(K—52—M)

令和３年度入学試験問題

理　　科

注　意　事　項

1. 指示があるまでこの冊子の中を見てはいけません。
2. **生物，物理，化学**の中から**２科目選択**しなさい。
3. １科目につき１枚の解答用紙を使用しなさい。
4. 解答用紙のマーク数字は，次の「良い例」のように，濃く正しく塗りつぶしなさい。**正しく塗りつぶされていない場合，採点できないことがあります。**

良い例……●

悪い例……⓪ ⊗ ⊖

5. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので，正確に記入しなさい。
   ① 氏名欄……氏名を**漢字**と**フリガナ**で記入しなさい。
   ② 受験番号欄……６桁の受験番号を**算用数字**で記入し，**マーク欄の数字**を正しく塗りつぶしなさい。
   ③ 解答科目欄……解答する**科目名を記入**し，**該当科目のマークを塗りつぶし**なさい。
6. 解答方法は，問題の解答に対応した解答欄の数字を塗りつぶしなさい。
   例えば
   - ア と表示のある解答欄に対して②と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の②を塗りつぶしなさい。
   - ア と表示のある解答欄に対して③⑤⑦と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の③⑤⑦を塗りつぶしなさい。
7. この問題冊子の余白を下書きに用いて構いません。
8. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気がついた場合は，手を上げて申し出なさい。
9. 試験中に質問がある場合は，手を上げて申し出なさい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰りなさい。
11. 途中退場は認めません。
12. この冊子は，全部で 27 ページです。生物，物理，化学の順になっています。

目　次

生　物　１～11 ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)
物　理　12～17 ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)
化　学　18～27 ページ(問題Ⅰ～Ⅲ)

化　　学

数値の解答は，各問の解答形式に指定されている桁数に従うこと。

例 1 ：解答欄が指数表記の場合，320，32，3.2，0.032 は，各々，［3］．［2］$\times 10^{[2]}$，［3］．［2］$\times 10^{[1]}$，［3］．［2］$\times 10^{[0]}$，［3］．［2］$\times 10^{-[2]}$ と解答する。

例 2 ：解答欄が 2 桁の場合，7 は［0］［7］，17 は［1］［7］と解答する。

例 3 ：解答欄が 3 桁の場合，7 は［0］［0］［7］，17 は［0］［1］［7］，107 は［1］［0］［7］と解答する。

原子量，定数は以下の値を使用すること。

原子量　H：1.00　C：12.0　N：14.0　O：16.0　Na：23.0　Ar：40.0

気体定数：8.31×10^3 Pa·L/(K·mol)または，8.31 Pa·m^3/(K·mol)

標準状態(1.013×10^5 Pa，273 K)における 1 mol の気体の体積：22.4 L

I　以下の問に答えよ。〔解答欄［ア］～［ト］〕

問 1　下の①～⑤のイオンのうち，イオン半径が最も小さいものを 1 つ選べ。［ア］

① Al^{3+}　② F^-　③ Mg^{2+}　④ Na^+　⑤ O^{2-}

問 2　酸素 3.84 g，窒素 4.48 g，アルゴン 4.80 g からなる混合気体が入った 3.50 L の密閉容器がある。この容器内を 27 ℃ に保った時，以下の値を有効数字 3 桁で求めよ。ただし，それぞれの気体は互いに反応しないものとする。

混合気体の全圧　［イ］．［ウ］［エ］$\times 10^{[オ]}$ Pa

混合気体の平均分子量　［カ］．［キ］［ク］$\times 10^{[ケ]}$

問 3　触媒に関する下の①～⑥の記述のうち，正しいものをすべて選べ。 コ

① 鉄の単体は，均一触媒の１つである。
② 生体内ではたらく酵素は，触媒の１つである。
③ 触媒は，反応前後で自身が変化する物質である。
④ 触媒は，自動車の排ガス浄化装置で利用される。
⑤ 触媒は，反応熱を小さくすることで反応速度を大きくする。
⑥ ハーバー・ボッシュ法では，白金が触媒として用いられる。

問 4　下の①～⑧の反応式のうち，下線部の物質がブレンステッド・ローリーの定義における酸としてはたらくものを２つ選べ。 サ

① $\underline{NH_3} + HCl \longrightarrow NH_4Cl$
② $HNO_3 + \underline{H_2O} \longrightarrow NO_3^- + H_3O^+$
③ $\underline{HCO_3^-} + H_2O \longrightarrow H_2CO_3 + OH^-$
④ $\underline{HSO_3^-} + H_2O \longrightarrow SO_3^{2-} + H_3O^+$
⑤ $NaHCO_3 + \underline{NaOH} \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$
⑥ $\underline{Cd(NO_3)_2} + Na_2S \longrightarrow CdS + 2\,NaNO_3$
⑦ $2\,FeCl_3 + \underline{SnCl_2} \longrightarrow 2\,FeCl_2 + SnCl_4$
⑧ $CH_3COONa + \underline{NaHSO_4} \longrightarrow CH_3COOH + Na_2SO_4$

問 5　下の①～⑤の反応のうち，反応の前後を比べた時，酸化数の変化の絶対値が最も大きい原子を含むものを１つ選べ。 シ

① 亜鉛に塩酸を加えると，水素が発生する。
② 銅に濃硫酸を加えて加熱すると，二酸化硫黄が発生する。
③ 炭酸カルシウムに希塩酸を加えると，二酸化炭素が発生する。
④ 酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱すると，塩素が発生する。
⑤ 塩素酸カリウムに酸化マンガン(Ⅳ)を加えて加熱すると，酸素が発生する。

問 6　下のａ～ｃの性質や特徴をもつ気体はどれか。それぞれに当てはまるものを①～⑦よりすべて選べ。ただし，同じものを何度選んでもよい。

ａ　常温常圧で有色である。　［ス］
ｂ　強い酸化作用をもつ。　［セ］
ｃ　臭いがある。　［ソ］

① 塩　素　② オゾン　③ 窒　素　④ 二酸化硫黄
⑤ 二酸化炭素　⑥ フッ化水素　⑦ 該当なし

問 7　ハロゲンに関する下の①～⑤の記述のうち，正しいものをすべて選べ。［タ］

① フッ化水素の沸点は臭化水素より低い。
② フッ化水素の水溶液は二酸化ケイ素と反応する。
③ ハロゲンの単体の沸点はその分子量が大きいほど高い。
④ フッ素の沸点は同程度の分子量をもつ硫化水素より高い。
⑤ 臭化カリウムの水溶液にヨウ素を作用させると臭素が遊離する。

問 8　下の①～⑧の金属単体のうち，塩酸と反応しないが熱濃硫酸と反応するものはどれか。３つ選べ。［チ］

① Ag　② Al　③ Au　④ Cu　⑤ Fe
⑥ Hg　⑦ Ni　⑧ Pt

問 9　下の①～⑧の反応のうち，白色沈殿を生成するものはどれか。３つ選べ。［ツ］

① クロム酸カリウム水溶液に，希硫酸を加える。
② 硝酸銀水溶液に，塩化ナトリウム水溶液を加える。
③ アミノ酸水溶液に，ニンヒドリン水溶液を加えて温める。
④ 水酸化カルシウムの飽和水溶液に，二酸化炭素を通じる。
⑤ 硝酸バリウム水溶液に，硫酸アンモニウム水溶液を加える。
⑥ アセトンに，ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温める。
⑦ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液に，ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム水溶液を加える。
⑧ 卵白水溶液に水酸化ナトリウムを溶かして加熱し，酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加える。

問10　分子式 $C_4H_{10}O$ で表される化合物の構造異性体に関する下の①～⑤の記述のうち，誤りを含むものをすべて選べ。 テ

① 構造異性体は 7 つある。
② 第一級アルコールは 2 つある。
③ 不斉炭素原子をもつ化合物は 2 つある。
④ 金属ナトリウムと反応し水素を発生するものは 4 つある。
⑤ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液と反応して紫色を呈するものは 1 つある。

問11　下の化合物①～⑧のうち，ヨードホルム反応を起こすものをすべて選べ。 ト

① アセトアルデヒド	② エタノール	③ 酢　酸
④ サリチル酸	⑤ フェノール	⑥ 2-ブタノール
⑦ マレイン酸	⑧ メタノール	

Ⅱ　以下の問に答えよ。〔解答欄 ア ～ テ 〕

問 1　以下の文章を読み，下の問に答えよ。

元素の周期表の第 ア 周期 8 族の鉄は，最外殻電子が イ 殻に ウ 個配置する遷移元素である。鉄は，地殻中に 4 番目に多く存在する元素で，世界各地で鉄の鉱石が豊富に産出される。そのため，鉄は古くから利用されており，現在でも我々の生活のなかで最も多く利用される金属である。鉄の単体は，赤鉄鉱や磁鉄鉱を，コークスと エ とともに溶鉱炉に入れ，熱風を吹き込んで得る。このような〔 Ⅰ 〕によって得られた鉄は〔 Ⅱ 〕と呼ばれ，これに酸素を吹き込むことにより〔 Ⅲ 〕の含有量を減らした鋼をつくる。鋼は，硬くて粘りが強く，鉄骨やレールなど多方面で利用されている。その反面，さびて腐食しやすい欠点がある。そのため，鉄に オ やニッケルを添加したステンレス鋼や，カ でめっきを施したトタンなどに加工して利用されることも多い。

(1)　文中の ア ，ウ に該当する数字をマークせよ。

(2)　文中の イ に適切な語を，下の①～⑤より 1 つ選べ。

① K　② L　③ M　④ N　⑤ O

(3)　文中の エ に入るものとして適切なものはどれか。下の①～⑦より 1 つ選べ。

① 氷晶石　② 生石灰　③ 消石灰　④ 石　英
⑤ 石灰水　⑥ 石灰石　⑦ セッコウ

(4)　文中の オ ，カ に適切な元素を，下の①～⓪よりそれぞれ 1 つずつ選べ。

① ニッケル　② 亜　鉛　③ ス　ズ　④ マグネシウム
⑤ 銅　⑥ マンガン　⑦ クロム　⑧ 鉛
⑨ アルミニウム　⓪ チタン

(5) 文中の〔 Ⅰ 〕～〔 Ⅲ 〕に入る語句の組合せとして適切なものを下の①～⑧より１つ選べ。 キ

	〔 Ⅰ 〕	〔 Ⅱ 〕	〔 Ⅲ 〕
①	製 錬	銑 鉄	炭 素
②	製 錬	銑 鉄	ケイ素
③	製 錬	鋳 物	炭 素
④	製 錬	鋳 物	ケイ素
⑤	精 錬	銑 鉄	炭 素
⑥	精 錬	銑 鉄	ケイ素
⑦	精 錬	鋳 物	炭 素
⑧	精 錬	鋳 物	ケイ素

(6) Fe^{3+} を含む金属イオンの混合液ａとｂがある。それぞれの混合液で，下線を引いたイオンだけをその化合物の沈殿として分離するにはどのような操作が適切か。下の①～⓪より最も適切なものをそれぞれ１つずつ選べ。

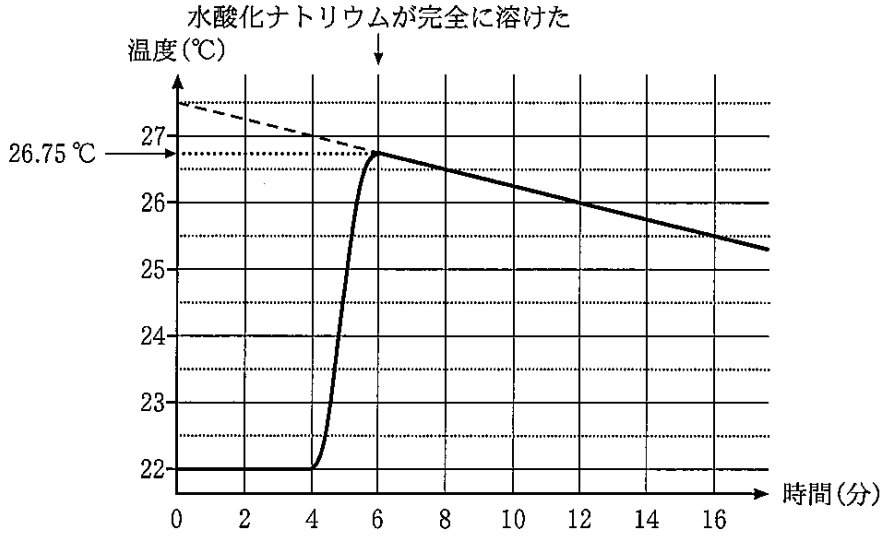
ａ．$\underline{Cu^{2+}}$　Zn^{2+}　Fe^{3+}　ク

ｂ．Pb^{2+}　Al^{3+}　$\underline{Fe^{3+}}$　ケ

① 希塩酸を加える。
② 希硫酸を加える。
③ 濃硝酸を加える。
④ 少量のアンモニア水を加える。
⑤ 過剰量のアンモニア水を加える。
⑥ 炭酸アンモニウム水溶液を加える。
⑦ 酸性条件下で硫化水素を吹き込む。
⑧ 塩基性条件下で硫化水素を吹き込む。
⑨ 少量の水酸化ナトリウム水溶液を加える。
⓪ 過剰量の水酸化ナトリウム水溶液を加える。

問 2　水酸化ナトリウムの純水への溶解熱を測定するために以下の実験を行った。

フタ付きの容器に純水 98.0 g を入れ，撹拌しながら，液温の測定を開始した。温度測定を開始してから 4 分後に水酸化ナトリウム 2.00 g を加え，撹拌しながら，温度測定を続けた。温度測定の結果を下図に示す。液温の上昇はすべて水酸化ナトリウムの溶解によるものとして，以下の問に答えよ。



(1)　下の①～④のうち，この実験に使う容器の材質として最も適切なものを 1 つ選べ。

コ

① 銅
② ガラス
③ ステンレス
④ 発泡ポリスチレン

(2)　この実験で発生した熱量は何 kJ か。小数点以下 2 桁で求めよ。ただし，水酸化ナトリウム水溶液の比熱は濃度に関わらず 4.50 J/(g･K) とする。

サ . シ ス kJ

(3)　水酸化ナトリウムの水への溶解熱を小数点以下 1 桁で求めよ。

セ ソ . タ kJ/mol

問 3　赤熱した黒鉛と二酸化炭素から一酸化炭素が生じる反応は，下の反応式で示される平衡反応である。

$$C(\text{黒鉛}) + CO_2(\text{気}) \rightleftarrows 2\,CO(\text{気})$$

赤熱した黒鉛 1.20 mol と二酸化炭素 0.80 mol を 1.00 L の密閉容器にいれ，一定温度 (1000 K) に保ち反応させた。一酸化炭素が 0.80 mol 生成したところで反応が平衡状態に到達した。

この反応の平衡定数を小数点以下 2 桁で求めよ。ただし，反応中，黒鉛は固体としてのみ存在し，黒鉛の体積は無視できるものとする。

チ	.	ツ	テ	mol/L

Ⅲ　次の文章を読み，以下の問に答えよ。〔解答欄 ア ～ コ 〕

油脂を十分量の水酸化ナトリウム水溶液で加水分解すると，［ア］と高級脂肪酸のナトリウム塩が生成する。この反応を［イ］といい，この加水分解の反応は，［ウ］と強塩基との反応である。ここで生成したような高級脂肪酸のアルカリ金属塩がセッケンである。セッケンを水に溶かすと，その溶液は［エ］性を示す。この時セッケン分子は，水の表面で［オ］基の部分を空気に向け，水面に並ぶように配置する。水に溶けたセッケン分子の濃度が高くなると，水面に配置されなかった多数のセッケン分子は，水中でその［カ］基の部分を外側に向け，［キ］基同士を中心に向けて球状に配列する。このようにして形成された会合［ク］をミセルと呼ぶ。

問 1　下の①～⑦のうち，文中の［ア］の構造式として適切なものはどれか。1つ選べ。

① CH_3OH　② CH_2OH-CH_2OH　③ $CH_2OH-CHOH-CH_2OH$　④ CH_3COOH

⑤ $CH_2COOH-CH_2COOH$　⑥ $CH_2COOH-CHCOOH-CH_2COOH$　⑦ $CH_3CH(OH)COOH$

問 2　下の①～⑨のうち，文中の［イ］に適切なものはどれか。1つ選べ。

① アセタール化　② 異　化　③ 結晶化
④ けん化　⑤ 硬　化　⑥ 転　化
⑦ 同　化　⑧ 軟　化　⑨ 乳　化

問 3　下の①～⑦のうち，文中の［ウ］に適切なものはどれか。1つ選べ。

① アルコール　② アルデヒド　③ エーテル　④ エステル
⑤ 核　酸　⑥ カルボン酸　⑦ 糖

問 4　下の①～⑤のうち，文中の［エ］に適切なものはどれか。1つ選べ。

① 強塩基　② 強　酸　③ 弱塩基　④ 弱　酸　⑤ 中

問 5　文中の［ オ ］～［ キ ］には，親水もしくは疎水の語が入る。下の①，②からそれぞれ 1 つずつ選べ。ただし，同じものを何度選んでもよい。

① 親　水　　② 疎　水

問 6　下の①～⑨のうち，文中の［ ク ］に適切なものはどれか。1 つ選べ。

① アノード　② アルカロイド　③ イソプレノイド
④ カソード　⑤ カンナビノイド　⑥ コロイド
⑦ ステロイド　⑧ ソレノイド　⑨ ハプロイド

問 7　主成分が高級脂肪酸ナトリウム塩からなるセッケンがある。このセッケンを純水に溶かしたセッケン水溶液(溶液 A)を作製し，(1)と(2)の実験を行った。以下の文章を読み，それぞれの問に答えよ。

(1)　溶液 A に，それと同体積のジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜた。しばらく静置したところ，ジエチルエーテル層と水層(水層 A)に分離した。この実験の結果，水層 A の pH は，溶液 A の pH に比べてどう変化するか。下の①～③から最も適切なものを 1 つ選べ。［ ケ ］

① 高くなる　② 低くなる　③ 変化しない

(2)　溶液 A に十分量の塩酸を加えて酸性にした溶液(溶液 B)に，それと同体積のジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜた。しばらく静置したところ，ジエチルエーテル層と水層(水層 B)に分離した。この実験の結果，高級脂肪酸はジエチルエーテル層と水層 B のどちらに多く含まれると考えられるか。下の①，②から 1 つ選べ。［ コ ］

① ジエチルエーテル層　② 水層 B