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　次の設問に答えよ。

四酸化二窒素 N_2O_4 の気体を容器に入れて放置すると，$N_2O_4 \rightleftarrows 2NO_2$ …反応(1)で表される可逆反応が平衡状態となり，一定量の二酸化窒素 NO_2 が生成する。二酸化窒素は［ア］色の有毒な気体であり，水に溶けて硝酸を生じる。

体積可変のピストンつき容器に n〔mol〕の N_2O_4 を入れ，温度を T〔K〕，全圧を P〔Pa〕に保って平衡状態になったとする。このとき，NO_2 へと解離した N_2O_4 の割合(解離度)を α とすると，下に示す収支計算により，平衡状態における N_2O_4 の物質量は［a］mol，NO_2 の物質量は［b］mol と表すことができる。

	N_2O_4	$\rightleftarrows$	$2NO_2$	
反応前	n		0	
変化量	$-n\alpha$		$+$［b］	
平衡状態	［a］		［b］	単位〔mol〕

このとき，容器の体積(すなわち気体の体積)が V〔L〕であったとすると，容器内に存在する気体全体に対して理想気体の状態方程式をあてはめることにより $PV=$［c］$\times RT$ が成り立つ(ただし，R は気体定数)。また，N_2O_4 の分圧は［d］Pa，NO_2 の分圧は［e］Pa となるから，反応(1)の圧平衡定数を $K_p=$［f］Pa と表すことができる。

問１　文中の［ア］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［1］

① 淡青　② 淡黄　③ 淡緑　④ 赤褐　⑤ 赤紫

問２　硝酸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［2］，［3］

① 窒素原子の酸化数は＋３である。
② １価の弱酸である。
③ 強い酸化作用を示す。
④ 光により分解する。
⑤ 濃硝酸は不揮発性である。
⑥ 希硝酸は金を溶かす。

問３　反応(1)が平衡状態にあるとき，触媒を加えた場合および全圧一定で温度を大きくした場合に平衡はどちらに移動するか。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，反応(1)の正反応は吸熱反応である。　触媒を加えた場合＝**解答番号** 4
全圧一定で温度を大きくした場合＝**解答番号** 5

① 右に移動する　② 左に移動する　③ 平衡は移動しない

問４　文中の a ～ c に入る式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** 6
b ＝**解答番号** 7
c ＝**解答番号** 8

① $n\alpha$　② $2n\alpha$　③ $\frac{1}{2}n\alpha$　④ $n(1+\alpha)$

⑤ $n(1-\alpha)$　⑥ $\frac{n}{\alpha}$　⑦ $\frac{\alpha}{n}$　⑧ $n(2+\alpha)$

問５　文中の d ，e に入る式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。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** 9
e ＝**解答番号** 10

① $\frac{1}{2}P$　② αP　③ $(1+\alpha)P$

④ $(1-\alpha)P$　⑤ $\frac{1-\alpha}{1+\alpha}P$　⑥ $\frac{2\alpha}{1+\alpha}P$

問６　文中の f に入る式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 11

① $\frac{2\alpha}{1-\alpha}P$　② $\frac{2\alpha}{1-\alpha}P^2$　③ $\frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2}P$

④ $\frac{4\alpha^2}{1-\alpha^2}P^2$　⑤ $\frac{4\alpha^2}{1+\alpha^2}P$　⑥ $\frac{4\alpha^2}{1+\alpha^2}P^2$

問７　ピストンつき容器に 1.0 mol の N_2O_4 を入れて温度 300 K，全圧 2.25×10^5 Pa に保ったところ，反応(1)が平衡状態となり，ちょうど半分の N_2O_4 が解離して NO_2 となった。次の問(ⅰ)，(ⅱ)に答えよ。

(ⅰ) 平衡状態における容器の体積は[12][13]L である。[12]，[13]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**[12]，[13]

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

(ⅱ) 反応(1)の圧平衡定数は $K_p=$ [14].[15]$\times10^{[16]}$Pa である。[14]～[16]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**[14]～[16]

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

問８　問７の平衡状態から温度 300 K のまま全圧を大きくして 1.8×10^6 Pa に保ったところ，平衡が移動して新しい平衡状態に達した。このとき，N_2O_4 の解離度は$\alpha=0.$[17][18]である。[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２問　次の設問に答えよ。

問１　ハロゲン化水素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** 1

［文］
(A) フッ化水素の水溶液はガラス容器に入れて保存する。
(B) 塩化水素の水溶液は鉄や亜鉛を溶かす。
(C) ヨウ化水素の水溶液は塩基性を示す。

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２　貴ガス(希ガス)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** 2

［文］
(A) アルゴンは空気中に体積比で 10%ほど含まれている。
(B) ヘリウムの沸点は酸素や窒素よりも低い。
(C) ネオンの原子は K 殻に２個，L 殻に８個の電子をもつ。

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３　K_2SO_4 を加えると沈殿を生じる水溶液として適切なものを，次の選択肢①～⑧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** 3 , 4

① NaClaq　② $BaCl_2aq$　③ $Cu(NO_3)_2aq$　④ $AgNO_3aq$
⑤ K_2CrO_4aq　⑥ $K_2Cr_2O_7aq$　⑦ $Ca(OH)_2aq$　⑧ NH_4Claq

問４　化合物の名称と化学式の組み合わせ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** 5 , 6

	名称	化学式
①	生石灰	$Ca(OH)_2$
②	石灰石	$MgSO_4$
③	セッコウ	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
④	重曹	$NaHCO_3$
⑤	緑青	$CuFeS_2$
⑥	アルミナ	$AlCl_3$

問５　リンについて述べた文として適切なものを，次の選択肢①～⑧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** 7 , 8

① 赤リンは空気中で自然発火する。
② 黄リンは P_4 分子からなる分子結晶である。
③ 赤リンは強い毒性をもつ。
④ 赤リンを加熱すると黄リンに変化する。
⑤ 十酸化四リンは塩基性酸化物である。
⑥ 十酸化四リンは強力な還元剤である。
⑦ リン酸は極めて弱い酸である。
⑧ リン酸イオンは肥料の重要な成分である。

問６　硫酸銅(Ⅱ)水溶液に過剰の濃アンモニア水を加えると，溶液の色が深青色となった。このとき生成した錯イオンの化学式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** 9

① $[Cu(NH_3)_2]^{2+}$　② $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$　③ $[Cu(NH_4)_2]^{2+}$
④ $[Cu(NH_4)_4]^{2+}$　⑤ $[Cu(OH)_2]^{2-}$　⑥ $[Cu(OH)_4]^{2-}$

問７　鉄の製造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** 10

［文］
(A) 鉄の酸化物を含む赤鉄鉱や磁鉄鉱などが主要な原料である。
(B) 鉄を還元するために石灰石を利用する。
(C) 高炉で得られる銑鉄は４％ほどの炭素 C を含んでいる。

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

第３問　次の文章を読み，下の設問に答えよ。

［Ⅰ］

ベンゼンとプロペンを反応させるとクメンが得られる。クメンは酸化されやすく，空気中の酸素と反応してクメンヒドロペルオキシドへと変化する。(1)これを希硫酸を用いて分解するとフェノールが得られる。このようなフェノールの合成法をクメン法といい，医薬品などの原料として有用なフェノールが大量生産されている。

問１　ベンゼンの分子式は $C_{\boxed{1}}H_{\boxed{2}\boxed{3}}$ である。 1 ～ 3 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** 1 ～ 3

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

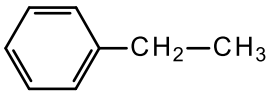
問２　プロペンについて述べた文として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちから二つ選べ。なお，解答の順序は問わない。　**解答番号** 4 ， 5

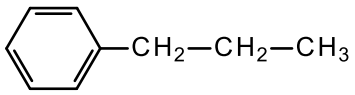
① アルキンに属する。
② 常温常圧で気体である。
③ 水を付加すると１種類のアルコールのみが得られる。
④ 塩素を付加して得られる化合物には不斉炭素原子が存在しない。
⑤ シス－トランス異性体が存在する。
⑥ 完全に燃焼すると二酸化炭素と水が１：１の物質量比で生成する。

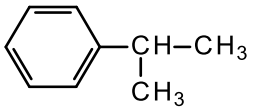
問３　クメンおよびクメンヒドロペルオキシドの構造として適切なものを，次の選択肢①～⑥のうちからそれぞれ一つ選べ。なお，同じ選択肢を重複して使用してはならない。

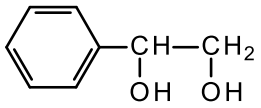
クメン＝**解答番号** 6

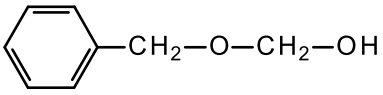
クメンヒドロペルオキシド＝**解答番号** 7

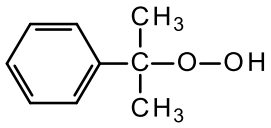
① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

⑥ 

問４　下線部(1)について，この分解反応によって同時に得られる脂肪族化合物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 8

［文］

(A) フェーリング反応を示す。

(B) 銀鏡反応を示す。

(C) ヨードホルム反応を示す。

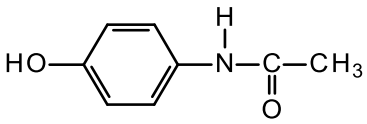
① (A), (B), (C)　② (A), (B)　③ (B), (C)　④ (A), (C)

⑤ (A)　⑥ (B)　⑦ (C)　⑧ 該当なし

［Ⅱ］

フェノールから合成されるアセチルサリチル酸は解熱鎮痛作用を示し，医薬品の成分として用いられている。アセチルサリチル酸は［ a ］をもつため，その水溶液は酸性を示す。また，［ b ］をもち，(2)水酸化ナトリウムと反応させることでサリチル酸二ナトリウムと酢酸ナトリウムに分解する。

アニリンと無水酢酸を反応させて得られる［ ア ］も解熱鎮痛作用をもち，以前は医薬品として用いられていたが，副作用が強いため，現在はその構造の一部を変更したアセトアミノフェンが成分として用いられている。アセトアミノフェンの構造を次に示す。［ ア ］およびアセトアミノフェンは，ともに［ c ］をもつ。



問５　文中の［ a ］～［ c ］に入る語句として適切なものを，次の選択肢①～⑥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 9
［ b ］＝解答番号 10
［ c ］＝解答番号 11

① ニトロ基　② カルボキシ基　③ フェノール性ヒドロキシ基
④ エーテル結合　⑤ エステル結合　⑥ アミド結合

問６　下線部(2)について，水酸化ナトリウムを用いてアセチルサリチル酸を完全に分解する場合，1.0 mol のアセチルサリチル酸と反応する水酸化ナトリウムの物質量は［12］.［13］mol である。［12］，［13］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［12］，［13］

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

問７　文中の［ ア ］に入る語句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［14］

① アニリン塩酸塩　② スルファニルアミド　③ 塩化ベンゼンジアゾニウム
④ アセトアニリド　⑤ アセトアルデヒド　⑥ ピクリン酸

問８　アセトアミノフェンを加水分解して得られる芳香族化合物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 15

［文］

(A) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると赤紫～青紫色に呈色する。

(B) 塩酸を加えると中和反応をおこす。

(C) アゾ化合物のひとつである *p*－ヒドロキシアゾベンゼンの構造異性体である。

① (A), (B), (C)　② (A), (B)　③ (B), (C)　④ (A), (C)

⑤ (A)　⑥ (B)　⑦ (C)　⑧ 該当なし