

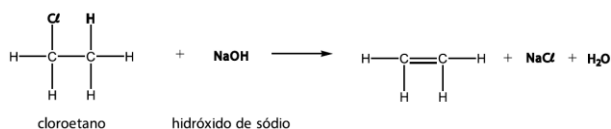
## Lista de Exercícios – Reações Orgânicas (Reação de Substituição – Via Nucleófila)

### 01 - (FATEC SP)

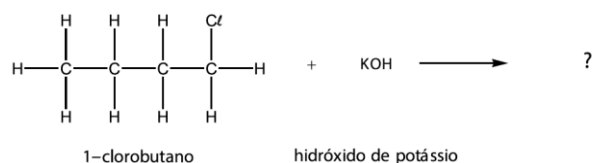
As reações de eliminação são reações orgânicas em que alguns átomos ou grupos de átomos são retirados de compostos orgânicos produzindo moléculas com cadeias carbônicas insaturadas, que são muito usadas em diversos ramos da indústria.

A dehidrohalogenação é um exemplo de reação de eliminação que ocorre entre um composto orgânico e uma base forte. Nesse processo químico, retira-se um átomo de halogênio ligado a um dos átomos de carbono. O átomo de carbono adjacente ao átomo de carbono halogenado “perde” um átomo de hidrogênio, estabelecendo entre os dois átomos de carbono considerados uma ligação dupla.

A reação entre o hidróxido de sódio e o cloroetano ilustrada é um exemplo de dehidrohalogenação.

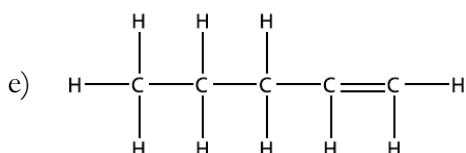


Agora, considere a reação entre o 1-clorobutano e o hidróxido de potássio.



Assinale a alternativa que apresenta a fórmula estrutural correta do composto orgânico obtido na reação entre o 1-clorobutano e o hidróxido de potássio, representada na figura.

- a)  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
- b)  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\ | \quad \quad \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \quad | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
- c)  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\ | \quad \quad \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \quad | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
- d)  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\ | \quad \quad \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \quad | \quad | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$



02 - (PUC GO)

### A enxada

[...]

Na Forquilha, recebeu Supriano um pedaço de mato derrubado, queimado e limpo. Era do velho Terto, que não pôde tocar por ter morrido de sezão. Como o delegado houvesse apreendido o novo dono de que Piano era muito velhaco, ao entregar a terra Elpídio ponderou muito braboso:

— Quero ver que inzona você vai inventar para não plantar a roça... Olha lá que não sou quitanda!

Supriano não tinha inzona nenhuma. Perguntou, porque foi só isso que veio à mente do coitado:

— E a enxada, adonde que ela está, nhô?

Elpídio quase que engasga com o guspe de tanta jeriza:

— Nego à toa, não vale a dívida e ainda está querendo que te dê enxada! Hum, tem muita graça!

Piano era trabalhador e honesto. Devia ao delegado porque ninguém era homem de acertar contas com esse excomungado. Pior que Capitão Benedito em três dobros. Se, porém, lhe pagassem o trabalho, capaz de aprumar. Não tinha muita saúde, por via do papo, mas era bom de serviço. Assim, diante da zoada do patrão, foi pelando-se de medo que o camarada arriscou um pedido:

— Me perdoa a confiança, meu patrão, mas mecê fia a enxada da gente e na safra, Deus ajudando, a gente paga com juro...

— Ocê que paga, seu berdamerda! — E Seu Elpídio ficou mais irado ainda. — Te dou enxada e ocê fica devendo a conta do delegado e a enxada pro riba. Não senhor. Vá plantar meu arroz já, já.

— Meu patrãozinho, mas plantar sem... — Elpídio o atalhou: — Vai-se embora, nego. E se fugir te boto soldado no seu rasto.

(ÉLIS, Bernardo. **Melhores contos.**

4. ed. São Paulo: Global, 2015. p. 58-59.)

O texto faz menção à plantação de arroz. Hoje um tema bastante debatido pela sociedade em geral é o uso de inseticidas e/ou herbicidas em plantações, a fim de aumentar sua produção e sua resistência a insetos e ervas daninhas. Há quem defenda o uso desses produtos e há quem se manifeste contrário a essa prática. Deixando de lado essa discussão bastante acalorada, um dos inseticidas muito usados é o DDT, um organoclorado – haleto orgânico – cujo nome IUPAC é 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)-etano; seu nome comercial é dicloro-difenil-tricloroetano. Analise as afirmativas a seguir sobre o DDT e os haletos orgânicos:

- I. A molécula de DDT é formada por 5 cloros, 14 carbonos e 9 hidrogênios.
- II. A reação de substituição entre um haleto e uma base, como o hidróxido de sódio, sempre produzirá um álcool e um sal:
- III. Nas reações de substituição em haletos orgânicos, a ordem de reatividade é: fluoretos > cloretos > brometos > iodetos.

Assinale a alternativa que apresenta todos os itens corretos:

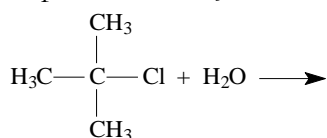
- a) I e II.
- b) I e III.
- c) II e III.
- d) Todas alternativas corretas.

### 03 - (FUVEST SP)

Um estudante realizou em laboratório a reação de hidrólise do cloreto de *terc*-butila ((CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>CCl) para produzir *terc*-butanol. Para tal, fez o seguinte procedimento: adicionou 1 mL do cloreto de *terc*-butila a uma solução contendo 60 % de acetona e 40 % de água, em volume. Acrescentou, ainda, algumas gotas de indicador universal (mistura de indicadores ácido-base).

Ao longo da reação, o estudante observou a mudança de cor: inicialmente a solução estava esverdeada, tornou-se amarela e, finalmente, laranja.

- a) Complete a equação química que representa a reação de hidrólise do cloreto de *terc*-butila.



- b) Explique por que a cor da solução se altera ao longo da reação.  
O estudante repetiu a reação de hidrólise nas mesmas condições experimentais anteriormente empregadas, exceto quanto à composição do solvente. Nesse novo experimento, o cloreto de *terc*-butila foi solubilizado em uma mistura contendo 70 % de acetona e 30 % de água, em volume. Verificou que, para atingir a mesma coloração laranja observada anteriormente, foi necessário um tempo maior.
- c) Explique por que a mudança da composição do solvente afetou o tempo de reação.

**Note e adote:**

pH	Cor do indicador universal
2,0 – 4,9	Laranja
5,0 – 6,9	Amarelo
7	Esverdeado

Em ambos os experimentos, o cloreto de *terc*-butila estava totalmente solúvel na mistura de solventes.

### 04 - (UERJ)

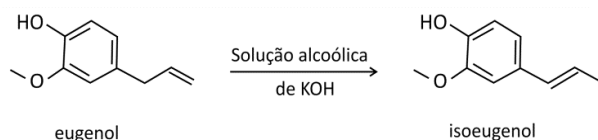
A sequência de reações abaixo é um exemplo de síntese orgânica, na qual os principais produtos formados são indicados por A e B.

- I. but-2-eno + HCl → A
- II. A + NaOH  $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$  B + NaCl

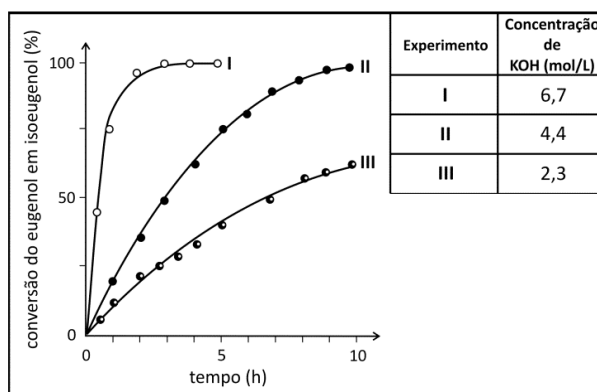
Apresente as fórmulas estruturais planas dos produtos A e B. Identifique, ainda, o mecanismo ocorrido na reação I em função das espécies reagentes.

### 05 - (FUVEST SP)

O eugenol, extraído de plantas, pode ser transformado em seu isômero isoeugenol, muito utilizado na indústria de perfumes. A transformação pode ser feita em solução alcoólica de KOH.



Foram feitos três experimentos de isomerização, à mesma temperatura, empregando-se massas iguais de eugenol e volumes iguais de soluções alcoólicas de KOH de diferentes concentrações. O gráfico a seguir mostra a porcentagem de conversão do eugenol em isoeugenol em função do tempo, para cada experimento.



Analisando-se o gráfico, pode-se concluir corretamente que

- a isomerização de eugenol em isoeugenol é exotérmica.
- o aumento da concentração de KOH provoca o aumento da velocidade da reação de isomerização.
- o aumento da concentração de KOH provoca a decomposição do isoeugenol.
- a massa de isoeugenol na solução, duas horas após o início da reação, era maior do que a de eugenol em dois dos experimentos realizados.
- a conversão de eugenol em isoeugenol, três horas após o início da reação, era superior a 50% nos três experimentos.

#### 06 - (UNIFOR CE)

Os haletos de alquila são bons substratos para reações de substituição, tendo em vista que os halogênios são bons grupos abandonadores.

Em relação às reações de substituição, assinale a alternativa CORRETA:

- Um nucleófilo será substituído por um eletrófilo.
- A quebra da ligação entre carbono e halogênio é homolítica.
- O eletrófilo apresenta carga formal negativa.
- A quebra da ligação entre o carbono e halogênio gera o nucleófilo da reação.
- Um nucleófilo é uma espécie rica em elétrons que reage com um eletrófilo.

#### 07 - (UECE)

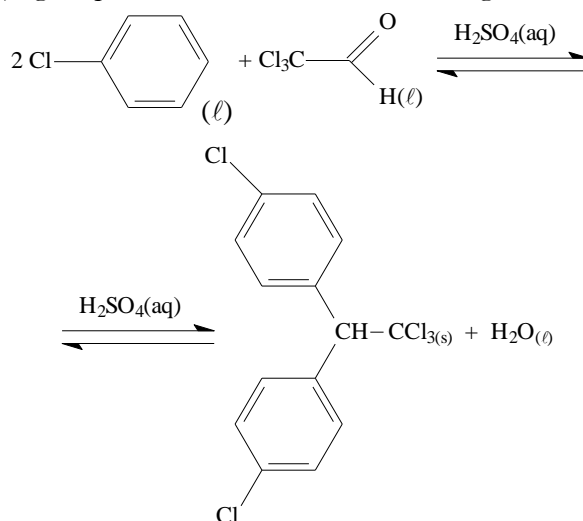
A metilamina é um composto orgânico usado para a fabricação de produtos para a agricultura, a indústria farmacêutica, tintas e explosivos. Marque a opção que mostra, corretamente, a sua preparação.

- $\text{CH}_3\text{Br} + \text{NaCN} \rightarrow \text{CH}_3\text{CN} + \text{NaBr}$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{HBr} + 2\text{H}_2$

- c)  $\text{CH}_3\text{Br} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HBr}$   
 d)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{HBr} + \text{H}_2$

### 08 - (UFPE)

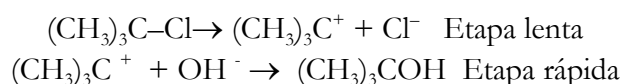
O **DDT** (da sigla de Dicloro-Difenil-Tricloroetano) foi o primeiro pesticida moderno, tendo sido largamente usado após a Segunda Guerra Mundial. Analise a equação química de síntese do DDT e julgue quanto à correção dos itens a seguir.



00. O nome de um dos reagentes é clorobenzeno.  
 01. Quando a reação atingir o equilíbrio, as concentrações dos reagentes serão iguais a zero.  
 02. O ácido sulfúrico age como um catalisador.  
 03. O nome do DDT segundo a IUPAC é: 1,1,1-tricloro-2,2-bis(p-clorofenil)etano.  
 04. Esta reação é classificada como: substituição nucleofílica aromática.

### 09 - (UFMG)

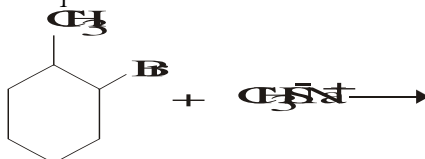
A conversão do haleto  $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{Cl}$  no álcool correspondente ocorre em duas etapas:



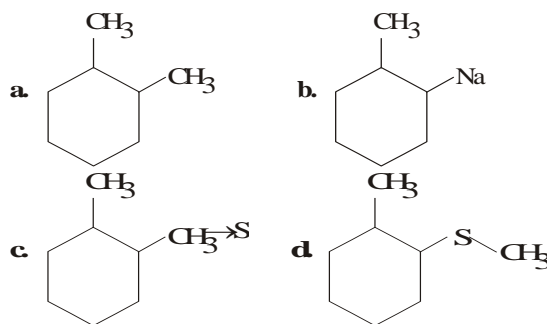
- a) ESCREVA a equação da reação total.  
 b) Supondo que a reação total seja exotérmica e considerando as informações dadas sobre as duas etapas, ESBOCE, em um gráfico da energia *versus* a coordenada da reação.  
 c) Em soluções diluídas, a rapidez da reação total depende apenas da concentração do haleto. EXPLIQUE por que a rapidez dessa reação *não* depende da concentração do íon hidróxido.

### 10 - (UFU MG)

Considere a seguinte reação esquematizada.



O produto principal de substituição para a reação apresentada acima é:



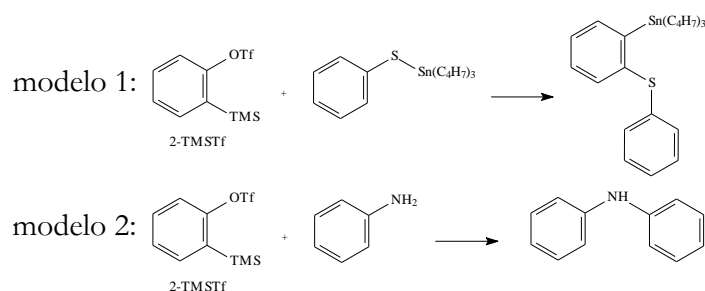
### 11 - (UESPI)

As reações entre álcoois e cloretos de acila são conhecidas como reações de:

- substituição nucleofílica.
- substituição eletrofílica.
- eliminação via radicais livres.
- oxidação degradativa.
- síntese radicalar.

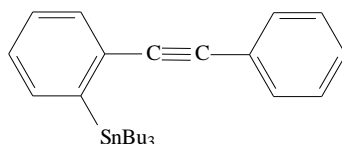
### 12 - (UFG GO)

Muitas reações químicas ocorrem de modo similar. A substituição de uma molécula reagente por outra, em face de uma mesma molécula, altera as condições das reações, mas os produtos obtidos seguem o mesmo padrão de reação. 2-(trimetilsilil)aril triflatos, 2-TMSTf, por exemplo, reagem, dentre outras formas, conforme dois modelos:



Considerando essas informações,

- se o produto de uma reação com 2-TMSTf segue o modelo 1 e forma o produto abaixo, qual é o outro reagente?

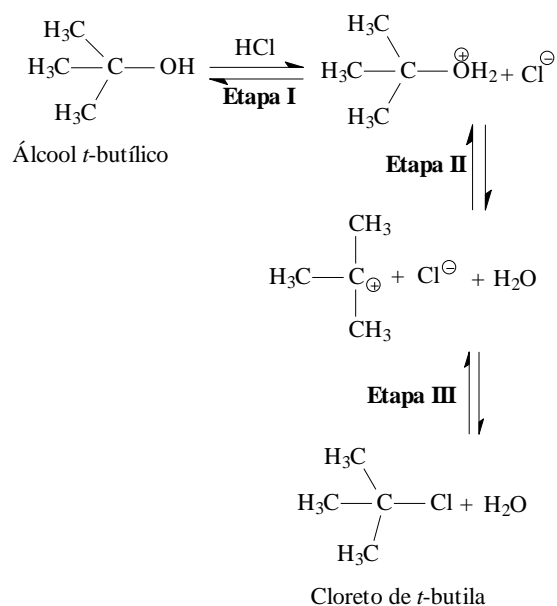


- se a reação do fenol com 2-TMSTf segue o modelo 2, qual é o produto dessa reação?

### 13 - (UEG GO)

O cloreto de *t*-butila pode ser obtido em laboratório a partir da reação do álcool *t*-butílico com ácido clorídrico concentrado, sendo ao final o produto separado do meio reacional

por decantação e, em seguida, purificado por destilação fracionada. A equação química que descreve as etapas envolvidas no processo está descrita na figura abaixo.

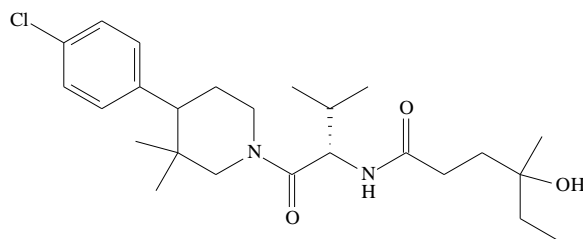


A análise da figura permite perceber que, na etapa

- I, têm-se uma reação ácido-base de Brønsted.
- II, têm-se uma clivagem homolítica de ligação química.
- III, o carbocátion atua como um nucleófilo.
- III, forma-se um produto menos volátil do que o álcool *t*-butílico.

#### 14 - (UFJF MG)

Um composto análogo do BMS-817399, representado pela estrutura química abaixo, vem sendo reconhecido como candidato para tratamento de artrite.



Análogo do BMS-817399

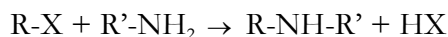
Considerando a estrutura química e as possíveis reações desse composto, responda às questões a seguir.

- A reação química do composto com uma solução aquosa ácida produz, preferencialmente, uma mistura de isômeros geométricos. Escreva o nome da reação química e a estrutura de um dos isômeros.
- Forneça a estrutura química do produto de maior massa molar, obtido pela reação da mistura de compostos gerados no item acima com o ozônio.
- Uma das etapas de síntese do análogo do BMS-817399 é a reação de cloração do anel aromático. Considerando esse tipo de reação orgânica, represente a equação química para a

cloração do tolueno (metilbenzeno). Informe as posições preferenciais para a cloração e justifique a sua resposta.

### 15 - (UERJ)

Um dos processos de obtenção de aminas secundárias consiste na reação entre haletos de alquila e determinados compostos nitrogenados, conforme a equação química genérica abaixo:



Admita que, para essa síntese, estejam disponíveis apenas os seguintes reagentes:

- bromoetano;
- metilamina;
- etilamina.

Utilizando as respectivas fórmulas estruturais, escreva a equação química completa da reação entre o haleto de alquila e o composto nitrogenado de caráter básico mais acentuado.

Em seguida, apresente as fórmulas estruturais de duas aminas primárias, de cadeia carbônica normal, isômeras da amina secundária sintetizada.

### 16 - (UNIFOR CE)

Analise as sentenças a seguir.

- Um álcool não pode sofrer uma reação de substituição nucleofílica.  
PORQUE
- Um álcool tem um grupo fortemente básico ( $OH^-$ ) que não pode ser substituído por um nucleófilo.

É correto afirmar que

- apenas a primeira está correta.
- apenas a segunda está correta.
- ambas as sentenças estão corretas, porém, a segunda não justifica a primeira.
- ambas as sentenças estão corretas e a segunda justifica a primeira.
- ambas estão incorretas.

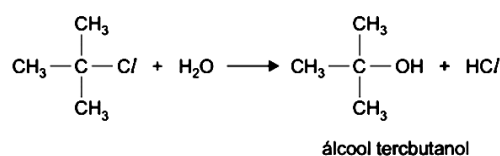
### GABARITO

1) Gab: C

2) Gab: A

3) Gab:

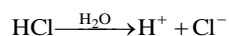
a)





Os reagentes (haleto e água) e os produtos (álcool terciário e HCl) estão dissolvidos em acetona, isto é, acetona atua como solvente.

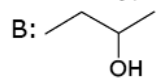
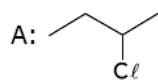
- b) A cor do indicador se altera devido à formação do HCl, que se ioniza na presença de água, de acordo com a equação química:



À medida que se formam íons  $\text{H}^+$ , o pH do meio vai diminuindo ao longo da reação, alterando a cor do indicador, de esverdeada para amarela e posteriormente laranja.

- c) O tempo de reação aumentou, pois o volume de acetona (solvente) aumentou (60% para 70%) diminuindo as concentrações dos reagentes, o que faz diminuir a velocidade da reação, levando maior tempo para atingir a cor laranja.

4) Gab:



Adição eletrofílica

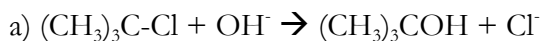
5) Gab: B

6) Gab: E

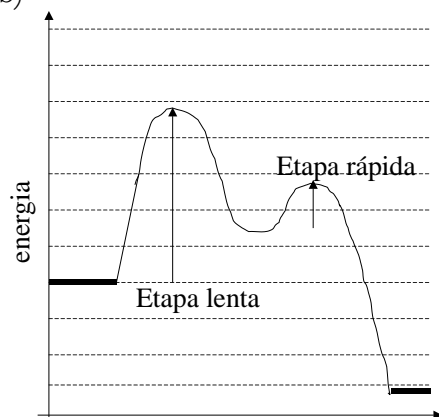
7) Gab: C

8) Gab: VFVVF

9) Gab:



b)

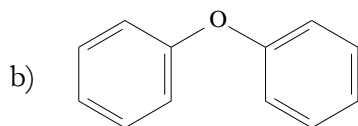
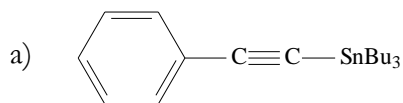


c- A etapa lenta é a que determina a velocidade da reação e ela não depende da concentração do íon hidróxido.

10) Gab: D

11) Gab: A

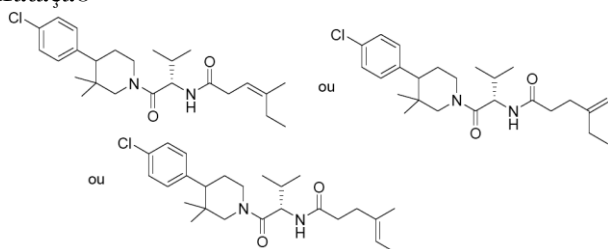
12) Gab:



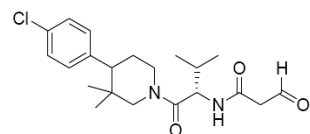
13) Gab: A

14) Gab:

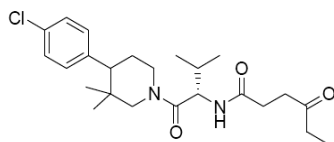
a) Eliminação ou Desidratação



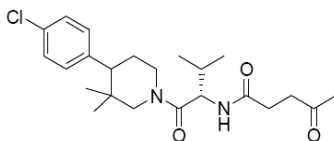
b)



ou

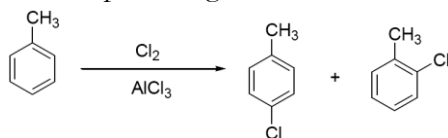


ou

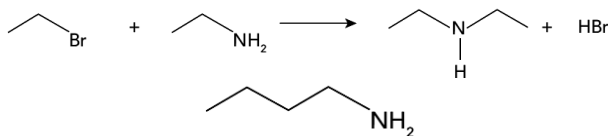


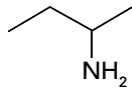
c) Posições: orto; para

Justificativa: o radical (CH<sub>3</sub>) é orto/para dirigente.



15) Gab:





16) Gab: D