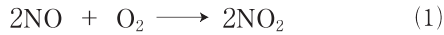


化 学 (後期)

必要な場合には次の値を用いよ。 原子量 H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Na : 23.0, I : 127

I 体積可変の密閉容器を温度 T [K], 圧力 P [Pa] に保ち, 一酸化窒素 NO と酸素 O_2 をそれぞれ n [mol] ずつ封入した。封入したばかりで反応が始まっていない状態での混合気体の体積は V [L] であった。

やがて NO のすべてが反応して二酸化窒素 NO_2 が生成した。



この結果, O_2 の物質量は A [mol], NO_2 の物質量は B [mol] となり, 温度 T [K], 圧力 P [Pa] での混合気体の体積は C [L] となった。

式(1)の反応が終了したのち, 温度 T [K], 圧力 P [Pa] に保ってしばらく放置したところ, NO_2 の一部が反応して四酸化二窒素 N_2O_4 が生成し, 平衡状態に達した。



なお, 気体は理想気体としてふるまうものとする。また, 解答する際に必要があれば, 係数は分数で答えよ。

問1 A~Cに適切な式を入れよ。A, Bは n , Cは V を用いて記せ。

問2 下線部について, (a), (b)に答えよ。

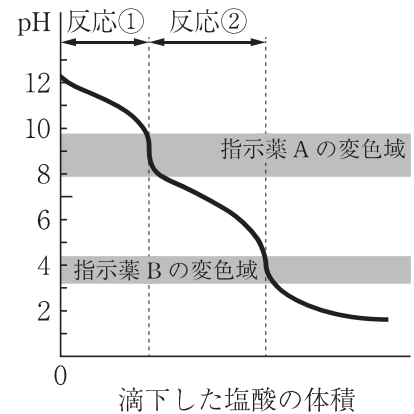
(a) NO_2 のうち, N_2O_4 に変化した割合を α としたとき, 平衡時の体積 [L] を V と α を用いて記せ。

(b) 平衡時の体積が $\frac{2}{3}V$ [L] であったとき, α の値を求めよ。

問3 問2 (b)の平衡時の NO_2 , N_2O_4 , O_2 の分圧 [Pa] を P を用いてそれぞれ記せ。

化学(後期)

Ⅱ セスキ炭酸ナトリウムは炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムから構成される ア 塩であり、その化学組成は $x\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot y\text{NaHCO}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ で示され、天然にはトロナ鉱石として産出する。炭酸ナトリウムは イ 塩であり、水によく溶け、その水溶液は ウ 性を示す。一方、炭酸水素ナトリウムは エ 塩であり、水への溶解度は炭酸ナトリウムほど大きくはなく、その水溶液は オ 性を示す。炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの混合水溶液を、濃度のわかっている塩酸で滴定すると、図のような滴定曲線が得られる。



問1 ア～オに最も適切な語句を選択肢より選べ。1つの選択肢の使用は1回のみとする。

選択肢：中性、酸性、塩基性、正、複、錯、強酸、強塩基、弱酸、弱塩基

問2 図の指示薬 A と B の名称と中和点における色の変化を、それぞれ選択肢より選び答えよ。必要に応じて同じ語句を選んでもよい。

名称の選択肢：メチルオレンジ、ブロモチモールブルー、デンプン、フェノールフタレイン

色の選択肢：黒色、青紫色、赤色、黄色、緑色、無色

問3 図に示した反応①と反応②で起こっている反応を化学反応式でそれぞれ記せ。

トロナ鉱石中のセスキ炭酸ナトリウムの純度を調べた。トロナ鉱石 120 mg を熱処理し、熱分解したセスキ炭酸ナトリウムから発生した気体を、塩化カルシウム管とソーダ石灰管に順に通じて完全に吸収した。塩化カルシウム管の質量は 22.5 mg 増加し、ソーダ石灰管の質量は 11.0 mg 増加した。熱分解後に残った固体をすべて水に溶かし、500 mL の水溶液とした。このうち 100 mL をはかり取り、指示薬 B を加えて 0.0100 mol/L の塩酸で滴定したところ、指示薬 B の変色までに 30.0 mL を必要とした。ただし、溶け残った不純物の体積は無視でき、不純物は熱分解をせず、塩酸と反応しないものとする。また、トロナ鉱石中の水はすべてセスキ炭酸ナトリウムの水和水であり、セスキ炭酸ナトリウム中の各成分の反応はそれぞれ完全に進行したものとする。

問4 セスキ炭酸ナトリウムの熱分解は次の化学反応式で示される。化学反応式中の係数 $a \sim c$ を x, y, z を用いて記せ。



問5 このトロナ鉱石 120 mg 中に含まれるセスキ炭酸ナトリウムの質量は何 mg か。有効数字 3 桁で答えよ。また、このセスキ炭酸ナトリウムの化学組成の係数 x, y, z の数値を整数で答えよ。

化 学 (後期)

Ⅲ グリセリンと脂肪酸が3か所でエステル結合したものを油脂という。ラードなどの動物性油脂は固体のものが多く、一般に常温で固体の油脂を **ア** という。常温で液体の油脂にニッケルを触媒として水素を付加すると固体になる。このようにして生じた油脂を **イ** といい、マーガリンの原料には主に植物性油脂の **イ** が用いられている。油脂1gを完全に加水分解するために必要な水酸化カリウムの質量をmg単位で表した数値を **ウ** 価という。一般に、**ウ** 価の大きな油脂は、平均分子量が **エ** 。

油脂Aは単一の分子からなり、不斉炭素原子をもたない。油脂Aにニッケルを触媒として水素を完全に付加すると分子量890の油脂Bが得られた。油脂Bの元素分析の結果、成分元素の質量比は炭素76.8%、水素12.4%、酸素10.8%であった。また、油脂Aを構成する脂肪酸は、ともに直鎖状構造である飽和脂肪酸Cと不飽和脂肪酸Dであり、油脂Bを構成する脂肪酸は飽和脂肪酸Cのみであった。不飽和脂肪酸Dは炭素鎖の末端以外に炭素間二重結合を含み、1分子の不飽和脂肪酸Dにヨウ素を完全に付加すると、分子量は約2.8倍になった。

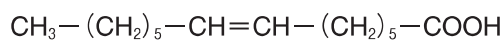
問1 ア～エに適切な語句を答えよ。エは次の選択肢より選べ。

選択肢：大きい、小さい

問2 油脂Bの分子式を記せ。

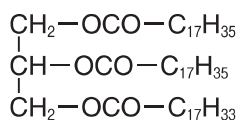
問3 不飽和脂肪酸Dの分子量は280である。不飽和脂肪酸Dがもつ炭素間二重結合の数と立体異性体の数をそれぞれ答えよ。

問4 不飽和脂肪酸Dを塩基性水溶液中で過マンガン酸カリウム水溶液によって酸化すると、炭素数3のジカルボン酸の塩、炭素数6のモノカルボン酸の塩、炭素数9のジカルボン酸の塩が得られた。不飽和脂肪酸Dと考えられる構造式を2つ記せ。構造式は下図にならって書くこと。

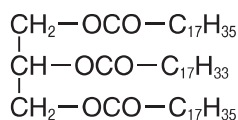


問5 1分子の油脂Aにヨウ素を完全に付加すると、分子量は約1.6倍になった。油脂Aの構造を選び記号で答えよ。

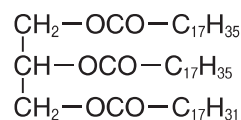
(あ)



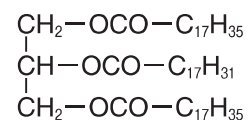
(い)



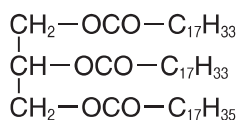
(う)



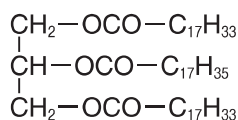
(え)



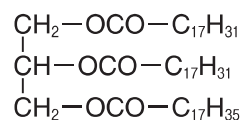
(お)



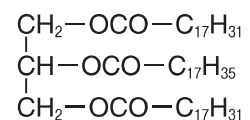
(か)



(き)



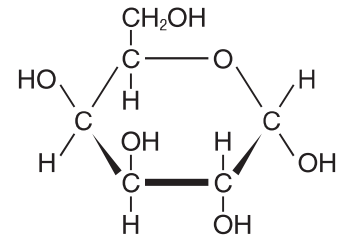
(く)



化学(後期)

IV 穀物などに含まれるデンプンや、植物の細胞壁の成分であるセルロースは天然高分子化合物であり、これらを加水分解すると二糖や単糖が得られる。デンプンとセルロースは **ア** が脱水縮合した構造をもつ高分子化合物であり、いずれも重合度 n を用いて分子式 **イ** で表される。デンプンには **ウ** と **エ** の2つの成分があり、もち米のデンプンはほぼ100%が **ウ** である。セルロースは直線状の分子どうしが **オ** によって強く結びついているので、繊維として広く利用されている。

果実などに含まれるペクチンは、 α -ガラクトツロン酸の1位の炭素原子と別の α -ガラクトツロン酸の4位の炭素原子が脱水縮合でつながった α -1,4-グリコシド結合をもつ天然高分子化合物であり、分子内のカルボキシ基($-\text{COOH}$)の一部がメチルエステル化された構造($-\text{COOCH}_3$)を含む。ペクチンはカルボキシ基のエステル化の割合によって性質が変化し、食品添加物としても利用されている。ガラクトツロン酸は図に示したガラクトースの $-\text{CH}_2\text{OH}$ が $-\text{COOH}$ となった化合物である。



- 問1 ア～オに最も適切な語句や分子式を答えよ。
- 問2 ガラクトースとセルロースに関する記述として適したものをすべて選び、それぞれ記号で答えよ。
- (あ) 銀鏡反応によって銀を析出する。
 - (い) ヨウ素デンプン反応によって青紫色に呈色する。
 - (う) ビウレット反応によって赤紫色に呈色する。
 - (え) 混酸を加えて反応させると硝酸エステル化される。
 - (お) 硫酸存在下で無水酢酸を反応させるとアセチル化される。
 - (か) グルコースの構造異性体である。
- 問3 α -ガラクトツロン酸は水溶液中で開環して鎖状構造になる。この鎖状構造となった分子には立体異性体が何種類存在するか答えよ。
- 問4 2分子の α -ガラクトツロン酸が脱水縮合し、 α -1,4-グリコシド結合によって結合した構造の化合物の構造式を、上図にならって記せ。
- 問5 下線部に関して、ペクチン 9.00 g を水酸化ナトリウム水溶液と反応させ、エステル結合のみを完全に加水分解してからすべてカルボキシ基($-\text{COOH}$)にしたところ、反応後に得られた高分子の質量が 8.80 g となった。この反応に用いたペクチンの繰り返し単位のうちメチルエステル化されていたものの割合は何%であったか。有効数字3桁で答えよ。ただし、エステル結合を加水分解してカルボキシ基にする以外の反応は起こらなかったものとする。