

## 選択問題 生物・化学・数学

(試験時間 10:00 ~ 12:00)

### 受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
  2. この問題冊子は 36 ページある。
  3. 生物・化学・数学のうち 2 つを選んで解答すること。
  4. 試験中に問題冊子のページの脱落等に気付いた場合は、手をあげて監督者に知らせること。
  5. 解答用紙に受験番号を記入し、マーク欄にマークすること。また、氏名とふりがなを記入すること。
  6. 数学については、選択問題 ④ と ⑤ のどちらか一方を選択してマーク欄にマークし、選択した方の問題を解答すること。(マーク欄にマークがない場合は採点されない)
  7. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。
  8. 解答用紙への記入には必ず HB の黒鉛筆またはシャープペンシル (HB, 0.5 mm 芯以上) を用いること。他の筆記用具を用いると、正確に読み取れない場合がある。
  9. マーク式の解答にあたっては、解答用紙の該当する箇所を  
右に示す例に従ってぬりつぶすこと。  
例えば 2 にマークするときは、次のように  
①●③とする。
- | 例 |       |
|---|-------|
| 良 | 不良    |
| ● | ● ⊗ ● |
10. 一度記入したマークを消す場合には、消しゴムできれいに消すこと。  
×をつけても消したことにはならない。また消しゴムのくずを完全にに取り除いておくこと。
  11. 解答がマーク式でないものについては、指定の箇所に解答を記入すること。
  12. 解答用紙の指定された場所以外には何も書いてはならない。
  13. 計算には問題冊子の余白あるいは別に配布する計算用紙 (白紙) を使用すること。
  14. 辞書機能、計算機能をもつものを使用してはならない。
  15. 携帯電話の電源は切っておくこと。身につけたり机上に置いたりしてはならない。
  16. この問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

#### 解答上の注意 (数学を選択した場合)

解答上の注意は裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。ただし、指示があるまで問題冊子を開いてはならない。



# 化 学

必要があれば次の数値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Br = 80

1 以下の問1～問5に答えなさい。

問1 次の記述①～⑥のうち、正しいものを二つ選びなさい。(解答欄1－ア)

- ① すべての原子の原子核は、陽子と中性子からなる。
- ② ネオンとアルゴンは同素体で、原子中の価電子の数が同じである。
- ③ 互いに同位体である原子の陽子の数は等しく、電子配置も同じである。
- ④  $^{40}\text{Ar}$  と  $^{39}\text{K}$  では、 $^{39}\text{K}$  の方が陽子数、中性子数ともに多い。
- ⑤ 酸素原子の三つの同位体 ( $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) から生じうる酸素分子は、3種類である。
- ⑥ 原子番号1から18の元素は、すべて典型元素である。

問2 次の記述①～⑥のうち、正しいものを二つ選びなさい。(解答欄1－イ)

- ① 塩化水素の分子中には共有電子対と非共有電子対が二つずつ含まれている。
- ② 水と硫化水素の分子の構造は折れ線形で、分子量の大きい硫化水素の方が水よりも沸点が高い。
- ③ フッ素原子は、電気陰性度が大きく、共有電子対を引き付ける力が強い。
- ④ アンモニウムイオンは、アンモニア分子に水素原子が配位結合してできる。
- ⑤ 二酸化ケイ素はイオン結晶からなり、固体の状態では電気伝導性がないが、水溶液には電気伝導性がある。
- ⑥ 塩化物イオンの半径は、塩素原子の半径よりも大きい。

(化 学)

問3 周期表の第3周期の元素, またはその原子に関する記述①~⑥のうち, 正しいものを二つ選びなさい。(解答欄1-ウ)

- ① 単体が常温・常圧において気体で存在するものは二つである.
- ② 金属元素と非金属元素の数が同じである.
- ③ すべての元素の化学的性質はよく似ている.
- ④ 価電子の数が最も多いのはアルゴンである.
- ⑤ いずれも, 最外殻の電子はM殻に存在している.
- ⑥ 第一イオン化エネルギーが最も大きいのはナトリウムの原子である.

問4  $n$  [g] の  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  を水に溶かして  $x$  [mL] の水溶液を調製したところ, 密度は  $d$  [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ] であった. この  $\text{CuSO}_4$  水溶液の質量パーセント濃度 [%] を表す式として最も適するものを, 次の①~⑥から一つ選びなさい. ただし  $\text{CuSO}_4 = 160$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 18$  とする.(解答欄1-エ)

- ①  $\frac{100n}{dx}$
- ②  $\frac{64n}{dx}$
- ③  $\frac{n}{dx}$
- ④  $\frac{4n}{x}$
- ⑤  $\frac{16n}{25dx}$
- ⑥  $\frac{160n}{250dx+90n}$

問5 次の a~e の化学反応のうち, 酸化還元反応であるものの数として最も適するものを, 次の①~⑥から一つ選びなさい.(解答欄1-オ)

- a  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- b  $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
- c  $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
- d  $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$
- e  $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{AgCl}$

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 5
- ⑥ 0

(化 学)

2 内容積が 10 L の真空容器に、窒素 0.20 mol と液体の水 1.8 g を入れて密閉し、温度を一定に保った。液体の体積と液体に対する気体の溶解は無視できるものとして、以下の問 1 ～問 4 に答えなさい。ただし、気体定数  $R$  は  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ 、 $57^\circ\text{C}$  と  $77^\circ\text{C}$  における水の飽和蒸気圧はそれぞれ  $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$  と  $4.7 \times 10^4 \text{ Pa}$  とし、気体は理想気体としてふるまうものとする。

問 1  $57^\circ\text{C}$  における容器内の水の分圧は何 Pa か。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄 2 - ア)

- ①  $1.7 \times 10^4$                       ②  $2.0 \times 10^4$                       ③  $2.7 \times 10^4$   
④  $3.5 \times 10^4$                       ⑤  $4.0 \times 10^4$                       ⑥  $4.7 \times 10^4$

問 2  $57^\circ\text{C}$  における容器内の全圧は何 Pa か。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄 2 - イ)

- ①  $2.0 \times 10^4$                       ②  $4.6 \times 10^4$                       ③  $5.5 \times 10^4$   
④  $7.5 \times 10^4$                       ⑤  $8.3 \times 10^4$                       ⑥  $9.6 \times 10^4$

問 3  $57^\circ\text{C}$  において液体として存在している水の質量は何 g か。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄 2 - ウ)

- ① 0                      ② 0.49                      ③ 0.96                      ④ 1.3                      ⑤ 1.5                      ⑥ 1.7

問 4  $77^\circ\text{C}$  における容器内の全圧は何 Pa か。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄 2 - エ)

- ①  $2.9 \times 10^4$                       ②  $5.8 \times 10^4$                       ③  $8.7 \times 10^4$   
④  $1.1 \times 10^5$                       ⑤  $2.9 \times 10^5$                       ⑥  $5.8 \times 10^5$

(化 学)

3 次に示した標準状態 ( $0^{\circ}\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ ) における各物質の燃焼熱と生成熱をもとに、以下の問1～問5に答えなさい。

黒鉛(固体)の燃焼熱：	394 kJ/mol
$\text{H}_2\text{O}$ (液体)の生成熱：	286 kJ/mol
ステアリン酸(固体)の生成熱：	949 kJ/mol
グルコース(固体)の生成熱：	1275 kJ/mol

問1 ステアリン酸  $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$  は炭素数18の飽和脂肪酸で、その分子量は、 である。空欄のア～ウに該当する数字を解答欄にマークしなさい。

(解答欄3-ア～ウ)

問2 ステアリン酸1 mol が完全に燃焼したとき、 mol の  $\text{O}_2$  を消費して  mol の  $\text{CO}_2$  と  mol の  $\text{H}_2\text{O}$  が生成する。空欄のエ～ケに該当する数字を解答欄にマークしなさい。(解答欄3-エ～ケ)

問3 ステアリン酸1.0 g が完全に燃焼したときに生じる熱は何 kJ か。最も近い値を次の①～⑨から一つ選びなさい。(解答欄3-コ)

- ① 11            ② 19            ③ 30            ④ 40            ⑤ 51  
⑥ 63            ⑦ 75            ⑧ 81            ⑨ 90

問4 ステアリン酸が完全に燃焼したときに生成する  $\text{H}_2\text{O}$  の物質量は、同じ質量のグルコース  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  が完全に燃焼したときに生成する  $\text{H}_2\text{O}$  の物質量の何倍か。最も近い値を次の①～⑨から一つ選びなさい。(解答欄3-サ)

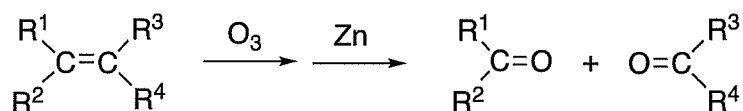
- ① 1.1            ② 1.9            ③ 3.0            ④ 4.0            ⑤ 5.1  
⑥ 6.3            ⑦ 7.5            ⑧ 8.1            ⑨ 9.0

問5 ステアリン酸1.0 g が完全に燃焼したときに生成する  $\text{H}_2\text{O}$  の質量は何 g か。最も近い値を次の①～⑨から一つ選びなさい。(解答欄3-シ)

- ① 1.1            ② 1.9            ③ 3.0            ④ 4.0            ⑤ 5.1  
⑥ 6.3            ⑦ 7.5            ⑧ 8.1            ⑨ 9.0

4 次の記述 I～VI を読み、以下の問 1～問 4 に答えなさい。

- I 有機化合物 A, B, C, D の分子式は  $C_6H_{12}$  である。  
 II 化合物 A および B をそれぞれ臭素水に加えると、赤褐色が脱色され、不斉炭素原子をもたない化合物となった。  
 III 化合物 A および B に対してオゾン分解を行うと、化合物 A からは 1 種類の化合物が得られ、化合物 B からはホルムアルデヒドと化合物 E が得られた。なお、オゾン分解とは以下の式 1 のように、アルケンにオゾン ( $O_3$ ) を反応させた後、亜鉛で処理すると、アルケンの二重結合が開裂してアルデヒドまたはケトンが生成する反応である。



式 1 :  $R^1 \sim R^4$  は H またはアルキル基

- IV 化合物 C を臭素水に加えても、赤褐色が脱色されなかった。  
 V ニッケルを触媒として高圧下でベンゼンと水素を反応させると、化合物 C が得られた。  
 VI 化合物 D はイソプロピル基をもつ、トランス形の化合物である。

問 1 記述 II において、420 mg の化合物 B を完全に臭素化するために最低限必要な臭素の質量は何 mg か。最も近い値を次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 4 - ア)

- ① 100                      ② 200                      ③ 300                      ④ 400                      ⑤ 500  
 ⑥ 600                      ⑦ 700                      ⑧ 800

問 2 化合物 A をオゾン分解したときに生じる化合物の名称として最も適するものを次の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄 4 - イ)

- ① アセトアルデヒド      ② エチルメチルケトン      ③ ジメチルエーテル  
 ④ アセトン                      ⑤ プロピオンアルデヒド      ⑥ グリセリン  
 ⑦ ジエチルエーテル      ⑧ ジエチルケトン

(化 学)

問3 記述Vの反応は、次の①～⑧のどれに該当するか。最も適切なものを一つ選びなさい。(解答欄4-ウ)

- ① 脱水反応      ② 縮合反応      ③ 付加反応      ④ けん化  
⑤ 酸化反応      ⑥ エステル化      ⑦ 置換反応      ⑧ 付加重合

問4 化合物A, B, C, D, Eの構造式をそれぞれ解答用紙裏面の解答欄C, D, E, F, Gに書きなさい。

化合物A (解答欄Cに書きなさい)

化合物B (解答欄Dに書きなさい)

化合物C (解答欄Eに書きなさい)

化合物D (解答欄Fに書きなさい)

化合物E (解答欄Gに書きなさい)



5 生体に存在する分子に関する以下の問1～問5に答えなさい。

問1 グルコースには、鎖状構造のときは  $\boxed{\text{ア}}$  個の不斉炭素原子があり、環状構造のときは  $\boxed{\text{イ}}$  個の不斉炭素原子がある。空欄アとイに該当する数字をマークしなさい。(解答欄5-ア, イ)

問2 グリコーゲンに関する次の記述について、空欄A～Cに該当するものの組み合わせとして最も適切なものを、表1の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄5-ウ)

グリコーゲンは、動物の肝臓や筋肉に多く含まれる。構造や分子量は  $\boxed{\text{A}}$  と似ているが、枝分かれがさらに多く、 $\boxed{\text{B}}$  反応で赤褐色を示す。グリコーゲンは、生体内で必要に応じて加水分解されて  $\boxed{\text{C}}$  となる。

表1

選択肢	A	B	C
①	アミロース	フェーリング液の還元	グルコース
②	アミロース	フェーリング液の還元	マルトース
③	アミロース	ヨウ素デンプン	グルコース
④	アミロース	ヨウ素デンプン	マルトース
⑤	アミロペクチン	フェーリング液の還元	グルコース
⑥	アミロペクチン	フェーリング液の還元	マルトース
⑦	アミロペクチン	ヨウ素デンプン	グルコース
⑧	アミロペクチン	ヨウ素デンプン	マルトース

問3 セルロースに関する次の記述①～⑤のうち、誤っているものを二つ選びなさい。(解答欄5-エ)

- ① 水に溶けにくく、ヨウ素デンプン反応を示さない。
- ② 多数の  $\beta$ -グルコースが1位と6位の  $-\text{OH}$  で脱水縮合しており、分子式は  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  である。
- ③ セルロース中のグルコース単位には、ヒドロキシ基  $-\text{OH}$  が4つ存在し、酸と反応させてエステルをつくることができる。
- ④ 分子全体では直鎖状構造をしているため、分子どうしが平行に並びやすく、分子間で多くの水素結合が形成されている。このことにより丈夫な繊維状の物質となる。
- ⑤ 衣料品や紙製品に利用されており、また、濃硝酸と濃硫酸の混合物を反応させるとトリニトロセルロースが得られ、火薬の原料として使われる。

(化学)

問4 グルタミン酸, グリシン, リシンを等電点の値が大きい順に左から並べるとき, 最も適切なものを次の①~⑥から一つ選びなさい。(解答欄5-オ)

- ① グルタミン酸 - グリシン - リシン
- ② グルタミン酸 - リシン - グリシン
- ③ グリシン - グルタミン酸 - リシン
- ④ グリシン - リシン - グルタミン酸
- ⑤ リシン - グルタミン酸 - グリシン
- ⑥ リシン - グリシン - グルタミン酸

問5 水に溶けるタンパク質Pの水溶液に関する次の記述①~⑥のうち, 正しいものを二つ選びなさい。(解答欄5-カ)

- ① 多量の電解質を加えるとタンパク質Pが凝集した。これは凝析という現象である。
- ② 加熱するとタンパク質Pが凝固・沈殿した。これは変性という現象である。
- ③ 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)水溶液を加えると赤紫色になった。これはニンヒドリン反応によるものである。
- ④ 濃硝酸を加えて熱すると黄色になり, さらにアンモニア水などを加えて塩基性になると橙黄色になった。これはシステインのような硫黄を含むアミノ酸がタンパク質Pに含まれているからである。
- ⑤ 濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後に, 酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると, 黒色沈殿を生じた。これはチロシンのような芳香族アミノ酸がタンパク質Pに含まれているからである。
- ⑥ 濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し, 生じる気体に赤色リトマス紙を近づけたら青く変色した。これは, タンパク質Pに限らず, タンパク質に窒素が含まれていることにより見られる現象である。