d 配位結合

- ① (aのみ) ② (bのみ) ③ (cのみ) ④ (dのみ) ⑤ (a,bのみ)
 ⑥ (a,cのみ) ⑦ (a,dのみ) ⑧ (b,cのみ) ⑨ (b,dのみ) ⑩ (c,dのみ)

〔1〕 以下の文章を読み、問1～問4に答えよ。

地殻に最も多く含まれている元素は酸素Oである。酸素は、鉱物中の酸化物や、海水や大気の主たる成分元素の1つである。O₂は酸化剤としてはたらし、化石燃料と反応してエネルギーを放出するとともに、二酸化炭素を生成する。また、大気を用いる内燃機関では窒素酸化物も生成する。これらは多量に放出されれば、地球温暖化や大気汚染の原因となり得る。

地殻の成分元素として二番目に多く含まれているのはケイ素Siであり、三番目に多く含まれているのはアルミニウムAlである。いずれも酸化物のSiO₂やAl₂O₃としてセメントの原料となるほか、SiO₂はガラスの原料としても用いられ、単体のSiは半導体の材料となっている。単体のAlは、ボーキサイトから得られるAl₂O₃から電気化学的な還元によって製造される。その製造には膨大な電力消費を伴うため、飲料用缶などのリサイクルによる再利用が進んでいる。

地殻の成分元素として四番目に多く含まれているのは鉄Feである。主成分がFe₂O₃である赤鉄鉱と主成分がFe₃O₄である磁鉄鉱などを多く含む鉄鉱石を、コークスから生成した一酸化炭素で還元することによって、銑鉄(せんてつ)が得られる。

問1 下線部①の二酸化炭素について、以下の(1)、(2)の設問に答えよ。

- (1) 二酸化炭素の電子式を書け。
- (2) 二酸化炭素に関連して、以下の文章の に適切な元素名を入れ、 と には適切な化学式を入れよ。

二酸化炭素は生物系の炭素循環において、光合成によって還元され、糖などの炭水化物に変換される。また石灰石や大理石などの主成分として イオンの炭酸塩が天然に存在する。日本の河川水は一般にほとんどが軟水であるのに対して、地下水や温泉水は イオンやマグネシウムイオンなどを多く含む硬水が多い。二酸化炭素を多く含む地下水が石灰岩を徐々に侵食すると塩である が溶解した水溶液となり、それが滴り落ちたときに二酸化炭素が空气中に放出され、 が析出して鍾乳石や石筍(せきじゅん)が形成し、鍾乳洞ができる。

問 2 下線部②の窒素酸化物において、大気汚染物質が生成する原因となるのは、おもに一酸化窒素 NO や、刺激臭のある二酸化窒素 NO₂ である。これらに関連する以下の(1)~(4)の設問に答えよ。

- (1) NO は空气中で酸化される。この反応式を示せ。
- (2) NO₂ は単体の銅と濃硝酸から生成する。この反応式を示せ。
- (3) NO₂ は O—N—O の結合を有し、窒素原子上に不対電子をもつ。常温において赤褐色の NO₂ ガスを十分に加圧するとほぼ無色となる。この無色の気体は、すべての原子において希ガス原子と似た電子配置をもつ分子から成る。このときに生成する分子の電子式を書け。
- (4) NO₂ を含めたいくつかの分子の立体構造に関する以下の文章の空欄 ~ に適切な語句や化学式を入れよ。

電子対間の反発は分子の立体構造に影響する。例えばメタン CH₄ とアンモニア NH₃ と水 H₂O の H—X—H (X = C, N, O) の角度が CH₄ > NH₃ > H₂O となるのは、 電子対と 電子対の反発が 電子対同士の反発より大きいためである。この影響に加えて、不対電子と電子対の反発は電子対間の反発より小さいことを考慮すると、亜硝酸イオン NO₂⁻、二酸化窒素 NO₂、および NO₂ が電子を 1 つ失った NO₂⁺ における O—N—O の角度の順は、 > > となる。

問 3 下線部③に関連した以下の文章の空欄 ~ にあてはまる適切な語句や数字を入れよ。

金属原子の エネルギーは一般に小さいため、金属元素は陽性が強い。そのため、金属原子が規則正しく配列した結晶では、その価電子は特定の原子内にはとどまらず、結晶内のすべての原子に共有される形で結晶中を動き回ることができる。このような価電子を 電子といい、 結合や電気伝導性に関与している。つぎに、周期表の第 族の元素である Si の結晶中では、 個の価電子をもつ Si 原子の周りに、隣接する 4 つの Si 原子が共有結合している。そこに微量の P 原子を混入すると、 個の価電子をもつ P 原子の周りにも隣接する 4 つの Si 原子が共有結合し、そこで余った 個の価電子が 電子と同じように電気を運ぶはたらきをして、n 型半導体としての性質を示す。