

令和5年度 熊本大学2次試験前期日程(化学問題)
令和5年2月25日

問題 1 2 3

必要であれば以下の値を用いよ.

原子量: $H = 1.0$, $C = 12$, $N = 14$, $O = 16$

気体定数: $R = 8.31 \times 10^3 \text{Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

1 次の文章を読み、以下の書く問に答えよ.

原子は、直径がおよそ $10^{\text{ア}}$ m の粒子である. 原子の中心には正の電荷をもつ原子核が存在し、負の電荷をもつ電子がその周りを取り囲んでいる. 原子核には、いくつかの正の電荷をもつ陽子や電荷をもたない イ が存在している. 元素は、原子の種類を表す. 同じ元素で イ の数が異なるために ウ の異なる原子を互いに a) 同位体という. いくつかの原子が結びついてできた粒子を b) 分子といい、分子量が1万を超えるような物質を c) 高分子化合物という.

(1) 文中の ア に入る適切な数値を、 イ 、 ウ に入る適切な語句をそれぞれ記せ.

(2) 下線部 a) について、以下の各問に答えよ.

(ア) 水素には、 ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$ の2つ、酸素には、 ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{17}_8\text{O}$, ${}^{18}_8\text{O}$ の3つの安定同位体が存在する. 異なる組み合わせの同位体からなる水分子は何種類存在するか.

(イ) ${}^2_1\text{H}$ は重水素と呼ばれ、D と表される. 2つのDと1つの ${}^{16}_8\text{O}$ のみからなる水 D_2O の密度を答えよ. ただし、 ${}^1_1\text{H}$ と ${}^{16}_8\text{O}$ からなる水 H_2O の密度は 1.0g/cm^3 であり、D, ${}^1_1\text{H}$, ${}^{16}_8\text{O}$ の相対質量はそれぞれ、2.0, 1.0, 16 とする. また、同じ体積に含まれる分子の数は同じであるとする.

(ウ) D_2O のイオン積が、 $[\text{D}^+][\text{OD}^-] = 1.6 \times 10^{-15} \text{mol}^2/\text{L}^2$ であるとき、中性における重水素イオン指数 pD を求めよ. ただし、 $\log_{10} 2 = 0.3$ とする.

(3) 下線部 b) について，以下の各問に答えよ．

(ア) 分子の極性は，物質の性質を特徴づける要因の一つである．分子の極性に関する以下の記述のうち，正しいものをすべて選び，その番号を答えよ．

- ① 塩化ナトリウム水溶液において，ナトリウムイオンは水分子の水素原子を引き付けて水和している．
- ② *m*-ジクロロベンゼンは無極性分子である．
- ③ グルコースはヘキサンに溶けにくい．
- ④ 二酸化炭素は無極性分子である．
- ⑤ ヨウ素は水に溶けにくい，ヨウ化カリウムと一緒に溶かすとよく溶ける．

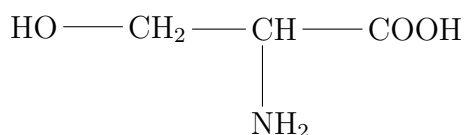
(イ) 分子などの粒子が規則正しく配列し，三次元の周期性がある個体を結晶という．分子結晶となる物質を以下の選択肢からすべて選び，その番号を答えよ．

- | | | |
|----------|---------|----------|
| ① ダイヤモンド | ② ヨウ素 | ③ 二酸化炭素 |
| ④ 二酸化ケイ素 | ⑤ ナトリウム | ⑥ 塩化カリウム |

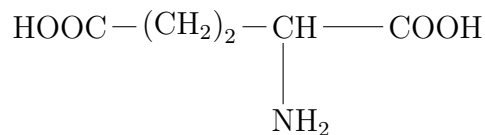
(ウ) 構成粒子の配列に規則性や周期性のない個体の状態を何というか．その名称を答えよ．

(4) 下線部 c) の1つであるたんぱく質を構成する α -アミノ酸について、以下の各問に答えよ。

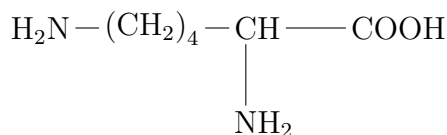
(ア) 以下のアミノ酸 A, B, C について、等電点の正しい組合せを ①～⑥ の選択肢から選び、その番号を答えよ。



アミノ酸 A



アミノ酸 B



アミノ酸 C

	アミノ酸 A	アミノ酸 B	アミノ酸 C
①	3.2	5.7	9.7
②	3.2	9.7	5.7
③	5.7	3.2	9.7
④	5.7	9.7	3.2
⑤	9.7	3.2	5.7
⑥	9.7	5.7	3.2

(イ) アラニン2分子とロイシン2分子が直鎖状に重合しているテトラペプチドの分子量を求めよ。また、このテトラペプチドの構造異性体は何種類あると考えられるか、答えよ。ただし、アラニンとロイシンの分子量は、それぞれ 89, 131 とする。また、アミノ酸およびテトラペプチドは、イオン化していないものとする。

2 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

私たちの生活の中で、最も多く使われている金属は鉄である。鉄の単体は、溶鉱炉(高炉)の上部から赤鉄鉱(主成分 Fe_2O_3) や a) 磁鉄鉱(主成分 Fe_3O_4) などを含む鉄鉱石、コークス、石灰石を入れ、溶鉱炉の下部から空気(熱風)を吹き込みながら製造される。2000℃近くの高温になった溶鉱炉内で、コークスと熱風中の ア が反応して生じた b) 一酸化炭素 によって、鉄の酸化物が鉄に還元される。また、鉄鋼石中の不純物は石灰石と反応し、イ となって取り除かれる。イ は、セメントの原料や路盤材として利用されている。

溶鉱炉で得られる鉄は、ウ とよばれ、質量比約4%の エ のほか、ケイ素、硫黄、リンなどの不純物を含んでいるため、硬くてもろい。ウ は転炉に移され、ア を吹き込んで、余分な エ を酸化して除き、質量比0.02～2%の エ を含む オ にする。オ は、軽くてねばり強いが、そのままではさびやすいという欠点がある。

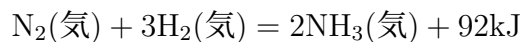
単体の鉄は、c) 濃硝酸 には不動態となって溶けないが、d) 希硫酸 には溶けて、淡緑色の溶液となる。また、e) 鉄 を主成分とする触媒は、アンモニアの工業的な合成法であるハーバー・ボッシュ法 に用いられている。この合成方法は、ルシャトリエの原理(平衡移動の原理)を実際の化学工業に応用した例として知られている。

- (1) 文中の ア ～ オ に入る適切な語句を記せ。
- (2) 下線部 a) について、 Fe_3O_4 を構成する鉄原子の酸化数をすべて答えよ。
- (3) 下線部 b) について、 Fe_3O_4 の反応の化学反応式を示せ。
- (4) 下線部 c) について、以下の各問に答えよ。
 - (ア) 鉄は濃硝酸に入れると不動態になる。これは、硝酸のどのような性質と関係しているか答えよ。
 - (イ) 次の金属のうち、濃硝酸に入れると不動態となりやすいものをすべて選び、元素記号で答えよ。

Ag, Au, Cr, Cu, Hg, Ni, Pt

- (5) 下線部 d) の化学反応式を示せ。

(6) 下線部 e) の反応は、可逆反応であり、その熱化学方程式は

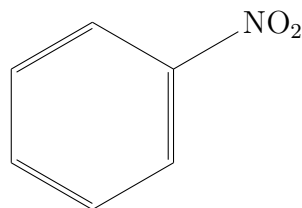


である。次の反応条件をもとに、以下の各問に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体として取り扱えるものとする。

反応条件 反応容器に $6.0 \times 10^3 \text{mol}$ の窒素 (N_2) と $1.8 \times 10^4 \text{mol}$ の水素 (H_2) を入れ、触媒の存在下で 527°C に保って反応させた。平衡移動に達したとき、反応容器内の全体の圧力が $8.0 \times 10^7 \text{Pa}$ になり、気体のアンモニア (NH_3) が $8.0 \times 10^3 \text{mol}$ 生成した。

- (ア) H_2 分子の H-H 結合および NH_3 分子の N-H 結合の結合エネルギーがそれぞれ 436kJ/mol , 391kJ/mol であるとき、 N_2 分子の $\text{N} \equiv \text{N}$ 結合の結合エネルギーを求めよ。
- (イ) N_2 と H_2 から 8.0×10^3 の NH_3 が生成したときに発生した熱量を答えよ。
- (ウ) 平衡状態における N_2 および H_2 の物質量を答えよ。
- (エ) 平衡状態における混合気体の体積を、有効数字 2 桁で答えよ。
- (オ) 次の記述 ①～④のうちから、誤りを含むものをすべて選び、番号で答えよ。
- ① 圧力一定で、反応温度を上昇させると、 NH_3 の生成速度は大きくなり、平衡状態における NH_3 の割合も大きくなる。
 - ② 圧力一定で、反応温度を低下させると、 NH_3 の生成速度が小さくなり、平衡状態における NH_3 の割合は大きくなる。
 - ③ 圧力、反応温度一定で、触媒を用いたときは、平衡状態における NH_3 の割合は触媒を用いないときと同じであるが、平衡に達するまでの時間が短い。
 - ④ 反応温度一定で、圧力を低下させると、平衡状態における NH_3 の割合は大きくなる。

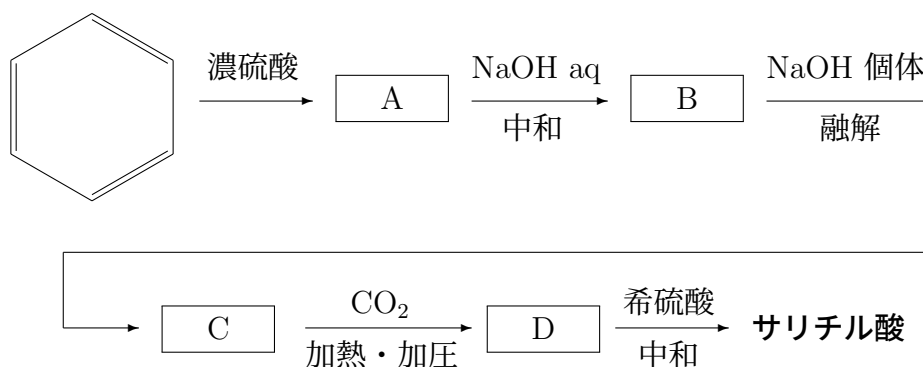
- 3 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。なお、構造式は次の例にならって記せ。



植物には、様々な機能をもつ有機化合物が多く含まれており、医薬品として使われているものもある。ヤナギの樹皮に含まれるサリシンは、人の体内に入る代謝(加水分解)されて、解熱鎮痛作用を示す**サリチル酸**を生じる。このことから、かつて**サリチル酸**は医薬品として頻用されたが、胃腸障害を起こすことがあるため、代用品として **ア** (別名:アスピリン)が開発された。**ア**も、体内で加水分解され、生じた**サリチル酸**が薬効を示す。また、**サリチル酸**と**メタノール**の脱水縮合によって得られるエステル化合物である **イ** は、消炎鎮痛薬として湿布などに使われている。一方、アニリンから合成される **ウ** は、以前は解熱剤として使用されていたが、副作用が強く、現在ではその誘導体であるアセトアミノフェンが用いられている。

植物由来の成分は、医薬品として以外にも様々な用途に活用されている。例えば、緑茶に含まれているポリフェノール(多価フェノール)の一種である**化合物 X**と1-プロパノールから合成されるエステル化合物($C_{10}H_{12}O_6$)は、油脂の酸化防止剤として用いられている。

- 文中 **ア** ~ **ウ** に入る適切な化合物名を記せ。
- ベンゼンを原料とする**サリチル酸**の合成法を以下に示す。化合物 A~D の構造式をそれぞれ記せ。



- (3) **サリチル酸**水溶液と**メタノール**それぞれに黄褐色の塩化鉄(III)水溶液を加え、その後の色の変化を観察した。それぞれの場合において、どのような色の変化が認められるか。また、両者に色の変化の違いが認められる場合は、その理由も説明せよ。
- (4) 有機化合物の性質や構造を調べるために、様々な呈色反応が用いられる。銅イオンの錯体形成に基づく呈色反応を以下の選択肢から選び、その番号を答えよ。
- | | |
|---------------|------------|
| ① キサントプロテイン反応 | ② ヨードホルム反応 |
| ③ ヨウ素デンプン反応 | ④ ビュレット反応 |
| ⑤ ニンヒドリン反応 | |
- (5) **化合物 X** を無水酢酸に溶かし、少量の濃硫酸を加え、50 °Cで 30 分間加熱してアセチル化した。その反応液に水を添加すると、白色沈殿が生じた。それをろ過により分離し、純水で完全に洗浄した後、乾燥させ、**化合物 Y**(分子量：296)の白色粉末を得た。**化合物 Y**148mg を元素分析装置により完全燃焼させたところ、二酸化炭素 286mg、水 54mg が得られた。以下の各問に答えよ。
- (ア) **化合物 Y** の分子式を答えよ。
- (イ) **化合物 X** 1 分子に含まれる炭素原子とヒドロキシ基の数をそれぞれ答えよ。
- (ウ) **化合物 X** の構造式を記せ。ただし、**化合物 X** はカルボキシ基のオルト位にはヒドロキシ基をもたない。
- (6) 無水酢酸は半合成繊維の合成にも使われる。以下の各問に答えよ。
- (ア) セルロースに少量の硫酸存在下で無水酢酸を作用させると、セルロースのヒドロキシ基がすべてアセチル化された。得られた化合物の名称を答えよ。
- (イ) (ア)で得られた化合物をおだやかに加水分解し、生成物をアセトンに溶かした。この溶液を細孔から押し出し、温風で溶媒を蒸発させて得られる繊維の名称を答えよ。

解答例

1 (1) ア. -10 イ. 中性子 ウ. 質量数

(2)(ア) 水分子中の原子の組み合わせは、それぞれ次の通り

水素原子： ${}^1_1\text{H}^1\text{H}$, ${}^1_1\text{H}^2\text{H}$, ${}^2_1\text{H}^1\text{H}$ の3種類

酸素原子： ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{17}_8\text{O}$, ${}^{18}_8\text{O}$ の3種類

よって、異なる組み合わせの同位体からなる水分子は

$$3 \times 3 = 9 \text{ (種類)}$$

(イ) D_2O は H_2O と比べて、同じ体積あたりの質量が $\frac{20.0}{18.0}$ 倍となる。
よって、求める密度は

$$1.0 \times \frac{20.0}{18.0} = 1.11 \approx 1.1 \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

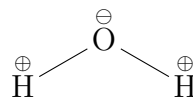
(ウ) 中性において $[\text{D}^+] = [\text{OD}^-]$ が成り立つから

$$[\text{D}^+]^2 = 1.6 \times 10^{-15} = 16 \times 10^{-16} \quad \text{ゆえに} \quad [\text{D}^+] = 4.0 \times 10^{-8}$$

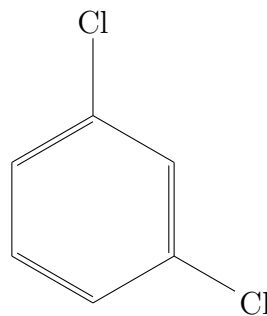
したがって

$$\text{pD} = -\log_{10}(2^2 \times 10^{-8}) = 8 - 2\log_{10} 2 = 8 - 2 \times 0.3 = 7.4$$

(3)(ア) ① Na^+ は正に帯電している。水分子において、電気陰性度はO原子の方がH原子より大きいので、下の図 ($\text{H}-\text{O}-\text{H}$ は直線形でない) のようにO原子が負に帯電しているため、 Na^+ は水分子のO原子を引き付けて水和している。(誤)

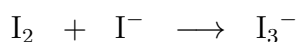


② m (メタ)-ジクロロベンゼン



は分子の形状から、 $\text{Cl}-\text{C}$ の極性が打ち消されないので極性分子となる。(誤)

- ③ グルコースは分子中にし親水基であるヒドロキシ基 $-OH$ をもつため、極性溶媒である水に溶けやすく、無極性溶媒であるヘキサンに溶けにくい。(正)
- ④ 二硫化炭素 CS_2 は二酸化炭素 CO_2 と同じく直線形の分子であり、結合の極性を打ち消し合うため分子全体として極性はなくなる。(正)
- ⑤ ヨウ素 I_2 は無極性分子であり水に溶けにくい。しかし、ヨウ化カリウム KI を加えると三ヨウ化イオン I_3^- が発生して、そのカリウム塩の溶解度が大きいので水に溶け、褐色の溶液になる。(正)



(答) ③, ④, ⑤

(イ) 分子結晶は ② ヨウ素と ③ 二酸化炭素である。

- ① ダイヤモンド (共有結合性結晶)
 ④ 二酸化ケイ素 (共有結合結晶)
 ⑤ ナトリウム (金属結晶)
 ⑥ 塩化カリウム (イオン結晶)

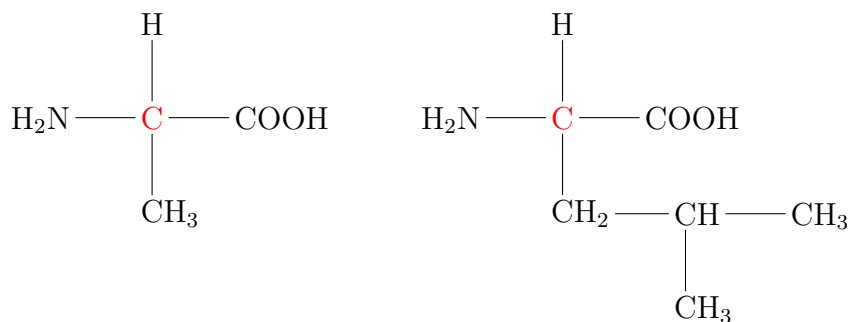
(ウ) ガラスのように構成粒子の配列に規則性や周期性のない個体を **アモルファス (非結晶, 無定形固体)** という。

- (4)(ア) アミノ酸 A は側鎖に $-COOH$ や $-NH_2$ をもたない中性アミノ酸 (セリン)。アミノ酸 B は側鎖に $-COOH$ をもつ酢酸アミノ酸 (グルタミン酸)。アミノ酸 C は側鎖に $-NH_2$ をもつ塩基性アミノ酸 (リシン)。アミノ酸の水溶液では、陽イオン, 双性イオン, 陰イオンが平衡状態にあり, pH の変化によりその組成が変わる。特にこれらの平衡混合物の電荷が全体的に 0 となるときの pH を **等電点** という。一般的な等電点を示す。

	中性アミノ酸	酸性アミノ酸	塩基性アミノ酸
等電点 (pH)	6 前後	3 前後	9 前後

したがって、選択肢より、③ が最も適当である。(答) ③

- (イ) アラニン, ロイシンはともに中性アミノ酸であり, 側鎖に $-COOH$ や $-NH_2$ をもたない。アラニンを A, ロイシンを L と表す (次に構造式を表す)。



アラニン (A)
分子量 89

ロイシン (L)
分子量 131

(テトラペプチドの分子量) アラニン 2 分子, ロイシン 2 分子が直鎖状に重合したテトラペプチドの一例として $\textcircled{\text{A}} - \textcircled{\text{A}} - \textcircled{\text{L}} - \textcircled{\text{L}}$ と表すことができる. このとき, 一方のアミノ酸分子の $-\text{COOH}$ と他方のアミノ酸分子の $-\text{COOH}$ と他方のアミノ酸分子の $-\text{NH}_2$ の間で H_2O がペプチド結合をつくる. つまり, 4 分子のアミノ酸では 3 か所で H_2O が取れることになる. したがって, テトラペプチドの分子量は

$$89 \times 2 + 131 \times 2 - 3 \times 18 = 386$$

(構造異性体) ペプチドのアミノ基 $-\text{NH}_2$ の端末を左側に $\textcircled{\text{N}}$, カルボキシル基 $-\text{COOH}$ の末端を右側に $\textcircled{\text{C}}$ とする. 例えば, アラニン 1 分子とロイシン 1 分子からできるジペプチドには, アラニンの $-\text{COOH}$ とロイシンの $-\text{NH}_2$ が結合したものと, ロイシンの $-\text{COOH}$ とアラニンの $-\text{NH}_2$ が結合したものがあり, これらは構造異性体となる. ジペプチドでは, 次の 2 つは別物.



よって, テトラペプチドでは, 次の $\frac{4!}{2!2!} = 6$ 種類の並び方がある.



2 (1) ア. 酸素 イ. スラグ ウ. 銑鉄 エ. 炭素 オ. 鋼

解説 ア, イ

鉄の単体は、工業的には鉄鉱石の還元により得られる。鉄鉱石にコークス C と石灰石 CaCO_3 を混ぜ、コークスが空気中の**酸素**と反応して生じた一酸化炭素 CO によって還元される。一方、鉄鉱石中の不純物であるケイ酸分 (ケイ酸イオン SiO_3^{2-} を含む塩) は石灰水と反応し**スラグ** (ケイ酸カルシウム CaSiO_3 , Ca_2SiO_4 など) となり取り除かれる。

ウ, エ, オ

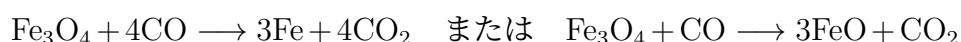
鉄を炭素含有量によって大別したとき、一般に、**炭素** 2% を越えるものを**銑鉄**、2% 以下は**鋼** (はがね, こう) という。銑鉄はおよそ炭素 3~4.5% の炭素を含み、他にケイ素, 硫黄, リンなどの元素を少量含むため、硬くてもろい。銑鉄中の余分な炭素を除いたものが鋼である。鋼は硬くねばり強いがさびやすい。

(2) +2, +3

解説 四酸化三鉄は組成式 Fe_3O_4 をもつ酸化鉄である。 Fe^{2+} イオンからなる FeO と、 Fe^{3+} イオンからなる Fe_2O_3 が 1 : 1 で含まれる組成であるが、錯体や混合物ではなく、一定の結晶構造をもつ純物質として知られている。つまり、含まれるイオンは Fe^{2+} (酸化数 +2), Fe^{3+} (酸化数 +3), O^{2-} であり、その組成比は、 $\text{Fe}^{2+} : \text{Fe}^{3+} : \text{O}^{2-} = 1 : 2 : 4$ である。

(3) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} \longrightarrow 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2$

解説 Fe_3O_4 を CO で還元し単体の Fe にする。このとき、 CO_2 が生じる。



$\text{FeO} + \text{CO} \longrightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$ の二段階反応でも可。

(4) (ア) 強い酸化力をもつ性質 (イ) Cr, Ni

解説 (ア) 不動態とは、金属の表面に参加した被膜ができ、内部を酸による腐食や、酸化などから保護する状態のことである。濃硝酸には**強い酸化作用**があり、鉄の表面を素早く酸化する。

(イ) 不動態になりやすい金属として、Al, Fe, Ni, Cr などがあげられる。

(5) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$

解説 希硫酸 H_2SO_4 は**強酸としての性質**をもつ。鉄は強い酸化剤には不動態を形成し、溶けにくくなるが、希酸には水素を発生しながら溶ける。このとき、 Fe^{2+} が生じ、溶液の色は淡緑色となる。空気中にしばらく放置すると、 Fe^{3+} に酸化され、溶液は黄色味を帯びてくる。



- (6) (ア) 946 kJ/mol (イ) $3.7 \times 10^5 \text{ kJ}$
 (ウ) $\text{N}_2 : 2.0 \times 10^3 \text{ mol}$ $\text{H}_2 : 6.0 \times 10^3 \text{ mol}$
 (エ) $1.3 \times 10^3 \text{ L}$ (オ) ①, ④ が誤り

解説(ア) $\text{N} \equiv \text{N}$ の結合エネルギーを $x \text{ [kJ/mol]}$ とすると

$$\begin{aligned} (\text{反応熱}) &= (\text{生成物の結合エネルギーの和}) \\ &\quad - (\text{反応物の結合エネルギーの和}) \end{aligned}$$

$$\text{これから } 92 = 391 \times 3 \times 2 - (x + 436 \times 3)$$

$$\text{よって } x = 946 \text{ [kJ/mol]}$$

- (イ) 熱化学方程式より, アンモニア 1.0 mol が生成したときの熱量は 46 kJ なので, 求める熱量は

$$46 \times 8.0 \times 10^3 = 3.68 \times 10^5 \approx 3.7 \times 10^5 \text{ [kJ]}$$

(ウ)

	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$		
初め	6.0	18	0
反応量	-4.0	-12	+8.0
平衡時	2.0	6.0	8.0

($\times 10^3 \text{ mol}$)

- (エ) 求める体積を $V \text{ [L]}$ とすると, 気体の状態方程式より

$$8.0 \times 10^7 \times V = (2.0 + 6.0 + 8.0) \times 10^3 \times 8.31 \times 10^3 \times (527 + 273)$$

$$\text{よって } V = 1.32 \times 10^3 \approx 1.3 \times 10^3 \text{ [L]}$$

- (オ) ① 誤文. 圧力一定で, 反応温度を上昇させると, 吸熱方向に平衡は移動するので, 平衡状態におけるアンモニアの割合は小さくなる.
 ④ 誤文. 反応温度一定で, 圧力を低下させると, 分子数増加方向に平衡は移動するので, 平衡状態におけるアンモニアの割合は小さくなる.



- 3 (1) ア. アセチルサリチル酸 イ. サリチル酸メチル ウ. アセトアニリド

解説

ア

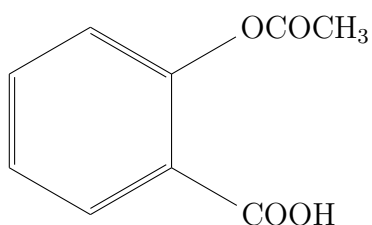
解熱沈つ材として作用を期待したサリチル酸誘導体である**アセチル酸**である。副作用が強く現在は使用されていない。

イ

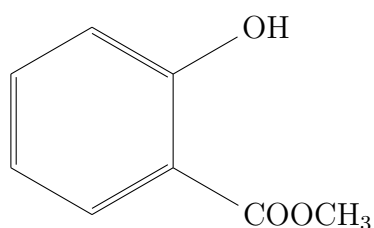
サリチル酸とメタノールのエステルであり、現在も消炎鎮痛剤として使用されている**サリチル酸メチル**である。アのアセチル酸と混同しないこと。

ウ

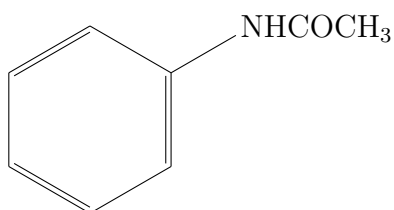
以前はアニリン誘導体で解熱作用である**アセトアニリド**が使われていたが、副作用が強く、現在ではアセトアミノフェンが用いられている。



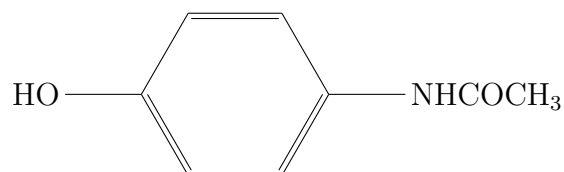
アセチルサリチル酸



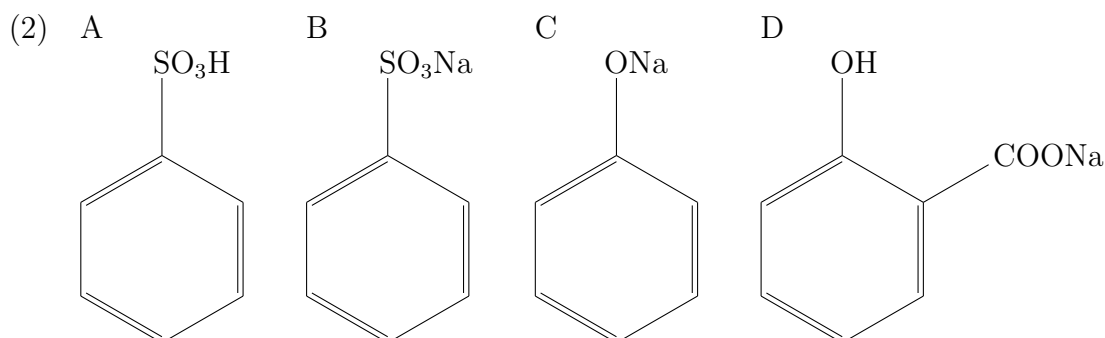
サリチル酸メチル



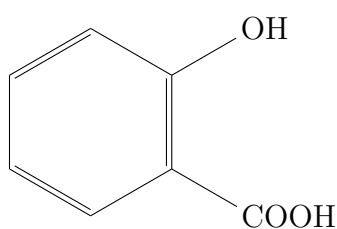
アセトアニリド



アセトアミノフェン



- 解説** A ベンゼンをスルホン化して得られる**ベンゼンスルホン酸**
 B ベンゼンスルホン酸と水酸化ナトリウムの基である**ベンゼンスルホン酸ナトリウム**
 C アルカリ融解によって生成する**ナトリウムフェニキド**
 D ナトリウムフェニキドに高温高压化で二酸化炭素を吹き込んで得られる**サリチル酸ナトリウム**



サリチル酸

- (3) **サリチル酸**：青紫～赤紫色に変化する。
メタノール：変化しない。

理由：酸化鉄 (III) 水溶液はフェノール類のみと呈色反応するため。

解説 フェノール性ヒドロキシ基とアルコール性ヒドロキシ基の違いを問う問題である。フェノール性ヒドロキシ基は塩化鉄 (III) 水溶液を加えると (赤) 紫いろに呈色する弱酸性の官能基である。一方でアルコール性ヒドロキシ基は塩化鉄 (III) 水溶液を加えても色は変化せず、中性の官能基である。なお、フェノール性ヒドロキシ基が鉄 (III) イオンと結合して錯体を形成することによって鉄 (III) イオンの色が変わり紫系統の色を発色する。色はベンゼン上の置換基によってさまざま変化する。

(4) ④

解説 ① タンパク質中のベンゼン環がニトロ化されて起こる反応.

② $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})^-$ や CH_3CO^- をもつ化合物 (O や N が直接結合していないもの) を水酸化ナトリウム水溶液 I_2 を加えて温めることでヨードホルム (CHI_3) が生成する反応.

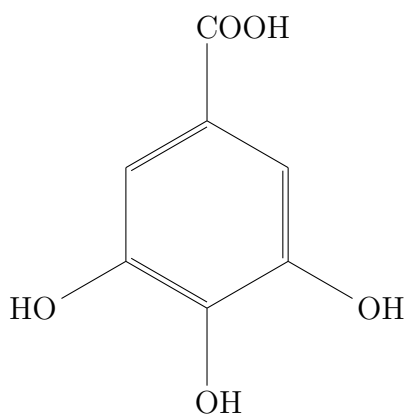
③ アミロースなどのらせん構造中に I_2 が取り込まれることで紫色に呈色する反応.

④ トリペプチド以上の (ペプチド結合を 2 つ以上もつ) ペプチドにおいて, ペプチド結合が銅イオンに配位結合して赤紫色に呈色する反応.

⑤ ニンヒドリン溶液を加えると, $-\text{NH}_2$ とニンヒドリンが反応して紫色に呈色する反応.

(5) (ア) $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{O}_8$ (イ) 炭素原子: 7 個, ヒドロキシ基: 3 個

(ウ)



解説(ア) Y について, 元素分析より, 各原子の質量は

$$\text{C}: \frac{286 \times 10^{-3}}{44} \times 12 = 78 \times 10^{-3} [\text{g}]$$

$$\text{H}: \frac{54 \times 10^{-3}}{18} \times 2 = 6.0 \times 10^{-3} [\text{g}]$$

$$\text{O}: 148 \times 10^{-3} - (78 \times 10^{-3} + 6.0 \times 10^{-3}) = 64 \times 10^{-3} [\text{g}]$$

したがって, 組成比は

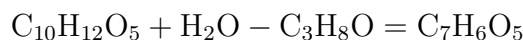
$$\frac{78}{12} : \frac{6.0}{1.0} : \frac{64}{16} = 13 : 12 : 8$$

よって, 組成式は $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{O}_8$ である.

また分子量は 296 なので, 分子式も $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{O}_8$ である.

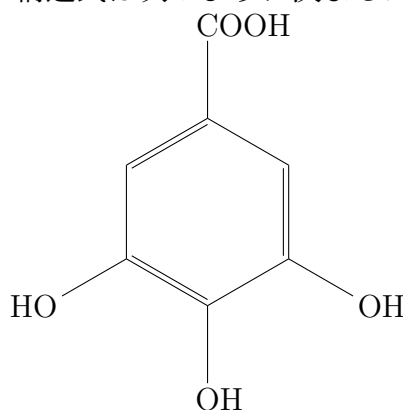
(イ) 化合物 X は 1-プロパノールとのエステル化合物を生じるため, カルボキシ基をもつ. 生じたエステルの分子式は $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_5$ なので, 化合

物 X の分子式は次の通り.



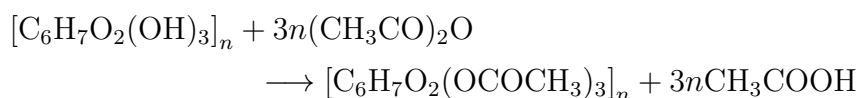
よって, 化合物 X1 分子に含まれる炭素原子は7個である. また, 化合物 X のヒドロキシ基は無水酢酸によってアセチル化されるが, カルボキシ基は変化しない. アセチル基 ($\text{CH}_3 - \text{CO}-$) の導入1個あたり炭素数は2増える. 化合物 Y の分子式 $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{O}_8$ より, 化合物 X1 分子に含まれるヒドロキシ基3個がアセチル化されることがわかる.

- (ウ) 化合物 X は分子式 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$ で表され, カルボキシ基, ヒドロキシ基をそれぞれ1個, 3個もつ. カルボキシ基のオルト位にヒドロキシ基をもたないことから, 構造式は次のように決まる.



(6) (ア) トリアセチルセルロース (イ) アセテート

解説 セルロースは, 構成するグルコース1単位につき3個のヒドロキシ基を含むので, 示性式では $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3]_n$ と表される, セルロースに十分量の無水酢酸を作用させると, セルロース分子中に存在するヒドロキシ基がアセチル化されたトリアセチルセルロースとなる.



トリアセチルセルロースはアセトンに溶けにくいので, 一部のエステル結合を加水分解してジアセチルセルロースとすると, アセトンに溶けるようになる. ジアセチルセルロースのアセトン溶液を, 空気中で繊維状にすると, 半合成繊維であるアセテートが得られる.

