

VESTIBULARES
2021



Bizuário de Química
Hidrocarbonetos Insaturados
ITA 2021

Sumário

Mantendo o Foco	2
Análise da Aula	3
1. A Ligação Pi	3
2. Alcenos	4
3. Alcinos	6
4. Compostos Aromáticos.....	7
Bizurando a Lista	8
Recomendações	8
Por Dificuldade	9
Para Manter o Foco.....	10
Tabela Estatística	11

Mantendo o Foco

Você deve ter em mente que os hidrocarbonetos insaturados compõem uma temática com índice de incidência **relevante** dentro da química orgânica do ITA, mesmo que de modo implícito.



Dessa maneira, compreender os compostos orgânicos insaturados e, principalmente, os princípios que regem a ligação pi são fundamentais para o bom desempenho do candidato no ITA. Por isso, você não pode deixar passar o listado abaixo, sendo a parte vital do conteúdo:

- Saber as **principais propriedades da ligação Pi**;
- Entender **reações e rotas de síntese para alcenos e alcinos**;
- Compreender as **principais características dos compostos aromáticos**, bem como suas reações características.

Análise da Aula

No início dessa aula, você terá contato com os meandros da ligação Pi. Assim, aproveite para esclarecer suas dúvidas sobre o comportamento dessa ligação e sobre as implicações disso nas reações químicas dos hidrocarbonetos insaturados.

Seguindo adiante, veja os principais comentários acerca de alcenos e alcinos, focando sempre **em entender os processos explicitados** e não simplesmente decorá-los. Dessa forma, ratifico que se você entender bem o contexto da ligação Pi, tal processo ocorrerá naturalmente.

Por fim, **muita atenção aos compostos aromáticos**. Isso se dá pois eles possuem características especiais em relação aos outros compostos com ligação PI, sendo a maioria delas guiadas pelo entendimento da ressonância.

Como toda aula de orgânica, é sempre válido estar com o **cardeninho de bizu** a postos, visto a quantidade de detalhes que o conteúdo traz aqui, ampliando a necessidade de revisão constante.

Sem perder tempo, **vamos trilhar sua aprovação!**

1. A Ligação Pi

Esse tópico traz um estudo mais detalhado da ligação PI, focando na implicação dessas características no comportamento dos hidrocarbonetos insaturados.



Primeiramente, **entenda o conceito do Índice de Deficiência de Hidrogênios (IDH)**. Tal conceito é muito útil para **encontrar isômeros**, pois, dado um IDH de um composto, todo isômero dessa substância deve ter, obrigatoriamente, o mesmo IDH (dentro do contexto da química orgânica).

Esse conceito é muito útil para **questões do ITA** (principalmente primeira fase) que indagam quantos isômeros tem determinado composto, **otimizando o seu tempo** para encontrá-los.

Logo após, não se perca na diferenciação: **a ligação dupla é, regra geral, mais energética que a ligação simples. Contudo, a ligação Pi, isolada, é mais fraca que a ligação Sigma, também isolada.**

Lembre-se que uma ligação dupla é formada por uma Sigma e uma Pi e que o resultado da energia de ligação de uma ligação dupla é a soma das energias de ligação de cada ligação individualmente.

Dando continuidade, preste atenção na **figura 2: Aumento da Polaridade da Ligação C-H em função da hibridização do carbono**. Ela é um ótimo elemento ilustrativo para você entender como a **porcentagem de caráter s** determina a polarização de uma ligação química.

Anote o quadro **“Esquemmatizando”** sobre a ligação Pi no seu **caderninho de bizus**.

Ademais, um dos fatores mais importantes da ligação pi são os seus **elétrons deslocalizados**. Sendo assim, entenda a **teoria da ressonância** e atente para sua aplicabilidade em sistemas de **ligações simples e duplas conjugadas**.

Em outras palavras, **apague, se você possuir, a ilusão de que ressonância só acontece em anéis aromáticos**, utilize a **figura 4: Exemplos de Ressonância nos Compostos Carbonílicos** e a **figura 5: Estruturas de Ressonância no Buta-1,3-dieno** como ferramentas de ilustração para isso.

Além disso, lembre a importância de grupos doadores e removedores de elétrons para as estruturas de ressonância. Afinal, são esses **princípios que te levam a responder possíveis questões inéditas do ITA sobre a temática**.

Reforce esses conceitos nos exercícios da seção **“Hora de Praticar!”**. **Recomendo, ainda, ao estudante mais experiente** que faça uma leitura dinâmica do conteúdo, **desde que consiga fazer os exercícios da seção de modo correto sem olhar a resolução**. Caso contrário, lembre os conceitos com mais calma.

2. Alcenos

Agora, chegamos a uma das classes de compostos preferidas da banca do ITA: **os alcenos**. Isso acontece pois eles são muito comuns em reações orgânicas, visto que, toda substância complexa, em geral, tem alguma parte na forma de hidrocarbonetos e não é raro que eles sejam alcenos.



De cara, veja os **alcadienos**, mantendo **atenção especial aos alcadienos conjugados**.

Ao adentrar no campo da isomeria, perceba que os alcenos são isômeros de cadeia dos ciclanos correspondentes (mesmo número de carbonos), fato que pode ser constatado ao se calcular o **IDH** do alceno que se deseja conhecer os isômeros.

Além disso, **atenção para a isomeria geométrica nos alcenos**, a qual ocorre quando os ligantes de um mesmo lado da ligação dupla são diferentes entre si. Esse caso de isomeria nos alcenos é, de longe, o mais abordado nesse contexto em provas do ITA.

Nos métodos de síntese, tenha em mente a **regra de Zaitsev (o hidrogênio sai do carbono menos hidrogenado)**, visto que as reações de síntese de alcenos são, em geral, eliminações.

Aconselho, ainda, que você saiba diferenciar **uma base volumosa**, as quais são usadas em eliminação. Para isso, é importante ter o visual da **Figura 24: Bases Específicas para Eliminação** em mente.

Por fim, **cuidado com reações de eliminação em di-haletos**: elas podem te levar a alcadienos e ciclanos, ao invés dos alcenos.

Sendo assim, recomendo que anote no seu **caderninho de bizzus** o esquema da **Figura 33: Produção de Hidrocarbonetos a partir de Haletos e Di-haletos**, o que te dará uma visão geral desse contexto.

Nas reações características dos alcenos, não perca de vista que o modo mais comum no qual eles reagem é a **adição eletrofílica**. Além disso, tenha em mente a **figura 36: Regra de Estabilidade dos Alcenos**, pois isso tem a **CARA** de **primeira fase do ITA**.

Ao chegar nas adições eletrofílicas em si, **atente para as exceções da regra de Markovnikov**, como as reações em **alcadienos acumulados**.

Preste atenção no quadro **"Se liga!"** pois ele já foi cobrado diretamente em prova do IME, o que já abre margem para a prova do ITA, visto que os dois concursos possuem um certo alinhamento. Sendo assim, **tome nota sobre o efeito karash no seu caderninho de bizzus**.

Uma reação que tem a **CARA do ITA** é a **adição de halogênios em meio aquoso**. Isso se dá pois apenas o meio onde se dá a reação muda completamente o produto, o que é um detalhe extremamente interessante.

Lembre-se, ainda, que alcenos é uma classe importante de compostos que sofrem **oxidação** (bizzu: falou em oxidação, é prudente lembrar de álcoois e alcenos!). Dessa maneira, não perde tempo e **anota no caderninho de bizzus a tabela 5: Oxidação de Alcenos**.

Não se preocupe em aprender bem os mecanismos. Essas reações de oxidação são bem batidas e o que importa mesmo é o produto final.



Uma reação muito interessante dos **alcadienos conjugados** é a famosa **adição 1,4**, fruto direto da capacidade de ressonância entre sistemas de ligações simples e duplas alternadas (**não esqueça que em baixas temperaturas a adição é 1,2**). Saber a teoria ajuda muito aqui, pois com uma simples distribuição de carga você certamente chegará ao produto final correto.

Por fim, a **reação de Diels- Alder** fecha nossa seção de reações com alcenos e alcadienos. Essa reação é muito interessante pois é **quase uma simples junção das duas estruturas com a devida reorganização dos elétrons pi**.

Outra característica muito interessante dessa reação é a possibilidade de formação de ciclos. Atente para **o fato do dienófilo ser qualquer composto com ligação pi** e saiba distribuir cargas corretamente: não tem erro!

Como os alcenos são uma classe **importantíssima de compostos**, não recomendo nem mesmo ao aluno experiente uma leitura dinâmica. Faça, com cautela, os exercícios da seção **“Hora de Praticar!”** e siga adiante!

3. Alcinos

A penúltima seção teórica do nosso estudo nos leva aos alcinos. De cara, faça a diferenciação entre **alcinos verdadeiros e alcinos falsos**, essa diferenciação é importante pois nos indica se o alcino possui o famoso hidrogênio terminal com ligeiro caráter ácido.

Depois disso, chamo atenção para a **reação de alcinos verdadeiros com sódio**. Comumente, os alcinos são formados a partir do **acetileno**, reagindo convenientemente com os haletos de alquila de acordo com o número final de carbonos que se deseja na cadeia.

Então, **tenha em mente a obtenção do acetileno a partir de carbeto de cálcio**. Essa reação aparece com frequência tanto na química orgânica quanto na inorgânica.

As reações com alcinos são basicamente as mesmas que ocorrem com os alcenos, com o detalhe da proporção estequiométrica (alcinos tem 2 ligações pi).

Contudo, os **alcinos também reagem por adição nucleofílica com HCN formando acrilonitrilas** (lembra da ilustração do nosso professor: alcino tanto faz!), diferentemente dos alcenos que só reagem por adição eletrofílica.

Ainda, as polimerizações do acetileno são **fundamentais**, visto que podem dar origem ao **benzeno** e ao **poliacetileno**, as quais são substâncias muito importantes na química.

Esse capítulo é bem curto. Assim, se familiarize bem com o exercício da seção **“Hora de Praticar!”** para garantir que o conteúdo está todo conexo.

4. Compostos Aromáticos

Por sua vez, o último tópico teórico traz as explicações pertinentes sobre **os compostos aromáticos**.

Primeiramente, é válido saber **reconhecer compostos aromáticos**, entendendo que eles não estão relacionados apenas com os compostos que possuem o anel benzênico.

Na verdade, os **compostos aromáticos estão ligados a energia dos elétrons Pi**, que **nesses compostos é menor** que em compostos não aromáticos.

Desse modo, preste atenção na **Figura 86: Calor de Hidrogenação do Benzeno** e veja como a energia de ressonância atua abaixando o nível entálpico do benzeno em relação ao ciclohexeno.

Para identificar compostos aromáticos, temos a **regra de Hückel**. Assim, tenha o **“4n+2”** em mente e não esqueça que devemos ter **anel plano**, além de **simples e duplas alternadas**.

Antes de começar as reações, ratifico a associação que você deve fazer entre aromaticidade e estabilidade: **compostos aromáticos estão entre os mais estáveis da química orgânica**. Tal estabilidade reflete numa baixa tendência de reação e quebra dos seus anéis, o que justifica a ocorrência de reações por **substituição eletrofílica**, visto que esse mecanismo não altera a aromaticidade.

Dentre as reações típicas dos compostos aromáticos, destaco a **cloração, nitração, sulfonação e as reações de Friedel-Crafts**.

Ademais, preste bastante atenção no item que explica sobre a **influência de substituintes no anel (4.2.7.)**, pois ele é frequentemente explorado em provas do ITA.

Cuidado para não confundir ativantes e desativantes com meta dirigentes e orto-para dirigentes. Em geral, os ativantes são orto-para dirigentes e os desativantes são meta-dirigentes. Contudo, **os halogênios são desativantes e são orto-para dirigentes**, configurando notável exceção.

Dê uma olhada na **tabela da página 73 que trata sobre os grupos orto-para dirigentes e meta-dirigentes**, do nosso livro e anote-a no seu **caderninho de bizus**.

Outro fato relevante sobre os compostos aromáticos é que **qualquer que seja a cadeia lateral do anel**, ao ser oxidada, **se tornará um grupo -COOH**.

Também, é importante notar que a **substituição nucleofílica aromática é possível**, desde que **o anel apresente grupos desativantes em sua estrutura** (quanto mais fortes, melhor).

Por fim, temos a apresentação da síntese da anilina, importante composto da química orgânica por ser origem de muitos outros nitrocompostos.

A anilina é produzida a partir de substituição nucleofílica no anel e tem um mecanismo bastante interessante. Vale a pena compreender o fenômeno e ampliar o seu repertório. Lembre-se que **o detalhe aprova no ITA**.

Ainda, veja os exercícios da seção **“Hora de praticar”** antes de partir para a lista de exercícios.

Com a teoria esclarecida, hora do show, **vamos bizurar a lista!**

Bizurando a Lista

Estudada a **teoria acerca dos hidrocarbonetos insaturados**, podemos te direcionar, na lista de exercícios, de acordo com a sua dificuldade ao longo da aula. Além disso, também prezaremos aqui pelo treinamento do tempo de prova.

Abaixo, seguem as questões desta aula com três classificações distintas: questões selecionadas para que seu estudo da lista de exercícios seja como um treino para a prova, divisão de dificuldade acompanhada de alguns bizus para resolver as questões difíceis, divisão por assuntos destacados no “Mantendo o Foco”, tópico presente no início do nosso bizuário.

Recomendações

Perceba, de cara, que as 12 primeiras questões da lista estão diluídas no embasamento teórico. Volte a elas apenas se não as apreendeu completamente da leitura do texto, ou se tiver com tempo extra para massificar o conteúdo.

Atente, ainda, para a seção onde essas questões estão resolvidas no corpo teórico. Isso é um bom indicativo acerca de qual conteúdo está sendo abordado pelas questões.

Agora, olhando para as questões ainda não abordadas da lista, vamos começar pelas médias e algumas fáceis, que representam a maior parte da prova do ITA. Marque **35 minutos** e tente fazer as questões **13** (IME – 2019 – Objetivas), **17** (Fuvest-2006 – adaptada), **18** (TFC – Inédita), **20** (ITA-2012), **22** (ITA-2012), **29** (TFC – Inédita), **32** (TFC – Inédita), **37** (TFC – Inédita) e **40** (TFC – Inédita) sem interrupções e sem consultar os comentários. Não se assuste com o número de questões, uma parcela significativa delas é de resolução rápida, desde que os conceitos teóricos da aula estejam sólidos.



Contudo, tenha em mente que, com o tempo tão apertado, é normal que você não consiga nem tentar todas as questões. Considere que você apresentou facilidade nesse “teste” se conseguir identificar e acertar as questões mais fáceis. O grande segredo de uma prova majoritariamente difícil é **não errar aquilo que é fácil**.

Se apresentar facilidade, avance para as questões difíceis e tente fazer e entender as questões **21** (TFC – Inédita – Desafio) e **25** (Solomons). Se conseguir, você está apto para considerar finalizada esta aula.

Se você apresentou uma dificuldade leve, contente-se em ler e entender os comentários das questões citadas e passe também às difíceis.

Se você apresentou muita dificuldade, siga a tabela a seguir, fazendo primeiro as fáceis, depois as médias e, por fim, as difíceis.

Por Dificuldade

Classificação	Questões
Fáceis	14, 28, 30, 36, 37 e 39.
Médias	13, 15 a 20, 22 a 24, 26, 27, 29, 31 a 35, 38, 40 a 43.
Difíceis	21 e 25.



As questões difíceis desta aula apresentam algumas abordagens diferentes. Sendo assim, é interessante que você conheça algumas ferramentas que ajudam a resolvê-las.

- Na questão 21 (TFC – Inédita – Desafio) temos uma questão de reações de substituições no anel do naftaleno em duas posições distintas, através da reação de sulfonação.

A dificuldade dessa questão está em explicar qual apresenta a maior energia de ativação. Para isso, tenha sempre em mente que **aromaticidade é sinônimo de estabilidade** e que **estabilidade implica menor patamar energético para a substância**.

Sabendo disso, perceba como nosso professor ataca o problema vendo se existe alguma possibilidade de o **complexo ativado apresentar quebra de aromaticidade em alguns dos anéis**.

Daí, percebe-se que o beta quebra a aromaticidade um anel, apresentando complexo menos estável, o que, fatalmente, resulta em uma maior energia de ativação.

Essa questão tem a **C-A-R-A de uma questão difícil no estilo da 2ª fase do ITA**, pois requer com conhecimentos sólidos sobre compostos aromáticos e ressonância, que são assuntos frequentemente cobrados, conseguimos chegar a justificativas elegantes e previsões complexas. **Atenção aqui!**

- A questão 25 (Solomons) traz uma ótima questão elegante que se vale da teoria da ressonância em sua resolução.

Isso se dá quando, após a resolução do item a), você deve recorrer a **aromaticidade do carbocátion** para justificar as propriedades contidas no item b).

Assim, já fica a dica: **sempre que precisar encontrar alguma saída para justificar propriedades de compostos inorgânicos (mais precisamente iônicos) dentro da química orgânica, procure indícios de aromaticidade.** Tal característica consegue aproximar os dois universos e resultar em compostos orgânicos com alta solubilidade em água, alto ponto de fusão, entre outros.

Para Manter o Foco



SE LIGA!

Dentre todas as questões selecionadas até agora e nesta seção, destaco a divisão proposta na tabela a seguir para mantermos nosso foco.

Sendo assim, não pule esta aula sem ter feito essas questões e entendido sua resolução.

Assunto	Questões
<i>Reações dos alcenos e dos alcinos</i>	<i>15 a 18, 23, 24, 26 a 39.</i>
<i>Particularidades dos compostos aromáticos</i>	<i>13, 14, 20 a 22, 25, 40 a 43.</i>



Tabela Estatística

Assunto	Nº de Questões 2011-2018	Nº médio de Questões por prova
<i>Reações Inorgânicas/Solubilidade</i>	26	3,25
<i>Termoquímica</i>	26	3,25
<i>Cinética Química</i>	21	2,63
<i>Equilíbrio Iônico</i>	21	2,63
<i>Orgânica: Reações</i>	21	2,63
<i>Química Descritiva (Laboratório, Cores)</i>	20	2,50
<i>Eletroquímica: Pilha</i>	19	2,38
<i>Gases</i>	15	1,88
<i>Ácidos e Bases Inorgânicos</i>	14	1,75
<i>Soluções</i>	14	1,75
<i>Equilíbrio Químico (Chatelier)</i>	13	1,63
<i>Atomística/Quântica</i>	12	1,50
<i>Sais e Óxidos</i>	12	1,50
<i>Estequiometria</i>	10	1,25
<i>Ligações Intermoleculares (Dipolo Permanente, Induzido, Lig. de Hidrogênio)</i>	10	1,25
<i>Eletroquímica: Eletrólise</i>	8	1,00
<i>Orgânica: Nomenclatura/Funções</i>	8	1,00
<i>Propriedades Coligativas</i>	8	1,00
<i>Oxirredução/NOx</i>	8	1,00
<i>Ligações Químicas (Covalente, Metálica, Iônica)</i>	7	0,88
<i>Estados Físicos/Diagrama de Fases</i>	6	0,75
<i>Radioatividade/Cinética Radioativa</i>	6	0,75
<i>Orgânica: Isomeria</i>	5	0,63
<i>Orgânica: Polímeros</i>	5	0,63
<i>História Científica</i>	5	0,62
<i>Tabela Periódica</i>	3	0,38
<i>Teoria Atômico Molecular</i>	3	0,38
<i>Cristalografia</i>	2	0,25
<i>Orgânica: Acidez/Basicidade</i>	2	0,25
<i>Coloides</i>	2	0,25
<i>Orgânica: Bioquímica</i>	2	0,25
<i>Orgânica: petróleo</i>	1	0,13
<i>Cálculo de Fórmulas</i>	1	0,12