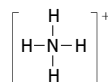


1

解答 ⑥

解説 ① アンモニウムイオンができるときは、1個は配位結合である。しかし、アンモニウムイオンの4個のN-H結合は全く同じ性質を示し、どれが配位結合か区別することができない。正しい。



② ナフタレン分子はベンゼン環2個がくっついたような構造をしており、炭素原子10個は単結合と二重結合が交互に並んだような共有結合で結びついている。炭素原子と水素原子の結合も共有結合である。正しい。

③ 塩化ナトリウムは、ナトリウムイオンと塩化物イオンとがイオン結合で結びついてできたイオン結晶である。正しい。

④ ダイヤモンドは、多数の炭素原子が共有結合で正四面体状に結びついてできた結晶である。正しい。

⑤ 金属ナトリウムでは、ナトリウム原子の価電子は自由電子となり、文字通り自由に結晶内を動き回ることができる。誤り。

以上から、解答は⑥となる。

2

解答 ⑧

解説 元素記号の左上の数字は質量数を、左下の数字は原子番号を表す。したがって、 $^{107}_{47}\text{Ag}$ の原子番号は47で、質量数は107である。また、同位体とは同じ元素で質量数の異なる原子どうしのことをいう。元素の原子量は、同位体の存在比を考慮した相対質量の平均値であるので、もう一方のAgの同位体の相対質量を x とすると、

$$106.9 \times \frac{52}{100} + x \times \frac{48}{100} = 107.9$$

$$x = 108.98 \approx 109.0$$

$^{107}_{47}\text{Ag}$ の相対質量は106.9であるので、求めるもう一方の同位体の質量数を y とすると、

$$106.9 \times \frac{y}{107} = 109.0 \quad y = 109.1 \approx 109$$

もう一方の同位体の質量数は109である。したがって、中性子の数は $109 - 47 = 62$ となる。また、原子の状態であれば電子の数は陽子の数と等しく47となる。

よって、正しい値の組合せは、⑧。

3

解答 ①

解説 イオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)とは、原子から電子1個を取り去って、一価の陽イオンにするのに必要なエネルギーである。したがって、一価の陽イオンになりやすいLiやNaのイオン化エネルギーは小さく、安定な貴ガス元素は最も大きくなる。また、LiとNaなどの同族元素では、原子番号が大きいものほど、イオン化エネルギーが小さくなる。

① 正しい。イオン化エネルギーを表すグラフ。

② 誤り。

③ 誤り。原子半径を表すグラフ。

④ 誤り。電子親和力を表すグラフ。

⑤ 誤り。価電子の数を表すグラフ。

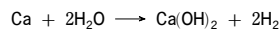
⑥ 誤り。①を上下方向で裏返しにしたグラフ。

よって、原子のイオン化エネルギーが原子番号とともに変化する様子を示す図として最も適当なものは、①である。

4

解答 ⑦

解説 水とカルシウムの反応の化学反応式は



カルシウムと反応した1.0gの水Aおよび水Bの物質量は、次式になる。

$$\text{水A: 分子量は } 1.0 \text{ g} \times 2 + 16 = 18 \cdots \cdots \text{A } 1.0 \text{ g の物質量は } \frac{1.0}{18} \text{ mol}$$

$$\text{水B: 分子量は } 2.0 \text{ g} \times 2 + 16 = 20 \cdots \cdots \text{B } 1.0 \text{ g の物質量は } \frac{1.0}{20} \text{ mol}$$

$$\text{A } \frac{1.0}{18} \text{ mol と反応したカルシウムは, } \frac{1}{2} \times \frac{1.0}{18} \text{ mol} \cdots \cdots \text{(i)}$$

$$\text{B } \frac{1.0}{20} \text{ mol と反応したカルシウムは, } \frac{1}{2} \times \frac{1.0}{20} \text{ mol} \cdots \cdots \text{(ii)}$$

a 質量の比はA : B = (i) × 40 : (ii) × 40 であるから、

$$\text{A : B} = 20 : 18 = 10 : 9$$

したがって、①は誤りである。

b 反応式から、発生する水素の物質量 = 水の物質量。発生する水素の質量は

$$\text{A } 2.0 \text{ g/mol} \times \frac{1.0}{18} \text{ mol} \quad \text{B } 4.0 \text{ g/mol} \times \frac{1.0}{20} \text{ mol}$$

上記のように、A、Bで異なるから、②は誤りである。

c 体積比 = 物質量の比 であるから、発生した水素の体積比は

$$\text{A } \frac{1.0}{18} \text{ mol} : \text{B } \frac{1.0}{20} \text{ mol} = 20 : 18 = 10 : 9$$

上記のように、10 : 9となるので、③は正しい。

以上から、解答は 誤 - 誤 - 正 の組合せである⑦になる。

5

解答 ②

解説 I 正しい。ヘキサン C_6H_{14} は無極性分子であり、無極性溶媒として用いられる。よって、極性溶媒である水とは混ざりあわない。

II 正しい。ナフタレン C_{10}H_8 は無極性分子であり、無極性溶媒のヘキサンによく溶ける。ともに無極性分子であるナフタレンとヘキサンの間には、ファンデルワールス力などの分子間力がはたらいている。

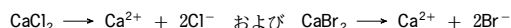
III 誤り。液体の分子間にはたらく分子間力が小さいほど、分子どうしを引き離すのに必要なエネルギーが少なくて済むので、その沸点は低くなる。

よって、正誤の組合せとして最も適当なものは、②である。

6

解答 ④

解説 CaCl_2 および CaBr_2 を水に溶かすと、



のように電離し、 Ca^{2+} が生じる。そこに十分な量の Na_2SO_4 を加えると、水溶液中の

すべての Ca^{2+} が $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ となって沈殿する(Cl^- と Br^- は変化しない)。

$$\text{この } \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ の沈殿に含まれる } \text{Ca}^{2+} \text{ の物質量は, } \frac{8.6}{172} = 0.050 \text{ (mol) であり、}$$

もともとは CaCl_2 および CaBr_2 の電離により水溶液中に存在していたものである。

沈殿生成後の水溶液中の Br^- の物質量が0.024 molであるから、 CaBr_2 の電離で生じた Ca^{2+} は0.012 molである。

したがって、 CaCl_2 の電離で生じた Ca^{2+} の物質量は、 $0.050 - 0.012 = 0.038 \text{ (mol)}$ となり、これは溶かした CaCl_2 の物質量と等しい。

よって、溶かした CaCl_2 の物質量は、0.038 molで、最も適当な数値は、④。

7

解答 ②

解説 モル質量 M [g/mol]の物質A w [g]に含まれる分子の数は、 $N_A \times \frac{w}{M}$ (個)である。

この数の分子(断面積 s [cm²])がすき間なく並び、一層の膜(単分子膜)を形成した結果、膜の全体の面積が X [cm²]になっているので、次の式が成りたつ。

$$s \times \left(N_A \times \frac{w}{M} \right) = X$$

$$\text{よって, } s = \frac{XM}{wN_A}$$

したがって、分子1個の断面積を示す式として正しいものは、②。

8

解答 ④

解説 生成した水の質量は9.0 mgであるから、この中の水素の質量は

$$9.0 \text{ mg} \times \frac{2.0}{18} = 1.0 \text{ mg}$$

したがって、この化合物中の炭素の質量は $5.8 \text{ mg} - 1.0 \text{ mg} = 4.8 \text{ mg}$

$$\text{炭素 } 4.8 \text{ mg} \left(= \frac{0.0048 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} = 0.00040 \text{ mol} \right) \text{ から生じる二酸化炭素の物質量は、炭素の}$$

燃焼の反応式 $\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$ から、同じ0.00040 molである。

その体積は $0.00040 \text{ mol} \times 22400 \text{ mL/mol} = 8.96 \text{ mL}$

ゆえに、解答は④となる。