

選択問題 生物・化学・物理

(試験時間 10 : 00 ~ 11 : 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 40 ページある。
3. 生物・化学・物理のうち 1 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. 選択した科目名を解答用紙の選択科目名欄に記入し、記入した科目名を選択科目マーク欄にマークすること。(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。
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はない。また消しゴムのくずを完全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。

例

良	不良
●	● ⊗ ●

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, S = 32

1 以下の問1～問5に答えなさい。

問1 次の記述 a～c の正誤について最も適する組み合わせを、表1の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1－ア)

表1

- a 塩化ナトリウム水溶液を加熱して沸騰させ、発生する水蒸気を冷却して水を得る蒸留は、温度による溶解度の変化を利用した分離法である。
- b 酸素とオゾンは互いに同素体で、それぞれ常温では無色、無臭の気体である。
- c ^{12}C と ^{13}C は中性子の数が異なるが、電子配置は同じである。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問2 次の記述 a～c の正誤について最も適する組み合わせを、表2の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1－イ)

表2

- a 水分子は2組の共有電子対と2組の非共有電子対をもち、分子の形状は折れ線形である。
- b 水分子の共有電子対は、水素原子よりも酸素原子の方に強く引き寄せられている。これは、酸素原子の電気陰性度が水素原子よりも大きいからである。
- c 水と硫化水素を比べると、分子量は水の方が小さいが、沸点は水の方が高い。これは、水は分子間に水素結合がはたらくためである。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

(化 学)

問3 次の記述 a～c の正誤について最も適する組み合わせを、表3の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1-ウ)

表3

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

- a 周期表の第3周期の元素の原子のうち、第一イオン化エネルギーが最も大きいのは18族の原子である。
- b 硫酸アンモニウムの結晶は、硫酸アンモニウムがファンデルワールス力で引き合って規則正しく配列してできている。
- c 塩化ナトリウムの結晶はイオン結合によってできっており、水に溶けやすく、水溶液の沸点は水に比べて高い。

問4 次の記述 a～c の正誤について最も適する組み合わせを、表4の①～⑧から一つ選びなさい。(解答欄1-エ)

表4

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

- a アルカリ金属のリチウム、ナトリウム、カリウムの単体は、空気中の酸素と反応しやすいため水中で保管する。
- b 亜鉛とアルミニウムは、電気をよく通す導体と電気をほとんど通さない絶縁体の中間の性質をもつ両性金属である。
- c 銀と銅は塩酸とは反応しないが、濃硝酸とは反応して水素を発生し、それぞれ有色の溶液になる。

問5 密度 d [g/cm³]、質量パーセント濃度 n [%] の濃硫酸を水で薄めて 1.0 mol/L の希硫酸を x [mL] 調製したい。このとき必要な濃硫酸の体積 [mL] を表すものとして適するものを、次の①～⑧から一つ選びなさい。ただし、濃硫酸は 1.0 mol/L よりも濃いものとし、硫酸の分子量は 98 とする。(解答欄1-オ)

- ① $\frac{49d}{5nx}$ ② $\frac{49}{500dnx}$ ③ $\frac{9800}{dnx}$
- ④ $\frac{5dnx}{49}$ ⑤ $\frac{500dnx}{49}$ ⑥ $\frac{49x}{5dn}$
- ⑦ $980ndx$ ⑧ $10ndx$

(化 学)

2 次の文章を読み、以下の問1～問5に答えなさい。

分子式 C_4H_n で表される気体Aを十分な量の酸素と混合して完全燃焼させたところ、二酸化炭素（気体）が8.80 g、水（液体）が2.70 g生成し、127 kJの熱が発生した。

問1 気体Aの物質量は何 mol 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 0.015 ② 0.020 ③ 0.050 ④ 0.150
⑤ 0.200 ⑥ 0.275

問2 気体A 1.00 molを完全燃焼させたときに発生する熱量は何 kJ/mol 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)

- ① 635 ② 1016 ③ 1270 ④ 1905
⑤ 2540 ⑥ 3810

問3 分子式中の n として正しい値を次の①～⑤から一つ選びなさい。(解答欄2-ウ)

- ① 2 ② 4 ③ 6 ④ 8 ⑤ 10

問4 この反応で消費した酸素の物質量は何 mol 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 0.150 ② 0.200 ③ 0.250 ④ 0.275
⑤ 0.500 ⑥ 0.750

問5 この気体Aとして考えられる構造異性体のうち、環式炭化水素はいくつあるか。次の①～⑥から一つ選びなさい。(解答欄2-オ)

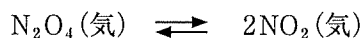
- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4
⑤ 5 ⑥ 6

3 以下の問 1 ～問 4 に答えなさい。

問 1 化学反応の速さに関する次の記述①～⑤のうち、正しいものを二つ選びなさい。(解答欄 3 - ア)

- ① 反応物 A から生成物 B が生じる反応 $A \longrightarrow 2B$ において、A の減少速度は B の生成速度の 2 倍である。
- ② 一般に固体物質の反応の場合、同じ温度であれば、その固体の表面積を変えても反応速度は変わらない。
- ③ 平衡反応において、触媒を加えることにより、平衡に達する時間は変化するが、平衡定数は変わらない。
- ④ ある反応が化学平衡の状態にあるとき、正反応と逆反応の反応速度をそれぞれ v_a および v_b とすると、 $v_a = v_b$ が成り立つ。
- ⑤ 温度が 10K 上昇すると反応速度が 3 倍になる反応がある。この反応では、温度が 20K 上昇すると反応速度は 6 倍になる。

問 2 N_2O_4 (無色) と NO_2 (赤褐色) は、密閉容器内で下記の式で表す平衡状態となる。(1) と (2) に答えなさい。



(1) N_2O_4 と NO_2 の混合気体をピストン付きの密閉容器に充填し、温度を一定に保ち、平衡状態となった後、体積が半分になるまで急速に加圧を行うとどのような変化が観察されるか。最も適するものを次の①～④から一つ選びなさい。

(解答欄 3 - イ)

- ① 加圧直後に赤褐色が濃くなり、その後薄くなっていく。
- ② 加圧直後に赤褐色が薄くなり、その後濃くなっていく。
- ③ 加圧直後に赤褐色が濃くなり、その後さらに濃くなっていく。
- ④ 加圧直後に赤褐色が薄くなり、その後さらに薄くなっていく。

(2) ピストン付き密閉容器に N_2O_4 を 1.00 mol 充填し、体積を 10 L に固定して、温度を T [K] の一定に保ったところ、 N_2O_4 の 20 % が解離して NO_2 を生成し、平衡状態となった。 T [K] における平衡定数 [mol/L] はいくらか。最も近い値を次の①～⑦から一つ選びなさい。(解答欄 3 - ウ)

- ① 0.010 ② 0.020 ③ 0.050 ④ 0.080
- ⑤ 0.20 ⑥ 0.50 ⑦ 0.80

(化 学)

問3 0.020 mol/L の酢酸水溶液 100 mL に、0.010 mol/L の塩酸 100 mL を加えた。このときこの混合溶液中の酢酸イオンの濃度 [mol/L] はいくらか。最も近い値を次の①～⑥から一つ選びなさい。ただし、酢酸は弱酸のため、その電離度は1より十分に小さく、また、この温度における酢酸水溶液中の酢酸の電離定数 K_a は、 2.6×10^{-5} mol/L とする。(解答欄3-エ)

- ① 1.3×10^{-5} ② 2.6×10^{-5} ③ 5.2×10^{-5} ④ 1.3×10^{-4}
⑤ 2.6×10^{-4} ⑥ 5.2×10^{-4}

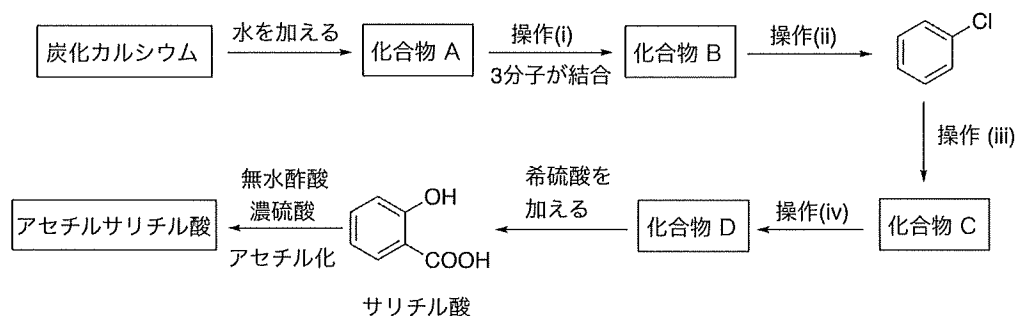
問4 溶解度積に関する次の記述①～⑤のうち、誤っているものを二つ選びなさい。(解答欄3-オ)

- ① 溶解度積は、イオン濃度の積で表され、温度によらず一定であるため、異なる温度における難溶性塩の溶解度の目安となる。
② ある溶液中の難溶性塩 MX のイオン濃度を $[M^+]$ および $[X^-]$ とすると、 $[M^+] \times [X^-]$ の値がその塩の溶解度積よりも小さい場合には沈殿が生じない。
③ 塩化銀の溶解度積は、2種類のイオン濃度の積であるため、その単位は $(\text{mol/L})^2$ となる。
④ 塩化ナトリウムが沈殿している水溶液に塩化水素を吹き込むと、共通イオン効果により沈殿が溶解する。
⑤ 難溶性の塩である塩化銀 AgCl が沈殿している水溶液に、アンモニア水を加えると、沈殿は $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ を生成し、溶解する。

(化 学)

4 以下の問 1 ～問 4 に答えなさい。

解熱鎮痛剤として用いられるアセチルサリチル酸を以下のように合成した。



問 1 操作 (i) ～ (iv) として、最も適切なものを次の①～⑨から一つずつ選びなさい。操作 (i) については(解答欄 4 - ア)に、操作 (ii) については(解答欄 4 - イ)に、操作 (iii) については(解答欄 4 - ウ)に、操作 (iv) については(解答欄 4 - エ)にそれぞれマークしなさい。

- ① 塩化鉄(Ⅲ)を触媒に用いて、塩素を反応させる。
- ② アンモニア性硝酸銀水溶液を加える。
- ③ 白金触媒を用いて、高圧の水素を作用させる。
- ④ 赤熱した鉄に触れさせる。
- ⑤ 高温・高圧のもとで、水酸化ナトリウム水溶液と反応させる。
- ⑥ 酸化バナジウム(V)を触媒に用いて酸化する。
- ⑦ 濃硫酸を加えて加熱する。
- ⑧ スズと濃塩酸を加えて反応させ、生じた化合物と塩基を反応させる。
- ⑨ 高温・高圧のもとで、二酸化炭素と反応させる。

問 2 化合物 A, B, C, D の構造式をそれぞれ解答欄 C, D, E, F に書きなさい。

(化 学)

問3 上記で合成したサリチル酸に関する次の記述①～⑥のうち、誤っているものを二つ選びなさい。(解答欄4-オ)

- ① 塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を加えると、赤紫色を示す。
- ② メタノールに溶かし濃硫酸を加え加熱すると、消炎鎮痛剤として用いられる化合物が生成する。
- ③ 単体のナトリウムと反応して、水素を発生する。
- ④ NaHCO_3 水溶液を加えると、二酸化炭素を発生する。
- ⑤ 過マンガン酸カリウム水溶液と反応させると、フタル酸が生成する。
- ⑥ ベンゼン環にカルボキシ基とヒドロキシ基が *p*-位で結合した化合物である。

問4 サリチル酸と無水酢酸からアセチルサリチル酸が生じる反応の化学反応式を解答欄Gに書きなさい。

(化 学)

5 以下の問1と問2に答えなさい。

問1 糖類に関する以下の(1)と(2)に答えなさい。

(1) 単糖2分子が脱水縮合した構造の糖を二糖といい、同じ単糖が脱水縮合した(ア)や異なる単糖が脱水縮合した(イ)がある。また、デンプンは多数の単糖である(ウ)が繰り返し縮合した構造をしており、枝分かれ構造をもつ(エ)などがある。

(ア)～(エ)に入るものとして最も適するものを、次の①～⑨から一つずつ選びなさい。(ア：解答欄5－ア)，(イ：解答欄5－イ)，(ウ：解答欄5－ウ)，(エ：解答欄5－エ)

- | | | |
|-----------|-------------------|----------|
| ① マルトース | ② α -グルコース | ③ セルロース |
| ④ アミロペクチン | ⑤ β -グルコース | ⑥ スクロース |
| ⑦ ガラクトース | ⑧ アミロース | ⑨ フルクトース |

(2) グルコースは、水溶液中では主に(オ)構造をとっており、一部の分子が開いて鎖状構造となり、環状構造と鎖状構造の混合物として存在する。鎖状構造のグルコースには(カ)があるため、還元性をもち、(キ)を示す。

(オ)～(キ)に入るものとして最も適するものを、次の①～⑨から一つずつ選びなさい。(オ：解答欄5－オ)，(カ：解答欄5－カ)，
(キ：解答欄5－キ)

- | | | |
|---------|------------|----------|
| ① アミノ基 | ② 枝分かれ | ③ カルボキシ基 |
| ④ 六員環 | ⑤ ニンヒドリン反応 | ⑥ 五員環 |
| ⑦ ホルミル基 | ⑧ ビウレット反応 | ⑨ 銀鏡反応 |

(化 学)

問2 アミノ酸とペプチドに関し、表5で示した数値を用いて以下の(1)と(2)に答えなさい。

表5

アミノ酸	示性式	等電点	分子量
① グリシン	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	6.0	75
② アラニン	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	6.0	89
③ チロシン	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ $\begin{array}{c} \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.7	181
④ アスパラギン酸	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2.8	133
⑤ リシン	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	9.7	146

(1) グリシン、リシンおよびアスパラギン酸の3種類のアミノ酸混合水溶液がある。この水溶液のpHを6.0に調整し、電気泳動を行った。泳動後のアミノ酸の位置に関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5-ク)

- ① アスパラギン酸は陰極側へ、リシンは陽極側へ移動し、グリシンはほとんど移動しない。
- ② アスパラギン酸は陽極側へ、リシンは陰極側へ移動し、グリシンはほとんど移動しない。
- ③ いずれのアミノ酸も陰極側へ移動し、アスパラギン酸が陰極に最も近づく。
- ④ いずれのアミノ酸も陰極側へ移動し、リシンが陰極に最も近づく。
- ⑤ いずれのアミノ酸も陽極側へ移動し、アスパラギン酸が陽極に最も近づく。
- ⑥ いずれのアミノ酸も陽極側へ移動し、リシンが陽極に最も近づく。

(化 学)

- (2) 表5に示した五つの異なるアミノ酸①～⑤がペプチド結合によって直鎖状に縮合したペプチドXがある。このペプチドは、N末端(アミノ基のある方)からC末端(カルボキシ基のある方)方向にどのような順序で配列しているか。次のI～Vの記述を読み、空欄に適したアミノ酸を表5に示した番号①～⑤で答えなさい。(解答欄5-ケ～ス)

N末端 ケ—コ—サ—シ—ス C末端

- I ペプチドXのN末端のアミノ酸は、不斉炭素原子のないアミノ酸であった。
- II 塩基性アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合のみを切断する酵素を作用させると、ペプチドAとBに分かれた。
- III ペプチドBの水溶液に濃硝酸を加えて加熱した後、塩基性になると橙黄色になった。
- IV ペプチドAとBの水溶液に、それぞれ水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、薄い硫酸銅(II)水溶液を加えるとペプチドAは赤紫色になったが、Bはならなかった。
- V ペプチドBのC末端のアミノ酸1.00gを完全燃焼させると、1.32gの二酸化炭素が生成した。