平成20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。なお，解答用紙(2枚)は，各科目に共通です。

4. 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……………………氏名を記入しなさい。

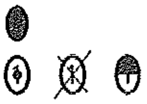
　② 受験番号欄………………受験番号(4桁の数字)を記入し，受験番号をマーク欄にマークしなさい。

　③ 解答科目欄………………解答する科目を，記述欄に，生物，物理，化学のうち1つを必ず記入し，マーク欄には当該科目の下に必ずマークしなさい。

5. マークにはHBの鉛筆を使用し，次の例のように，濃く正しくマークしなさい。

良い例………

悪い例………



6. 正確にマークされていない場合，採点できないことがあります。

7. 答えを修正する場合は必ず「プラスチック製消しゴム」で完全に消し，消しくずを解答用紙上に残してはいけません。

8. 中途退場は認めません。

9. 試験中に質問がある場合は，手をあげて申し出なさい。

10. この冊子の余白を計算用紙に用いてかまいません。

11. 試験終了後，この冊子は持ち帰りなさい。

12. この冊子は，全部は31ページです。生物，物理，化学の順になっています。

問　題　　目　次

生　物　1～13ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)

物　理　15～22ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)

化　学　23～31ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)

13. 解答上の注意が問題毎に指示されている場合があります。注意して下さい。

平成20年度 入学試験問題訂正一覧

2008/3/27

学部・学科	入試区分	試験日	選考方法(分野・科目)	誤	正
医学部					
医学科	一般入試	2月1日 (一次試験)	英語	● P3. 問〔ク〕 3行目 there less	there are less
			理科　化学	● P25. Ⅱ 3行目 共有結合と非共有結合	共有電子対と非共有電子対

化　　学

解答は [ア] [イ] [ウ] …等の各問の解答形式に指定されている桁数，指数表示の形式に従い，記入例のように答えること。数値を求める解答の有効数字は2桁とする。

記入例：

解答欄 [ア] [イ] に2と解答する場合，[0] [2] とすること(解答欄の空位の桁には0を記入)。

解答欄が指数表示の場合，220，2.2，0.022はおのおの [2].[2] $\times 10^{\boxed{2}}$，[2].[2] $\times 10^{\boxed{0}}$，[2].[2] $\times 10^{-\boxed{2}}$ 。

I　次の問1～3を読み問題に答えよ。必要があれば以下の数値を使うこと。

原子量　H：1　C：12　O：16　Na：23　Cl：35.5　Ca：40　Br：80

[解答欄 [ア] ～ [ツ]]

問 1　示性式がAで表される物質がある。この物質Bgを完全に燃焼すると96gの酸素が消費され，それに伴い生成される二酸化炭素の質量は水(水蒸気)の1.95倍となる。この物質を金属ナトリウムと反応させると水素が発生する。

またこの物質Bgを100kgの水に混和してできる希薄水溶液の質量モル濃度はCmol/kgとなる。希薄溶液の凝固点降下度は溶媒1kgあたりの溶質の粒子数に比例することが知られている。この考えに基づくと，質量モル濃度がCmol/kgである尿素水溶液と，質量パーセント濃度が0.22％である塩化カルシウム水溶液との凝固点降下度を比べた場合，後者は前者のおよそD倍になることがわかる。

(1)　この物質の示性式Aは以下の①～⓪のどれかであることがわかっている。①～⓪の中からAを選べ。 [ア]

① CH_3OCH_3　② $CH_3CH_2OCH_3$　③ $CH_3CH_2OCH_2CH_3$

④ $CH_3(CH_2)_2OCH_2CH_3$　⑤ CH_3CHO　⑥ CH_3CH_2CHO

⑦ CH_3CH_2OH　⑧ $CH_3(CH_2)_2OH$　⑨ $CH_3(CH_2)_3OH$

⓪ $CH_3(CH_2)_4OH$

(2)　Cを求めよ。 [イ].[ウ] $\times 10^{-\boxed{エ}}$

(3)　Dを求めよ。 [オ] [カ]

問 2　直鎖の炭化水素鎖を持つアルケンに臭素を付加すると分子量が元の約 2.9 倍になった。このアルケンの炭素数はAであり，このようなアルケンはB種類ある。これらのアルケンの分子内で 1 個の水素原子が塩素原子に置換された化合物を考えてみる。炭化水素鎖の中に 1 個の不斉炭素原子があると，それに結合した原子や原子団の空間配置が異なる 2 種の光学異性体が存在する。これを考慮すると，アルケンの水素原子が塩素原子に置換された化合物には，構造異性体，幾何異性体だけでなく，光学異性体も存在することがわかる。そこで上記のB種類のアルケンの各々について，1 個の水素原子が塩素原子に置換された化合物の全ての異性体を数えてみると，その合計はC種類になる。

(1)　Bを求めよ。　［キ］［ク］

(2)　炭素数がAであるアルカンの構造異性体は何種類あるか。　［ケ］［コ］種類

(3)　Cを求めよ。　［サ］［シ］

問 3　弱酸は水溶液中で一部の分子だけが解離している。その解離した割合を電離度という。弱酸の電離度は濃度や温度により異なる。25 ℃ で，ある 1 価の弱酸溶液の濃度が A mol/l の時，電離度は 1.6×10^{-2} であり，その溶液の pH は 2.8 である。この酸溶液を同温度で 100 倍に希釈すると，弱酸の電離度は B になり，希釈した酸溶液中の水酸化物イオンの濃度は 6.6×10^{-11} mol/l となる。

ただし 25 ℃ で，水のイオン積は 1.0×10^{-14} (mol/l)^2 であり，$\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

(1)　Aを求めよ。　［ス］.［セ］$\times 10^{-}$［ソ］

(2)　電離度Bを求めよ。　［タ］.［チ］$\times 10^{-}$［ツ］

Ⅱ　分子の形を簡単に予測する方法は次の考え方を基にしている。「中心原子を取りまく原子あるいは原子団は，中心原子の原子価殻中にある電子対間の電気的な反発が最小になるように配置される。」この方法では，共有結合と非共有結合，あるいは一重結合と二重結合の間の反発力の違いを考慮しなくてよい。すなわち，これらの間での反発力はみな等しいと仮定する。

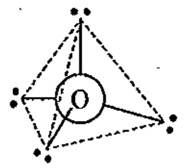
この方法により水(H_2O)分子の形を予測すると以下のようになる。

まず，水(H_2O)の電子式

$$\mathrm{H:\ddot{\underset{..}{O}}:H}$$

より，中心の酸素原子Oには，水素原子と結合する共有電子対が2つ，結合に関与しない非共有電子対が2つあることが分かる。

次に，電子対の配置を考える。電子対間の反発が最小になるような配置は，電子対間の距離が最大となる配置である。水分子の4つの電子対間の距離が最大となる配置は，中心原子Oを正四面体の中心に置いて，各頂点方向にそれぞれの電子対が向かい，電子対間の角度が互いに等しくなるときである(図1)。



酸素原子を(O)，電子対を —: で表してある。

図1

2つの電子対の先に水素原子を配置し，水分子の形とする。

このようにして予測されたH_2O分子は，折れ曲がった形(図2)で，結合角は109.5°である。この形は実験的に知られている水分子の形と同じである。結合角は測定されている値(104.5°)に近い値である。

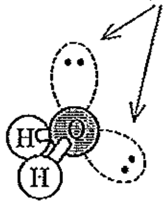


図2

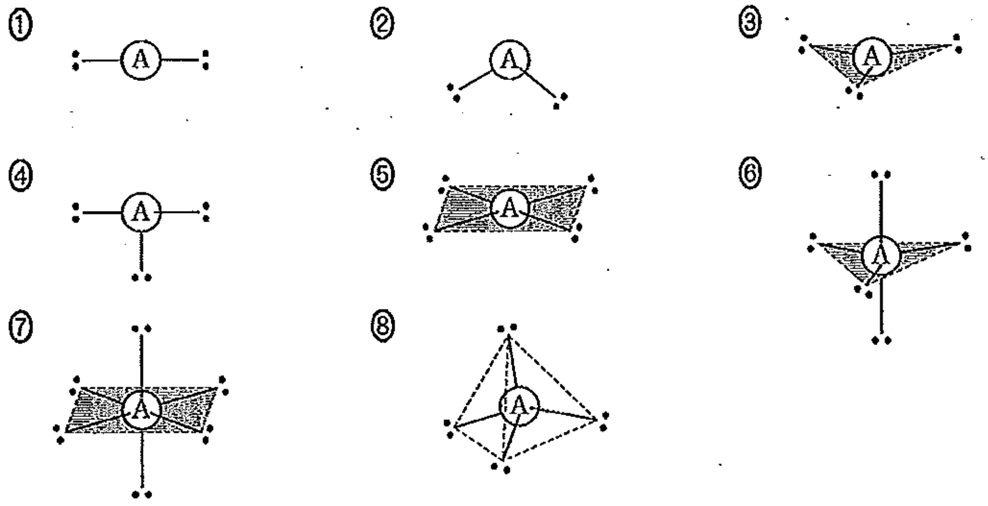
以下の設問に答えよ。〔解答欄 ア ～ シ 〕

問 1　水素化リン(PH_3)分子の形の予測について，以下の問に答えよ。リンは第 15 族の元素である。

(1)　この分子で結合に使われている電子対はいくつか。 ア

また，非共有電子対はいくつか。 イ

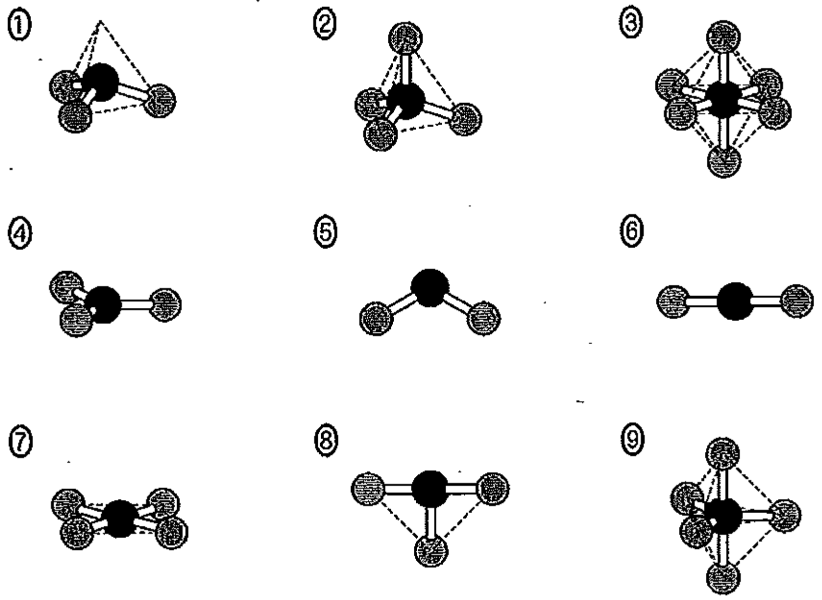
(2)　共有電子対と非共有電子対の方向を図 3 の①～⑧の中から選べ。 ウ



中心原子をⒶ，電子対を —: で表してある。
一重結合と二重結合を区別せず 1 つの電子対として表してある。

図 3

(3)　分子の形を図 4 の①～⑨の中から選べ。 エ



中心原子を黒色，周囲の原子，原子団を灰色で表してある。

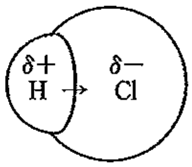
図 4

問 2　以下のイオンの共有電子対と非共有電子対の方向およびイオンの形を推定せよ。電子対の方向は図 3 の①〜⑧，分子の形は図 4 の①〜⑨から選べ。

(1)　硫酸イオン SO_4^{2-}　　電子対の方向 [オ]　　分子の形 [カ]

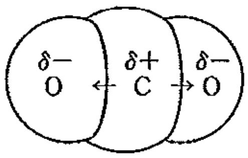
(2)　蟻酸イオン $HCOO^-$　　電子対の方向 [キ]　　分子の形 [ク]

問 3　電気陰性度が異なる原子で構成されている分子は，分子内で電子が不均一に分布するため極性を示すことがある。例えば，塩化水素(HCl)では，電気陰性度が大きい塩素原子に水素原子から電子が引き付けられ，塩素原子は δ− の部分的負電荷を帯び，水素原子は δ+ の部分的正電荷を帯びる(図 5)。この結果，塩化水素分子は極性を示す。しかし，電気陰性度が異なる原子どうしが結びついた分子であっても，非極性の場合がある。例えば，二酸化炭素(CO_2)のように，炭素−酸素間の電子の不均一な分布が，直線状の分子の形により打ち消されてしまえば(図 6)非極性を示す。このように分子の極性は，分子を構成する原子の電気陰性度と分子の形によって決まる。



矢印は電子の偏りを表す。

図 5



矢印は電子の偏りを表す。

図 6

以下の分子の形を推定したうえで極性を判別せよ。分子の形は図 4 の①〜⑨から選び，極性の分子には①を，非極性の分子は②と答えよ。

(1)　ホルムアルデヒド(HCHO)　　分子の形：[ケ]　　極性：[コ]

(2)　フッ化ケイ素(SiF_4)　　分子の形：[サ]　　極性：[シ]

Ⅲ　可動性ピストンで密閉された容器の中に，理想気体とみなせる窒素と水素がおのおの 1.0 mol 入っている。この容器には，内容積に比べて無視できるほど小さな容積の小室がついていて，その中に触媒が置いてある(図7)。ピストン容器内は 500 ℃，600 atm に保たれている。この条件のもとで，はじめは閉じてあった小室の戸を開けてアンモニア生成を開始した。

以下の設問に答えよ。気体定数の値は 0.082 l・atm/(mol・K)，ケルビン温度 0 K ＝ −273 ℃ とする。［解答欄 ア 〜 シ ］

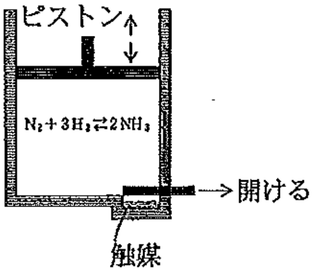


図7

問 1　ピストン内の反応が平衡状態に到達した後に小室の戸を閉めたり開けたりした。そのときのピストンの動きに関する次の言明の中で正しいものを選び出せ。複数の正解があれば解答欄 ア 内の正解の番号すべてをマークすること。

① 小室の戸を閉め触媒と気体を遮断すると，反応は新たな平衡状態へ向かって進むため，ピストンは上下どちらかへ動く。

② 小室の戸を閉めて触媒と気体を遮断しても平衡状態は変わらないからピストンは動かない。

③ 小室の戸を閉め触媒と気体を遮断すると，アンモニアの生成速度とアンモニア分解速度がともに遅くなるのでピストンは動かない。

④ 小室の戸を閉めて触媒と気体を遮断すると，アンモニア生成よりアンモニア分解が促進しピストンが上昇する。

⑤ 小室の戸を閉めて触媒と気体を遮断すると，アンモにア生成よりアンモニア分解が促進しピストンが下降する。

⑥ 小室の戸を閉じたり開けたりすると，ピストンは上昇と下降または下降と上昇を繰り返す。

問 2　容器内で反応が平衡状態に到達したとき，アンモニアの容積を測定するとピストン内の 30 % を占めた。平衡状態の容器内の全物質量はいくらか。

イ . ウ × 10^エ mol

問 3　問 2 の状態に至るまでの容器内の熱的変化について次の問に答えよ。

(1)　下表に与えた 3 種の化学結合の結合エネルギーの値を使って熱量変化の大きさを求めよ。

[オ] . [カ] × 10 [キ] kJ

結　合	結合エネルギー [kJ/mol]
H－H	435
N－H	390
N≡N	941

(2)　容器内に起こったことは{① 発　熱，② 変化なし，③ 吸　熱}である。

①から③のうち一つ選択せよ。[ク]

問 4　平衡状態のときの容器の容積は何 l か。

[ケ] . [コ] × $10^{-[サ]}$ l

問 5　冒頭の問題文で与えられている気体定数の次元は次のどれに相当するか。正しいものを選び出せ。複数の正解があれば解答欄 [シ] 内の正解の番号すべてをマークすること。

① J/(mol·K)　　② J/mol　　③ J/K

④ m/(mol·K)　　⑤ m^2/(mol·K)　　⑥ m^3/(mol·K)

⑦ kg/(mol·K)　　⑧ Pa/(mol·K)　　⑨ N·m/(mol·K)

Ⅳ 次の文章を読んで以下の問に答えよ。〔解答欄 ア ～ タ 〕

問 1 地下から取り出された天然ガスや原油は様々な工業製品の原料となる。原油は精油所で石油ガス，ナフサ，灯油，軽油，残油に分けられる。天然ガスや石油ガスはアルカンを含む。アルカンの沸点は炭素数によって異なる。アルカンのうちで最も沸点の低い ア は室温(25 ℃ 付近)では気体であるが， イ して液化させ燃料として用いる。ナフサを熱分解するとアルケンが得られる。アルケンの一つである ウ に塩素を付加して エ を合成し，次に触媒存在下で加熱して エ から塩化水素を除くと オ ができる。 オ を重合させてポリ塩化ビニルが作られる。また， カ を酸素によって直接酸化するとアセトンが生成する。

(1) 次の中から ア に当てはまるアルカンを選べ。

① プロパン ② オクタン ③ メタン ④ ヘプタン ⑤ ブタン ⑥ エタン

(2) 次の中から イ に当てはまる語句を選べ。

① 加圧・加熱 ② 加圧・冷却 ③ 減圧・加熱 ④ 減圧・冷却

(3) 次の中から ウ にあてはまるアルケンを選べ。

① 1-ブテン ② 1-ヘキセン
③ エチレン(エテン) ④ プロピレン(プロペン)

(4) 次の中から エ にあてはまる示性式を選べ。

① CH_3Cl ② CH_3CH_2Cl ③ $CH_2=CHCl$
④ CH_2ClCH_2Cl ⑤ $CH_2ClCH_2CH_2Cl$ ⑥ $CH_2=CHCH_2Cl$

(5) 次の中から オ にあてはまる示性式を選べ。

① CH_3Cl ② CH_3CH_2Cl ③ $CH_2=CHCl$
④ CH_2ClCH_2Cl ⑤ $CH_3CH_2CH_2Cl$ ⑥ $CH_2=CHCH_2Cl$

(6) 次の中から カ にあてはまるアルケンを選べ。

① 1-ブテン ② 1-ヘキセン
③ エチレン(エテン) ④ プロピレン(プロペン)

問 2 グルコースは自然界に広く存在する糖であり，その分子式は キ である。適当な条件で無水酢酸を反応させるとアセチル化されるので，分子内に ク が存在する。したがってグルコースは ケ とみることもできる。グルコース 1 分子中には，この反応でアセチル基が最大 コ 個導入される。

グルコース水溶液に<u>フェーリング液を反応させると赤色沈澱が生じる。</u>(A) その理由は水溶液中では，グルコースが α 型および β 型の環状構造と鎖状構造の平衡状態となっており， ス をとったとき C1 炭素の位置に セ が現れるからである。

スクロースは，グルコースとフルクトースが<u>グリコシド結合</u>(B)で結ばれた 2 糖類である。<u>スクロースはフェーリング液と反応せず赤色沈殿は生じない。</u>(C)

(1) 次の中から キ に当てはまる分子式を選べ。

① $C_4H_8O_4$　② $C_5H_{10}O_5$　③ $C_5H_{12}O_5$
④ $C_6H_{10}O_7$　⑤ $C_6H_8O_6$　⑥ $C_6H_{12}O_6$

(2) 次の中から ク に当てはまる官能基を選べ。

① ヒドロキシ基　② アルデヒド基　③ カルボニル基
④ カルボキシル基　⑤ ニトロ基　⑥ アミノ基

(3) 次の中から ケ に当てはまる化合物を選べ。

① エーテル　② エステル　③ アルコール
④ ケトン　⑤ アミン　⑥ アルデヒド

(4) 次の中から コ に当てはまる数字を選べ。

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6

(5) 下線部(A)では以下の還元反応が起こっている。空欄 サ ， シ に当てはまる化学記号を選べ。

$$2\,Cu^{2+} + 2\,OH^- + \boxed{サ} \rightarrow \boxed{シ} + H_2O$$

① e^-　② $2\,e^-$　③ $4\,e^-$　④ H^+
⑤ $2\,H^+$　⑥ CuO　⑦ Cu_2O　⑧ $2\,CuO$

(6) ス に当てはまる構造を選べ。

① α型環状構造　② β型環状構造　③ 鎖状構造

(7) 次の中から セ に当てはまる官能基を選べ。

① ヒドロキシ基　② アルデヒド基　③ カルボニル基
④ カルボキシル基　⑤ ニトロ基　⑥ アミノ基

(8) 下線部(B)の結合は次の中のどの結合に属するか。 ソ

① ペプチド　② エステル　③ エーテル
④ ジスルフィド　⑤ 水　素　⑥ ファンデルワールス

(9) 下線部(C)を正しく説明しているのはどれか。一つ選べ。 タ

① グルコースとフルクトースがともにα型だから。
② グルコースとフルクトースがともにβ型だから。
③ グルコースはα型でフルクトースがβ型だから。
④ グルコースのC1炭素とフルクトースのC2炭素間がグリコシド結合をしているから。
⑤ グルコースのC1炭素とフルクトースのC5炭素間がグリコシド結合をしているから。
⑥ グルコースのC4炭素とフルクトースのC5炭素間がグリコシド結合をしているから。