

高校化学プリント（過去問類似）

物質の構成と化学結合 No.3

名前

得点

/10

問1 臭素の同位体である ^{79}Br と ^{81}Br の存在比がそれぞれ約50パーセントであるとき、天然に存在する臭素分子（ Br_2 ）において、質量数が158、160、162となる分子の存在比として最も適切なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 1 : 1 : 1 2. 1 : 2 : 1 3. 1 : 3 : 1 4. 1 : 4 : 1

問2 アンモニア分子が水素イオンと反応してアンモニウムイオンが生成される際、アンモニア分子が持つ非共有電子対はどのような役割を果たしているか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 水素イオンとの間で共有結合を形成し、アンモニウムイオン内では非共有電子対として残存する
2. 水素イオンに電子対を供与して配位結合を形成し、アンモニウムイオン内には非共有電子対は存在しなくなる
3. 水素イオンから電子を受け取り、窒素原子の価電子数を減少させる
4. 水素イオンとの間でイオン結合を形成し、分子全体の極性を消失させる

問3 周期表において、典型元素の定義として正しい説明はどれか。（2011年 全国公立入試 類似）

1. 1族、2族および13族から18族に属する元素
2. 3族から11族に属するすべての元素
3. すべての金属元素および希ガス元素
4. 原子番号が20以下のすべての元素

問4 塩化ナトリウム型結晶構造をとる硫化カルシウムにおいて、各イオンの配位数はいくつであるか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. 4 2. 6 3. 8 4. 12

問5 分子の極性に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

1. 分子内の結合に極性があっても、分子全体の形状が対称であれば分子全体としては無極性分子となることがある。
2. 分子内のすべての結合が極性結合であるならば、その分子は必ず極性分子となる。
3. 二原子分子において、構成する2つの原子が異なる元素である場合、その分子は必ず無極性分子となる。
4. 分子の形状が直線形であれば、分子内の結合の極性に関わらず常に無極性分子となる。

問6 次の物質の組み合わせのうち、同素体の関係にあるものとして正しいものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 赤リンと黄リン 2. 塩素と臭素 3. 水と過酸化水素 4. 塩化ナトリウムと塩化カリウム

問7 電子親和力に関する記述として誤っているものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. 電子親和力は、原子が電子を受け取った際のエネルギー変化を示す
2. 周期表の右上に位置する元素ほど電子親和力が大きい傾向がある
3. 希ガス元素は電子親和力が非常に大きい
4. 電子親和力が大きいほど、陰イオンになりやすいことを意味する

問8 水分子（ H_2O ）を構成する全原子について、陽子の総数をa、電子の総数をb、中性子の総数をcとしたとき、これらの数の関係として正しいものはどれか。ただし、水素は質量数1、酸素は質量数16の原子とする。（2010年 全国公立入試 類似）

1. $a=b>c$ 2. $a=b=c$ 3. $a>b=c$ 4. $b>c=a$

問9 第2周期元素の第一イオン化エネルギーに関する記述として、誤っているものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. リチウムからネオンに向かって、一般に第一イオン化エネルギーは増加する傾向にある。
2. ネオンは希ガスであり、電子配置が安定しているため、第2周期の元素の中で第一イオン化エネルギーは最大である。
3. ベリリウムは、電子配置が安定しているため、隣接するホウ素よりも第一イオン化エネルギーが大きい。
4. ネオンの第一イオン化エネルギーは、第2周期の元素の中で最小である。

問10 モル質量Wの金属が面心立方格子を形成しており、単位格子の一辺の長さがa、密度がdであるとき、アボガドロ定数 N_A を表す式として正しいものはどれか。ただし、原子4個の質量は $4W/N_A$ と表される。（2004年 全国公立入試 類似）

1. $N_A = 4W / (a^3 * d)$ 2. $N_A = W / (4 * a^3 * d)$ 3. $N_A = a^3 * d / (4 * W)$ 4. $N_A = 4 * a^3 * d / W$

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 2 1 : 2 : 1	臭素分子は2つの臭素原子が結合して形成される。各同位体の存在比を $p=0.5$ 、 $q=0.5$ とすると、二項定理 $(p+q)^2 = p^2 + 2pq + q^2$ に従い、質量数158 (79Br-79Br) は $0.5^2=0.25$ 、質量数160 (79Br-81Brと81Br-79Brの合計) は $2 \times 0.5 \times 0.5=0.50$ 、質量数162 (81Br-81Br) は $0.5^2=0.25$ となる。したがって、存在比は $0.25 : 0.50 : 0.25$ 、すなわち $1 : 2 : 1$ となる。
問2	答え 2 水素イオンに電子対を供与して配位結合を形成し、アンモニウムイオン内には非共有電子対は存在しなくなる	アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺)の窒素原子には1組の非共有電子対が存在する。アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺)が生成される際、この非共有電子対が水素イオン(H ⁺)に対して供与され、配位結合が形成される。その結果、窒素原子上の非共有電子対は共有結合の一部となり、アンモニウムイオンの構造中には非共有電子対は存在しない状態となる。
問3	答え 1 1族、2族および13族から18族に属する元素	周期表において、典型元素は1族、2族、および13族から18族に位置する元素を指す。これに対し、3族から11族に位置する元素は遷移元素と呼ばれ、典型元素とは異なる電子配置や性質を持つ。典型元素は族番号と価電子数が一致しやすく、化学的性質の周期性が顕著に現れるという特徴がある。
問4	答え 2 6	塩化ナトリウム型結晶構造では、あるイオンに隣接して反対符号のイオンが正八面体の頂点方向に配置される。このため、各イオンの配位数は6となる。硫化カルシウムにおいても、カルシウムイオンの周囲を6個の硫化物イオンが、硫化物イオンの周囲を6個のカルシウムイオンが囲んでいる。
問5	答え 1 分子内の結合に極性があっても、分子全体の形状が対称的であれば分子全体としては無極性分子となることがある。	分子の極性は、個々の結合の極性ベクトルの和として考えることができる。四塩化炭素のように、個々のC-Cl結合には極性があるが、正四面体という高い対称性を持つ形状により、それらの極性が互いに打ち消し合うことで分子全体としては無極性となる。この原理は、宇宙ステーション等の閉鎖環境における物質の溶解性や反応性を理解する上で重要である。
問6	答え 1 赤リンと黄リン	同素体は同一元素からなる単体で性質が異なるものである。赤リンと黄リンはどちらもリン元素のみから構成される単体であり、結晶構造の違いにより反応性や色が異なるため同素体である。一方、塩素と臭素は異なる元素であり、水と過酸化水素、塩化ナトリウムと塩化カリウムは化合物であるため、これらは同素体ではない。
問7	答え 3 希ガス元素は電子親和力が非常に大きい	希ガス元素は最外殻電子が満たされており、電子配置が非常に安定している。そのため、新たに電子を受け取ることが困難であり、電子親和力は極めて小さいか、あるいは負の値をとる。一方、ハロゲンなどの非金属元素は電子を受け取って安定な電子配置になろうとするため、電子親和力が大きい。電子親和力の大きさは、その原子が陰イオンになりやすさの指標となる。
問8	答え 1 a=b>c	水素原子(質量数1)は陽子1個、電子1個、中性子0個を持つ。酸素原子(質量数16)は陽子8個、電子8個、中性子8個を持つ。水分子(H ₂ O)全体では、陽子の総数aは $1 \times 2 + 8 = 10$ 、電子の総数bは $1 \times 2 + 8 = 10$ 、中性子の総数cは $0 \times 2 + 8 = 8$ となる。したがって、aとbは等しく、cよりも大きいという関係が成立する。
問9	答え 4 ネオンの第一イオン化エネルギーは、第2周期の元素の中で最小である。	第一イオン化エネルギーは、原子から電子を1個取り去るのに必要なエネルギーである。第2周期元素では、原子番号が大きくなるにつれて核電荷が増加するため、一般にイオン化エネルギーは増加する。ネオンは閉殻構造を持つ希ガスであり、電子配置が極めて安定しているため、第2周期の中で最大の値をとる。したがって、最小であるとする記述は誤りである。
問10	答え 1 NA = 4W / (a^3 * d)	密度dは単位格子の質量を体積で割った値である。単位格子の体積は a^3 であり、含まれる原子4個の質量は $4W/NA$ である。したがって、 $d = (4W/NA) / a^3$ という関係式が成り立つ。この式をアボガド数NAについて解くと、 $NA = 4W / (a^3 * d)$ となる。