

問1 炭素数3の鎖式飽和一価カルボン酸であるプロパン酸の分子式として正しいものはどれか。 (2007年 全国公立入試 類似)

1. C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>                      2. C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O                      3. C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O                      4. C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>

問2 同一物質量の炭化水素を完全に燃焼させるとき、必要となる酸素の物質質量、およびそれに伴い必要となる空気の体積に関する記述として最も適当なものを次のうちから一つ選べ。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. 炭化水素の炭素数が多いほど、完全燃焼に必要な酸素の物質質量が多くなり、必要な空気の体積も大きくなる。  
2. 炭化水素の炭素数が多いほど、完全燃焼に必要な酸素の物質質量は少なくなり、必要な空気の体積は小さくなる。  
3. 炭化水素の水素数のみによって必要な酸素の物質質量が決定され、炭素数は必要な空気の体積に影響しない。  
4. 炭化水素の炭素数や水素数に関わらず、同一物質量の炭化水素の完全燃焼に必要な空気の体積は常に一定である。

問3 フェノールのニトロ化反応に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. フェノールはベンゼンよりもニトロ化されやすく、混酸を用いることで段階的にニトロ基が導入される。  
2. フェノールを混酸と反応させると、直ちに2,4,6-トリニトロフェノールが生成し、中間体は存在しない。  
3. フェノール基の配向性により、ニトロ基は主にメタ位に導入される。  
4. ニトロ化反応は置換反応ではなく、付加反応の一種である。

問4 分子内にカルボキシ基を一個のみ有する有機酸として、最も適切なものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 乳酸                      2. アジピン酸                      3. フタル酸                      4. シュウ酸

問5 鎖式飽和一価カルボン酸の一般式がC<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>O<sub>2</sub>となる理由として、最も適切な説明はどれか。 (2007年 全国公立入試 類似)

1. カルボキシ基を1つ持ち、炭素鎖が飽和しているため、アルカンから水素原子が置換され酸素が導入されるから  
2. 炭素鎖に二重結合を1つ含むため、アルカンと比較して水素原子が2つ少ないから  
3. 環状構造を持つため、鎖式化合物よりも水素原子の数が減少しているから  
4. カルボキシ基に加えて水酸基を複数持つため、酸素原子の比率が変化するため

問6 アルコールの酸化反応において、第三級アルコールが酸性条件下でクロム酸カリウムなどの酸化剤によって通常酸化されにくい理由として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. ヒドロキシ基が結合している炭素原子に、酸化に必要な水素原子が結合していないため。  
2. ヒドロキシ基の酸素原子が水素結合を強く形成し、酸化剤の接近を妨げるため。  
3. 分子全体の立体障害が小さく、酸化剤と反応する前に脱水反応が優先して起こるため。  
4. 炭素鎖が分岐しているため、炭素と炭素の結合エネルギーが極めて高くなっているため。

問7 エチレンを原料として、触媒存在下で水と反応させることでエタノールを生成し、酸素と反応させることでアセトアルデヒドを生成する反応に関する記述として、最も適当なものを次から選べ。 (2012年 全国公立入試 類似)

1. エチレンからエタノールを生成する反応は付加反応であり、アセトアルデヒドを生成する反応はフッカー法と呼ばれる。  
2. エチレンからエタノールを生成する反応は置換反応であり、アセトアルデヒドを生成する反応は酸化反応である。  
3. エチレンからエタノールを生成する反応には塩化パラジウム触媒が用いられ、アセトアルデヒドを生成する反応にはリン酸触媒が用いられる。  
4. エチレンからエタノールを生成する反応では酢酸が副生し、アセトアルデヒドを生成する反応では水が副生する。

問8 不斉炭素原子の定義として最も適切なものはどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 炭素原子に4つの異なる原子または原子団が結合しているもの  
2. 炭素原子に二重結合または三重結合が含まれているもの  
3. 炭素原子が環状構造の一部として組み込まれているもの  
4. 炭素原子に同じ原子団が2つ以上結合しているもの

問9 芳香族化合物の性質に関する記述として、最も適切なものを選べ。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. アニリンは塩基性を示すため、希塩酸に溶けて塩を生成する。  
2. フタル酸を加熱すると、分子内で脱水して無水フタル酸を生成する。  
3. アセチルサリチル酸はフェノール性ヒドロキシ基を持つため、塩化鉄(III)水溶液で紫色に呈色する。  
4. ジクロロベンゼンには、オルト、メタ、パラの二種類の異性体が存在する。

## 答え合わせ・解説 No.1

問1	<b>答え 1</b> <b>C3H6O2</b>	鎖式飽和一価カルボン酸の一般式は $C_nH_{2n}O_2$ です。炭素数 $n=3$ をこの式に代入すると、 $C_3H_2 \times 3O_2$ となり、分子式は $C_3H_6O_2$ となります。プロパン酸はプロパンの末端の水素がカルボキシ基に置き換わった構造を持ち、飽和炭化水素基とカルボキシ基から構成されるため、この一般式に従います。
問2	<b>答え 1</b> <b>炭化水素の炭素数が多いほど、完全燃焼に必要な酸素の物質量が多くなり、必要な空気の体積も大きくなる。</b>	炭化水素の完全燃焼において、炭素は二酸化炭素に、水素は水に変化する。炭素数が多いほど、また水素数が多いほど、それらを酸化するために必要な酸素の物質量は多くなる。空気中の酸素の割合は一定であるため、必要な酸素の物質量が多くなるほど、それに伴って必要となる空気の体積も大きくなる。
問3	<b>答え 1</b> <b>フェノールはベンゼンよりもニトロ化されやすく、混酸を用いることで段階的にニトロ基が導入される。</b>	フェノール基はベンゼン環に対して電子を供与する性質があるため、ベンゼン環の電子密度を高め、親電子置換反応であるニトロ化を促進する。この反応は段階的に進行し、ニトロフェノール、ジニトロフェノールを経て、最終的にピクリン酸として知られる2,4,6-トリニトロフェノールが生成する。
問4	<b>答え 1</b> <b>乳酸</b>	乳酸は分子内にヒドロキシ基とカルボキシ基をそれぞれ一つずつ持つモノカルボン酸である。一方、アジピン酸、フタル酸、シュウ酸、およびマレイン酸は、いずれも分子内に二つのカルボキシ基を持つジカルボン酸である。したがって、カルボキシ基を一つだけ持つ化合物は乳酸である。
問5	<b>答え 1</b> <b>カルボキシ基を1つ持ち、炭素鎖が飽和しているため、アルカンから水素原子が置換され酸素が導入されるから</b>	鎖式飽和一価カルボン酸は、飽和炭化水素 ( $C_nH_{2n+2}$ ) の末端の水素原子1つがカルボキシ基 (-COOH) に置き換わった構造をしています。この置換により水素原子が1つ減り、カルボキシ基に含まれる酸素原子2つが加わるため、結果として $C_nH_{2n}O_2$ という一般式が導かれます。二重結合や環状構造を持つ場合は水素原子数がさらに減少するため、この一般式とは異なります。
問6	<b>答え 1</b> <b>ヒドロキシ基が結合している炭素原子に、酸化に必要な水素原子が結合していないため。</b>	アルコールの酸化では、ヒドロキシ基 (-OH) が結合している炭素原子から水素原子が1つ、ヒドロキシ基から水素原子が1つ引き抜かれて炭素と酸素の間に二重結合 (C=O) が形成される。第一級および第二級アルコールはこの炭素原子に水素原子を持っているため酸化されるが、第三級アルコールはヒドロキシ基が結合している炭素原子に水素原子が結合していないため、通常の条件下では酸化反応が進行しにくい。
問7	<b>答え 1</b> <b>エチレンからエタノールを生成する反応は付加反応であり、アセトアルデヒドを生成する反応はワッカー法と呼ばれる。</b>	エチレンにリン酸触媒を用いて水を付加させるとエタノールが生成する。これは水の付加反応である。一方、塩化パラジウム(II)と塩化銅(II)を触媒としてエチレンを酸素で酸化し、アセトアルデヒドを得る工業的製法はワッカー法として知られている。選択肢のうち、触媒の役割や反応の分類を正確に記述しているのは最初のものである。
問8	<b>答え 1</b> <b>炭素原子に4つの異なる原子または原子団が結合しているもの</b>	不斉炭素原子とは、中心となる炭素原子に対して、4つの異なる原子や原子団が結合している炭素原子を指す。この構造を持つ分子は、鏡像関係にあるが重ね合わせることができない光学異性体（鏡像異性体）を生じさせる原因となる。二重結合や三重結合を持つ炭素は、結合している原子団の数が4つ未満であるため、不斉炭素原子にはなり得ない。
問9	<b>答え 1</b> <b>アニリンは塩基性を示すため、希塩酸に溶けて塩を生成する。</b>	アニリンはアミノ基を持つ弱塩基であり、酸と反応して塩を生成し水に溶ける。フタル酸の加熱による無水物生成はオルト位のカルボキシ基同士で起こるが、選択肢の記述はアニリンの性質として最も一般的である。アセチルサリチル酸はエステル化によりフェノール性ヒドロキシ基が保護されているため塩化鉄(III)と呈色反応を示さない。ジクロロベンゼンはオルト、メタ、パラの三種類の異性体が存在する。

# 高校化学プリント (過去問類似)

## 有機化合物 No.2

名前

得点

/10

**問1** エステルである化合物Aを水酸化ナトリウム水溶液で加熱して加水分解（けん化）したのち、酸性にするとカルボン酸CとアルコールBが生成した。Bはヨードホルム反応を示し、Cは炭酸水素ナトリウム水溶液と反応して二酸化炭素を発生させた。このとき、化合物Aとして最も適切なものはどれか。 (2008年 全国公立入試 類似)

1. 酢酸エチル                      2. ギ酸プロピル                      3. 酢酸メチル                      4. プロピオン酸メチル

**問2** 2-ブタノールを濃硫酸とともに加熱して分子内脱水反応を行った際、ザイツェフ則に従って優先的に生成するアルケンとして最も適切なものはどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 1-ブテン                      2. 2-ブテン                      3. 2-メチルプロペン                      4. ブタン

**問3** フェノールとサリチル酸の化学的性質の差異について、誤っている記述はどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. サリチル酸は炭酸水素ナトリウムと反応するが、フェノールは反応しない  
2. フェノールとサリチル酸は、ともに塩化鉄(III)水溶液により呈色する  
3. フェノールとサリチル酸は、ともに水酸化ナトリウムと反応して塩を生成する  
4. サリチル酸はフェノール性ヒドロキシ基を持たないため、塩化鉄(III)と反応しない

**問4** ベンゼンスルホン酸ナトリウムからフェノールを合成する際、アルカリ融解の後に必要な操作として適切なものはどれか。

(2026年 全国公立入試 類似)

1. 強塩基を加えて中和する                      2. 希塩酸を加えて酸性にする                      3. 濃硫酸を加えて脱水する                      4. 触媒として鉄粉を加える

**問5** メタンと塩素の反応に関する記述として、誤っているものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. 紫外線照射により反応が開始される  
2. 段階的に水素原子が塩素原子に置き換わる  
3. 生成物としてクロロメタンやテトラクロロメタンが生じる  
4. プロペンに臭素を作用させるとテトラクロロメタンが得られる

**問6** ベンゼン環に直接結合し、ニトロ化反応によって導入される、窒素原子と酸素原子から構成される官能基の名称として最も適切なものはどれか。 (2014年 全国公立入試 類似)

1. ニトロ基                      2. アミノ基                      3. カルボキシ基                      4. ヒドロキシ基

**問7** フェノールに十分な量の臭素水を加えた際に生成する2,4,6-トリブロモフェノールの分子量として正しい数値を、次のうちから一つ選べ。ただし、原子量はH=1.0, C=12, O=16, Br=80とする。 (2008年 全国公立入試 類似)

1. 251                      2. 331                      3. 334                      4. 411

**問8** 次の4つのアルコール（1-プロパノール、2-プロパノール、2-メチル-2-プロパノール、1-ブタノール）のうち、酸化したときにケトンを生じるものの個数として正しいものを、次のうちから一つ選べ。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 1個                      2. 2個                      3. 3個                      4. 4個

**問9** 銀鏡反応に関する記述として最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. アンモニア性硝酸銀水溶液にアルデヒドを加えて加熱すると、銀イオンが還元されて容器の内壁に銀が析出する。  
2. 銀鏡反応は、アルデヒド基だけでなく、ケトン基を持つすべての有機化合物に対しても特異的に起こる。  
3. アンモニア性硝酸銀水溶液を調製する際、アンモニア水を過剰に加えても、沈殿の再溶解は起こらず反応は進行しない。  
4. 銀鏡反応は、強塩基性条件下で進行するため、酸性条件下で最も効率よく銀が析出する。

**問10** ブテン (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>) において、炭素間の二重結合を軸とした回転が制限されることで生じる、立体異性体の一種である幾何異性体（シス-トランス異性体）が存在する理由として最も適切なものはどれか。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. 二重結合を構成する炭素原子に結合している原子団が、二重結合の回転によって入れ替わることができないため。  
2. 炭素原子間の単結合が自由に回転し、分子全体の形状が常に変化し続けるため。  
3. 分子内の水素原子が互いに反発し合い、特定の立体配置をとることで安定化するため。  
4. 炭素原子の電子配置がsp<sup>3</sup>混成軌道をとることで、正四面体構造が固定されるため。

## 答え合わせ・解説 No.2

問1	<b>答え 1</b> <b>酢酸エチル</b>	ヨードホルム反応を示すアルコールBは、構造中にCH <sub>3</sub> CH(OH)-基を持つエタノールであると推測される。また、炭酸水素ナトリウムと反応するカルボン酸Cは、酢酸であると考えられる。これらから、Aは酢酸とエタノールから生成されるエステルである酢酸エチル (CH <sub>3</sub> COOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ) であると導かれる。ギ酸プロピルや酢酸メチル、プロピオン酸メチルでは、加水分解生成物の組み合わせが条件と一致しない。
問2	<b>答え 2</b> <b>2-ブテン</b>	ザイツェフ則によれば、アルコールの分子内脱水において水素原子は、隣接する炭素のうち水素原子の数が少ない方から優先的に脱離します。2-ブタノールの場合、2位の炭素からOH基が脱離し、隣接する1位の炭素 (水素3個) と3位の炭素 (水素2個) のうち、水素が少ない3位から水素が脱離するため、二重結合が2位と3位の間に形成され、2-ブテンが主生成物となります。
問3	<b>答え 4</b> <b>サリチル酸はフェノール性ヒドロキシ基を持たないため、塩化鉄(III)と反応しない</b>	サリチル酸はカルボキシ基とフェノール性ヒドロキシ基の両方を持つ化合物である。フェノール性ヒドロキシ基を持つ化合物は、塩化鉄(III)水溶液を加えると特有の呈色 (紫色など) を示す。したがって、サリチル酸はこの呈色反応を示す。一方、炭酸水素ナトリウムは弱酸であるフェノールとは反応しないが、より酸性度の強いカルボキシ基を持つサリチル酸とは反応して二酸化炭素を発生させる。これらは有機化合物の官能基による性質の違いを問う典型的な事項である。
問4	<b>答え 2</b> <b>希塩酸を加えて酸性にする</b>	アルカリ融解によって生成されるのはフェノールのナトリウム塩であるフェノキシドナトリウムです。フェノキシドは水溶性が高いため、これに希塩酸などの強酸を加えることで、弱酸であるフェノールを遊離させ、析出させる必要があります。この操作により、目的物であるフェノールを得ることができます。
問5	<b>答え 4</b> <b>プロペンに臭素を作用させるとテトラクロロメタンが得られる</b>	メタンと塩素の反応は紫外線下で進行する置換反応であり、クロロメタン、ジクロロメタン、トリクロロメタン、テトラクロロメタンが順次生成する。一方、プロペンに臭素を作用させた場合は付加反応が起こり、1,2-ジブロモプロパンが生成する。テトラクロロメタンはメタンの塩素化の最終生成物であり、プロペンの臭素付加とは無関係である。
問6	<b>答え 1</b> <b>ニトロ基</b>	ニトロ基は-NO <sub>2</sub> で表される官能基であり、ベンゼンなどの芳香族化合物に対して濃硫酸と濃硝酸の混酸を作用させるニトロ化反応によって導入されます。トリニトロトルエン (TNT) などの爆薬の構造にも含まれており、高いエネルギーを蓄える性質があります。他の選択肢であるアミノ基 (-NH <sub>2</sub> )、カルボキシ基 (-COOH)、ヒドロキシ基 (-OH) はそれぞれ異なる性質を持つ官能基です。
問7	<b>答え 2</b> <b>331</b>	フェノールの分子式はC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OHであり、分子量は94である。フェノールと臭素の置換反応では、ベンゼン環のオルト位とパラ位にある3個の水素原子が、3個の臭素原子に置換される。したがって、分子量の変化は、水素原子3個分 (1×3=3) が減少し、臭素原子3個分 (80×3=240) が増加するため、94 - 3 + 240 = 331となる。
問8	<b>答え 1</b> <b>1個</b>	アルコールの酸化において、第二級アルコールが酸化されるとケトンが生成する。提示されたアルコールのうち、1-プロパノールと1-ブタノールは第一級アルコールであり、酸化されるとアルデヒドを経てカルボン酸になる。2-プロパノールは第二級アルコールであり、酸化されるとケトン (アセトン) になる。2-メチル-2-プロパノールは第三級アルコールであり、通常は酸化されない。したがって、ケトンを生成するのは2-プロパノールの1個のみである。
問9	<b>答え 1</b> <b>アンモニア性硝酸銀水溶液にアルデヒドを加えて加熱すると、銀イオンが還元されて容器の内壁に銀が析出する。</b>	銀鏡反応は、アルデヒド基 (-CHO) を持つ化合物が、アンモニア性硝酸銀水溶液中の銀イオン (Ag <sup>+</sup> ) を還元し、金属銀 (Ag) として析出させる反応である。ケトンは還元性を持たないためこの反応を示さない。また、調製時には硝酸銀水溶液にアンモニア水を加えると一度酸化銀の褐色沈殿が生じるが、さらにアンモニア水を加えると錯イオンを形成して再溶解する。この反応は塩基性条件下で進行する。
問10	<b>答え 1</b> <b>二重結合を構成する炭素原子に結合している原子団が、二重結合の回転によって入れ替わることができないため。</b>	アルケンなどの二重結合は、シグマ結合とパイ結合から構成されており、パイ結合の存在により回転が著しく制限される。そのため、二重結合の両端の炭素原子に異なる原子団が結合している場合、その配置の違いによってシス体やトランス体といった幾何異性体が生じる。これは構造異性体とは異なり、立体異性体に分類される。

問1 ナフタレンを原料として、五酸化ニバナジウムを触媒に用いて高温で空気酸化を行う工業的製法により得られる物質として、最も適切なものはどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. 無水フタル酸                      2. フタル酸                      3. テレフタル酸                      4. 安息香酸

問2 炭素原子間に二重結合を持つ鎖式不飽和炭化水素において、幾何異性体が存在するための条件として最も適切なものはどれか。 (2011年 全国公立入試 類似)

1. 二重結合を構成する各炭素原子に、それぞれ異なる二つの基が結合していること                      2. 二重結合を構成する炭素原子の少なくとも一方に、同一の基が二つ結合していること                      3. 炭素鎖が枝分かれ構造を持ち、かつ二重結合が末端に位置していること                      4. 分子内に不斉炭素原子を少なくとも一つ含んでいること

問3 エタノールを酸化して得られる生成物を調べる実験において、銀鏡反応を利用する場合の操作として誤っているものを、次のうちから一つ選べ。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. アンモニア性硝酸銀水溶液を調製する際、沈殿が生じた後にアンモニア水を加えて沈殿が完全に溶解するまで攪拌する。                      2. 反応容器を加熱する際は、突沸を防ぐために必ず沸騰石を入れる。                      3. 銀鏡反応の確認後、廃液中の銀イオンが爆発性の高い物質に変化するのを防ぐため、速やかに希酸を加えて中和処理を行う。                      4. アルデヒド基の検出において、フェーリング液を用いた反応と比較すると、銀鏡反応は酸性条件下でしか進行しないため注意が必要である。

問4 アルコールの酸化反応において、第三級アルコールが酸性条件下でクロム酸カリウムなどの酸化剤によって通常酸化されにくい理由として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. ヒドロキシ基が結合している炭素原子に、酸化に必要な水素原子が結合していないため。                      2. ヒドロキシ基の酸素原子が水素結合を強く形成し、酸化剤の接近を妨げるため。                      3. 分子全体の立体障害が小さく、酸化剤と反応する前に脱水反応が優先して起こるため。                      4. 炭素鎖が分岐しているため、炭素と炭素の結合エネルギーが極めて高くなっているため。

問5 分子式 $C_{10}H_{16}O_4$ のエステルを完全に加水分解したところ、二つのカルボキシ基を持つジカルボン酸Aと、あるアルコールBが得られた。このジカルボン酸Aを加熱した際に脱水反応が起こり、分子式 $C_4H_2O_3$ の環状酸無水物が生成された。このとき、ジカルボン酸Aの炭素数はいくつか。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. 3                      2. 4                      3. 5                      4. 6

問6 不斉炭素原子の定義として最も適切なものはどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 炭素原子に4つの異なる原子または原子団が結合しているもの                      2. 炭素原子に二重結合または三重結合が含まれているもの                      3. 炭素原子が環状構造の一部として組み込まれているもの                      4. 炭素原子に同じ原子団が2つ以上結合しているもの

問7 シクロヘキサノンから $\epsilon$ -カプロラクタムを合成する際に用いられる反応およびその生成物の性質に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2025年 全国公立入試 類似)

1. シクロヘキサノンとヒドロキシルアミンからオキシムを生成し、酸触媒によるベックマン転位を経て $\epsilon$ -カプロラクタムを得る。                      2. シクロヘキサノンとアンモニアからアミンを生成し、酸化反応を経て $\epsilon$ -カプロラクタムを得る。                      3.  $\epsilon$ -カプロラクタムは分子内にエステル結合を持つ環状化合物であり、酸性条件下で容易に加水分解される。                      4.  $\epsilon$ -カプロラクタムの開環重合によって得られる重合体は、分子内にエステル結合を繰り返すポリエステルである。

問8 1856年、ウィリアム・パーキンがコールタールから偶然発見した、世界初の合成染料として知られる赤紫色の物質は何か。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. モーブ                      2. アニリンブラック                      3. インディゴ                      4. アリザリン

問9 水と混合して二層に分離した液体の上層に、炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜたところ、気体が発生した。この上層に含まれる有機化合物として最も適切なものはどれか。 (2014年 全国公立入試 類似)

1. シクロヘキサン                      2. ステアリン酸                      3. ベンゼン                      4. シクロヘキセン

## 答え合わせ・解説 No.3

問1	<b>答え 1</b> 無水フタル酸	ナフタレンを五酸化ニバナジウム触媒の存在下で空気酸化すると、ベンゼン環の一方が酸化的に開裂し、無水フタル酸が生成されます。この反応は工業的に無水フタル酸を製造する主要なプロセスであり、触媒の選択性が重要です。フタル酸は無水フタル酸が加水分解して生じる物質であり、直接的な酸化生成物ではありません。
問2	<b>答え 1</b> 二重結合を構成する各炭素原子に、それぞれ異なる二つの基が結合していること	幾何異性体（シス-トランス異性体）は、炭素原子間の二重結合が回転できないために生じる。二重結合の両端の炭素原子にそれぞれ異なる二つの基が結合している場合、それらの配置の違いによってシス型とトランス型の区別が可能となる。一方の炭素原子に同一の基が二つ結合している場合は、回転や反転によって構造が重なるため、幾何異性体は存在しない。
問3	<b>答え 4</b> アルデヒド基の検出において、フェーリング液を用いた反応と比較すると、銀鏡反応は酸性条件下でしか進行しないため注意が必要である。	銀鏡反応およびフェーリング反応は、いずれもアルデヒド基の還元性を利用した検出反応であり、どちらも塩基性条件下で進行する。酸性条件下では銀イオンや銅(II)イオンの錯体形成が阻害されるため反応は起こらない。また、銀鏡反応後の廃液には爆発性の高い窒化銀などが生成する可能性があるため、速やかに酸で中和処理を行う必要がある。
問4	<b>答え 1</b> ヒドロキシ基が結合している炭素原子に、酸化に必要な水素原子が結合していないため。	アルコールの酸化では、ヒドロキシ基(-OH)が結合している炭素原子から水素原子が1つ、ヒドロキシ基から水素原子が1つ引き抜かれて炭素と酸素の間に二重結合(C=O)が形成される。第一級および第二級アルコールはこの炭素原子に水素原子を持っているため酸化されるが、第三級アルコールはヒドロキシ基が結合している炭素原子に水素原子が結合していないため、通常の条件下では酸化反応が進行しにくい。
問5	<b>答え 2</b> 4	環状酸無水物は、隣接する二つのカルボキシ基が脱水縮合することで形成される。C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O <sub>3</sub> の酸無水物（無水マレイン酸など）は、炭素数が4のジカルボン酸から水分子1つが脱離して生成される。したがって、この反応に関与したジカルボン酸Aの炭素数は4である。エステル全体の炭素数が10であるため、残りの炭素はアルコールB側に含まれることになる。
問6	<b>答え 1</b> 炭素原子に4つの異なる原子または原子団が結合しているもの	不斉炭素原子とは、中心となる炭素原子に対して、4つの異なる原子や原子団が結合している炭素原子を指す。この構造を持つ分子は、鏡像関係にあるが重ね合わせることができない光学異性体（鏡像異性体）を生じさせる原因となる。二重結合や三重結合を持つ炭素は、結合している原子団の数が4つ未満であるため、不斉炭素原子にはなり得ない。
問7	<b>答え 1</b> シクロヘキサノンとヒドロキシルアミンからオキシムを生成し、酸触媒によるベックマン転位を経てε-カプロラクタムを得る。	シクロヘキサノンにヒドロキシルアミンを反応させるとシクロヘキサノンオキシムが生成される。このオキシムに酸触媒を作用させると、分子転位であるベックマン転位が起こり、環が拡大して7員環のラクタムであるε-カプロラクタムが生成される。ε-カプロラクタムはアミド結合を持つため、開環重合によりポリアミド（ナイロン6）となる。
問8	<b>答え 1</b> モーブ	パーキンはキニーネの人工合成を試みる過程で、アニリンの酸化物から赤紫色の染料であるモーブを発見した。これが世界初の合成染料となり、化学工業が飛躍的に発展する契機となった。他の選択肢であるアニリンブラックやアリザリンも合成染料として重要だが、歴史的に最初の合成染料はモーブである。
問9	<b>答え 2</b> ステアリン酸	炭酸水素ナトリウム水溶液と反応して二酸化炭素を発生させるのは、酸性が比較的強いカルボン酸である。選択肢のうちカルボン酸の構造を持つのはステアリン酸のみである。ステアリン酸は長い炭化水素鎖を持つため水への溶解度が極めて低く、水と混合すると二層に分離し、密度が水より小さいため上層に存在する。他の選択肢であるシクロヘキサノン、ベンゼン、シクロヘキセンはいずれもカルボン酸ではなく、炭酸水素ナトリウムと反応して二酸化炭素を発生させることはない。

問1 フェノールに十分な量の臭素水を加えた際に生成する2,4,6-トリブロモフェノールの分子量として正しい数値を、次のうちから一つ選べ。ただし、原子量はH=1.0, C=12, O=16, Br=80とする。 (2008年 全国公立入試 類似)

1. 251                                      2. 331                                      3. 334                                      4. 411

問2 不斉炭素原子の定義として最も適切なものはどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 炭素原子に4つの異なる原子または原子団が結合しているもの      2. 炭素原子に二重結合または三重結合が含まれているもの      3. 炭素原子が環状構造の一部として組み込まれているもの      4. 炭素原子に同じ原子団が2つ以上結合しているもの

問3 ヨードホルム反応に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. エタノールにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、黄色沈殿が生じる。      2. ベンゼンにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、特有の臭気を持つ黄色沈殿が生じる。      3. ジエチルエーテルは分子内にアセチル基を持つため、ヨードホルム反応を示す。      4. ヨードホルム反応で生じる黄色沈殿は、水酸化ナトリウムと反応して無色透明になる。

問4 炭素原子数nの鎖式飽和炭化水素の分子式として、正しいものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1.  $C_nH_n$                                       2.  $C_nH_{2n}$                                       3.  $C_nH_{2n+2}$                                       4.  $C_nH_{2n-2}$

問5 芳香族化合物の性質に関する記述として、最も適切なものを選べ。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. アニリンは塩基性を示すため、希塩酸に溶けて塩を生成する。      2. フタル酸を加熱すると、分子内で脱水して無水フタル酸を生成する。      3. アセチルサリチル酸はフェノール性ヒドロキシ基を持つため、塩化鉄(III)水溶液で紫色に呈色する。      4. ジクロロベンゼンには、オルト、メタ、パラの二種類の異性体が存在する。

問6 エステルが完全燃焼したときの化学反応と生成物に関する記述として最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。 (2004年 全国公立入試 類似)

1. エステルが完全燃焼すると、二酸化炭素と水のみが生成する。      2. エステルが完全燃焼すると、二酸化炭素と水素分子が生成する。      3. エステルが完全燃焼すると、一酸化炭素と水のみが生成する。      4. エステルが完全燃焼すると、炭素の単体と水蒸気が生成する。

問7 ヨードホルム反応を示し、穏やかに酸化するとアセトンになる化合物Bがある。化合物Bと同じ分子式を持つすべての構造異性体 (化合物B自身を含む) の数として正しいものを、次のうちから一つ選べ。 (2010年 全国公立入試 類似)

1. 2種類                                      2. 3種類                                      3. 4種類                                      4. 5種類

問8 アルデヒド基 (ホルミル基) の構造的特徴に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. 炭素原子と酸素原子が二重結合し、水素原子が結合している      2. 炭素原子と窒素原子が三重結合している      3. 炭素原子と酸素原子が単結合し、ヒドロキシ基と結合している      4. ベンゼン環に直接結合したスルホ基である

問9 ビタミンCの構造式を観察した際、カルボニル基とヒドロキシ基が隣接する部位に存在する官能基について、その化学的性質に関する記述として誤っているものはどれか。 (2014年 全国公立入試 類似)

1. カルボキシ基は水溶液中で電離して水素イオンを生じる      2. カルボキシ基は塩基と反応して塩を形成する      3. カルボキシ基はアルコールと反応してエステルを生成する      4. カルボキシ基は還元性を示し銀鏡反応を呈する

問10 あるエステルを水酸化ナトリウム水溶液で加水分解したところ、生成したアルコールがヨードホルム反応を示し、かつカルボン酸塩が銀鏡反応を示した。このエステルの構造として考えられるものはどれか。 (2011年 全国公立入試 類似)

1. ギ酸エチル                                      2. 酢酸メチル                                      3. プロピオン酸エチル                                      4. ギ酸プロピル

問11 構造異性体に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2014年 全国公立入試 類似)

1. 分子式が同じであっても、原子の結合の仕方が異なれば構造異性体である。      2. 構造異性体は、必ず物理的性質や化学的性質が完全に一致する。      3. ジクロロメタン( $CH_2Cl_2$ )には、塩素原子の結合位置が異なる構造異性体が存在する。      4. エタンの水素原子を塩素原子で置換した化合物には、構造異性体は存在しない。

## 答え合わせ・解説 No.4

問1	<b>答え 2</b> <b>331</b>	フェノールの分子式は $C_6H_5OH$ であり、分子量は94である。フェノールと臭素の置換反応では、ベンゼン環のオルト位とパラ位にある3個の水素原子が、3個の臭素原子に置換される。したがって、分子量の変化は、水素原子3個分 ( $1 \times 3 = 3$ ) が減少し、臭素原子3個分 ( $80 \times 3 = 240$ ) が増加するため、 $94 - 3 + 240 = 331$ となる。
問2	<b>答え 1</b> <b>炭素原子に4つの異なる原子または原子団が結合しているもの</b>	不斉炭素原子とは、中心となる炭素原子に対して、4つの異なる原子や原子団が結合している炭素原子を指す。この構造を持つ分子は、鏡像関係にあるが重ね合わせることができない光学異性体（鏡像異性体）を生じさせる原因となる。二重結合や三重結合を持つ炭素は、結合している原子団の数が4つ未満であるため、不斉炭素原子にはなり得ない。
問3	<b>答え 1</b> <b>エタノールにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、黄色沈殿が生じる。</b>	ヨードホルム反応は、分子内にアセチル基 ( $CH_3CO-$ ) を持つ化合物や、酸化されてアセチル基を生じるエタノール ( $CH_3CH_2OH$ ) などが示す反応である。ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、特有の臭気を持つ黄色結晶であるヨードホルム ( $CHI_3$ ) が生成する。ベンゼンやジエチルエーテルは、この反応に必要な構造を持たないため反応を示さない。
問4	<b>答え 3</b> <b><math>C_nH_{2n+2}</math></b>	鎖式飽和炭化水素（アルカン）は、炭素原子間に二重結合や三重結合を含まないため、水素原子の数が最大化された構造をとる。炭素原子1個につき2個の水素原子が結合し、さらに鎖の両端にそれぞれ1個ずつ水素原子が加わるため、一般式は $C_nH_{2n+2}$ となる。不飽和結合を持つ炭化水素と比較して、水素原子の割合が最も高いことが特徴である。
問5	<b>答え 1</b> <b>アニリンは塩基性を示すため、希塩酸に溶けて塩を生成する。</b>	アニリンはアミノ基を持つ弱塩基であり、酸と反応して塩を生成し水に溶ける。フタル酸の加熱による無水物生成はオルト位のカルボキシ基同士で起こるが、選択肢の記述はアニリンの性質として最も一般的である。アセチルサリチル酸はエステル化によりフェノール性ヒドロキシ基が保護されているため塩化鉄(III)と呈色反応を示さない。ジクロロベンゼンはオルト、メタ、パラの三種類の異性体が存在する。
問6	<b>答え 1</b> <b>エステルが完全燃焼すると、二酸化炭素と水のみが生成する。</b>	エステルは炭素、水素、酸素から構成される有機化合物である。十分な酸素の存在下で完全燃焼させると、化合物中の炭素原子はすべて二酸化炭素に、水素原子はすべて水に酸化される。不完全燃焼のときには一酸化炭素や炭素（煤）が生成することがあるが、完全燃焼において得られる生成物は二酸化炭素と水のみである。
問7	<b>答え 2</b> <b>3種類</b>	酸化してアセトンになる化合物Bは2-プロパノールであり、その分子式は $C_3H_8O$ である。 $C_3H_8O$ で表される構造異性体には、アルコールである1-プロパノールと2-プロパノール、およびエーテルであるエチルメチルエーテルの計3種類が存在する。
問8	<b>答え 1</b> <b>炭素原子と酸素原子が二重結合し、水素原子が結合している</b>	アルデヒド基は、カルボニル基 ( $C=O$ ) の炭素原子に水素原子が結合した構造 ( $-CHO$ ) を持つ。この構造により、還元性を示すという化学的性質がある。他の選択肢はそれぞれニトリル基、カルボキシ基、スルホ基などの特徴を指しており、アルデヒド基の定義とは異なる。
問9	<b>答え 4</b> <b>カルボキシ基は還元性を示し銀鏡反応を呈する</b>	カルボキシ基は酸としての性質を持ち、塩基との中和反応やアルコールとのエステル化反応を起こします。しかし、カルボキシ基自体には還元性はなく、銀鏡反応を呈するのは主にアルデヒド基などの特徴です。ビタミンC自体は強い還元性を持ちますが、それは分子内のエノール構造に由来するものであり、カルボキシ基の性質と混同しないよう注意が必要です。
問10	<b>答え 1</b> <b>ギ酸エチル</b>	加水分解で生成するカルボン酸塩が銀鏡反応を示すためには、元のエステルがギ酸エステルである必要がある。また、生成するアルコールがヨードホルム反応を示すためには、 $CH_3CH(OH)-$ 構造を持つエタノールまたは2-プロパノール等である必要がある。ギ酸エチルを加水分解すると、ギ酸ナトリウム（銀鏡反応を示す）とエタノール（ヨードホルム反応を示す）が生成するため、条件を満たす。
問11	<b>答え 1</b> <b>分子式が同じであっても、原子の結合の仕方が異なれば構造異性体である。</b>	構造異性体は、分子式が同一でありながら原子間の結合様式が異なる化合物を指す。ジクロロメタンは正四面体構造においてどの水素を置換しても等価であるため構造異性体を持たない。一方、ジクロロエタンのように置換位置が異なる場合は構造異性体が存在する。構造異性体は構造が異なるため、融点や沸点などの物理的性質も異なる。

高校化学プリント (過去問類似)  
有機化合物 No.5

名前

得点

/10

問1 分子式  $C_4H_{10}O$  で表される化合物には、アルコールやエーテルの構造異性体が存在する。この分子式を持つ化合物の中で、酸化されるとケトンを生じる二級アルコールはどれか。 (2011年 全国公立入試 類似)

1. 1-ブタノール                      2. 2-ブタノール                      3. 2-メチル-1-プロパノール                      4. 2-メチル-2-プロパノール

問2 エステルである化合物Aを水酸化ナトリウム水溶液で加熱して加水分解 (けん化) したのち、酸性にするとカルボン酸CとアルコールBが生成した。Bはヨードホルム反応を示し、Cは炭酸水素ナトリウム水溶液と反応して二酸化炭素を発生させた。このとき、化合物Aとして最も適切なものはどれか。 (2008年 全国公立入試 類似)

1. 酢酸エチル                      2. ギ酸プロピル                      3. 酢酸メチル                      4. プロピオン酸メチル

問3 芳香族化合物の性質に関する記述として、最も適切なものを選び。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. アニリンは塩基性を示すため、希塩酸に溶けて塩を生成する。                      2. フタル酸を加熱すると、分子内で脱水して無水フタル酸を生成する。                      3. アセチルサリチル酸はフェノール性ヒドロキシ基を持つため、塩化鉄(III)水溶液で紫色に呈色する。                      4. ジクロロベンゼンには、オルト、メタ、パラの二種類の異性体が存在する。

問4 サリチル酸の構造と反応性に関する記述として誤っているものはどれか。 (2024年 全国公立入試 類似)

1. サリチル酸は分子内にカルボキシ基とヒドロキシ基を有しており、銀鏡反応を示すことはない。                      2. サリチル酸メチルはサリチル酸とメタノールのエステル化反応によって生成される。                      3. サリチル酸のヒドロキシ基は、グリコシド結合を形成する部位として機能する。                      4. サリチル酸はフェノール性ヒドロキシ基を持つため、塩化鉄(III)水溶液を加えると紫色を呈する。

問5 エチレンを酸化してアセトアルデヒドを合成する反応において、触媒として用いられる物質の組み合わせとして正しいものはどれか。 (2024年 全国公立入試 類似)

1. 塩化パラジウムと塩化銅                      2. 硫酸と水銀                      3. 白金とニッケル                      4. 酸化バナジウムと鉄

問6 フェノールを混酸と反応させてニトロ化を行う際、生成するモノニトロフェノールにおいて、置換基の位置関係に基づき存在し得る異性体の組み合わせとして正しいものはどれか。 (2022年 全国公立入試 類似)

1. オルト体とパラ体の2種類                      2. オルト体とメタ体の2種類                      3. オルト体、メタ体、パラ体の3種類                      4. メタ体とパラ体の2種類

問7 エチレンからアセトアルデヒドを生成するワッカー法において、反応の化学量論的な全体反応式として正しいものを次から選べ。 (2012年 全国公立入試 類似)

1.  $2C_2H_4 + O_2 \rightarrow 2CH_3CHO$                       2.  $C_2H_4 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH$                       3.  $C_2H_4 + O_2 \rightarrow CH_3COOH$                       4.  $C_2H_4 + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

問8 次の有機化合物のうち、二重結合をもち、幾何異性体 (シス・トランス異性体) が存在するものはどれか。 (2012年 全国公立入試 類似)

1. 2-ブテン                      2. 1-ブテン                      3. 2-メチル-2-ブテン                      4. エテン

問9 フェノール、アニリン、ニトロベンゼン、トルエンの混合物から、各成分を分離抽出する操作に関する記述として最も適切なものはどれか。 (2009年 全国公立入試 類似)

1. 水酸化ナトリウム水溶液を加えると、フェノールが水層に抽出される。                      2. 希塩酸を加えると、ニトロベンゼンが水層に抽出される。                      3. 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、アニリンが水層に抽出される。                      4. 水酸化ナトリウム水溶液を加えると、トルエンが水層に抽出される。

問10 芳香族化合物のニトロ化反応において、濃硫酸が果たす役割として最も適切な説明はどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

1. ニトロニウムイオン ( $NO_2^+$ ) の生成を促進する触媒として働く                      2. 反応系内の水分を除去してニトロ基の反応性を低下させる                      3. ベンゼン環の炭素原子を還元して反応しやすくする                      4. 反応温度を急激に下げて副反応を抑制する冷却剤として働く

## 答え合わせ・解説 No.5

問1	<b>答え 2</b> <b>2-ブタノール</b>	二級アルコールは、ヒドロキシ基が結合している炭素原子に、二つの炭化水素基と一つの水素原子が結合している構造を持つ。酸化されるとケトンを生じるのが特徴である。C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> Oのアルコール異性体のうち、2-ブタノールはヒドロキシ基が中央の炭素に結合しており、酸化によってメチルエチルケトン（2-ブタノン）を生成する。他の選択肢のうち、1-ブタノールは一級アルコールであり、2-メチル-2-プロパノールは三級アルコールである。
問2	<b>答え 1</b> <b>酢酸エチル</b>	ヨードホルム反応を示すアルコールBは、構造中にCH <sub>3</sub> CH(OH)-基を持つエタノールであると推測される。また、炭酸水素ナトリウムと反応するカルボン酸Cは、酢酸であると考えられる。これらから、Aは酢酸とエタノールから生成されるエステルである酢酸エチル（CH <sub>3</sub> COOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> ）であると導かれる。ギ酸プロピルや酢酸メチル、プロピオン酸メチルでは、加水分解生成物の組み合わせが条件と一致しない。
問3	<b>答え 1</b> <b>アニリンは塩基性を示すため、希塩酸に溶けて塩を生成する。</b>	アニリンはアミノ基を持つ弱塩基であり、酸と反応して塩を生成し水に溶ける。フタル酸の加熱による無水物生成はオルト位のカルボキシ基同士で起こるが、選択肢の記述はアニリンの性質として最も一般的である。アセチルサリチル酸はエステル化によりフェノール性ヒドロキシ基が保護されているため塩化鉄(III)と呈色反応を示さない。ジクロロベンゼンはオルト、メタ、パラの三種の異性体が存在する。
問4	<b>答え 3</b> <b>サリチル酸のヒドロキシ基は、グリコシド結合を形成する部位として機能する。</b>	サリチル酸自体はフェノール性ヒドロキシ基を持つが、糖と結合してグリコシド結合を形成するのはサリチルアルコールなどの配糖体（サリシンなど）である。サリチル酸はカルボキシ基とヒドロキシ基を持つが、アルデヒド基を持たないため銀鏡反応は示さない。また、サリチル酸メチルはエステル化により生成し、塩化鉄(III)による呈色反応はフェノール性ヒドロキシ基の存在を示すものである。
問5	<b>答え 1</b> <b>塩化パラジウムと塩化銅</b>	ワッカー酸化において、塩化パラジウム(II)はエチレンを酸化してアセトアルデヒドを生成する際に還元されてパラジウム(0)となる。このパラジウム(0)を再び酸化して触媒サイクルを回すために、塩化銅(II)が酸化剤として機能する。この触媒系は工業的なアセトアルデヒド合成の根幹をなすものである。
問6	<b>答え 1</b> <b>オルト体とパラ体の2種類</b>	フェノール基(-OH)はオルト・パラ配向性を持つ置換基である。そのため、ニトロ化反応においてニトロ基(-NO <sub>2</sub> )はオルト位またはパラ位に導入されやすく、メタ位への導入はほとんど起こらない。したがって、モノニトロフェノールとしては2-ニトロフェノール（オルト体）と4-ニトロフェノール（パラ体）の2種類が主な生成物となる。
問7	<b>答え 1</b> <b>2C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + O<sub>2</sub> → 2CH<sub>3</sub>CHO</b>	ワッカー法は、エチレンを酸素によって直接酸化し、アセトアルデヒドを生成する反応である。化学反応式は 2C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> + O <sub>2</sub> → 2CH <sub>3</sub> CHO となる。エタノール生成は水との付加反応であり、酢酸生成はアセトアルデヒドをさらに酸化した場合の生成物であるため、この反応経路とは異なる。
問8	<b>答え 1</b> <b>2-ブテン</b>	幾何異性体が存在するためには、二重結合の両端の各炭素原子に、それぞれ異なる2つの基が結合している必要がある。2-ブテン（CH <sub>3</sub> -CH=CH-CH <sub>3</sub> ）は、二重結合の両端の炭素にそれぞれ水素原子とメチル基が結合しているため、シス体とトランス体の幾何異性体が存在する。他の選択肢は、二重結合の一方の炭素に同一の基が2つ結合しているため、幾何異性体は存在しない。
問9	<b>答え 1</b> <b>水酸化ナトリウム水溶液を加えると、フェノールが水層に抽出される。</b>	フェノールは弱酸性を示すため、強塩基である水酸化ナトリウム水溶液と反応して水溶性のナトリウムフェノキシドとなり、水層へ移動する。一方、アニリンは塩基性を示すため希塩酸と反応して塩となり水層へ移動するが、ニトロベンゼンやトルエンは酸や塩基と反応せず有機層にとどまる。炭酸水素ナトリウムは弱酸であるフェノールを遊離させることはできないため、抽出には適さない。
問10	<b>答え 1</b> <b>ニトロニウムイオン（NO<sub>2</sub><sup>+</sup>）の生成を促進する触媒として働く</b>	ニトロ化反応において、濃硫酸は濃硝酸から親電子試薬であるニトロニウムイオン（NO <sub>2</sub> <sup>+</sup> ）を生成させるための触媒として作用する。このニトロニウムイオンがベンゼン環を攻撃することで置換反応が開始される。濃硫酸は脱水作用を持つだけでなく、酸触媒として反応の進行に不可欠な役割を担っている。