

次の 1 ~ 26 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      I = 127

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. 電子配置に関する次の文のうち、正しいのは 1 である。

<解答群>

- ① 塩化物イオンと硫黄原子は電子配置が同じである。
- ② 炭素<sub>6</sub>C の価電子の数は 4 個である。
- ③ ある原子がもつ電子の数は、その原子の中性子の数と常に同じである。
- ④ ハロゲンは、原子番号が大きいほど価電子の数も大きい。
- ⑤ リチウム<sub>3</sub>Li は、K 殻に 3 個の電子が収容されている。
- ⑥ すべての貴ガスの最外殻電子の数は 8 個である。

2. 単体と元素は、同じ名称が用いられることが多い。次の文(a)~(c)のうち、下線部の語が元素のことを示しているのは 2 である。

(a) 空気は、窒素と酸素などの混合物である。

(b) ケイ素は、地殻中に質量パーセントで約 28 % 含まれている。

(c) DNA(デオキシリボ核酸)には、リンが含まれている。

<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)

3. 物質の構造に関する次の文のうち、誤っているのは 3 である。

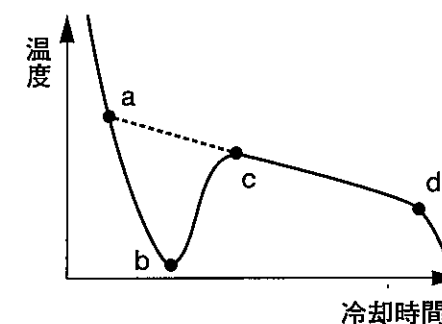
<解答群>

- ① 石英は、1 個のケイ素原子に 4 個の酸素原子が共有結合する正四面体形の構造をもつ。
- ② ダイヤモンドは、1 個の炭素原子に 4 個の炭素原子が共有結合する正四面体形の構造をもつ。
- ③ 黒鉛は、1 個の炭素原子に 3 個の炭素原子が共有結合する正六角形の網目状の構造をもつ。
- ④ ガラスは、構成粒子の配列に規則性がある結晶である。
- ⑤ 氷は、水分子どうしが水素結合で結びついており、すき間の大きな結晶構造をもつ。
- ⑥ ドライアイスは、二酸化炭素分子どうしが分子間力で結びついており、昇華しやすい。

4. 右図の実線は純水あるいは水溶液の冷却曲線を模式的に示したものである。この図に関する次の文のうち、正しいのは 4 である。

<解答群>

- ① 純水の冷却曲線であり、a の温度が凝固点である。
- ② 純水の冷却曲線であり、b の温度が凝固点である。
- ③ 純水の冷却曲線であり、c の温度が凝固点である。
- ④ 純水の冷却曲線であり、d の温度が凝固点である。
- ⑤ 水溶液の冷却曲線であり、a の温度が凝固点である。
- ⑥ 水溶液の冷却曲線であり、b の温度が凝固点である。
- ⑦ 水溶液の冷却曲線であり、c の温度が凝固点である。
- ⑧ 水溶液の冷却曲線であり、d の温度が凝固点である。



5. 次の文で示された実在気体のうち、 $1.013 \times 10^5$  Pa、273 K(標準状態)におけるモル体積が最も小さいのは 5 である。

<解答群>

- ① 水を電気分解すると、陰極から発生する。
- ② 赤外線を吸収する性質があることから温室効果ガスとして知られ、大気中に約 0.04 % 含まれる。
- ③ 空気を液化し分留することによって得られる気体で、その液体の沸点は  $-196^\circ\text{C}$  である。
- ④ 塩素酸カリウムに、触媒として少量の酸化マンガン(IV)を加え加熱することで得られる。
- ⑤ 空気よりも軽く、都市ガスの主成分として利用されている。
- ⑥ ハーバー・ボッシュ法によって合成され、刺激臭があり空気より軽い。

6. 気体に関する次の文のうち、正しいのは 6 である。

<解答群>

- ① 空気中の酸素の水に対する溶解度は、水の温度が高くなるほど大きくなる。
- ② エアロゾル(気体コロイド)とは、気体の分散媒に気体の分散質が浮遊しているコロイドである。
- ③ 理想気体では、分子自身の体積はあるとするが、質量はないと考える。
- ④ シャルルの法則によれば、273 K で 273 L の気体を圧力一定のまま温度を 1℃ 下げると、その体積は 272 L になる。
- ⑤ 質量パーセント濃度 70 % のエタノール水溶液を、密閉容器の内部に空間ができるように入れたとき、空間部分の蒸気圧は水の飽和蒸気圧に等しい。

2. 次の元素の組合せのうち、強酸であるオキソ酸をつくる元素のみ含むのは 8 である。

<解答群>

- ① C, N, Si
- ② C, P, S
- ③ N, P, S
- ④ N, S, Cl
- ⑤ Si, P, S
- ⑥ Si, P, Cl
- ⑦ P, S, Cl

3. 銀に関する次の文のうち、正しいのは 9 である。

<解答群>

- ① 単体は塩酸に溶ける。
- ② 硝酸銀の水溶液に強塩基を加えると、水酸化銀が沈殿する。
- ③ ヨウ化銀はアンモニア水にはほとんど溶けない。
- ④ 硝酸銀の水溶液にフッ化ナトリウムの水溶液を加えると、フッ化銀が沈殿する。
- ⑤ 酸性にした硝酸銀の水溶液に硫化水素を通じても、硫化銀の沈殿は生じない。
- ⑥ 臭化銀に光を当てると、酸化銀の粒子が遊離する。

4. 次の文(a)～(c)に当てはまる貴ガスの組合せとして、正しいのは 10 である。

- (a)イオン化エネルギーが最も大きく、気球や極低温実験などに利用される。
- (b)大気中に最も多く含まれ、電球や溶接用保護ガスなどに利用される。
- (c)一番外側の電子殻はN殻であり、ガスレーザーや電球などに利用される。

<解答群>

- |   | (a) | (b) | (c) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | He  | Ne  | Ar  |
| ② | He  | Ne  | Kr  |
| ③ | He  | Ar  | Ne  |
| ④ | He  | Ar  | Kr  |
| ⑤ | Kr  | Ar  | He  |
| ⑥ | Kr  | Ar  | Ne  |
| ⑦ | Kr  | Ne  | Ar  |
| ⑧ | Kr  | Ne  | He  |

[II] 1. アルカリ金属元素とアルカリ土類金属元素(Ca, Sr, Ba)に関する次の文の(a)と(b)に当てはまる語の組合せとして、正しいのは 7 である。

いずれも「単体は、常温で水と反応し水酸化物となる」,「天然では陽イオンとして存在する」,「Naは黄, Caは(a)のように特徴的な炎色反応を示す」などの性質を共通して示す。一方でアルカリ金属塩は概ね水に溶けやすいが, アルカリ土類金属の(b)や硫酸塩は水に溶けにくい。

<解答群>

- |   | (a) | (b) |
|---|-----|-----|
| ① | 橙 赤 | 塩化物 |
| ② | 橙 赤 | 炭酸塩 |
| ③ | 橙 赤 | 硝酸塩 |
| ④ | 赤 紫 | 塩化物 |
| ⑤ | 赤 紫 | 炭酸塩 |
| ⑥ | 赤 紫 | 硝酸塩 |

5. 次の文(a)～(d)のうち、二酸化硫黄と硫化水素の両方に当てはまるのは 11 である。

- (a) 水溶液は弱酸性を示す。
- (b) 下方置換で捕集する。
- (c) 酸化剤としてはたらく。
- (d) 無色で有毒な気体である。

<解答群>

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

6. 次の文の(a)～(c)に当てはまるものの組合せとして、正しいのは 12 である。

金属元素の陽イオンに、分子または陰イオンが(a)してできたイオンのことを錯イオンという。

ヘキサシアニド鉄(III)酸イオンは錯イオンであり、その配位数は(b)、配位子は(c)である。

<解答群>

- |   | (a)   | (b) | (c)           |
|---|-------|-----|---------------|
| ① | イオン結合 | 4   | $\text{CN}^-$ |
| ② | イオン結合 | 6   | $\text{CN}^-$ |
| ③ | イオン結合 | 4   | $\text{NH}_3$ |
| ④ | イオン結合 | 6   | $\text{NH}_3$ |
| ⑤ | 配位結合  | 4   | $\text{CN}^-$ |
| ⑥ | 配位結合  | 6   | $\text{CN}^-$ |
| ⑦ | 配位結合  | 4   | $\text{NH}_3$ |
| ⑧ | 配位結合  | 6   | $\text{NH}_3$ |

[III] 1. 濃度が  $0.70 \text{ mol/L}$  の硝酸を  $200 \text{ mL}$  調製するためには、質量パーセント濃度が  $63\%$  で密度が  $1.4 \text{ g/cm}^3$  である濃硝酸を 13  $\text{mL}$  はかり取り、純水で希釈して  $200 \text{ mL}$  にする。

<解答群>

- ① 5.0
- ② 6.3
- ③ 7.0
- ④ 10
- ⑤ 50
- ⑥ 63
- ⑦  $1.0 \times 10^2$

2. 白金電極を用いて、硝酸ナトリウム水溶液を  $1.00 \text{ A}$  の一定電流で  $386 \text{ 秒間}$  電気分解した。陽極から発生したすべての気体を水上置換でメスシリンダーに捕集して体積を測定したところ、 $27^\circ\text{C}$ 、 $1.036 \times 10^5 \text{ Pa}$  で 14  $\text{mL}$  であった。

ただし、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、気体定数は  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ 、 $27^\circ\text{C}$  における水の飽和蒸気圧は  $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$  とする。また、発生した気体の水への溶解は無視できるものとする。

<解答群>

- ① 2.5
- ② 5.0
- ③ 10
- ④ 25
- ⑤ 50
- ⑥  $1.0 \times 10^2$

3. 温度 80℃ における硫酸銅(Ⅱ)の飽和水溶液 78 g を 20℃ に冷却すると、硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶が 15 g 析出する。

ただし、硫酸銅(Ⅱ)は、80℃ の水 100 g に 56 g まで、20℃ の水 100 g には 20 g まで溶解する。

また、硫酸銅(Ⅱ)の式量は 160 とする。

<解答群>

- ① 18
- ② 23
- ③ 28
- ④ 32
- ⑤ 36
- ⑥ 50

4. 気体のヨウ化水素 12.8 g のみを容積 2.00 L の密閉容器に入れて、ある一定温度に保つと、平衡に達して気体のヨウ素が 2.54 g 生じた。容積 2.24 L の密閉容器に水素 0.1800 g と気体のヨウ素 22.86 g だけを入れ、同じ一定温度に保ち平衡に達すると、ヨウ化水素は 16 g 生じる。

<解答群>

- ①  $1.80 \times 10^{-2}$
- ②  $7.20 \times 10^{-2}$
- ③  $8.00 \times 10^{-2}$
- ④ 2.30
- ⑤ 9.22
- ⑥ 10.2
- ⑦ 18.4

5. 濃度 0.27 mol/L の酢酸水溶液の pH は 17 である。

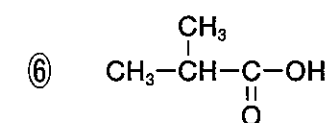
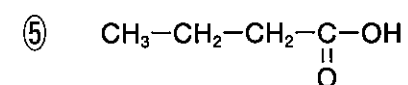
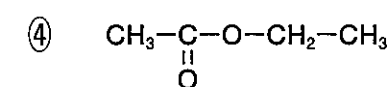
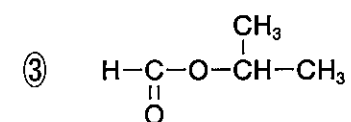
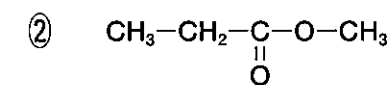
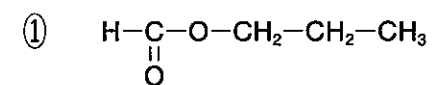
ただし、酢酸の電離定数は  $2.7 \times 10^{-5}$  mol/L,  $\log_{10} 2.7 = 0.43$  とする。

<解答群>

- ① 1.3
- ② 2.6
- ③ 3.4
- ④ 4.3
- ⑤ 5.4
- ⑥ 6.6
- ⑦ 7.0

〔Ⅳ〕 1. 分子式  $C_4H_8O_2$  で表される化合物のうち、食酢の主成分であるカルボン酸と、グルコースに酵母を作用させて得られるアルコールとの反応によって生じるエステルは 18 である。

<解答群>



2. 次の文の(a)と(b)に当てはまる数字の組合せのうち、正しいのは 19 である。

分子内に1個の酸素原子を含み、炭素原子、水素原子、酸素原子のみからなる芳香族化合物(分子量108)には、5種類の構造異性体が存在する。これらのうち、ナトリウムと反応し水素が発生する化合物は(a)種類ある。また、これら(a)種類のうち、(b)種類の化合物は、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても呈色しない。

<解答群>

|   | (a) | (b) |
|---|-----|-----|
| ① | 3   | 1   |
| ② | 3   | 2   |
| ③ | 3   | 3   |
| ④ | 4   | 1   |
| ⑤ | 4   | 2   |
| ⑥ | 4   | 3   |
| ⑦ | 5   | 1   |
| ⑧ | 5   | 2   |
| ⑨ | 5   | 3   |

3. 次の文の(a)～(c)に当てはまる語の組合せのうち、正しいのは 20 である。

ポリビニルアルコールは、(a)を付加重合させた後、メタノール溶液中で(b)を用いてけん化することにより生成する。このポリビニルアルコールを細孔から硫酸ナトリウムの飽和水溶液中に押し出すと、塩析が起こり繊維状に固まる。さらに(c)水溶液で処理することで、水に不溶な繊維であるビニロンが得られる。

<解答群>

|   | (a)   | (b)      | (c)      |
|---|-------|----------|----------|
| ① | 酢酸ビニル | 水酸化ナトリウム | アセトン     |
| ② | 酢酸ビニル | 水酸化ナトリウム | ホルムアルデヒド |
| ③ | 酢酸ビニル | 塩酸       | アセトン     |
| ④ | 酢酸ビニル | 塩酸       | ホルムアルデヒド |
| ⑤ | 塩化ビニル | 水酸化ナトリウム | アセトン     |
| ⑥ | 塩化ビニル | 水酸化ナトリウム | ホルムアルデヒド |
| ⑦ | 塩化ビニル | 塩酸       | アセトン     |
| ⑧ | 塩化ビニル | 塩酸       | ホルムアルデヒド |

4. 次の文の(a)と(b)に当てはまる語の組合せのうち、正しいのは 21 である。

スチレンに少量の(a)を混ぜて共重合させることにより得られる合成樹脂を濃硫酸で処理すると、樹脂中のベンゼン環にスルホ基が導入されたイオン交換樹脂となる。この樹脂が充てんされたカラム(筒型容器)に塩化ナトリウム水溶液を通すと、流出液として(b)が得られる。

<解答群>

|   | (a)                | (b)         |
|---|--------------------|-------------|
| ① | <i>p</i> -キシレン     | 水酸化ナトリウム水溶液 |
| ② | <i>p</i> -キシレン     | 塩酸          |
| ③ | <i>p</i> -キシレン     | 純水          |
| ④ | <i>p</i> -ジビニルベンゼン | 水酸化ナトリウム水溶液 |
| ⑤ | <i>p</i> -ジビニルベンゼン | 塩酸          |
| ⑥ | <i>p</i> -ジビニルベンゼン | 純水          |

5. 次の文(a)～(c)のうち、アミラーゼによるデンプン水溶液中のデンプンのマルトースへの加水分解が完了したことを確認する方法として、正しいのは 22 である。

(a)水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えて赤紫色に呈色しないことを確認する。

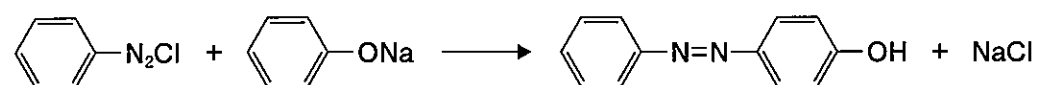
(b)ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えて呈色しないことを確認する。

(c)ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めたとき、黄色結晶が生成しないことを確認する。

<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)

- 〔V〕 1. 染料や顔料として用いられるアゾ化合物はジアゾカップリングによりつくられる。塩化ベンゼンジアゾニウムとナトリウムフェノキシドを 0.12 mol ずつ反応させたとき、*p*-ヒドロキシアゾベンゼンが 17.82 g 得られた。



塩化ベンゼン  
ジアゾニウム

ナトリウム  
フェノキシド

*p*-ヒドロキシアゾベンゼン

得られた *p*-ヒドロキシアゾベンゼンの物質量は 23 mol であり、また、用いた塩化ベンゼンジアゾニウムの 24 % が *p*-ヒドロキシアゾベンゼンになった。

< 23 の解答群 >

- ① 0.010
- ② 0.020
- ③ 0.030
- ④ 0.040
- ⑤ 0.050
- ⑥ 0.060
- ⑦ 0.070
- ⑧ 0.080
- ⑨ 0.090

< 24 の解答群 >

- ① 0
- ② 25
- ③ 50
- ④ 75
- ⑤ 90
- ⑥ 100

2. ある食品 X のタンパク質含有率(%)を求めたい。食品 X 2.0 g を分解して、タンパク質中の窒素をすべてアンモニアに変え、発生したアンモニアを 0.10 mol/L の硫酸水溶液 20 mL に吸収させた。残った硫酸を中和するのに、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を要した。発生したアンモニアの物質量は 25 mol である。この結果から、食品 X にはタンパク質が 26 % 含まれる。ただし、食品 X のタンパク質の質量のうち 16 % が窒素とする。

< 25 の解答群 >

- ①  $1.0 \times 10^{-3}$
- ②  $2.0 \times 10^{-3}$
- ③  $3.0 \times 10^{-3}$
- ④  $4.0 \times 10^{-3}$
- ⑤  $5.0 \times 10^{-3}$
- ⑥  $6.0 \times 10^{-3}$

< 26 の解答群 >

- ① 13
- ② 26
- ③ 39
- ④ 52
- ⑤ 65
- ⑥ 78