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 $C_{\boxed{80}}H_{\boxed{81}\boxed{82}}O_{\boxed{83}}$ 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］

物質の状態は温度と圧力によって決まり，どのような温度・圧力のもとでいずれの状態をとるかをグラフで示したものを状態図という。図１は二酸化炭素の状態図である。領域Ａは［ a ］，領域Ｂは［ b ］，領域Ｃは［ c ］の状態を表している。

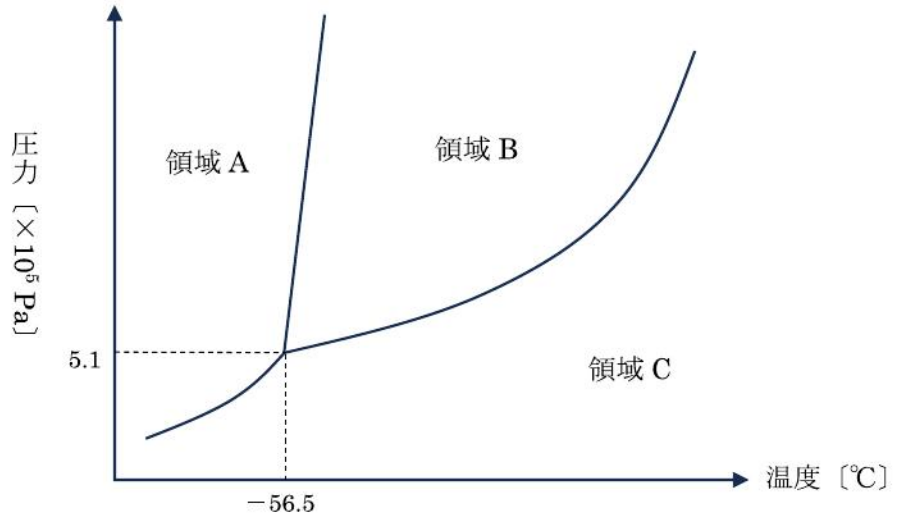


図１

問１　文中の［ a ］～［ c ］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。なお，同じ選択肢を重複して使用してはならない。

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

① 気体　　② 固体　　③ 液体

問２　領域Ａから Ｂ，および領域Ｃから Ｂ への状態変化の名称として適切なものを，次の選択肢①～⑤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。

領域Ａから Ｂ＝解答番号［ 4 ］
領域Ｃから Ｂ＝解答番号［ 5 ］

① 凝縮　　② 凝固　　③ 蒸発　　④ 融解　　⑤ 昇華

問３　4×10^5 Pa の圧力のもとで二酸化炭素の温度を 250 K から 350 K まで上昇させた場合，その状態はどのように変化するか。適切なものを，次の選択肢①～⑦のうちから一つ選べ。

解答番号 6

① つねに気体のまま
② つねに固体のまま
③ つねに液体のまま
④ 固体→液体→気体と変化する
⑤ 固体→液体と変化する
⑥ 液体→気体と変化する
⑦ 固体→気体と変化する

問４　1.0 mol の二酸化炭素の圧力 8.3×10^5 Pa，温度 217 K における体積は 27.5 cm^3 である。この状態の二酸化炭素の密度は 7 . 8 g/cm^3 である。 7 ， 8 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 ， 8

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

問５　1.0 mol の二酸化炭素の圧力 8.3×10^4 Pa，温度 217 K における体積は 9 10 L である。 9 ， 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 9 ， 10

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

問６　二酸化炭素について述べた文として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから二つ選べ。なお，解答の順序は問わない。

解答番号 11 ， 12

① 固体は黒紫色である。
② 気体は無色無臭である。
③ 気体を水に溶かすと弱塩基性を示す。
④ その分子は極性をもつ。
⑤ その分子には単結合と二重結合が含まれる。
⑥ その分子には非共有電子対が含まれる。

［Ⅱ］

アルミニウムや銅などの金属の結晶は面心立方格子の構造をもつ。その単位格子においてひとつの原子に隣接する原子は［ d ］個であり，単位格子中に含まれる原子の数は［ e ］個である。二酸化炭素の固体は多数の分子が［ f ］により結合した分子結晶であり，その結晶構造はちょうど面心立方格子の金属原子を二酸化炭素分子に置き換えたものに相当する。

問７　文中の［ d ］，［ e ］に入る数値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。なお，同じ選択肢を重複して使用してはならない。　［ d ］＝解答番号 13
［ e ］＝解答番号 14

① 2　② 4　③ 6　④ 8
⑤ 10　⑥ 12　⑦ 14　⑧ 16

問８　文中の［ f ］に入る語句として適切なものを，次の選択肢①～⑤のうちから一つ選べ。
解答番号 15

① クーロン力　② 共有結合
③ 水素結合　④ イオン結合
⑤ ファンデルワールス力

問９　二酸化炭素の結晶において，単位格子中に含まれる二酸化炭素分子の質量は［16］.［17］×$10^{-[18][19]}$g である。［16］～［19］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［16］～［19］

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

第２問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

実験１　希塩酸に鉄を加えると気体 X を発生しながら溶けて［ a ］色の水溶液が得られた。ここに塩素を通じると［ b ］色の水溶液 A に変化した。

実験２　濃硫酸に銅を加えて加熱すると気体 Y を発生しながら溶けた。放冷したのち水を加えて薄めると，［ c ］色の水溶液 B が得られた。

実験３　塩酸にアルミニウムを加えると気体 Z を発生しながら溶け，［ d ］色の水溶液 C が得られた。

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①～⑦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。

［ 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 無　② 褐　③ 青　④ 淡緑
⑤ 黄褐　⑥ 深青　⑦ 血赤

問２　実験１～３で発生した気体 X～Z として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちからそれぞれ一つ選べ。

気体 X＝解答番号［ 5 ］
気体 Y＝解答番号［ 6 ］
気体 Z＝解答番号［ 7 ］

① 水素　② 酸素　③ 硫化水素
④ 二酸化硫黄　⑤ 一酸化炭素　⑥ 二酸化炭素

問３　実験２における銅と熱濃硫酸の反応を表す次の化学反応式中の空欄に入る係数として適切なものを，下の選択肢①～⑨のうちからそれぞれ一つ選べ。係数が１の場合は①を選べ。

解答番号［ 8 ］～［ 12 ］

［ 8 ］Cu ＋ ［ 9 ］H_2SO_4 ⟶ ［ 10 ］$CuSO_4$ ＋ ［ 11 ］H_2O ＋ ［ 12 ］気体 Y

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5
⑥ 6　⑦ 7　⑧ 8　⑨ 9

問４　気体Ｙについて述べた文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 13

① 無色無臭である。
② 水に溶けて酸性を示す。
③ 捕集する際は水上置換法を用いる。
④ 酸化力が強くヨウ化カリウムを酸化する。
⑤ 窒素と反応してアンモニアを生じる。
⑥ 硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えると発生する。

問５　水溶液Ａ～Ｃに過剰のアンモニア水を加えた場合，生じる沈殿の色として適切なものを，次の選択肢①～⑤のうちからそれぞれ一つ選べ。なお，沈殿が生じない場合は⑥を選べ。

水溶液Ａ＝**解答番号** 14
水溶液Ｂ＝**解答番号** 15
水溶液Ｃ＝**解答番号** 16

① 白色
② 赤褐色
③ 淡緑色
④ 青白色
⑤ 黒色
⑥ 沈殿は生じない

問６　実験１～３において，それぞれ同じ質量の金属を用いた場合，発生する気体Ｘ～Ｚの標準状態における体積を大きい順に並べるとどうなるか。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

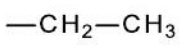
① Ｘ＞Ｙ＞Ｚ
② Ｘ＞Ｚ＞Ｙ
③ Ｙ＞Ｘ＞Ｚ
④ Ｙ＞Ｚ＞Ｘ
⑤ Ｚ＞Ｘ＞Ｙ
⑥ Ｚ＞Ｙ＞Ｘ

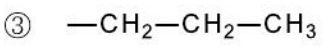
第３問　次の設問に答えよ。

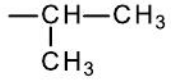
問１　炭化水素から水素原子１個が取れてできる基を炭化水素基という。炭化水素基であるエチル基およびフェニル基の構造として適切なものを，次の選択肢①～⑨のうちからそれぞれ一つ選べ。なお，同じ選択肢を重複して使用してはならない。　エチル基＝**解答番号** 1

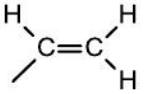
フェニル基＝**解答番号** 2

① 

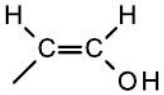
② 

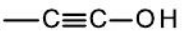
③ 

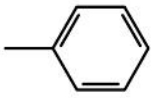
④ 

⑤ 

⑥ 

⑦ 

⑧ 

⑨ 

問２　アセチレンに水を付加して得られる化合物の性質として適切なものを，次の選択肢①～⑦のうちから一つ選べ。　**解答番号** 3

	フェーリング反応	ヨードホルム反応
①	示さない	示さない
②	示さない	赤色沈殿が生じる
③	示さない	淡黄色沈殿が生じる
④	赤色沈殿が生じる	示さない
⑤	淡黄色沈殿が生じる	示さない
⑥	赤色沈殿が生じる	淡黄色沈殿が生じる
⑦	淡黄色沈殿が生じる	赤色沈殿が生じる

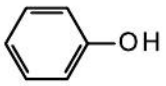
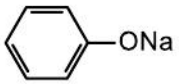
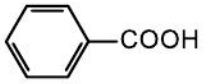
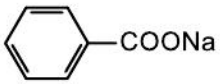
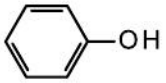
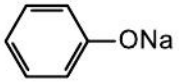
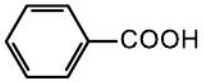
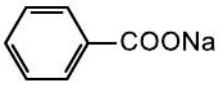
問３　無水酢酸は液体の化合物であり，51 g の無水酢酸を 49 g の水と混合すると二層に分離した。これを放置すると，無水酢酸と水が反応して酢酸に変化しながら水に溶けていき，やがて均一な水溶液となった。得られた酢酸水溶液には無水酢酸が残っていないものとすると，酢酸の質量パーセント濃度は 4 5 %である。 4 ， 5 に入る適切な数字を，次の選択肢①～⑩のうちからそれぞれ一つ選べ。　**解答番号** 4 ， 5

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

問４　不飽和脂肪酸の一つであるドコサヘキサエン酸は DHA と呼ばれており，サバやイワシなどの魚油に多く含まれている。DHA は炭素数が 22 であり，６個の炭素原子間二重結合を含んでいる。よって，DHA の分子式は $C_{22}H_{\boxed{6}\boxed{7}}O_{\boxed{8}\boxed{9}}$ である。 6 ～ 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 6 ～ 9**

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

問５　フェノールを水酸化ナトリウム水溶液に溶かしたのち，十分量の二酸化炭素を吹き込んだ。次いで，適量のジエチルエーテルを加えると二層に分離した。このとき，最も多くのフェノール(またはその塩)が含まれている分画とその構造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 10**

	分画	構造
①	水層	
②	水層	
③	水層	
④	水層	
⑤	エーテル層	
⑥	エーテル層	
⑦	エーテル層	
⑧	エーテル層	

問６　アニリンに関する記述として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから二つ選べ。なお，解答の順序は問わない。　**解答番号** 11 ， 12

① 水によく溶ける。
② 塩酸によく溶ける。
③ 水酸化ナトリウム水溶液によく溶ける。
④ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青紫色を呈する。
⑤ さらし粉水溶液を加えると淡緑色を呈する。
⑥ 酸化されやすく，空気中で次第に褐色～赤褐色に変化する。

問７　サリチル酸の水素原子１個を塩素原子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①～⑩のうちから一つ選べ。　**解答番号** 13

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