

関西医科大学(前期) 化学

2023年 1月 28日実施

I

問1 (ア)○ (イ)× (ウ)× (エ)○ 問2 4.99 L 問3 $394x + 143y - a$ kJ/mol
問4 350 kJ/mol 問5 $4\text{NO} + 4\text{NH}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

解説

問1(ア) 蒸気圧曲線から -10°C におけるブタンの飽和蒸気圧を読み取ると 7×10^4 Pa であり、ボンベ内部では気体がこの圧力を示す。栓を開けても大気圧の方が高く、気体は圧力の高い方から低い方へ移動するので、外部の空気がボンベ内に入り込む。

(イ) 同様に 30°C におけるブタンの飽和蒸気圧を読み取ると 3×10^5 Pa より低いので内部の圧力は 3×10^5 Pa を超えない。

(ウ) ペンタンはブタンよりも分子量が大きく分子間力が強く働くので、同温で比較するとブタンよりも蒸発しにくく、蒸気圧が低くなる。

(エ) アルカンの異性体は枝分かれ構造が存在しない直鎖のものほど表面積が大きく分子間力が強く働く。従って同温で比較すると、ブタンより分子間力の小さい2-メチルプロパンの方が蒸気圧は高くなる。

問2 ガスを自然放させた時に、大気圧と等しい圧力の気体のブタンがボンベ内に残る。その質量が $910.5 - 898.9 = 11.6$ g なので、状態方程式に代入して、

$$1010 \times 10^2 \times V = \frac{11.6}{58.0} \times 8.31 \times 10^3 \times (30.0 + 273) \iff V = 4.986 \div 4.99 \text{ L}$$

問3 求める燃焼熱を Q_1 kJ/mol とおくと、

$$\begin{aligned} \text{C}_x\text{H}_y + \left(x + \frac{y}{4}\right)\text{O}_2(\text{気}) &= x\text{CO}_2(\text{気}) + \frac{y}{2}\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + Q_1 \text{ kJ} \\ x\text{CO}_2(\text{気}) + 394x \text{ kJ} &= x\text{C}(\text{固}) + x\text{O}_2(\text{気}) \\ \frac{y}{2}\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + \left(286 \times \frac{y}{2}\right) \text{ kJ} &= \frac{y}{2}\text{H}_2(\text{気}) + \frac{y}{4}\text{O}_2(\text{気}) \\ x\text{C}(\text{固}) + \frac{y}{2}\text{H}_2(\text{気}) &= \text{C}_x\text{H}_y + a \text{ kJ} \\ \hline Q_1 &= 394x + 143y - a \end{aligned}$$

◀◀ 模試・講座のご案内 ▶▶

受験相談会・後期模試・攻略講座を実施します

※詳細は最終面をご確認ください

問4 (NH₃ 中の N 原子が完全燃焼した際の生成物が NO₂(気)であるとして) 求める燃焼熱を Q₂ kJ/mol とおくと,

$$\begin{aligned} \text{NH}_3(\text{気}) + \frac{7}{4}\text{O}_2(\text{気}) &= \text{NO}_2(\text{気}) + \frac{3}{2}\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + Q_2 \text{ kJ} \\ \frac{1}{2}\text{N}_2(\text{気}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{気}) &= \text{NH}_3(\text{気}) + 46 \text{ kJ} \\ \text{NO}_2(\text{気}) - 33 \text{ kJ} &= \frac{1}{2}\text{N}_2(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) \\ \frac{3}{2}\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + \left(286 \times \frac{3}{2}\right) \text{ kJ} &= \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{気}) + \frac{3}{4}\text{O}_2(\text{気}) \\ \hline Q_2 &= 429 - 46 - 33 = 350 \end{aligned}$$

参考

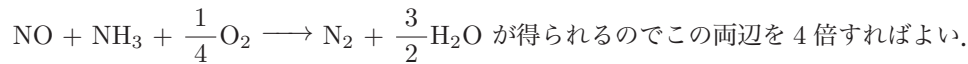
N 原子を含む物質の燃焼熱の表し方として、燃焼後の物質は NO₂(気)ではなく N₂(気)として表すことも多いので、その場合の値は、

$$\begin{aligned} \text{NH}_3(\text{気}) + \frac{3}{4}\text{O}_2(\text{気}) &= \frac{1}{2}\text{N}_2(\text{気}) + \frac{3}{2}\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + Q_2 \text{ kJ} \\ \frac{1}{2}\text{N}_2(\text{気}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{気}) &= \text{NH}_3(\text{気}) + 46 \text{ kJ} \\ \frac{3}{2}\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + \left(286 \times \frac{3}{2}\right) \text{ kJ} &= \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{気}) + \frac{3}{4}\text{O}_2(\text{気}) \\ \hline Q_2 &= 429 - 46 = 383 \end{aligned}$$

となり、解答は 383 kJ/mol となる。

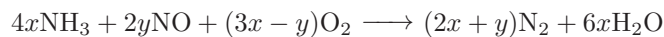
関西医科大学の 2022 年前期入試で今回とは逆演算の NH₃(気)の燃焼熱から生成熱を求める出題があり、その際の模範解答が NO₂(気)の生成熱を使って求める形式であったことから、出題者の認識として NH₃(気)の燃焼熱を定義する際の生成物は NO₂(気)であるとして今回の解答を作成した。

問5 NO の N と NH₃ の N から N₂ ができると考えると、NO と NH₃ と N₂ が同じ係数となる。とりあえずすべて 1 とおいて、H → O の順に合わせると、



参考

未定係数法で解くと解は一つに定まらない。一般解は



であるから、例えば 4NH₃ + 2NO + 2O₂ → 3N₂ + 6H₂O など解になる。

$$\left(\begin{array}{l} \text{結局この反応式は,} \\ \qquad \qquad \qquad 2\text{NO} \longrightarrow \text{N}_2 + \text{O}_2 \quad \dots \text{①} \\ \qquad \qquad \qquad 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \quad \dots \text{②} \\ \text{の 2 式の足し算となっており, ①の何倍かと②の何倍かの両辺を足して, 左辺の O}_2 \text{ が消えていない} \\ \text{式であればすべて今回の解として成り立つ.} \end{array} \right)$$

II

問1 (i) ヘキサシアニド鉄(II)酸カリウム (ii) $K_4[Fe(CN)_6]$ 問2 $SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$

問3 (キ) 問4 $x - \frac{30}{7}$ g 問5 (i) 炭酸ナトリウム十水和物 (ii) 風解

解説

問1 ヘキサシアニド鉄(II)酸カリウムは Fe^{3+} とベルリンブルーの濃青色の沈殿を生じ、これは顔料として用いられるのは有名だが、ヘキサシアニド鉄(II)酸カリウムは Fe^{2+} と青白色の沈殿を生じる。日頃から資料集を確認しておこう。

問2 銅に熱濃硫酸を作用させると次の反応により SO_2 を生じる。 $Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

問3 操作(i)で白色沈殿が生じる可能性があるのは選択肢の中では Ag^+ と Pb^{2+} で、生じる沈殿は $AgCl$ と $PbCl_2$ 。このうち熱湯に溶解するのは $PbCl_2$ 。

操作(ii)で酸性条件下硫化水素を通じたため黒色沈殿を生じるのは Cu^{2+} であり、生じる沈殿は CuS 。

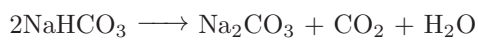
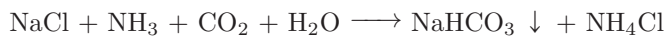
操作(iii)で過剰のアンモニア水を加え沈殿するのは Fe^{3+} 、 Al^{3+} だが、このうち過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えて沈殿が溶解するのは Al^{3+} である。

問4 Mの質量を計算するためには MO_2 の質量から酸素の質量を引けばよい。酸素の質量は一酸化炭素と二酸化炭素の物質質量から求める。

一酸化炭素と二酸化炭素とアルゴンは4:1:5のモル比で入っているため、

$$\text{酸素原子の物質質量} = \frac{4}{22.4} + \frac{1}{22.4} \times 2 = \frac{6}{22.4} \text{ mol. よって M の質量} = x - \frac{6 \times 16}{22.4} = x - \frac{30}{7} \text{ (g).}$$

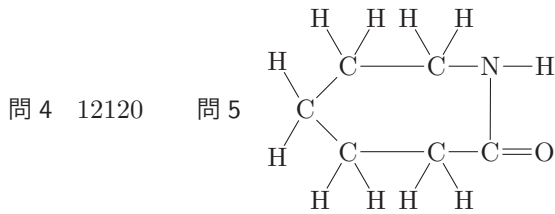
問5 [実験5]でおこる反応は次の通り。



つまり化合物Xは炭酸ナトリウムである。これを水に溶解した後に結晶化するとY ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$)を生じる。 $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ は空气中に放置すると結晶水の一部を失い $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ に変化する。このような現象を風解と呼ぶ。

III

問1 (i) 紫色 (ii) アミノ基 問2 48.0 g 問3 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$



解説

まず、A～E がどの繊維なのかを決めないといけない。リード文から決めるのは少々難しいのだが、後の設問を読めば逆に決まってしまう部分がある。気づかないと時間を無駄にしたかもしれない。

天然繊維は綿と羊毛である。塩酸で分解されるのは縮合重合（開環重合）の繊維であり、付加重合の繊維は変化しない。

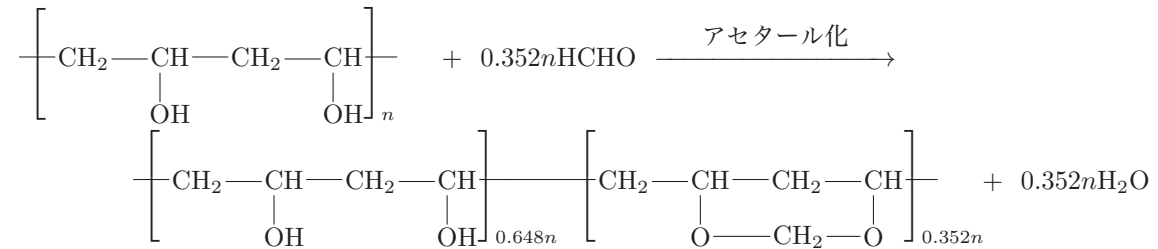
ニンヒドリン反応が陽性なのは基本的には α -アミノ酸なのであるが、陽性になった繊維が2つあるので、ナイロン6を加水分解して生成する ϵ -アミノカプロン酸も含めて考えることにした。

アクリル繊維の肌触りが羊毛に似ていること、ビニロンが綿に似た特性を持つことは知らない受験生も多いと思われるが、問2を読むとBがビニロンと判断できる。

以上を考慮して A：羊毛，B：ビニロン，C：綿，D：アクリル繊維，E：ナイロン6 と決定できる。

問1 アミノ基を持てばニンヒドリン反応が陽性になると考える。適合繊維は羊毛とナイロン6で、紫色に呈色する。

問2 下式のようにポリビニルアルコールの繰り返し単位2個を1ユニットとして考える。1分子当たり平均 n 個あるユニットのうち $0.352n$ 個がアセタール化されるので、



1000 g のポリビニルアルコールが x g のビニロンになるとすると

$$\frac{1000}{88n} = \frac{x}{88 \times 0.648n + 100 \times 0.352n} \iff \frac{1000}{88} = \frac{x}{88 + 12 \times 0.352}$$

$$\implies x = \frac{1000 \times (88 + 12 \times 0.352)}{88} = 1048$$

答は 48.0 g

問3 水酸化銅(II)がテトラアンミン銅(II)イオンになる反応である。

問4 凝固点降下度 Δt [K]，有機溶媒のモル凝固点降下 K_f [K·kg/mol]，溶液の質量モル濃度 m [mol/kg] には $\Delta t = K_f \cdot m$ の関係があるので、Dの平均分子量を M とすると

$$0.17 = 4.08 \times \frac{50.5}{\frac{M}{0.100}} \implies M = \frac{4.08 \times 50.5}{0.100 \times 0.17} = 12120$$

とわかる。

問5 繊維Eはナイロン6で、その単量体は ϵ -カプロラクタムである。

的 中 !!

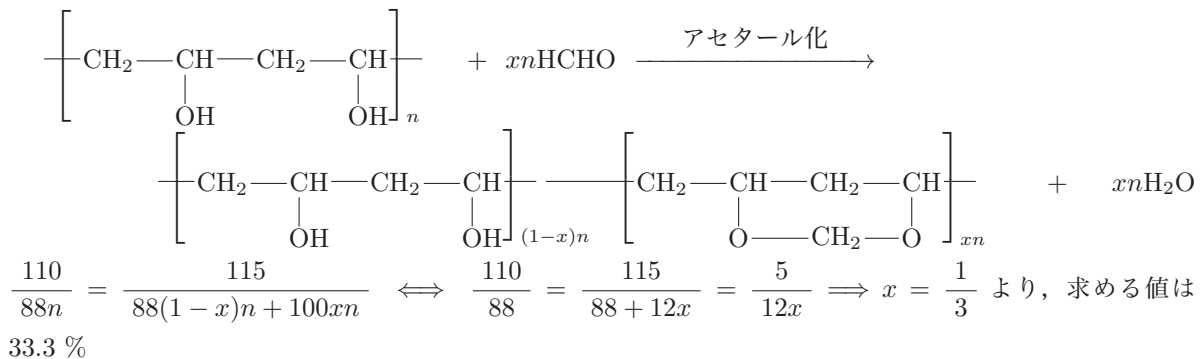
関西医科大学（前期）対策テキスト（1月9日）

問題 2-7 （抜粋）

問 3 110 g のポリビニルアルコールから 115 g のビニロンが得られた。ポリビニルアルコールのヒドロキシ基の何 % が反応したか、小数第 1 位まで求めよ。

解答

下式のようにポリビニルアルコールの繰り返し単位 2 個を 1 ユニットとして考える。1 分子当たり平均 n 個あるユニットのうち xn 個がアセタール化されたとすると、



IV

問 1 0.778 g 問 2 3.54×10^3 Pa 問 3 4.01×10^{-4} mol

問 4 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 12\text{O}_2 \longrightarrow 12\text{CO}_2 + 11\text{H}_2\text{O}$ 問 5 0.945 g

解説

問 1 $n_{\text{air}} = \frac{PV}{RT} = \frac{1.01 \times 10^5 \times 3.00}{8.31 \times 10^3 \times 300} = \frac{1.01}{8.31} \text{ mol},$

酸素は 20.0 % なので、その質量は $\frac{1.01}{8.31} \times \frac{20.0}{100} \times 32.0 = 0.7778 \doteq 0.778 \text{ g}$

問 2 分圧 = 全圧 \times モル分率 $P_{\text{CO}_2} = 1.01 \times 10^5 \times \frac{3.5}{100} = 3.535 \times 10^3 \doteq 3.54 \times 10^3 \text{ Pa}$

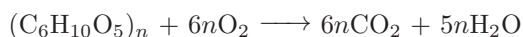
問 3 空気中の酸素は $n_1 = \frac{1.01 \times 10^5 \times 0.200 \times 0.300}{8.31 \times 10^3 \times 300} \text{ mol}$

呼気中の酸素は $n_2 = \frac{1.01 \times 10^5 \times 0.167 \times 0.310}{8.31 \times 10^3 \times 310} \text{ mol}$

その差は $n_1 - n_2 = \frac{1.01 \times 0.100 \times (0.200 - 0.167)}{8.31} = 4.011 \times 10^{-4} \doteq 4.01 \times 10^{-4} \text{ mol}$

問 4 マルトースは二糖類で分子式は $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 、完全に酸化すると二酸化炭素と水になる

問 5 デンプンの酸化反応は



デンプン : 酸素 = $1 : 6n = \frac{x}{162n} : \frac{1.12}{32}$ より $x = 0.945 \text{ g}$

講評

- I [気体の法則・蒸気圧曲線・熱化学] (やや難) 蒸気圧曲線の縦軸が対数目盛りで表されていたり、解答に不要な生成熱の情報が含まれていたりして混乱した受験生がいたかもしれない。正確に計算を合わせてすべてを正答するのは難しいと思われる。
- II [金属に関する実験] (標準) ターンブル青やベルリン青は覚えていても問1の青白色沈殿は覚えていない受験生が多かったかもしれない。問5の計算は文字式を残す設問で、関西医科大学頻出の内容、しっかりと得点したい。残りの設問に関しては基本的な知識問題だった。
- III [繊維] (標準) 天然、合成合わせて5種類の繊維に関する問題である。知らないことがあってもヒントが多めに与えられているので、繊維の決定はできるだろう。アセタール化の計算問題は解いた経験の有無で大きく差がついたと思われる。他は基本的で、計算も割り切れる数値が与えられており面倒ではない。
- IV [気体・糖類] (標準) 動物の呼吸を題材に、問1～問3気体の圧力と問4、問5酸素による糖類の酸化についての問題が並んだ。気体の計算問題は、計算に必要な数値を正確に拾う必要があり、また計算量も多く時間がかかったものと思われる。糖類の酸化についての問題はどちらも確実に得点したい。

(全体講評) 例年と形式に変化はなかったが、理論計算が増えた分、正確に計算を合わせて正答を出せたかどうかで差がつくだろう。さらに、受験生の中では苦手な人が多いと言われる高分子反応の計算問題などの出題も差がつく要因となるだろう。内容的には難問は含まれていないので1次合格には70%程度は得点したい。

メルマガ無料登録で全教科配信! 本解答速報の内容に関するお問合せは… メビオ ☎0120-146-156 まで

 医学部進学予備校 メビオ ☎0120-146-156 https://www.mebio.co.jp/	 医学部専門予備校 YMS heart of medicine ☎03-3370-0410 https://yms.ne.jp/	 医学部専門予備校 英進館メビオ 福岡校 ☎0120-192-215 https://www.mebio-eishinkan.com/	 登録はこちらから
--	--	---	---

医学部受験相談会		医学部受験の悩みを講師が回答します (予約優先)
東京	2.1 (水)	9:00 ~ 12:00 ビジョンセンター西新宿
金沢	1.30 (月)・ 31 (火)	9:00 ~ 12:00 ANA クラウンプラザ金沢
名古屋	2.5 (日)	11:00 ~ 16:00 オフィスパーク名駅プレミア会議室
大阪	1.30 (月)・ 31 (火)	9:00 ~ 12:00 ホテルフクラシア大阪ベイ
福岡	2.2 (木)	9:00 ~ 12:00 TKPガーデンシティPREMIUM天神スカイホール
久留米	2.1 (水)	9:00 ~ 12:00 久留米ホテルエスプリ

関西医科大学 後期模試
 大阪・福岡会場 **2.22** (水) 9:30 ~ 16:05
 エル・おおさか 英進館メビオ校舎

関西医科大学後期攻略講座
 大阪会場 **2.20** (月)・**3.2** (木) 9:30 ~ 17:15
 医学部進学予備校メビオ校舎

近畿大学医学部後期攻略講座
 大阪会場 **2.18** (土)・**23** (木) 9:30 ~ 17:15
 医学部進学予備校メビオ校舎

詳しくは Web またはお電話で