

2019年度

一般入試A日程
【2/6（水）】

化学基礎・化学

[60 分]

注意 解答に必要なならば、次の値を用いなさい。

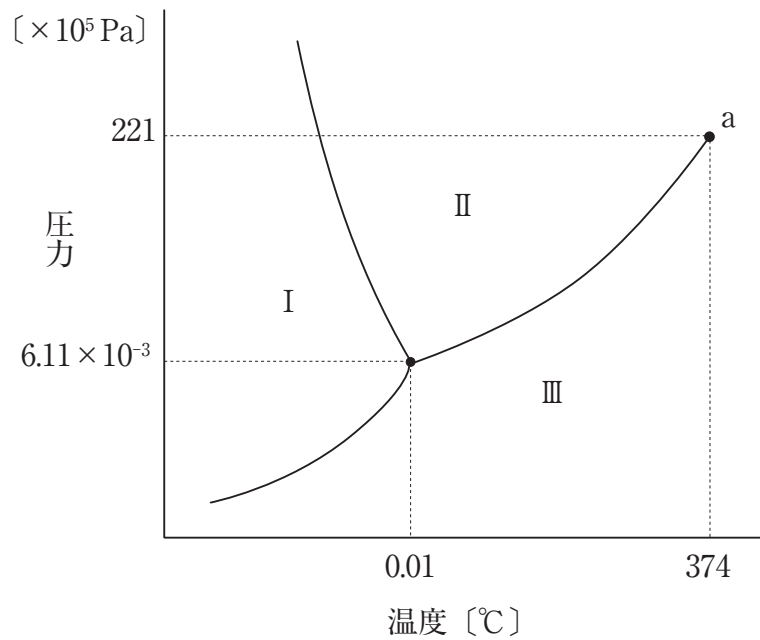
原子量 H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

$$\sqrt{2} = 1.4 \quad \sqrt{3} = 1.7 \quad \sqrt{5} = 2.2 \quad \sqrt{7} = 2.6$$

1 次の各問い（問1～問2）に答えなさい。

問1 下に水の状態図を模式的に示した。この図に関して次の各問い（1）～（3）に答えなさい。



水の状態図

(1) 図中の実線で区切られた領域Ⅰ～Ⅲの間の状態変化(ア)～(ウ)について、それぞれの状態変化の名称の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 1

- (ア) 領域Ⅱから領域Ⅰへの状態変化
- (イ) 領域Ⅲから領域Ⅱへの状態変化
- (ウ) 領域Ⅰから領域Ⅲへの状態変化

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	凝縮	昇華	凝固
②	凝縮	凝固	昇華
③	昇華	凝縮	凝固
④	昇華	凝固	凝縮
⑤	凝固	昇華	凝縮
⑥	凝固	凝縮	昇華

(2) 次の(ア)、(イ)の操作によって生ずる変化の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 2

- (ア) 氷に加える圧力を高くしたときの融点の変化
- (イ) 温度を0℃一定のまま、圧力を611 Paから 1.10×10^5 Paに変化させたときの状態変化

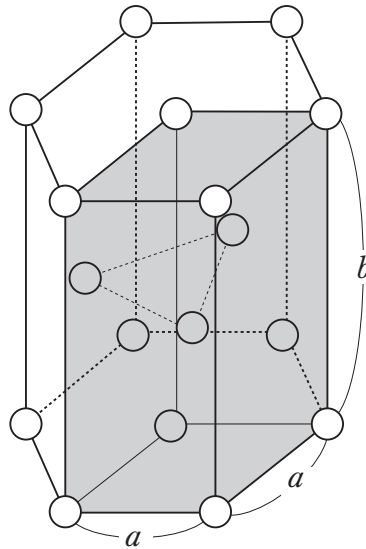
	(ア)	(イ)
①	高くなる	変化しない
②	高くなる	液体から固体に変化する
③	高くなる	固体から液体に変化する
④	低くなる	変化しない
⑤	低くなる	液体から固体に変化する
⑥	低くなる	固体から液体に変化する

(3) 図中の点 a に関する次の文章中、(ア)～(ウ)にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。 3

点 a は (ア) とよばれ、それ以上の温度や圧力では、物質は液体と (イ) の中間的な性質をもつため、液体よりも (ウ) が高い。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	臨界点	固体	粘性
②	臨界点	固体	拡散性
③	臨界点	気体	粘性
④	臨界点	気体	拡散性
⑤	三重点	固体	粘性
⑥	三重点	固体	拡散性
⑦	三重点	気体	粘性
⑧	三重点	気体	拡散性

問2 マグネシウムの結晶は図のような六方最密構造をとる。図の灰色で示した部分が単位格子であり、各単位格子には2個のマグネシウム原子が含まれている。このマグネシウムの結晶の密度 $[\text{g}/\text{cm}^3]$ を表す式として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、単位格子の各辺の長さを a $[\text{cm}]$, b $[\text{cm}]$, マグネシウムのモル質量を M $[\text{g}/\text{mol}]$, アボガドロ定数を N_A $[/math>mol] とする。 4 $[\text{g}/\text{cm}^3]$$



図

① $\frac{2M}{a^2bN_A}$

② $\frac{4M}{a^2bN_A}$

③ $\frac{\sqrt{2}M}{a^2bN_A}$

④ $\frac{2\sqrt{2}M}{a^2bN_A}$

⑤ $\frac{2\sqrt{3}M}{3a^2bN_A}$

⑥ $\frac{4\sqrt{3}M}{3a^2bN_A}$

2

次の各問い（問1～問5）に答えなさい。

問1 化学反応や状態変化に伴う熱の出入りに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 5

- ① 燃焼熱は、物質 1 mol が完全燃焼するときの反応熱である。
- ② 溶解熱は、物質 1 mol が多量の溶媒に溶けるときの反応熱である。
- ③ 中和熱は、 H^+ と OH^- が反応して水 1 mol が生じるときの反応熱である。
- ④ 蒸発熱は、物質が蒸発するときに吸収する熱量である。
- ⑤ 融解熱は、物質が融解するときに発生する熱量である。

問2 陽極に炭素棒、陰極に鉄板を用い、両極間に隔膜をおいた装置で、塩化ナトリウム水溶液の電気分解を行った。この実験についての記述（ア）～（ウ）について、正しいものすべてを選んだものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 6

- （ア） 陽極から酸素が、陰極から塩素が発生した。
- （イ） 両極で発生する気体の体積は、標準状態で等しい。
- （ウ） 陰極付近の水溶液は塩基性になった。

- ① （ア）のみ ② （イ）のみ ③ （ウ）のみ
- ④ （ア），（イ） ⑤ （ア），（ウ） ⑥ （イ），（ウ）

問3 2 mol の化合物 A が分解すると 1 mol の化合物 B と 2 mol の化合物 C が生成する。この反応は可逆反応で容易に平衡状態に達した。この反応の平衡状態の説明 (ア)~(ウ) について、正しいものすべてを選んだものを、次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 7

- (ア) A, B, C の濃度が 2 : 1 : 2 の割合になった状態である。
(イ) 密閉された容器内の温度と圧力が変化しなくなった状態である。
(ウ) A が分解する速度と、B と C が反応して A が生成する速度が等しくなった状態である。

- ① (ア) のみ ② (イ) のみ ③ (ウ) のみ
④ (ア), (イ) ⑤ (ア), (ウ) ⑥ (イ), (ウ)

問4 酢酸の電離定数は 2.8×10^{-5} mol/L, 電離度 $\ll 1$ と近似できるものとして, 1.0 mol/L の酢酸水溶液の電離度はいくらか。次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 8

- ① 0.0017 ② 0.0031 ③ 0.0052 ④ 0.017 ⑤ 0.031 ⑥ 0.052

問5 次の物質をそれぞれ溶かした 0.10 mol/L 水溶液の蒸気圧が最も低いものはどれか。次の①~⑥の中から一つ選びなさい。 9

- ① ショ糖 ② 尿素 ③ 塩化カルシウム
④ 塩化ナトリウム ⑤ 硫酸アルミニウム ⑥ 硫酸ナトリウム

3

次の各問い（問1～問5）に答えなさい。

問1 ハロゲンの反応として誤りを含むものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

10

- ① $2\text{KI} + \text{Br}_2 \longrightarrow 2\text{KBr} + \text{I}_2$
 ② $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 \longrightarrow 2\text{HI} + \text{S}$
 ③ $2\text{KBr} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{Br}_2$
 ④ $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$
 ⑤ $2\text{KF} + \text{I}_2 \longrightarrow 2\text{KI} + \text{F}_2$
 ⑥ $2\text{KI} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$

問2 6種類の酸化物 CO , MgO , SiO_2 , P_4O_{10} , SO_2 , ZnO に関して、次の記述（ア）～（ウ）にあてはまる酸化物の数の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

11

- （ア） 酸・塩基のいずれとも反応して塩を生じる。
 （イ） 常温・常圧で固体で存在する。
 （ウ） 水によく溶ける。

	（ア）	（イ）	（ウ）
①	1	4	2
②	1	4	3
③	1	5	2
④	1	5	3
⑤	2	4	2
⑥	2	4	3
⑦	2	5	2
⑧	2	5	3

問3 硫酸の反応・現象に関係する性質として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 12

	反応・現象	性質
①	スクロースに濃硫酸を加えると炭化する。	脱水作用
②	濃硫酸に湿った塩素を通じると乾燥した塩素になる。	吸湿性
③	銅に熱濃硫酸を加えて加熱すると二酸化硫黄が発生する。	還元作用
④	炭酸ナトリウムに希硫酸を加えると二酸化炭素が発生する。	強酸性
⑤	食塩に濃硫酸を加えて熱すると塩化水素が発生する。	不揮発性

問4 下線の化合物 1 mol がすべて反応したとき、発生する気体の物質量が最も少ないものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 13

- ① 塩素酸カリウム KClO_3 に、触媒である酸化マンガン(IV)を加えて加熱する。
- ② 過酸化水素 H_2O_2 の水溶液を、触媒である酸化マンガン(IV)に加える。
- ③ 亜硫酸水素ナトリウム NaHSO_3 に希硫酸を加える。
- ④ 硫化鉄 FeS に希硫酸を加える。
- ⑤ 塩化アンモニウム NH_4Cl と水酸化カルシウムの混合液を加熱する。
- ⑥ 高度さらし粉 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ に塩酸を加える。

問5 無機材料に関する次の記述のうち、誤りを含むものを、次の①～⑤の中から一つ
選びなさい。 14

- ① 石灰石は、炭酸カルシウムが主成分であり、セメントの原料である。
- ② シリカガラスは、屈折率が大きく X 線の吸収能が大きいため、放射線の遮へい窓にも使用される。
- ③ 無鉛はんだは、スズを主元素とした銀・銅などとの合金であり、融点が比較的低温金属によくなじむので、金属同士の接合剤に使われる。
- ④ ホウケイ酸ガラスは、熱膨張率が小さいため、ビーカーやフラスコなどの実験器具に使われる。
- ⑤ 高純度な酸化ジルコニウム(IV)を精密な反応条件で焼き固めたものをファインセラミックスという。

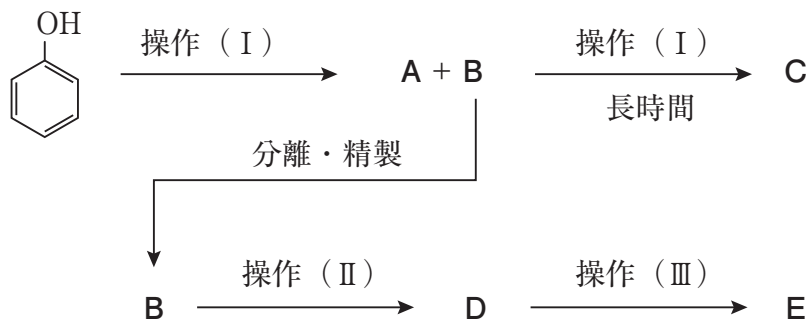
(問題は次ページに続く)

4

次の文章を読んで、次の各問い（問1～問5）に答えなさい。

次の図は、解熱鎮痛薬として用いられるアセトアミノフェンの合成方法を示している。フェノールに操作(I)を短時間行うと、主要な生成物として2種類の異性体AとBが生成する。一方、フェノールに操作(I)を長時間行うと、かつて爆薬の原料として用いられていた炭素数6の化合物Cが得られる。化合物Cの元素分析を行ったところ、炭素31.4%、水素1.31%、窒素18.3%であった。

操作(II)では、分離・精製した化合物Bを原料として還元を行い、得られた塩から化合物Dを遊離する。遊離されたDに操作(III)としてアセチル化を行うと、アセトアミノフェン（化合物E）が得られる。



図

問1 化合物Cの分子式として正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。 15

- ① $C_6H_3N_2O_6$ ② $C_6H_2N_2O_6$ ③ $C_6H_3N_2O_7$ ④ $C_6H_2N_2O_7$
 ⑤ $C_6H_3N_3O_6$ ⑥ $C_6H_2N_3O_6$ ⑦ $C_6H_3N_3O_7$ ⑧ $C_6H_2N_3O_7$

問2 ベンゼンの水素が1個だけ置換された一置換体 C_6H_5-X に操作(I)を行うと、フェノールと同じように主要な生成物として2種類の異性体が生成した。このとき $-X$ に当てはまるものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 16

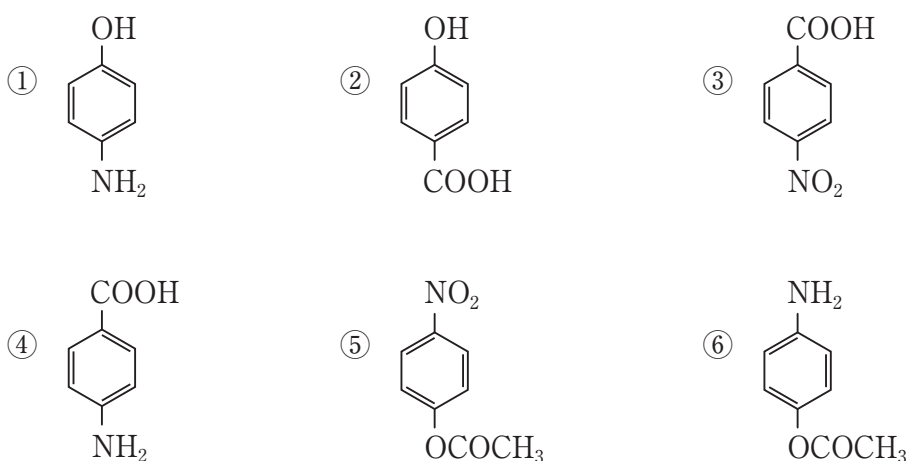
- ① $-COOH$ ② $-NO_2$ ③ $-SO_3H$ ④ $-Cl$ ⑤ $-CHO$

問3 操作(Ⅱ)と(Ⅲ)は、次の(ア)～(オ)のいずれかである。操作の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。 17

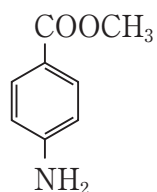
- (ア) 過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱し、その後、酸性にする。
- (イ) スズと濃塩酸を加えて加熱し、その後、塩基性にする。
- (ウ) 無水酢酸を加えて加熱する。
- (エ) 濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて加熱する。
- (オ) メタノールと濃硫酸を加えて加熱する。

	操作(Ⅱ)	操作(Ⅲ)
①	(ア)	(イ)
②	(ア)	(ウ)
③	(ア)	(エ)
④	(ア)	(オ)
⑤	(イ)	(ア)
⑥	(イ)	(ウ)
⑦	(イ)	(エ)
⑧	(イ)	(オ)

問4 化合物Dの構造式として正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 18



問5 フェノールの代わりにトルエンを出発物質として用い、次の化合物を得たい。その際、次の(ア)~(オ)のうち、必要な操作をすべて選んだものを、次の①~⑧の中から一つ選びなさい。ただし、操作の順番は問わない。 19



- (ア) 過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱し、その後、酸性にする。
- (イ) スズと濃塩酸を加えて加熱し、その後、塩基性にする。
- (ウ) 無水酢酸を加えて加熱する。
- (エ) 濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて加熱する。
- (オ) メタノールと濃硫酸を加えて加熱する。

- | | |
|----------------------|----------------------|
| ① (ア), (イ), (ウ) | ② (ア), (イ), (エ) |
| ③ (ア), (エ), (オ) | ④ (イ), (エ), (オ) |
| ⑤ (ア), (イ), (ウ), (エ) | ⑥ (ア), (イ), (エ), (オ) |
| ⑦ (ア), (ウ), (エ), (オ) | ⑧ (イ), (ウ), (エ), (オ) |

5

次の各問い（問1～問3）に答えなさい。

問1 タンパク質に関する次の記述（ア）～（ウ）の中から、正しいものすべてを選んだものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。 20

（ア） タンパク質水溶液に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると、赤紫色になるのは、タンパク質中に複数のペプチド結合が存在するからである。

（イ） ポリペプチド鎖がらせん状に巻いた α -ヘリックス構造や、ジグザグ状に折れ曲がった β -シート構造などは、タンパク質の二次構造とよばれる。

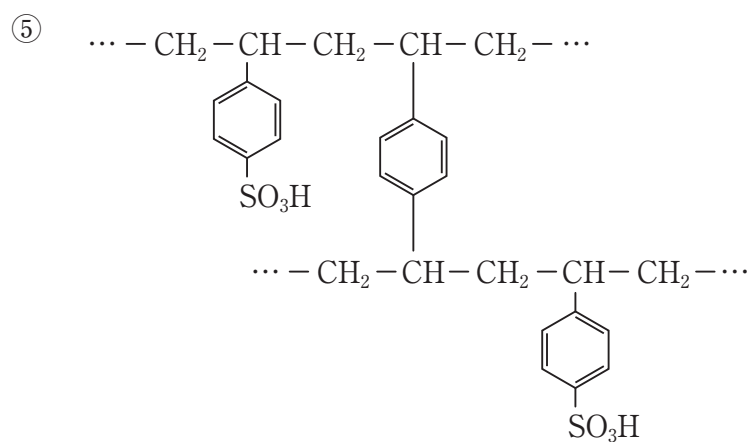
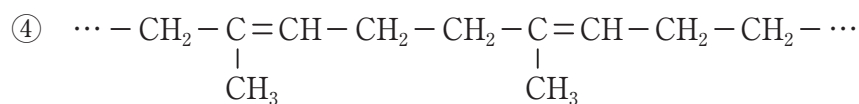
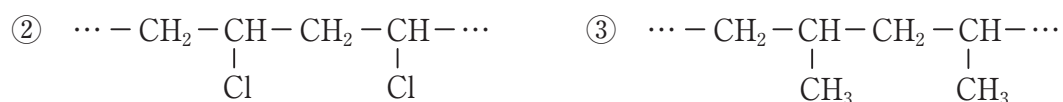
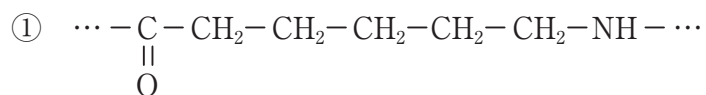
（ウ） 酵素はタンパク質の一種であるため、全ての酵素の最適 pH は7前後である。

- ① （ア）のみ ② （イ）のみ ③ （ウ）のみ
④ （ア），（イ） ⑤ （ア），（ウ） ⑥ （イ），（ウ）

問2 遺伝学の実験でよく用いられるショウジョウバエの細胞中の DNA には、約1億2200万個の塩基対がある。このとき、ショウジョウバエ DNA 塩基対の二重らせんの長さとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、DNA の二重らせん1回転は塩基対約10個を含み、長さ3.4 nmである。約 21 mm

- ① 0.41 ② 4.1 ③ 41 ④ 410 ⑤ 4100

問3 下記に示した部分構造をもつ高分子化合物について、次の各問い(1)、(2)に答えなさい。



(1) 開環重合で生成する高分子化合物として最も適当なものを、上記の①～⑤の中から一つ選びなさい。 22

(2) 硫黄の添加により耐久性が向上する高分子化合物として最も適当なものを、上記の①～⑤の中から一つ選びなさい。 23