# 化　学

（解答はすべて解答用紙に記入すること）

必要があれば、以下の原子量と近似値を使うこと。

H：1.00　　C：12.0　　O：16.0　　Na：23.0　　Cl：35.5

19.4 ℃、$1.013 \times 10^5$ Pa における気体のモル体積 = 24.0 L/mol

アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}$/mol

25 ℃における水のイオン積 $K_W = 1.0 \times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$

$\log_{10}2 = 0.30$　　$\log_{10}3 = 0.48$　　$\log_{10}7 = 0.85$

**第１問**　次の問い（**問１～８**）に答えよ。〔**解答番号** 1 ～ 8 〕

**問１**　元素が示す炎色反応に関する記述として**誤りを含むもの**を、次の①～④のうちから一つ選べ。 1

① 炎色反応は特定の元素で起こり、示さない元素も多い。

② 炎色反応の色は元素によって異なるので、それらの色から物質中に含まれている元素を検出できる。

③ カリウムは黄色の炎色反応を示す。

④ 花火の色は炎色反応によるものである。

**問2**　電子に関する記述として**誤りを含むもの**を、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

① 電子1個の質量は、陽子1個の質量の約 $\frac{1}{1840}$ 倍である。

② 電子1個がもつ負電荷の絶対値と陽子1個がもつ正電荷の絶対値は、わずかに電子の値の方が大きい。

③ 電子1個がもつ電荷（粒子がもつ電気量）の絶対値は、電気量の最小単位であり、電気素量ともよばれる。

④ ボーアが提示した原子模型では、電子は原子核を取り囲む電子殻とよばれるいくつかの層に分かれて存在する。

**問３**　次の物質（**a**～**d**）のうち、常温・常圧の状態で、下線を引いた原子１個が他の２個の原子のみと共有結合している物質の数として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 **3**

**a**　酸化ナトリウムに含まれる O 原子

**b**　酸化鉛(Ⅳ)に含まれる Pb 原子

**c**　二酸化ケイ素に含まれる Si 原子

**d**　硫化水素に含まれる S 原子

① 1　② 2　③ 3

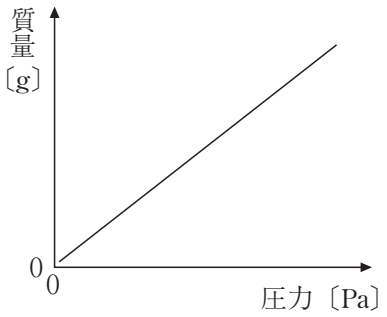
④ 4　⑤ 0（なし）

**問4**　容積を自由に変化させることができる密閉容器を真空状態になるまで排気した後、気体の性質を調べる実験操作を一定温度に保って行った。次の(1)および(2)の関係が正しく示されているグラフの組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、気体の水への溶解はヘンリーの法則に従い、気体が示す圧力はボイルの法則に従って変化するものとする。また、水の蒸気圧は無視できるものとする。 **4**

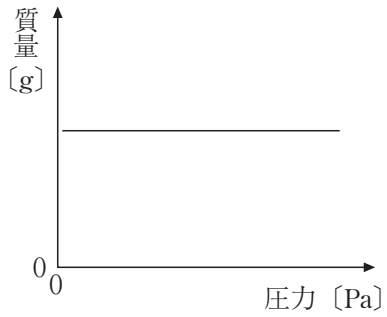
(1)　容器に一定量のネオンと一定量の水を入れ、容積を減少させながら、ネオンが示す圧力〔Pa〕と水に溶けるネオンの質量〔g〕との関係を調べた。

(2)　容器に一定量のネオンのみを入れ、容積を減少させながら、ネオンが示す圧力〔Pa〕とネオンの質量〔g〕との関係を調べた。

ア




イ




| | (1) | (2) |
|---|---|---|
| ① | ア | ア |
| ② | ア | イ |
| ③ | イ | ア |
| ④ | イ | イ |

**問５**　40.0 g の酸素に無声放電したところ、その 20.0 %だけが反応してオゾンに変化した。生じた混合気体が 19.4 ℃、$1.013 \times 10^5$ Pa で占める体積〔L〕として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

① 20.0　　② 24.0　　③ 28.0　　④ 33.0

**問6**　次の反応（**a**と**b**）について、下線を引いた$H_2O$が還元剤としてはたらいている反応または反応の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **6**

**a**　$CO_2 + \underline{H_2O} \rightleftarrows H_2CO_3$

**b**　$Cl_2 + \underline{H_2O} \rightleftarrows HCl + HClO$

①　**a**のみ　　②　**b**のみ　　③　**a**と**b**　　④　なし

**問7**　化学反応に触媒を用いると、触媒は反応物にはたらき、活性化エネルギーの値がより小さい経路で反応が進行する。生成物が生じると、多くの触媒は元の状態に戻り、再生される。触媒のうち、反応物と均一に混合された状態ではたらく触媒を均一触媒（均一系触媒）とよぶ。例えば、過酸化水素水に (A) を加えると過酸化水素が (B) に分解される。このとき、 (A) は均一触媒（均一系触媒）としてはたらいている。

空欄 (A) と (B) にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **7**

| | (A) | (B) |
|---|---|---|
| ① | 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 | 水素と酸素 |
| ② | 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 | 水と酸素 |
| ③ | 酸化マンガン(Ⅳ)粉末 | 水素と酸素 |
| ④ | 酸化マンガン(Ⅳ)粉末 | 水と酸素 |

**問8**　塩の加水分解反応に関する記述（**ア**と**イ**）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、強酸と強塩基は水溶液中では完全に電離するものとする。 **8**

**ア**　弱酸と強塩基の中和によって生じる塩である炭酸水素ナトリウムは、酸性塩に分類され、その水溶液は塩の加水分解反応が進行するので塩基性を示す。

**イ**　強酸と強塩基の中和によって生じる塩である硫酸水素ナトリウムは、酸性塩に分類され、その水溶液は塩の加水分解反応が進行しないが酸性を示す。

| | **ア** | **イ** |
|---|---|---|
| ① | 正 | 正 |
| ② | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 誤 |

## 第２問　次の問い（問１～８）に答えよ。〔解答番号 9 ～ 16 〕

**問１**　元素の周期表で第１周期から第６周期までに配置されている 18 族の元素に関する記述（**ア**と**イ**）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 9

**ア**　単体は単原子分子からなり、常温・常圧でラドンは無色の液体、他は無色の気体として存在する。

**イ**　ヘリウムの単体は、大気圧下で最も沸点が低い物質である。

| | ア | イ |
|---|---|---|
| ① | 正 | 正 |
| ② | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 誤 |

**問2**　ハロゲン化水素に関する記述（**ア**と**イ**）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **10**

**ア**　塩化水素の水溶液である塩酸は混合物に分類されるが、フッ化水素酸は純物質に分類される。

**イ**　HF、HCl、HBr の沸点は、HBr ＜ HCl ＜ HF の順に高くなる。

| | ア | イ |
|---|---|---|
| ① | 正 | 正 |
| ② | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 誤 |

**問３**　硫酸に関する記述（**ア**と**イ**）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 11

**ア**　硫酸は常温・常圧で無色の液体物質であり、市販の濃硫酸には数％程度の水が含まれている。

**イ**　硫酸は強酸であるので、濃硫酸ではほぼ完全に硫酸が電離した状態で存在している。

| | ア | イ |
|---|---|---|
| ① | 正 | 正 |
| ② | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 誤 |

**問４**　元素の周期表で第２周期から第６周期までに配置されている１族の元素に関する記述（**ア**と**イ**）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **12**

**ア**　酸化物はいずれも塩基性酸化物であり、常温で水と反応して水酸化物が生じる。

**イ**　水酸化物はいずれも水に溶けやすく、それらの水溶液は強い塩基性を示す。

| | **ア** | **イ** |
|---|---|---|
| ① | 正 | 正 |
| ② | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 誤 |

**問５**　カルシウムの化合物に関する記述（**ア**と**イ**）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **13**

**ア**　石灰水に二酸化炭素を通じると溶液が白濁するが、さらに二酸化炭素を通じ続けると、無色透明の溶液になる。

**イ**　塩化カルシウムは溶解時の発熱量が大きく、凝固点降下の効果も大きいため、融雪剤（凍結防止剤）に用いられている。

| | ア | イ |
|---|---|---|
| ① | 正 | 正 |
| ② | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 誤 |

**問6**　金属の単体は、他の金属などと混合、融解させることによって、もとの金属とは異なる性質をもつ金属にすることができる。このようにして得られる金属を合金という。アルミニウムを主成分とする合金のうち、 (A) などを含むものは (B) とよばれ、軽量で機械的にも強いので、航空機の機体などに広く利用されている。

空欄 (A) と (B) にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **14**

| | (A) | (B) |
|---|---|---|
| ① | 炭素 | アルミナ |
| ② | 炭素 | ジュラルミン |
| ③ | 銅 | アルミナ |
| ④ | 銅 | ジュラルミン |

**問7**　硝酸銀水溶液に、少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると水に溶けにくい固体が沈殿する。この固体に関する記述として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 15

① 白色である。

② 銀イオンと水酸化物イオンが1：1の物質量比でイオン結合した化合物である。

③ 空気中で加熱すると分解して銀の単体に変化する。

④ アセトアルデヒドにアンモニア性硝酸銀水溶液を作用させても得られる。

**問8**　6種類の金属イオン $Al^{3+}$、$Ba^{2+}$、$Cu^{2+}$、$Fe^{3+}$、$Pb^{2+}$、$Zn^{2+}$ をすべて含む硝酸塩の混合水溶液がある。この水溶液に①から④までの実験操作を順番に行った。6種類すべての金属イオンが化合物として沈殿することになるのはどの操作を行った直後か。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **16**

① 混合水溶液に希硫酸を加えた後に、その溶液をろ過する。

② ①のろ液に過剰のアンモニア水を加えた後に、その溶液をろ過する。

③ ②のろ液に硫化水素を飽和するまで通じた後に、その溶液をろ過する。

④ ③のろ液に希塩酸を加えた後に、その溶液をろ過する。

## 第３問　次の問い（問１～９）に答えよ。〔解答番号 17 ～ 25 〕

**問１**　有機化合物の特性を決める原子団を官能基といい、官能基が異なると化合物の性質が異なるため、有機化合物は官能基の種類にもとづいて分類することもできる。官能基の種類と化合物の一般名の組合せとして**適当ではないもの**を、次の①～⑦のうちから一つ選べ。 17

| | 官能基の種類 | 化合物の一般名 |
|---|---|---|
| ① | アミド結合 | アミド |
| ② | アミノ基 | アミノ酸 |
| ③ | エステル結合 | エステル |
| ④ | エーテル結合 | エーテル |
| ⑤ | カルボキシ基 | カルボン酸 |
| ⑥ | スルホ基 | スルホン酸 |
| ⑦ | ヒドロキシ基 | アルコール |

**問2**　有機化合物の化合物名と化学式の組合せのうち、その化学式が分子式で示されているものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **18**

| | 化合物名 | 化学式 |
|---|---|---|
| ① | アセチレン | H－C≡C－H |
| ② | ギ酸 | HCOOH |
| ③ | 酢酸ナトリウム | $C_2H_3O_2Na$ |
| ④ | ベンゼン |  |
| ⑤ | ブロモベンゼン | $C_6H_5Br$ |
| ⑥ | ホルムアルデヒド | HCHO |

**問３**　次の有機化合物（**a**～**d**）のうち、分子を構成するすべての原子が常に同一平面上に存在する化合物の数として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 **19**

**a**　エチレン　　**b**　メタン

**c**　シクロヘキサン　　**d**　ベンゼン

①　1　　②　2　　③　3

④　4　　⑤　0（なし）

**問４**　炭化水素に関する記述（**ア**と**イ**）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **20**

**ア**　炭素数が同じアルキンとシクロアルケンは互いに構造異性体の関係にある。

**イ**　メタノール分子が集まってできたかごのような構造にメタン分子が取りこまれたものをメタンハイドレートという。

| | **ア** | **イ** |
|---|---|---|
| ① | 正 | 正 |
| ② | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 誤 |

**問５**　アルコールに関する記述（**ア**と**イ**）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **21**

**ア**　一般に炭素数の少ないアルコールは水に溶けやすく、炭素数が多くなると水に溶けにくくなる。

**イ**　酸化されてアセトンが生じる 2-プロパノールは 2 価アルコール（二価アルコール）に分類される鎖式アルコールである。

| | ア | イ |
|---|---|---|
| ① | 正 | 正 |
| ② | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 誤 |

**問６**　カルボン酸に関する記述（**ア**と**イ**）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **22**

**ア**　ギ酸は水に溶けやすく、その水溶液は同じモル濃度の酢酸水溶液より強い酸性を示す。

**イ**　オレイン酸、マレイン酸は、いずれもその分子内に炭素原子間の二重結合をもつ。

| | ア | イ |
|---|---|---|
| ① | 正 | 正 |
| ② | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 誤 |

**問7**　アニリンと亜硝酸ナトリウム水溶液を5℃以下に冷却した希塩酸に加えると、反応液中に芳香族化合物**X**が生成する。5℃以下に冷却した化合物**X**の水溶液にナトリウムフェノキシド水溶液を加えると、芳香族化合物**Y**が生成する。化合物**X**、**Y**に関する記述（**ア**と**イ**）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **23**

**ア**　**X**の水溶液を加温すると、人体に極めて毒性が高い赤褐色の気体が発生する。

**イ**　**Y**は水に溶けやすい黒色のアゾ化合物であるため、水彩絵の具にも含まれている。

| | **ア** | **イ** |
|---|---|---|
| ① | 正 | 正 |
| ② | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 誤 |

**問8**　エステル結合をもつ芳香族化合物**X**（分子量 136）を十分量の水酸化ナトリウム水溶液とともに加熱すると、反応液中から水に溶けにくい有機化合物**Y**が遊離した。**Y**をエーテルで抽出した残りの水溶液に溶液が酸性となるまで希塩酸を加えると、有機化合物**Z**が生じた。有機化合物**Z**に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **24**

① 塩化鉄(Ⅲ)のうすい水溶液を加えると、紫色に呈色する。

② 銀鏡反応を示す。

③ 空気中で熱した銅に触れさせるとホルムアルデヒドに変化する。

④ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液とともに加熱すると、水に溶けにくい黄色の固体が析出する。

**問９**　動物や植物の体内に存在している油脂に関する記述（**ア**と**イ**）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 **25**

**ア**　脂肪酸と 1, 2, 3–プロパントリオール（グリセリン）の縮合重合によって生じるエステルである。

**イ**　一般に、分子中の炭素原子間二重結合を多く含む油脂ほど、強い分子間力がはたらき、融点が高くなる傾向がある。

| | ア | イ |
|---|---|---|
| ① | 正 | 正 |
| ② | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 誤 |