

次の ~ の解答として最も適切なものを、それぞれの<解答群>の中から一つ選び、解答欄にマークしなさい。また、必要ならば原子量は以下の値を用いなさい。

H = 1.0 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0

なお、実在気体とことわりがない限り、気体は理想気体として扱うものとする。

- [I] 1. 小惑星探査機「はやぶさ2」は2014年から2020年にかけて小惑星リュウグウを探索し、その表面の一部を試料として地球に持ち帰った。この試料に対して同位体の分析が行われ、小惑星の起源やその環境について、多くの情報が得られている。同位体に関する次の文のうち、正しいのは である。

<解答群>

- ① ^2H と ^4He の質量数は等しい。
- ② ^{13}C と ^{14}N の中性子数は等しい。
- ③ ^{19}F と ^{20}Ne の陽子数は等しい。
- ④ 天然では ^{14}N と ^{15}N のどちらが多いかは化合物により異なる。
- ⑤ ^{39}K は ^{40}Ar より原子1個の質量が大きい。
- ⑥ 放射性同位体はウランより原子番号が大きい元素にのみ存在する。

2. マグネシウムと同族元素であるのは である。

<解答群>

- ① ベリリウム
- ② ホウ素
- ③ ナトリウム
- ④ ケイ素
- ⑤ リン
- ⑥ カリウム

3. イオン化エネルギーについて述べた次の文の(a)~(c)に当てはまる語の組合せとして、正しいのは である。

一般に、イオン化エネルギーの小さい原子ほど(a)になりやすい。周期表の第2周期や第3周期の原子では、イオン化エネルギーは、原子番号が(b)なるにつれて大きくなる傾向を示す。これは、原子核の電荷が大きくなると(c)が核に強く引きつけられるためである。

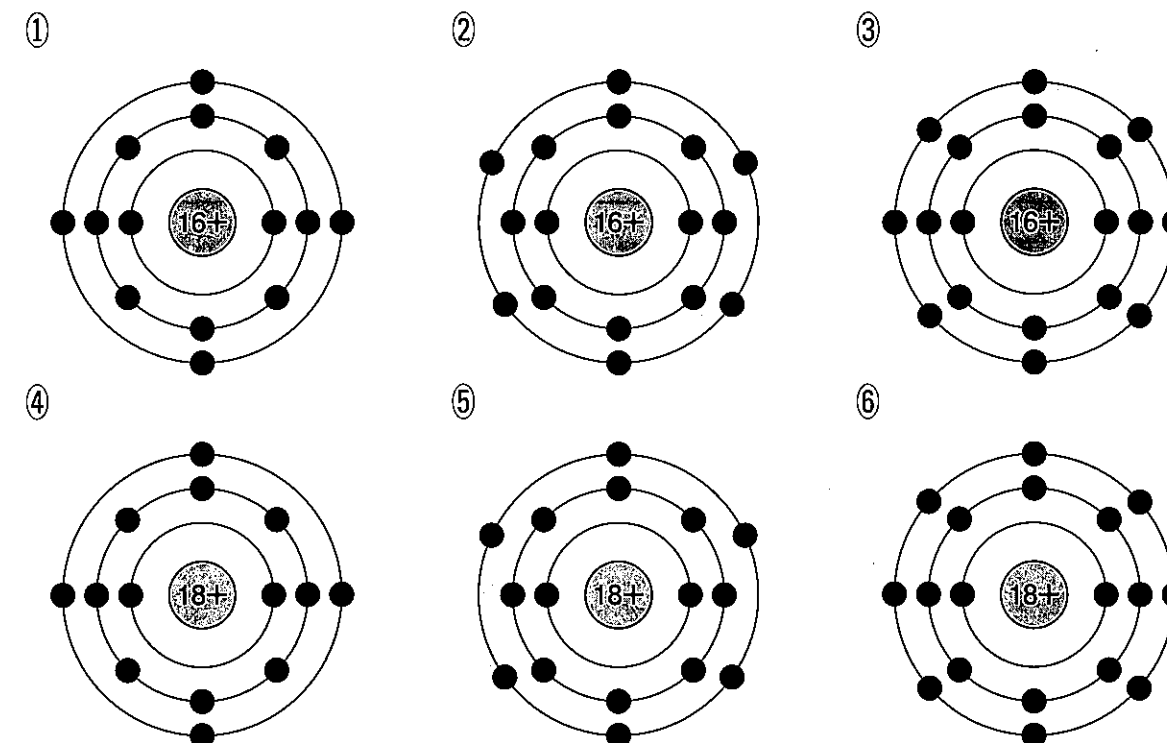
<解答群>

- | | (a) | (b) | (c) |
|---|------|-----|-------|
| ① | 陰イオン | 大きく | 最外殻電子 |
| ② | 陰イオン | 大きく | 内殻電子 |
| ③ | 陰イオン | 小さく | 最外殻電子 |
| ④ | 陰イオン | 小さく | 内殻電子 |
| ⑤ | 陽イオン | 大きく | 最外殻電子 |
| ⑥ | 陽イオン | 大きく | 内殻電子 |
| ⑦ | 陽イオン | 小さく | 最外殻電子 |
| ⑧ | 陽イオン | 小さく | 内殻電子 |

4. 硫化物イオン S^{2-} の電子配置を示す模式図として、正しいのは である。

ただし、中心の円と数字は原子核とその正電荷、周囲の円は電子殻、黒丸は電子を表す。

<解答群>



5. 酢酸ナトリウム CH_3COONa の水溶液の性質について述べた次の文の (a) と (b) に当てはまる語の組合せとして、正しいのは 5 である。

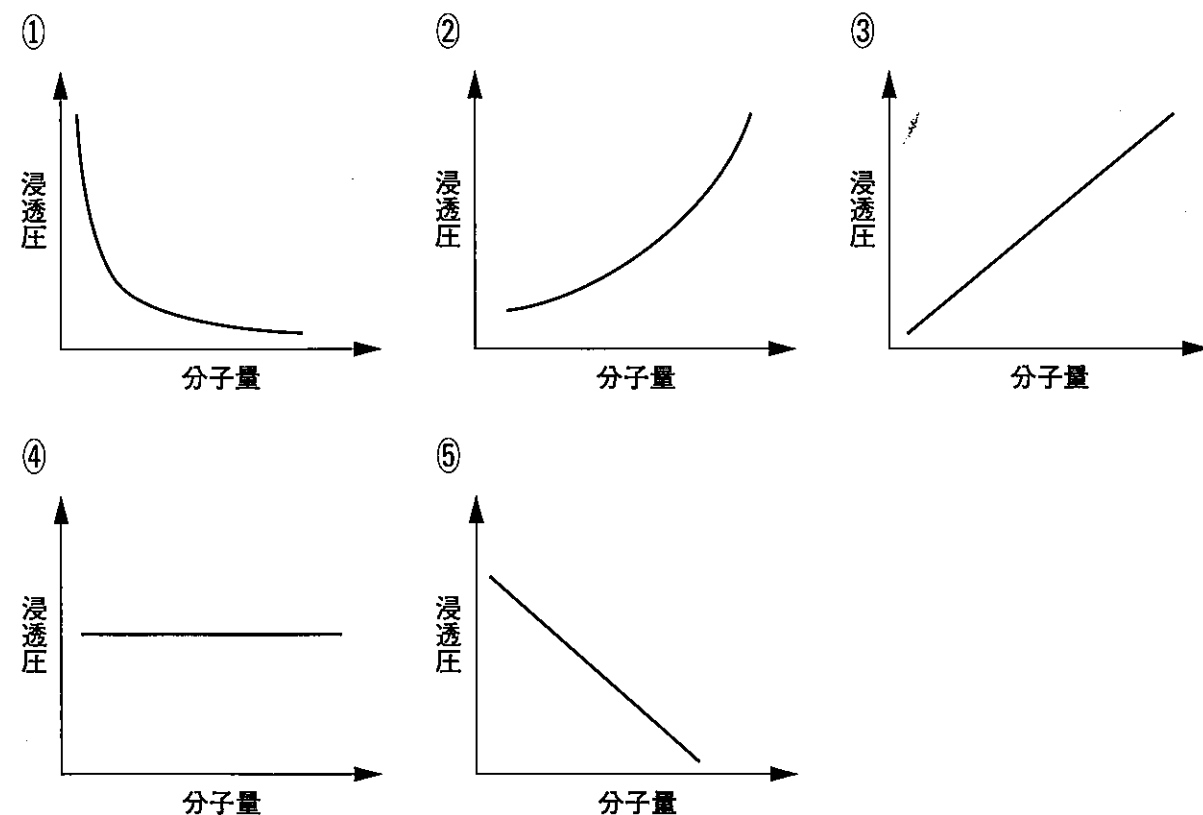
$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ の平衡が (a) に偏るため、 CH_3COONa の水溶液は (b) を示す。

<解答群>

- | | (a) | (b) |
|---|-----|-----|
| ① | 右 | 酸性 |
| ② | 右 | 中性 |
| ③ | 右 | 塩基性 |
| ④ | 左 | 酸性 |
| ⑤ | 左 | 中性 |
| ⑥ | 左 | 塩基性 |

6. 下の図は、濃度が 1 g/L の希薄な非電解質水溶液の溶質の分子量と浸透圧の関係を模式的に示したものである。温度一定のときの関係を表す模式図として、正しいのは 6 である。

<解答群>



〔Ⅱ〕 1. 硫化水素 H_2S と塩化水素 HCl を含む火山ガスがある。このガスを Cu^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} を含む水溶液に通じたところ、強酸性になった。このとき析出する硫化物は 7 である。

ただし、火山ガスの他の成分は影響しないものとする。

<解答群>

- ① CuS のみ
- ② MgS のみ
- ③ MnS のみ
- ④ CuS と MgS
- ⑤ CuS と MnS
- ⑥ MgS と MnS
- ⑦ CuS と MgS と MnS

2. 水素 H_2 とヨウ素 I_2 を密閉容器に入れて高温で一定に保つと、ヨウ化水素 HI が生じる。この化学反応の平衡状態に関する文として、正しいのは 8 である。

<解答群>

- ① この反応が平衡状態になったとき、正反応の反応速度は逆反応の反応速度よりも大きい。
- ② この反応が平衡状態になった後、密閉容器内の温度を保ちながら水素を加えても平衡定数は変化しない。
- ③ 密閉容器内の温度を変化させても、この反応の平衡定数は変化しない。
- ④ はじめに密閉容器に入っている水素とヨウ素の物質量が大きいほど、平衡状態になったときに生じるヨウ化水素の物質量は小さくなる。
- ⑤ この反応における平衡定数の単位は $(\text{mol/L})^{-1}$ である。
- ⑥ はじめに密閉容器に入っている水素とヨウ素の物質量によらず、この反応が平衡状態になったときは、水素の物質量とヨウ化水素の物質量は必ず等しくなる。

3. 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、気体 A が発生した。気体 A の水溶液に硫化鉄 (Ⅱ) を加えると気体 B が発生した。気体 A と気体 B の組合せとして、正しいのは 9 である。

<解答群>

- | | 気体 A | 気体 B |
|---|----------------------|----------------------|
| ① | HCl | SO_2 |
| ② | HCl | H_2S |
| ③ | SO_2 | H_2S |
| ④ | SO_2 | HCl |
| ⑤ | H_2S | SO_2 |
| ⑥ | H_2S | HCl |

4. 無機物質の反応に関する次の文のうち、正しいのは 10 である。

- (a) クロム酸カリウムは、硫酸により酸化されて二クロム酸カリウムとなる。
(b) 酸化マグネシウムは、水により還元されて水酸化マグネシウムとなる。
(c) 鉄は、鉄鉱石を一酸化炭素で還元して得る。

<解答群>

- ① (a)のみ
② (b)のみ
③ (c)のみ
④ (a)と(b)
⑤ (a)と(c)
⑥ (b)と(c)
⑦ (a)と(b)と(c)

5. 水溶液A、Bは、それぞれ Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Cu^{2+} のいずれか1種類を含んでいる。次の実験1～3の結果より、水溶液A、Bに含まれている金属イオンの組合せとして、正しいのは 11 である。

実験1 水溶液Aに塩酸を加えたところ、沈殿は生じなかった。

実験2 水溶液Aに希硫酸を加えたところ、白色沈殿が生じた。

実験3 水溶液Bに少量のアンモニア水を加えたところ、青白色の沈殿が生じた。

<解答群>

- | | 水溶液A | 水溶液B |
|---|------------------|------------------|
| ① | Ag^+ | Ba^{2+} |
| ② | Ag^+ | Cu^{2+} |
| ③ | Ba^{2+} | Ag^+ |
| ④ | Ba^{2+} | Cu^{2+} |
| ⑤ | Cu^{2+} | Ag^+ |
| ⑥ | Cu^{2+} | Ba^{2+} |

6. カルシウムの単体および化合物に関する次の文のうち、正しいのは 12 である。

<解答群>

- ① 塩化カルシウム CaCl_2 は、潮解性があり、乾燥剤として用いられる。
② 炭酸カルシウム CaCO_3 は、常温の水と激しく反応して溶解する。
③ 単体のカルシウム Ca は、炎色反応により黄緑色を呈する。
④ 水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は、水と混ぜると発熱しながら硬化し、セッコウとなる。
⑤ 酸化カルシウム CaO は、生石灰とも呼ばれ、酸性酸化物である。
⑥ 硫酸カルシウム CaSO_4 の水溶液を加熱すると、黒色沈殿を生じる。

〔III〕 1. プロパン C_3H_8 0.10 mol を酸素 O_2 1.00 mol とともに 16.6 L の密閉容器に入れて完全燃焼させた。

その後、温度を 67°C にしたところ、密閉容器の内壁に水滴が生じていた。このときの密閉容器内の全圧は 13 Pa である。

ただし、気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ 、 67°C における水の飽和蒸気圧は $2.7 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、生じた液体の水の体積は無視できるものとする。

<解答群>

- ① 2.7×10^4
② 1.0×10^5
③ 1.2×10^5
④ 1.4×10^5
⑤ 1.6×10^5
⑥ 1.8×10^5
⑦ 2.0×10^5

2. 液体窒素 0.56 L を完全に気化させ、温度 27 °C、圧力 1.0×10^5 Pa にしたときの窒素の体積は 14 L である。

ただし、液体窒素の密度は 0.81 g/cm^3 、気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

<解答群>

- ① 0.40
- ② 0.99
- ③ 20
- ④ 4.0×10^2
- ⑤ 5.0×10^2
- ⑥ 1.1×10^5

3. 酢酸の 25 °C における電離定数は $2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ である。この温度における 0.27 mol/L の酢酸水溶液の水素イオン濃度は 15 mol/L である。

ただし、酢酸の電離度は 1 に比べて著しく小さい。

<解答群>

- ① 1.0×10^{-4}
- ② 2.7×10^{-4}
- ③ 1.0×10^{-3}
- ④ 2.7×10^{-3}
- ⑤ 1.0×10^{-2}
- ⑥ 2.7×10^{-2}

4. クロム酸銀の溶解度積は $3.6 \times 10^{-12} (\text{mol/L})^3$ である。クロム酸イオンの濃度が $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ の水溶液に硝酸銀水溶液を加えていくと、銀イオンの濃度が 16 mol/L を超えた瞬間に、クロム酸銀の沈殿が生じる。

ただし、硝酸銀水溶液を加えたことによる体積の増加は無視できるものとする。

<解答群>

- ① 3.6×10^{-8}
- ② 3.6×10^{-7}
- ③ 1.9×10^{-4}
- ④ 3.6×10^{-4}
- ⑤ 6.0×10^{-4}
- ⑥ 3.6×10^{-2}

5. 濃硫酸を触媒として、酢酸 3.0 mol とエタノール 3.0 mol を混合し、一定温度に保ったところ、反応が平衡に達して、酢酸エチルが 2.0 mol と水が 2.0 mol 生成した。同じ条件で酢酸 2.5 mol とエタノール 4.0 mol を混合して、反応が平衡に達すると、酢酸エチルは 17 mol 生じる。

<解答群>

- ① 0.50
- ② 1.0
- ③ 2.0
- ④ 2.5
- ⑤ 4.4
- ⑥ 6.7

〔IV〕 1. 分子式 $C_{15}H_{26}$ で表される炭化水素 1 mol に水素 1 mol を付加させると飽和炭化水素となった。

このことから、もとの炭化水素 1 分子には、炭素の環が 18 個ある。

<解答群>

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 5
- ⑥ 6

2. 分子式 C_6H_{14} で表される炭化水素 A と臭素の混合物に光を照射したとき、分子式 $C_6H_{13}Br$ で表され

る 5 種類の構造異性体が生成した。炭化水素 A として正しいのは 19 である。

<解答群>

- ① ヘキサン
- ② 2-メチルペンタン
- ③ 3-メチルペンタン
- ④ 2,2-ジメチルブタン
- ⑤ 2,3-ジメチルブタン

3. 次の文(a)～(c)のうち、エタノールとフェノールに共通する性質を示す文として、正しいのは

20 である。

- (a) 水溶液は弱酸性である。
- (b) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると呈色する。
- (c) 無水酢酸と反応し、酢酸エステルが生成する。

<解答群>

- | | | |
|---------------|-----------|-----------|
| ① (a)のみ | ② (b)のみ | ③ (c)のみ |
| ④ (a)と(b) | ⑤ (a)と(c) | ⑥ (b)と(c) |
| ⑦ (a)と(b)と(c) | | |

4. 次の文(a)～(c)のうち、アセチレンに関する文として、正しいのは 21 である。

- (a) 分子中のすべての原子は、同一直線上にある。
- (b) 赤熱した鉄に触れると、重合反応によりベンゼンが生成する。
- (c) 触媒存在下で塩化水素との反応により生成する化合物は、付加重合により直鎖状の高分子化合物となる。

<解答群>

- | | | |
|---------------|-----------|-----------|
| ① (a)のみ | ② (b)のみ | ③ (c)のみ |
| ④ (a)と(b) | ⑤ (a)と(c) | ⑥ (b)と(c) |
| ⑦ (a)と(b)と(c) | | |

5. 次の力または結合のうち、22 によりタンパク質の二次構造が形成される。

<解答群>

- ① ファンデルワールス力
- ② ジスルフィド結合
- ③ グリコシド結合
- ④ イオン結合
- ⑤ 水素結合
- ⑥ エステル結合

〔V〕 1. けん化価は、油脂 1 g を完全にけん化するのに必要な水酸化カリウム KOH の質量を mg 単位で表した数値であり、ヨウ素価は、油脂 100 g に付加するヨウ素 I_2 の質量を g 単位で表した数値である。構成脂肪酸として、オレイン酸 $C_{17}H_{33}COOH$ (分子量 282) とリノレン酸 $C_{17}H_{29}COOH$ (分子量 278) を物質量比 1 : 2 でもつ油脂がある。この油脂のけん化価は 23 であり、ヨウ素価は 24 である。

ただし、KOH の式量を 56.0、 I_2 の分子量を 254 とする。

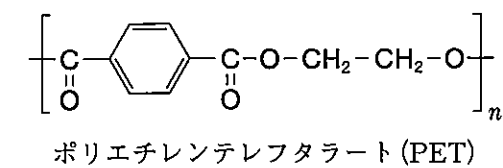
< 23 の解答群 >

- ① 18.1
- ② 19.2
- ③ 21.4
- ④ 181
- ⑤ 192
- ⑥ 214

< 24 の解答群 >

- ① 1.45
- ② 2.03
- ③ 137
- ④ 145
- ⑤ 191
- ⑥ 203

2. 容量 500 mL のペットボトルには、およそ 20 g のポリエチレンテレフタレート (PET) が使用されている。



PET の平均分子量が 3.84×10^4 のとき、平均の重合度は 25 であり、この PET 20 g を完全燃焼させたときに生じる二酸化炭素の質量は 26 g である。

< 25 の解答群 >

- ① 100
- ② 200
- ③ 300
- ④ 400
- ⑤ 500
- ⑥ 600

< 26 の解答群 >

- ① 10
- ② 20
- ③ 23
- ④ 29
- ⑤ 44
- ⑥ 46