

CHEMISTRY WORKBOOK 03

有機化学 問題集

有機化合物は種類が無限にあるが、**反応するのは官能基だけ**。「どの官能基があるか」→「その官能基は何をするか」の2段で、構造決定も分離もすべて解ける。**高分子は新課程で必答範囲**なので、第8章まで手を抜かないこと。

使い方

1周目 5分考えて出なければ解説へ。構造決定は**必ず構造式を書いてから**答える。

2周目 翌日か翌々日。検出反応は「結果 → 官能基」の向きで引けるか確かめる。

3周目 本番の速さで。1問2分。○ がつかない問題だけ参考書に戻る。

原子量 : H 1.0 C 12 N 14 O 16 Na 23 S 32 Cl 35.5

1章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

2章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

3章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

4章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

5章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

6章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

7章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

8章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

問題編

解説は後半にまとめてある。先に見ないこと。
異性体を問われたら、数えるのではなく書き出す。

有機化合物の基礎

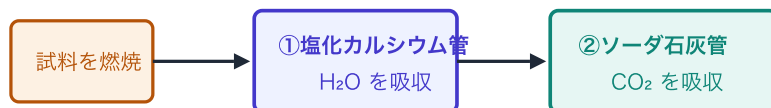
記号の約束

組成式 原子数の比 分子式 実際の原子数 示性式 官能基を明示した式 構造異性体 つながり方が違う
立体異性体 立体配置が違う

この章で使う武器

- 元素分析：①塩化カルシウム管 (H_2O) → ②ソーダ石灰管 (CO_2) の順（逆にできない）
- $\text{C} = \text{CO}_2 \times \frac{12}{44}$ 、 $\text{H} = \text{H}_2\text{O} \times \frac{2}{18}$ 、 O は引き算
- mol比 → 整数比 → 組成式 → 分子量と比べて分子式
- 検出：銀鏡反応→アルデヒド／Naで水素→ $-\text{OH}$ ／ NaHCO_3 で CO_2 → $-\text{COOH}$ ／ FeCl_3 で紫→フェノール類

炭素・水素・酸素だけからなる化合物 9.0 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 13.2 mg と水 5.4 mg が生じた。この化合物の分子量は 180 である。



順番は逆にはできない

ソーダ石灰は塩基性なので、H₂O も CO₂ も吸ってしまうから

1. 炭素と水素の質量をそれぞれ求めよ。
2. 酸素の質量を求めよ。
3. 組成式を求めよ。
4. 分子式を求めよ。

1-2 吸収管 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

元素分析の装置について答えよ。

1. 塩化カルシウム管とソーダ石灰管は、どちらを先に置くか。
2. その理由を述べよ。
3. 逆に置くと、どのような測定結果になるか。

1-3 異性体 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

分子式 C_4H_{10} および $C_4H_{10}O$ の異性体について答えよ。

1. C_4H_{10} の構造異性体をすべて示し、数を答えよ。
2. $C_4H_{10}O$ のうち、**アルコール**は何種類あるか。
3. $C_4H_{10}O$ のうち、**エーテル**は何種類あるか。

1-4 官能基 ★3周チェック ☐ ☐ ☐

次の実験結果から、その化合物がもつ官能基を答えよ。

1. ナトリウムを加えると水素が発生した。
2. 銀鏡反応を示した。
3. 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると二酸化炭素が発生した。
4. 塩化鉄(III)水溶液で紫色になった。

1-5 不斉炭素 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

不斉炭素原子について答えよ。

1. 不斉炭素原子とは何か。
2. 乳酸 $\text{CH}_3\text{--CH(OH)--COOH}$ に不斉炭素原子はあるか。
3. 不斉炭素原子をもつ化合物には、どんな異性体が存在するか。

ある化合物の組成式が CH_2 で、分子量が 56 であった。

1. 分子式を求めよ。
2. この分子式にあてはまる化合物として考えられるものを、2種類の分類で答えよ。

脂肪族炭化水素

記号の約束

アルカン C_nH_{2n+2} アルケン C_nH_{2n} アルキン C_nH_{2n-2} 置換 水素が置きかわる
付加 多重結合が開いてつく

この章で使う武器

- アルカン C_nH_{2n+2} (置換) / アルケン C_nH_{2n} (付加) / アルキン C_nH_{2n-2} (付加)
- 臭素水の脱色 = 多重結合の検出
- アセチレンの製法: $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$
- シス-トランス異性体は、二重結合の各炭素に異なる基が2つずつあるときだけ

2-1

一般式 ★

3周チェック ☐ ☐ ☐

次の分子式の化合物の分類を答えよ。

1. C_3H_8
2. C_3H_6
3. C_3H_4

2-2 検出 ★3周チェック ☐ ☐ ☐

メタンとエチレンを見分けたい。

1. 臭素水を用いる方法を説明せよ。
2. そのとき起こる反応の種類を答えよ。
3. メタンに塩素を作用させるには何が必要か。

2-3 アセチレン ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

アセチレンについて答えよ。

1. 実験室での製法を化学反応式で書け。
2. アセチレンに水を付加させると何ができるか。
3. アセチレン3分子が重合すると何ができるか。

2-4 シス・トランス ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

シス-トランス異性体について答えよ。

1. 2-ブテン $\text{CH}_3\text{--CH=CH--CH}_3$ にシス-トランス異性体は存在するか。
2. 1-ブテン $\text{CH}_2\text{=CH--CH}_2\text{--CH}_3$ ではどうか。理由も述べよ。
3. シス-トランス異性体が生じる理由を、二重結合の性質から説明せよ。

2-5 付加重合 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

エチレンの付加重合について答えよ。

1. 生成する高分子の名称を答えよ。
2. この重合で、水などの小さい分子はとれるか。
3. エチレン 28 g がすべて重合したとき、生成する高分子の質量を求めよ。

プロパン C_3H_8 の完全燃焼について答えよ。

1. 化学反応式を書け。
2. プロパン 1.0 mol の完全燃焼に必要な酸素は何 mol か。
3. 生じる二酸化炭素は標準状態で何 L か。

アルコールと酸化

記号の約束

第1級 -OH のついた炭素に炭素が1つ以下 第2級 同じ炭素に炭素が2つ 第3級 同じ炭素に炭素が3つ

この章で使う武器

- 第1級 → アルデヒド → カルボン酸 / 第2級 → ケトン (止まる) / 第3級 → 酸化されない
- 級の判定は -OH のついた炭素に、ほかの炭素がいくつついているか
- 脱水: 高温(160~170°C) → アルケン / 低温(130~140°C) → エーテル
- ヨードホルム反応: $\text{CH}_3\text{CO}-$ または $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-$ をもつと黄色沈殿

3-1 級の判定 ★

3周チェック ☐ ☐ ☐

次のアルコールが第何級か答えよ。

1. エタノール $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
2. 2-プロパノール $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
3. 2-メチル-2-プロパノール $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$

3-2 酸化 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

次のアルコールを酸化したときに生じる物質を答えよ。

1. エタノールを穏やかに酸化する
2. エタノールをさらに酸化する
3. 2-プロパノールを酸化する
4. 2-メチル-2-プロパノールを酸化しようとする

3-3 ナトリウム ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

エタノール（分子量 46）4.6 g にナトリウムを十分に加えた。

1. 起こる反応を化学反応式で書け。
2. 発生する水素は標準状態で何 L か。

3-4 脱水 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

エタノールに濃硫酸を加えて加熱する。

1. 約 170 °C で加熱したときの生成物を答えよ。
2. 約 130 °C で加熱したときの生成物を答えよ。
3. それぞれの反応を何というか。

3-5 ヨードホルム ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

ヨードホルム反応について答えよ。

1. この反応が陽性になる構造を2つ書け。
2. 次のうち陽性なのはどれか。[メタノール／エタノール／1-プロパノール／2-プロパノール／アセトン]
3. 生じる黄色沈殿の化学式を答えよ。

分子式 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ の化合物 A、B、C がある。A と B はナトリウムと反応して水素を発生したが、C は反応しなかった。また、A を酸化するとアルデヒドが生じ、B を酸化するとケトンが生じた。

1. C はどのような化合物か（分類のみ）。
2. A と B の名称を答えよ。
3. B を酸化して得られる化合物は、ヨードホルム反応を示すか。

カルボン酸とエステル

記号の約束

エステル化 酸+アルコール → エステル+水 けん化 エステル+NaOH (不可逆)

油脂 高級脂肪酸とグリセリンのエステル

この章で使う武器

- エステル化：酸の $-OH$ とアルコールの $-H$ から水がとれる（可逆・濃硫酸が触媒）
- けん化：エステル+NaOH → 塩+アルコール（不可逆）
- カルボン酸は炭酸より強い → $NaHCO_3$ と反応して CO_2 （フェノールとの区別）
- ギ酸はアルデヒド基をもつので還元性あり／油脂 1 mol のけん化に NaOH は 3 mol

4-1 エステル化 ★

3周チェック ☐ ☐ ☐

酢酸（分子量 60）とエタノール（分子量 46）から酢酸エチルをつくる。

1. この反応の化学反応式を書け。
2. 酢酸エチルの分子量を求めよ。
3. 濃硫酸を加える理由を述べよ。

4-2 ギ酸 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

ギ酸 HCOOH について答えよ。

1. ギ酸が示す、ほかのカルボン酸にはない性質を答えよ。
2. その理由を構造から説明せよ。
3. この性質を確かめる実験を1つ挙げよ。

4-3 区別 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

安息香酸とフェノールを区別したい。

1. 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたとき、それぞれどうなるか。
2. その違いが生じる理由を、酸の強さから説明せよ。
3. フェノールだけを検出する方法を答えよ。

4-4 けん化 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

油脂（分子量 884）8.84 g を完全にけん化する。

1. 必要な水酸化ナトリウムは何 mol か。
2. 得られるアルコールの名称を答えよ。
3. けん化がエステル化と違って逆に戻らないのはなぜか。

4-5 セッケン ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

セッケンについて答えよ。

1. セッケン水溶液が塩基性を示す理由を述べよ。
2. 硬水の中で泡立ちにくいのはなぜか。
3. 合成洗剤がこの欠点をもたないのはなぜか。

油脂について答えよ。

1. 常温で固体の油脂と液体の油脂は、それぞれどんな脂肪酸を多く含むか。
2. 液体の油脂を固体にする方法を答えよ。
3. そうしてできた油脂を何というか。

芳香族炭化水素

記号の約束

o- オルト（となり） *m*- メタ（1つおき） *p*- パラ（向かい） 置換反応 ベンゼンの主な反応

この章で使う武器

- ベンゼンは安定で置換反応が主。臭素水を脱色しない
- ニトロ化＝濃硝酸＋濃硫酸／スルホン化＝濃硫酸／ハロゲン化＝Fe触媒
- 付加は条件が厳しい：H₂はNi触媒・高温高圧、Cl₂は紫外線
- トルエンの酸化 → 安息香酸（側鎖だけが酸化される）

5-1 置換反応 ★

3周チェック ☐ ☐ ☐

ベンゼンに次の操作をしたときの生成物を答えよ。

1. 濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて約60℃に保つ
2. 濃硫酸を加えて加熱する
3. 鉄粉を触媒として塩素を作用させる

5-2 付加反応 ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

ベンゼンの付加反応について答えよ。

1. ニッケルを触媒として水素を付加させると何ができるか。
2. 紫外線を当てて塩素を作用させると何ができるか。
3. ベンゼンが臭素水を脱色しないのはなぜか。

5-3 トルエン ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

トルエンについて答えよ。

1. 過マンガン酸カリウムで酸化すると何ができるか。
2. このとき、ベンゼン環はどうなるか。
3. p-キシレンを同様に酸化すると何ができるか。

5-4 異性体 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

ベンゼンの二置換体について答えよ。

1. 二置換体の位置異性体は何種類あるか。それぞれの名称も答えよ。
2. キシレン $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ の異性体は何種類か。
3. そのうち、酸化してテレフタル酸になるのはどれか。

5-5 つながり ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

ベンゼンから次の化合物をつくる道すじを答えよ。

1. ベンゼン → アニリン
2. ベンゼン → フェノール（スルホン酸を経由する方法）

次の芳香族化合物の性質を答えよ。

1. ニトロベンゼンの色と状態
2. ナフタレンの特徴的な性質
3. スチレンを付加重合すると何ができるか

フェノールとアニリンと分離

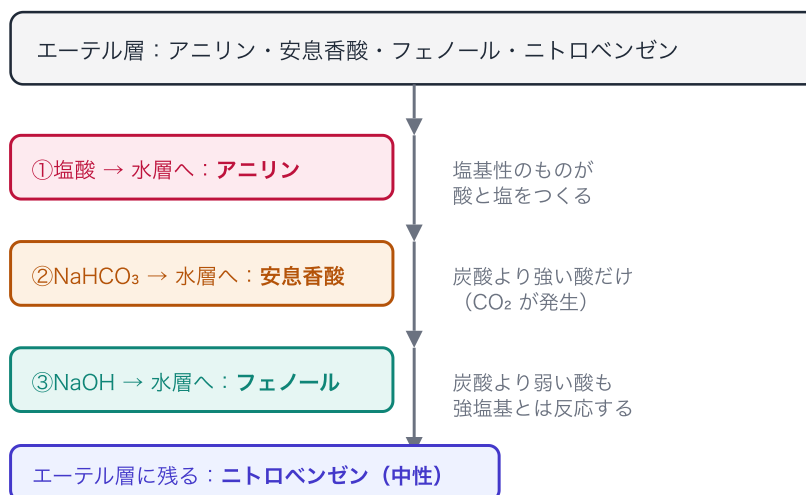
記号の約束

酸の強さ 塩酸 > カルボン酸 > 炭酸 > フェノール 分液 塩にして水層へ移す操作

この章で使う武器

- 酸の強さ：塩酸 > カルボン酸 > 炭酸 > フェノール
- 塩になれば水層へ移る。塩基性物質は酸で、酸性物質は塩基で移す
- 分離の順：①塩酸（塩基性）② NaHCO_3 （カルボン酸）③ NaOH （フェノール）④残りが中性
- 検出：フェノール類= FeCl_3 で紫／アニリン＝さらし粉で赤紫

アニリン、安息香酸、フェノール、ニトロベンゼンをエーテルに溶かした混合溶液がある。これらを分液漏斗を使って分離したい。



1. 最初に塩酸を加えて振ると、水層へ移るのはどれか。
2. 次に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、水層へ移るのはどれか。
3. 続いて水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水層へ移るのはどれか。
4. 最後にエーテル層に残るのはどれか。

6-2 フェノール ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

フェノールについて答えよ。

1. 水酸化ナトリウム水溶液に溶けるか。
2. 炭酸水素ナトリウム水溶液に溶けるか。
3. ナトリウムフェノキシドの水溶液に二酸化炭素を吹き込むとどうなるか。

6-3 アニリン ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

アニリンについて答えよ。

1. ニトロベンゼンからアニリンをつくる方法を答えよ。
2. アニリンの検出法を1つ答えよ。
3. アニリンに無水酢酸を作用させると何ができるか。

6-4 サリチル酸 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

サリチル酸には、カルボキシ基とフェノール性ヒドロキシ基の両方がある。

1. 無水酢酸を作用させると何ができるか。またどちらの官能基が反応するか。
2. メタノールと濃硫酸を作用させると何ができるか。またどちらの官能基が反応するか。
3. サリチル酸に塩化鉄(III)水溶液を加えるとどうなるか。

6-5 検出 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

次の実験結果から、その化合物を答えよ。いずれも芳香族化合物である。

1. 塩化鉄(III)水溶液で紫色になった。
2. 炭酸水素ナトリウム水溶液で二酸化炭素が発生した。
3. 塩酸に溶け、さらし粉水で赤紫色になった。

分離操作で水層に移した物質を、もとの化合物として回収したい。

1. アニリン塩酸塩を含む水層から、アニリンを取り出すには何を加えるか。
2. 安息香酸ナトリウムを含む水層から、安息香酸を取り出すには何を加えるか。
3. 回収した化合物は、その後どうやって水から分けるか。

糖・アミノ酸・タンパク質

記号の約束

還元性 フェーリング液を還元する性質 双性イオン +と-を同時にもつ形 等電点 電荷の和が0になるpH

この章で使う武器

- スクロースだけが還元性を示さない（加水分解すれば示す）
- デンプン＝ヨウ素デンプン反応で青紫／セルロースは呈色しない
- アミノ酸：酸性で陽イオン、塩基性で陰イオン、中間で双性イオン。等電点では動かない
- 検出：ビウレット（赤紫・ペプチド結合2つ以上）／キサントプロテイン（黄→橙・ベンゼン環）／ニンヒドリン（青紫・アミノ基）

7-1 糖の分類 ★

3周チェック ☐ ☐ ☐

次の糖について答えよ。[グルコース／スクロース／マルトース／デンプン]

1. 還元性を示さない二糖はどれか。
2. その糖を加水分解すると何と何になるか。
3. 加水分解したあと、還元性は現れるか。

7-2 多糖 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

デンプンとセルロースについて答えよ。

1. どちらもどんな単糖からできているか。
2. ヨウ素溶液で青紫になるのはどちらか。
3. デンプンを構成する2つの成分の名称と、構造の違いを答えよ。

7-3 アルコール発酵 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

グルコース（分子量 180）を酵素によりアルコール発酵させた。反応は $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$ である。

1. グルコース 18 g からできるエタノール（分子量 46）は何 g か。
2. 同時に発生する二酸化炭素は標準状態で何 L か。

7-4 アミノ酸 ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

アミノ酸の水溶液について答えよ。

1. 酸性の水溶液中では、アミノ酸はおもにどんなイオンになっているか。
2. 塩基性の水溶液中ではどうか。
3. 等電点にあるアミノ酸を電気泳動するとどうなるか。

7-5 タンパク質 ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

タンパク質の検出反応について答えよ。

1. 水酸化ナトリウムと硫酸銅(II)を加えると赤紫色になる反応の名称と、何を検出しているか。
2. 濃硝酸を加えて加熱すると黄色になる反応の名称と、何を検出しているか。
3. タンパク質を加熱すると固まって元に戻らなくなる現象を何というか。

3つの水溶液 A、B、C がある。それぞれグルコース水溶液、スクロース水溶液、デンプン水溶液のいずれかである。

1. ヨウ素溶液を加えたところ、C だけが青紫色になった。C は何か。
2. A と B にフェーリング液を加えて加熱したところ、A だけ赤色沈殿が生じた。A と B は何か。
3. B を希塩酸で加熱したあとフェーリング液を加えるとどうなるか。

合成高分子

記号の約束

付加重合 二重結合が開く。何もとれない 縮合重合 水などがとれる 重合度 くり返し単位が何個つながったか

この章で使う武器

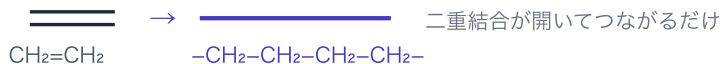
- 付加重合＝二重結合が開く。何もとれない／縮合重合＝水などがとれる
- PET＝テレフタル酸＋エチレングリコール（ポリエステル）
- ナイロン66＝アジピン酸＋ヘキサメチレンジアミン（縮合重合）／ナイロン6＝開環重合
- 重合度＝高分子の分子量÷くり返し単位の式量

8-1 重合の種類 ★

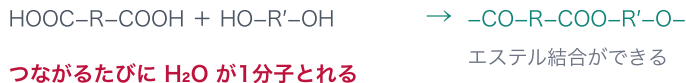
3周チェック ☐ ☐ ☐

次の高分子は付加重合・縮合重合のどちらでできるか答えよ。

付加重合（何もとれない）



縮合重合（水がとれる）



1. ポリエチレン
2. ポリエチレンテレフタレート（PET）
3. ポリスチレン
4. ナイロン66

8-2 重合度 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

ポリエチレンについて答えよ。(C = 12、H = 1.0)

1. くり返し単位 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ の式量を求めよ。
2. 分子量が 2.8×10^4 のポリエチレンの重合度を求めよ。

8-3 ナイロン ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

ナイロンについて答えよ。

1. ナイロン66 の2つの単量体を答えよ。
2. ナイロン66 でできる結合の名称を答えよ。
3. ナイロン6 はどのような重合でできるか。

8-4 樹脂の種類 ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂について答えよ。

1. それぞれの性質を説明せよ。
2. 構造上の違いを答えよ。
3. フェノール樹脂はどちらか。

8-5 ゴム ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

天然ゴムについて答えよ。

1. 天然ゴムの単量体に当たる分子の名称を答えよ。
2. 加硫とは何をする操作か。
3. 加硫によってゴムの性質はどう変わるか。

テレフタル酸（分子量 166）とエチレングリコール（分子量 62）から PET をつくる。

1. この重合でできる結合の名称を答えよ。
2. くり返し単位の式量を求めよ。（1組ごとに水が2分子とれる）
3. 分子量が 1.92×10^4 の PET の重合度を求めよ。

解説編

反応は「官能基が何をするか」から導けるように並べてある。

丸暗記した反応式と違ったら、官能基のほうを確認する。

第1章 有機化合物の基礎

1-1 C→H→Oの順に出す

■(1) $C = 13.2 \times \frac{12}{44} = 3.6 \text{ mg}$

$H = 5.4 \times \frac{2}{18} = 0.6 \text{ mg}$

■(2) O は引き算でしか出せない

$O = 9.0 - 3.6 - 0.6 = 4.8 \text{ mg}$

■(3) それぞれ原子量で割って mol 比にする

$C : H : O = \frac{3.6}{12} : \frac{0.6}{1.0} : \frac{4.8}{16} = 0.30 : 0.60 : 0.30 = 1 : 2 : 1$

組成式は CH_2O

■(4) 組成式の式量は 30。 $\frac{180}{30} = 6$

分子式は $C_6H_{12}O_6$ (グルコース)

答 (1) C 3.6 mg、H 0.6 mg (2) 4.8 mg (3) CH_2O (4) $C_6H_{12}O_6$

1-2 順番に理由がある

■(1) 塩化カルシウム管が先。

■(2) ソーダ石灰は塩基性で、 CO_2 だけでなく H_2O も吸収してしまう。

先に塩化カルシウム管で水を取り除いておかないと、 CO_2 の量が正しく測れない。

■(3) 逆にすると、ソーダ石灰管が水と二酸化炭素の両方を吸ってしまい、水素の量が0、炭素の量が過大になる。

答 (1) 塩化カルシウム管 (2) ソーダ石灰は水も吸収するから (3) 水素が測れず、炭素が過大になる

1-3 書き出して数える

■(1) 炭素の並べ方は2通り

- ・直鎖： $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$ (ブタン)
- ・枝分かれ： $\text{CH}_3\text{--CH}(\text{CH}_3)\text{--CH}_3$ (2-メチルプロパン)

→ 2種類

■(2) 上の2つの骨格に --OH をつける

- ・直鎖に：1-ブタノール、2-ブタノール (2種類)
- ・枝分かれに：2-メチル-1-プロパノール、2-メチル-2-プロパノール (2種類)

→ 4種類

■(3) 酸素を炭素の間に入れる

- ・ $\text{CH}_3\text{--O--C}_3\text{H}_7$ (プロピル基が直鎖か枝分かれかで2種類)
- ・ $\text{C}_2\text{H}_5\text{--O--C}_2\text{H}_5$ (1種類)

→ 3種類

骨格を先に決めてから官能基を動かすと数え落としが減る。

答 (1) 2種類 (2) 4種類 (3) 3種類

1-4 結果から逆算する

■(1) ヒドロキシ基 --OH (アルコールまたはフェノール類)

■(2) アルデヒド基 --CHO (還元性を示す)

■(3) カルボキシ基 --COOH (炭酸より強い酸なので炭酸を追い出す)

■(4) フェノール性のヒドロキシ基 (ベンゼン環に直接ついた --OH)

構造決定はこの逆引きができるかどうかで決まる。

答 (1) --OH (2) --CHO (3) --COOH (4) フェノール性の --OH

1-5 4つとも違うか確かめる

■(1) 4つの異なる原子または原子団が結合した炭素原子。

■(2) 中央の炭素には $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{OH}$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{H}$ の4つとも異なるものがついている。

→ ある

■(3) 鏡像異性体（光学異性体）。

重ね合わせられない鏡像の関係にあり、旋光性が異なる。化学的性質はほとんど同じだが、生体内での扱いは大きく違うことがある。

答 (1) 4つの異なる基が結合した炭素 (2) ある (3) 鏡像異性体

1-6 組成式×n

■(1) CH_2 の式量は 14。 $\frac{56}{14} = 4$

分子式は C_4H_8

■(2) C_nH_{2n} の形なので

- ・アルケン（1-ブテン、2-ブテンなど）
- ・シクロアルカン（シクロブタン、メチルシクロプロパン）

臭素水を加えて脱色するかどうかで区別できる（脱色すればアルケン）。

答 (1) C_4H_8 (2) アルケンまたはシクロアルカン

第2章 脂肪族炭化水素

2-1 分子式から分類する

■(1) $2n + 2 = 8$ ($n=3$) なので アルカン（プロパン）

■(2) $2n = 6$ なので アルケンまたはシクロアルカン

■(3) $2n - 2 = 4$ なので アルキン（プロピン）またはシクロアルケン

分子式だけでは環状の可能性を排除できないことに注意。

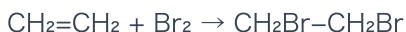
答 (1) アルカン (2) アルケン（またはシクロアルカン） (3) アルキン（またはシクロアルケン）

2-2 臭素水で見分ける

■(1) それぞれの気体を臭素水に通す。

赤褐色が消える（脱色する）ほうがエチレン。メタンは変化しない。

■(2) 付加反応。二重結合が開いて臭素がつく。



■(3) 光（紫外線）。光を当てると置換反応が起こる。



答 (1) 通して脱色するほうがエチレン (2) 付加反応 (3) 光

2-3 製法と反応

■(1) 炭化カルシウム（カーバイド）に水を加える



■(2) アセトアルデヒド CH_3CHO （触媒を用いる）

■(3) ベンゼン C_6H_6

C_2H_2 が3分子つながって環になる。 $\text{C}_2\text{H}_2 \times 3 = \text{C}_6\text{H}_6$ と数が合う。

答 (1) $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ (2) アセトアルデヒド (3) ベンゼン

2-4 成立条件を確認する

■(1) 存在する。二重結合の両方の炭素に、 CH_3 と H という異なる基がついているから。

■(2) 存在しない。左側の炭素には H が2つついており、入れ替えても同じ分子になってしまうから。

■(3) 二重結合は回転できないため、置換基の位置関係が固定される。

単結合なら自由に回転できるので、この異性体は生じない。

答 (1) 存在する (2) 存在しない（一方の炭素に H が2つあるから） (3) 二重結合が回転できないから

2-5 単量体からポリマーへ

■(1) ポリエチレン

■(2) とれない。二重結合が開いてそのままつながるだけ（付加重合）。

■(3) 何もとれないので質量は変わらない → 28 g

縮合重合ならとれた水のぶん軽くなる。ここが2つの重合の決定的な違い。

答 (1) ポリエチレン (2) とれない (3) 28 g

2-6 係数を合わせる



(C を3、H を8合わせると O が10個必要 → O_2 は5)

■(2) 係数比より 5.0 mol

■(3) CO_2 は 3.0 mol

$$3.0 \times 22.4 = 67.2 \text{ L}$$

答 (1) $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ (2) 5.0 mol (3) 67.2 L

第3章 アルコールと酸化

3-1 炭素の数を数える

■(1) $-\text{OH}$ のついた炭素に、ほかの炭素は1つ (CH_3) → 第1級

■(2) 両側に CH_3 があるので2つ → 第2級

■(3) CH_3 が3つ → 第3級

(メタノール CH_3OH は炭素が0個だが第1級に分類する。)

答 (1) 第1級 (2) 第2級 (3) 第3級

3-2 行き先が級で決まる

■(1) アセトアルデヒド CH_3CHO

■(2) 酢酸 CH_3COOH

■(3) アセトン CH_3COCH_3 (ケトン)。ここで止まる。

■(4) 酸化されない。 $-\text{OH}$ のついた炭素に水素が残っていないため。

構造決定では「酸化されなかった」という結果自体が第3級の証拠になる。

答 (1) アセトアルデヒド (2) 酢酸 (3) アセトン (4) 酸化されない

3-3 水素の量からmolを出す



係数比 2 : 1 より H_2 は 0.050 mol

$$0.050 \times 22.4 = 1.12 \text{ L}$$

−OH 2個から H_2 1分子。この比を間違えないこと。

答 (1) $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2$ (2) 1.12 L

3-4 温度で生成物が変わる



高温＝アルケン、低温＝エーテル。温度が問題文にあれば必ず確認する。

答 (1) エチレン (2) ジエチルエーテル (3) 分子内脱水・分子間脱水

3-5 構造を探す



(R は水素でも炭化水素基でもよい)



メタノールと 1-プロパノールは、この構造をもたないので陰性。



「 CH_3 が C=O か CH(OH) にくっついているか」だけを見ればよい。

答 (1) $\text{CH}_3\text{CO—R}$ と $\text{CH}_3\text{CH(OH)—R}$ (2) エタノール・2-プロパノール・アセトン (3) CHI_3

3-6 結果から絞り込む

■(1) Na と反応しない → -OH をもたない → エーテル

(エチルメチルエーテル $\text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5$)

■(2) A : 酸化してアルデヒド → 第1級アルコール → 1-プロパノール

B : 酸化してケトン → 第2級アルコール → 2-プロパノール

■(3) B の酸化生成物はアセトン CH_3COCH_3 。

$\text{CH}_3\text{-CO-}$ の構造をもつので 陽性 (黄色沈殿)。

この「Na → 酸化 → ヨードホルム」の3段構えが構造決定の基本形。

答 (1) エーテル (2) A : 1-プロパノール、B : 2-プロパノール (3) 示す

第4章 カルボン酸とエステル

4-1 水がとれる

■(1) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$

■(2) $60 + 46 - 18 = 88$

■(3) 触媒としてはたらくとともに、生じた水を吸収して反応を右へ進めるため。

この反応は可逆なので、水を除くことが収率を上げるうえで重要になる。

答 (1) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ (2) 88 (3) 触媒として、また水を除いて反応を進めるため

4-2 例外を覚える

■(1) 還元性を示す。

■(2) ギ酸の構造 H-COOH は、カルボキシ基のほかにアルデヒド基 (-CHO) とみなせる部分をもつ。

■(3) 銀鏡反応 (銀が析出する) / フェーリング液を還元して赤色沈殿。

「カルボン酸なのに銀鏡反応が陽性」と出たら、ギ酸を疑う。

答 (1) 還元性 (2) 分子内にアルデヒド基とみなせる構造をもつから (3) 銀鏡反応

4-3 炭酸との強さ比べ

■(1) 安息香酸は二酸化炭素を発生して溶ける。フェノールは変化しない。

■(2) 酸の強さは カルボン酸 > 炭酸 > フェノール。

炭酸より強い酸だけが、炭酸水素塩から炭酸を追い出して CO_2 を発生させられる。

■(3) 塩化鉄(III)水溶液を加えると紫色になる（フェノール類の検出）。

答 (1) 安息香酸は CO_2 発生、フェノールは変化なし (2) カルボン酸は炭酸より強く、フェノールは弱いから
(3) 塩化鉄(III)で紫色

4-4 3つのエステル結合

■(1) 油脂は $\frac{8.84}{884} = 0.0100 \text{ mol}$

油脂1分子にはエステル結合が3つあるので

NaOH は $0.0100 \times 3 = 0.0300 \text{ mol}$

■(2) グリセリン (3価アルコール)

■(3) 生成物のカルボン酸が塩（セッケン）になっているため、逆反応（エステル化）が起こらない。だから不可逆。

答 (1) 0.0300 mol (2) グリセリン (3) 生成物が塩になり逆反応が起こらないから

4-5 弱酸と強塩基の塩

■(1) セッケンは弱酸（高級脂肪酸）と強塩基（NaOH）の塩なので、水中で加水分解して塩基性を示す。

■(2) 硬水に含まれる Ca^{2+} や Mg^{2+} と結びついて水に溶けない塩をつくり沈殿するため。

■(3) 合成洗剤は強酸と強塩基の塩で、 $\text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ と結びついても沈殿しないから。

そのため水溶液は中性で、硬水でも使える。

答 (1) 弱酸と強塩基の塩で加水分解するから (2) $\text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ と沈殿をつくるから (3) 強酸と強塩基の塩で
沈殿しないから

4-6 飽和と不飽和

■(1) 固体（脂肪）：飽和脂肪酸が多い／液体（脂肪油）：不飽和脂肪酸が多い

不飽和結合があると分子が折れ曲がり、分子どうしが密に並べないため融点の下がる。

■(2) ニッケルを触媒として水素を付加する（二重結合をなくす）。

■(3) 硬化油。マーガリンやショートニングの原料になる。

答 (1) 固体＝飽和脂肪酸、液体＝不飽和脂肪酸 (2) 水素を付加する (3) 硬化油

第5章 芳香族炭化水素

5-1 試薬と生成物

- (1) ニトロベンゼン $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ (ニトロ化)。淡黄色の油状物質。
- (2) ベンゼンスルホン酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H}$ (スルホン化)。強酸で水によく溶ける。
- (3) クロロベンゼン $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ (ハロゲン化)。

いずれも水素が置きかわる置換反応。

答 (1) ニトロベンゼン (2) ベンゼンスルホン酸 (3) クロロベンゼン

5-2 条件が厳しい

- (1) シクロヘキサン C_6H_{12} (水素3分子が付加)
- (2) ヘキサクロロシクロヘキサン $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ (塩素3分子が付加)
- (3) ベンゼン環は6個の炭素で電子を共有していて非常に安定なため、二重結合をもつように書かれていても付加反応が起こりにくい。

同じ塩素でも触媒なら置換・光なら付加と変わるのがベンゼンの特徴。

答 (1) シクロヘキサン (2) ヘキサクロロシクロヘキサン (3) 環が安定で付加しにくいから

5-3 側鎖が酸化される

- (1) 安息香酸 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
 - (2) 変化しない (壊れない)。酸化されるのは側鎖のメチル基だけ。
 - (3) メチル基が2つあるので両方が酸化され、テレフタル酸になる。
- テレフタル酸はエチレングリコールと縮合重合してPETになる (第8章)。

答 (1) 安息香酸 (2) 変化しない (3) テレフタル酸

5-4 o, m, p

- (1) 3種類。o- (オルト、となり)、m- (メタ、1つおき)、p- (パラ、向かい)
- (2) 3種類 (o-, m-, p-キシレン)
- (3) p-キシレン。2つのカルボキシ基が向かい合った位置につく。

答 (1) 3種類 (o-, m-, p-) (2) 3種類 (3) p-キシレン

5-5 反応の道すじ

■(1) 2段階

- ① ベンゼン → (濃硝酸+濃硫酸) → ニトロベンゼン
② ニトロベンゼン → (スズと塩酸で還元、そのあと NaOH で遊離) → アニリン
ニトロ基 → アミノ基の還元がポイント。

■(2) 3段階

- ① ベンゼン → (濃硫酸) → ベンゼンスルホン酸
② NaOH で中和してナトリウム塩にする
③ アルカリ融解 (NaOH と融解) したあと酸を加える → フェノール
(工業的には現在はクメン法が主流。副産物としてアセトンが得られる。)

答 (1) ニトロ化 → スズと塩酸で還元 (2) スルホン化 → ナトリウム塩 → アルカリ融解 → 酸を加える

5-6 見た目と用途

■(1) 淡黄色の油状の液体。水より重く、特有のにおいがある。有毒。

■(2) 昇華性がある (固体から直接気体になる)。防虫剤に使われる。

ベンゼン環が2つ縮合した構造 $C_{10}H_8$ 。

■(3) ポリスチレン。発泡させると発泡ポリスチレン (断熱材・食品容器)。

答 (1) 淡黄色の油状液体 (2) 昇華性 (3) ポリスチレン

第6章 フェノールとアニリンと分離

6-1 順番そのものが答え

■(1) アニリン。塩基性なので酸と塩 (アニリン塩酸塩) をつくって水に溶ける。

■(2) 安息香酸。炭酸より強い酸だけが反応して塩になる。

このとき CO_2 が発生するのも手がかりになる。

■(3) フェノール。炭酸より弱い、強塩基の NaOH とは反応してナトリウムフェノキシドになる。

■(4) ニトロベンゼン。中性なので酸とも塩基とも塩をつくらず、最後まで残る。

それぞれ回収するには、水層に逆の性質の試薬を加えて遊離させる。

答 (1) アニリン (2) 安息香酸 (3) フェノール (4) ニトロベンゼン

6-2 弱酸だが酸

■(1) 溶ける。弱いながらも酸なので、強塩基の NaOH とは中和する。

■(2) 溶けない。フェノールは炭酸より弱い酸なので、炭酸を追い出せない。

■(3) フェノールが遊離して白く濁る。

炭酸のほうがフェノールより強い酸なので、フェノキシドイオンから追い出す。

この現象自体が「炭酸 > フェノール」の証拠になっている。

答 (1) 溶ける (2) 溶けない (3) フェノールが遊離する (白濁)

6-3 塩基性の芳香族

■(1) スズ (または鉄) と塩酸で還元する。

このとき生じるのはアニリン塩酸塩なので、NaOH を加えてアニリンを遊離させる。

■(2) さらし粉水を加えると赤紫色になる。

(ほかに、ニクロム酸カリウムで酸化するとアニリンブラックという黒色染料になる。)

■(3) アセトアニリド (アミノ基がアセチル化される)。

答 (1) スズと塩酸で還元しNaOHで遊離 (2) さらし粉水で赤紫色 (3) アセトアニリド

6-4 2つの官能基

■(1) アセチルサリチル酸 (アスピリン、解熱鎮痛剤)。

反応するのはフェノール性の $-OH$ (アセチル化される)。

■(2) サリチル酸メチル (消炎塗布剤)。

反応するのは $-COOH$ (エステル化される)。

■(3) 紫色になる。フェノール性の $-OH$ をもつため。

アセチルサリチル酸では $-OH$ がふさがれているので呈色しない —— これで区別できる。

答 (1) アセチルサリチル酸 ($-OH$ が反応) (2) サリチル酸メチル ($-COOH$ が反応) (3) 紫色になる

6-5 どれがどれか

■(1) フェノール類 (フェノール、サリチル酸、クレゾールなど)

■(2) カルボン酸 (安息香酸、サリチル酸など)

■(3) アニリン (芳香族アミン)

※サリチル酸は (1) と (2) の両方を示す (官能基を2つもつため)。「両方陽性ならサリチル酸」と覚えておくと速い。

答 (1) フェノール類 (2) カルボン酸 (3) アニリン

6-6 塩から遊離させる

■(1) 水酸化ナトリウム水溶液（強塩基）。

塩基であるアニリンが遊離して、水に溶けない油状物質として分かれる。

■(2) 塩酸（強酸）。安息香酸が遊離して結晶として析出する。

■(3) エーテルを加えて振り、エーテル層に抽出する（または結晶をろ過する）。

塩にして水へ移し、遊離させて有機層へ戻すのが分離操作の骨格。

答 (1) 水酸化ナトリウム水溶液 (2) 塩酸 (3) エーテルで抽出する（またはろ過）

第7章 糖・アミノ酸・タンパク質

7-1 還元性の有無

■(1) スクロース（ショ糖）

■(2) グルコースとフルクトース（この混合物を転化糖という）

■(3) 現れる。単糖はどちらも還元性を示すため。

スクロースは、還元性を示す部分どうしで結合しているために還元性を失っている。

答 (1) スクロース (2) グルコースとフルクトース (3) 現れる

7-2 デンプンとセルロース

■(1) どちらも グルコース（つながり方が違うだけ）。

■(2) デンプン。らせん構造にヨウ素が入り込んで呈色する。

セルロースは直線的な構造なので呈色しない。

■(3) アミロース：枝分かれのない直鎖／アミロペクチン：枝分かれがある

もち米はアミロペクチンがほぼ100%。

答 (1) グルコース (2) デンプン (3) アミロース（直鎖）とアミロペクチン（枝分かれ）

7-3 量的計算

■(1) グルコースは $\frac{18}{180} = 0.10 \text{ mol}$

エタノールは係数比 1 : 2 より 0.20 mol

$$0.20 \times 46 = 9.2 \text{ g}$$

■(2) CO₂ も 0.20 mol

$$0.20 \times 22.4 = 4.48 \text{ L}$$

答 (1) 9.2 g (2) 4.48 L

7-4 pHで形が変わる

■(1) 陽イオン。-NH₂ が H⁺ を受け取って -NH₃⁺ になる。

■(2) 陰イオン。-COOH が H⁺ を放して -COO⁻ になる。

■(3) どちらの電極へも移動しない。

+と-が打ち消し合って全体として電氣的に中性（双性イオン）になっているため。

この性質を使って、等電点の違うアミノ酸を分離できる。

答 (1) 陽イオン (2) 陰イオン (3) どちらへも移動しない

7-5 検出反応3つ

■(1) ビウレット反応。ペプチド結合が2つ以上あることを示す。

アミノ酸単体やジペプチドでは呈色しない。

■(2) キサントプロテイン反応。ベンゼン環をもつアミノ酸を検出する。

アンモニア水を加えると橙黄色に変わる。

■(3) 変性。熱・酸・アルコール・重金属イオンなどで立体構造が壊れる。

ペプチド結合が切れるわけではない（切れるのは加水分解）。

答 (1) ビウレット反応・ペプチド結合2つ以上 (2) キサントプロテイン反応・ベンゼン環 (3) 変性

7-6 結果から特定する

- (1) ヨウ素デンプン反応が陽性なので C はデンプン。
- (2) 還元性を示した A がグルコース、示さなかった B がスクロース。
- (3) 希塩酸で加熱すると加水分解してグルコースとフルクトースになる。

どちらも還元性を示すので、赤色沈殿 (Cu_2O) が生じる。

「はじめは陰性、加水分解後に陽性」がスクロースの決め手。

答 (1) デンプン (2) A : グルコース、B : スクロース (3) 赤色沈殿が生じる

第8章 合成高分子

8-1 単量体を見て決める

- (1) 付加重合 (単量体はエチレン。二重結合が開くだけ)
- (2) 縮合重合 (テレフタル酸+エチレングリコール。水がとれる)
- (3) 付加重合 (単量体はスチレン)
- (4) 縮合重合 (アジピン酸+ヘキサメチレンジアミン。水がとれる)

単量体が1種類で二重結合をもつ → 付加重合、

2種類で $-\text{COOH}$ や $-\text{OH}$ 、 $-\text{NH}_2$ をもつ → 縮合重合と見分ける。

答 (1) 付加重合 (2) 縮合重合 (3) 付加重合 (4) 縮合重合

8-2 くり返し単位で割る

■(1) $12 \times 2 + 1.0 \times 4 = 28$

■(2) 重合度 $= \frac{2.8 \times 10^4}{28} = 1.0 \times 10^3$

付加重合ではくり返し単位の式量=単量体の分子量なので、単量体の分子量で割ってもよい。

答 (1) 28 (2) 1.0×10^3

8-3 66 と 6 の違い

- (1) アジピン酸 ($\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$) と ヘキサメチレンジアミン ($\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$)
- (2) アミド結合 $-\text{CO}-\text{NH}-$ (ポリアミドという)
- (3) 開環重合。環状の ϵ -カプロラクタム の環が開いてつながる。

「66」は炭素数6の単量体2種類から、という意味。

答 (1) アジピン酸とヘキサメチレンジアミン (2) アミド結合 (3) 開環重合

8-4 構造で決まる

■(1) 熱可塑性：加熱するとやわらかくなり、成形し直せる。

熱硬化性：加熱すると硬くなり、一度固まると軟化しない。

■(2) 熱可塑性は鎖状（線状）構造で、加熱すると鎖どうしが動けるようになる。

熱硬化性は立体網目状構造で、鎖が架橋されていて動けない。

■(3) 熱硬化性（フェノール+ホルムアルデヒドの付加縮合で網目状になる）。

答 (1) 可塑性＝軟化する、硬化性＝硬くなる (2) 鎖状か立体網目状か (3) 熱硬化性

8-5 加硫で強くなる

■(1) イソプレン

■(2) 天然ゴムに硫黄を加えて加熱する操作。

■(3) 硫黄が鎖と鎖の間に架橋をつくるため、弾性が増し、丈夫になる。

加硫を強くしすぎると硬いエボナイトになる。

答 (1) イソプレン (2) 硫黄を加えて加熱する (3) 架橋ができて弾性・強度が増す

8-6 縮合はとれる水を数える

■(1) エステル結合（ポリエステル）

■(2) 1組がつながるごとに、両端で水が2分子とれる

$$166 + 62 - 18 \times 2 = 228 - 36 = 192$$

$$\text{■(3)} \quad \frac{1.92 \times 10^4}{192} = 100$$

単量体の分子量の和で割ってはいけない（水のぶんずれる）のが縮合重合の注意点。

答 (1) エステル結合 (2) 192 (3) 100