化学基礎・化学

問題は第３問まであります

必要であれば，次の値を用いよ。また，指示がない場合，気体は理想気体として扱ってよい。

アボガドロ定数：$N_A = 6.02 \times 10^{23}$ /mol　　水のイオン積：$K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ (mol/L)^2
気体定数：$R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(mol·K)　　ファラデー定数：$F = 9.65 \times 10^4$ C/mol
標準状態(0℃，1.013×10^5 Pa)における理想気体のモル体積：22.4 L/mol

原子量：H＝1.0，He＝4.0，Li＝7.0，Be＝9.0，B＝10.8，C＝12.0，N＝14.0，O＝16.0，
F＝19.0，Ne＝20.2，Na＝23.0，Mg＝24.0，Al＝27.0，Si＝28.0，P＝31.0，S＝32.0，
Cl＝35.5，Ar＝40.0，K＝39.0，Ca＝40.0，Sc＝45.0，Ti＝48.0，V＝51.0，Cr＝52.0，
Mn＝55.0，Fe＝56.0，Co＝58.9，Ni＝58.7，Cu＝64.0，Zn＝65.0，Br＝80.0，Ag＝108，
Cd＝112，Sn＝119，I＝127，Ba＝137，Hg＝200，Pb＝207

(解答上の注意)

1．数値を答える場合は，次の指示に従うこと。

・解答欄が 60.61 $\times 10^{62}$，0.63 64，65.66，67 68 の形式の場合には，数値は四捨五入して，有効数字 2 桁で求めよ。

・解答欄が 70.71 72 $\times 10^{73}$，74.75 76，77 78.79 の形式の場合には，数値は四捨五入して，有効数字 3 桁で求めよ。

なお，67，77 は 10 の位を，60，65，68，70，74，78 は 1 の位を，61，63，66，71，75，79 は小数第 1 位を，64，72，76 は小数第 2 位を，62，73 は底 10 に対する指数の 1 の位を表すものとする。

2．化学式を答える場合は，次の指示に従うこと。

・化学式が C_4H_8O のとき，解答欄が $C_{80}H_{81\,82}O_{83}$ の形式の場合には，解答は以下のようになる。

80＝④，81＝⑩，82＝⑧，83＝①

3．特に指示がない場合は，同じ選択肢を重複して使用してもよい。

第１問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

［Ⅰ］

反応物の粒子が単に衝突するだけでは化学反応はおこらない。反応が進行するためには，大きなエネルギーをもつ粒子が衝突し，遷移状態（活性化状態）に達する必要がある。このときに必要なエネルギーを活性化エネルギーという。

化学反応の速度は一定ではなく，反応物の濃度や温度，(1)触媒の有無によって反応速度は変化する。温度が高くなると粒子の(2)熱運動が激しくなり，単位時間あたりの粒子の衝突回数が大きくなる。さらに，衝突したときに遷移状態になりうる粒子の数の割合が［ a ］ため，反応速度は［ b ］。また，触媒を用いると，触媒がない場合とは別の遷移状態を経由して反応が進行するようになる。すなわち，活性化エネルギーが［ c ］ことで遷移状態になりうる粒子の数の割合が［ d ］ため，反応速度は［ e ］。

問１　文中の［ a ］～［ e ］に入る語句として適切なものを，次の選択肢①～③のうちからそれぞれ一つ選べ。

［ a ］＝解答番号［ 1 ］
［ b ］＝解答番号［ 2 ］
［ c ］＝解答番号［ 3 ］
［ d ］＝解答番号［ 4 ］
［ e ］＝解答番号［ 5 ］

① 大きくなる　　② 小さくなる　　③ 変化しない

問２　下線部(1)について，硫酸の工業的製法である接触法において二酸化硫黄を酸素と反応させるときに用いられる触媒として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。

解答番号［ 6 ］

① Pt　　② P_4O_{10}　　③ V_2O_5
④ Fe_3O_4　　⑤ Ni　　⑥ MnO_2

問３　下線部(2)について，すべての粒子の熱運動が停止する温度はおよそ－［ 7 ］［ 8 ］［ 9 ］℃である。［ 7 ］～［ 9 ］に入る適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。

解答番号［ 7 ］～［ 9 ］

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 0

問４　化学反応 H_2(気)＋ I_2(気) → 2HI(気) において，容器の体積を半分にして反応物の濃度を２倍にすると，単位体積・単位時間あたりの H_2 分子と I_2 分子の衝突回数は何倍となるか。適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　解答番号 17 10

① ２倍　② ３倍　③ ４倍
④ ６倍　⑤ ８倍　⑥ ９倍

［Ⅱ］

過酸化水素が分解する反応 $2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$ について，反応速度を調べるために実験をおこなった。その結果を次の表に示す。

時間〔s〕	0	60	120
$[H_2O_2]$〔mol/L〕	4.52	3.81	3.21
平均の濃度$[H_2O_2]$〔mol/L〕		4.17	3.51
平均の反応速度 v〔mol/(L･s)〕		1.18×10^{-2}	f

この結果から，時間 0～60〔s〕における平均の濃度と平均の反応速度の比を計算すると $\frac{v}{[H_2O_2]} = 2.83\times10^{-3}$ となり，60～120〔s〕において同様に計算すると $\frac{v}{[H_2O_2]} =$ g となる。

問５　文中の f に入る数値は 11.12 13 $\times10^{-14}$ である。 11 ～ 14 に入る適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。　**解答番号** 11 ～ 14

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 0

問６　文中の g に入る数値は 15.16 17 $\times10^{-18}$ である。 15 ～ 18 に入る適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。　**解答番号** 15 ～ 18

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 0

問７　実験結果とその分析より，反応速度式 $v=k\times[H_2O_2]^a$ における反応次数 a の値として適切なものを，次の選択肢①～⑧のうちから一つ選べ。　**解答番号** 19

① 1　② 2　③ 3　④ 4
⑤ 5　⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8

問８　反応速度定数 k の値は，反応条件の変化によってどのように変化するか。その組み合わせとして適切なものを，次の選択肢①～⑧のうちから一つ選べ。　**解答番号** 20

	温度を高くする	触媒を用いる	初めの$[H_2O_2]$を大きくする
①	大きくなる	大きくなる	大きくなる
②	小さくなる	小さくなる	小さくなる
③	変化しない	変化しない	変化しない
④	大きくなる	大きくなる	小さくなる
⑤	大きくなる	大きくなる	変化しない
⑥	小さくなる	小さくなる	大きくなる
⑦	小さくなる	小さくなる	変化しない
⑧	変化しない	変化しない	大きくなる

第２問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

１族の金属元素をアルカリ金属といい，(1)その原子は１価の陽イオンになりやすい。そのため，アルカリ金属の単体は天然に存在せず，(2)そのイオンを含む化合物の溶融塩電解により製造される。ナトリウムの単体は反応性が高く，冷水と容易に反応して水酸化ナトリウムと［ a ］が生成する。水酸化ナトリウムの固体は空気中に放置すると［ b ］を吸収して溶ける性質をもち，この現象を［ ア ］という。また，空気中の［ c ］とも反応して炭酸ナトリウムと［ d ］が生じる。(3)炭酸ナトリウムの水溶液は塩基性を示し，これを濃縮すると無色透明の十水和結晶が析出する。(4)炭酸ナトリウムの十水和結晶を乾燥した空気中に放置すると，結晶中の水が失われて粉末状の一水和結晶に変化する。この現象を［ イ ］という。

問１　文中の［ a ］～［ d ］に入る語句として適切なものを，次の選択肢①～⑧のうちからそれぞれ一つ選べ。

［ a ］＝解答番号［ 1 ］
［ b ］＝解答番号［ 2 ］
［ c ］＝解答番号［ 3 ］
［ d ］＝解答番号［ 4 ］

① 酸素　② 水素　③ 一酸化炭素　④ 二酸化炭素
⑤ 水　⑥ 過酸化水素　⑦ 窒素　⑧ メタン

問２　文中の［ ア ］，［ イ ］に入る語句として適切なものを，次の選択肢①～④のうちからそれぞれ一つ選べ。なお，同じ選択肢を重複して使用してはならない。

［ ア ］＝解答番号［ 5 ］
［ イ ］＝解答番号［ 6 ］

① 分留　② 潮解　③ 風解　④ 抽出

問３　下線部(1)について，ナトリウム原子が１価の陽イオンに変化するときの記述として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　解答番号［ 7 ］

① 質量がわずかに大きくなる。　② 質量がわずかに小さくなる。
③ 質量数が１だけ大きくなる。　④ 質量数が１だけ小さくなる。
⑤ 原子番号が１だけ大きくなる。　⑥ 原子番号が１だけ小さくなる。

問４　下線部(2)について，塩化ナトリウム融解液の溶融塩電解により 92 g のナトリウム単体を得た。これについて，次の問(ⅰ)～(ⅲ)に答えよ。

(ⅰ) 消費した電気量は[8].[9]×$10^{[10]}$C である。[8]～[10]に入る適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。　**解答番号[8]～[10]**

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9　⑩ 0

(ⅱ) ナトリウム単体が生成する電極として適切なものを，次の選択肢①～④のうちから一つ選べ。　**解答番号[11]**

① 正極　② 陽極　③ 負極　④ 陰極

(ⅲ) 溶融塩電解によってナトリウム単体とともに気体が発生する。この気体について述べた次の文(A)～(C)を読み，下の選択肢①～⑦のうちから，記述が正しい文の記号だけがすべて含まれているものを一つ選べ。なお，記述の正しい文が一つもないときには該当なしの⑧を選べ。　**解答番号[12]**

[文]
(A) 水に少し溶け，水溶液は酸性を示す。
(B) 酸化力が強い。
(C) 無色で刺激臭をもつ。

① (A), (B), (C)　② (A), (B)　③ (B), (C)　④ (A), (C)
⑤ (A)　⑥ (B)　⑦ (C)　⑧ 該当なし

問５　下線部(3)について，炭酸ナトリウム水溶液が塩基性を示す理由は，溶液中に存在する［ e ］が［ f ］のイオンであるため，［ g ］から［ h ］を受け取る反応をおこして OH^- が生じるためである。文中の［ e ］～［ h ］に入る語句として適切なものを，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。なお，同じ選択肢を重複して使用してはならない。

［ e ］＝解答番号［13］
［ f ］＝解答番号［14］
［ g ］＝解答番号［15］
［ h ］＝解答番号［16］

① H_2O	② Na^+	③ CO_3^{2-}	④ H^+
⑤ OH^-	⑥ HCO_3^-	⑦ 強酸	⑧ 強塩基
⑨ 弱酸	⑩ 弱塩基		

問６　下線部(4)について，炭酸ナトリウム十水和物がすべて一水和物へと変化したとき，質量は［17］［18］％減少する。［17］，［18］に入る適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。　解答番号［17］，［18］

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	⑩ 0

第３問　次の設問に答えよ。

問１　炭素数が同じアルカン，アルケン，アルキン，シクロアルカンのうち，1 mol を完全に燃焼させるために必要な酸素の物質量が最も少ないものはどれか。適切なものを，次の選択肢①～④のうちから一つ選べ。　**解答番号** 1

① アルカン　② アルケン
③ アルキン　④ シクロアルカン

問２　二クロム酸カリウムを用いて酸化するとアセトンを生じる化合物として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号** 2

① エタノール　② エチレングリコール
③ 1－プロパノール　④ 2－プロパノール
⑤ グリセリン　⑥ 乳酸

問３　ホルムアルデヒドについて述べた次の文(A)～(C)を読み，下の選択肢①～⑦のうちから，記述が正しい文の記号だけがすべて含まれているものを一つ選べ。なお，記述の正しい文が一つもないときには該当なしの⑧を選べ。　**解答番号** 3

［文］
(A) およそ 37%のホルムアルデヒドを含む水溶液はホルマリンとよばれる。
(B) 常温常圧で気体である。
(C) ヨードホルム反応を示さない。

① (A), (B), (C)　② (A), (B)　③ (B), (C)　④ (A), (C)
⑤ (A)　⑥ (B)　⑦ (C)　⑧ 該当なし

問４　油脂を水酸化ナトリウム水溶液とともに加熱して分解すると高級脂肪酸のナトリウム塩が得られ，これを一般にセッケンという。セッケンは［ a ］性を示す炭化水素基と［ b ］性を示す$-COO^-$の部分をもつため，その水溶液は表面張力が低下する。このはたらきを［ c ］作用という。また，セッケン水溶液に横からレーザー光線をあてると，光の進路が明るく見える［ d ］現象が観察される。これは多数のセッケンイオンが［ e ］性の部分を内側に向けて［ f ］を形成し，光を散乱するためにおこる。文中の［ a ］～［ f ］に入る語句として適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちからそれぞれ一つ選べ。

［ a ］＝解答番号 4
［ b ］＝解答番号 5
［ c ］＝解答番号 6
［ d ］＝解答番号 7
［ e ］＝解答番号 8
［ f ］＝解答番号 9

① 親水　② 疎水　③ 乳化
④ 塩析　⑤ チンダル　⑥ ミセル
⑦ 界面活性　⑧ 凝析　⑨ ブラウン

問５　サリチル酸はベンゼン環の *o* 位にカルボキシ基とヒドロキシ基をもつ。サリチル酸の水素原子１個をメチル基で置換した化合物には何種類の異性体が存在するか。適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちから一つ選べ。　解答番号 10

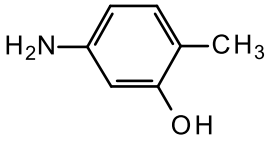
① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9

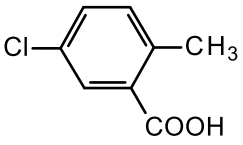
問６　アニリンについて述べた次の文(A)～(C)を読み，下の選択肢①～⑦のうちから，記述が正しい文の記号だけがすべて含まれているものを一つ選べ。なお，記述の正しい文が一つもないときには該当なしの⑧を選べ。　解答番号 11

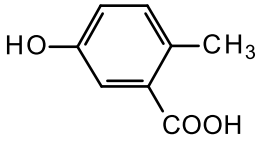
［文］
(A) 水には溶けにくいが，塩酸には溶けやすい。
(B) さらし粉水溶液を加えると黒色を呈する。
(C) ベンゼンスルホン酸とアンモニアを反応させると得られる。

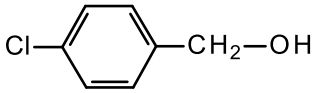
① (A), (B), (C)　② (A), (B)　③ (B), (C)　④ (A), (C)
⑤ (A)　⑥ (B)　⑦ (C)　⑧ 該当なし

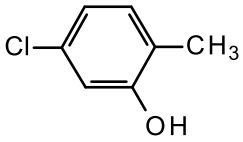
問７　ある芳香族化合物について，熱した銅線に付着させて炎の中に入れると青緑色の炎色反応が見られ，また塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると紫色の呈色反応が見られた。この化合物の構造として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから一つ選べ。　**解答番号**12

① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

⑥ 