

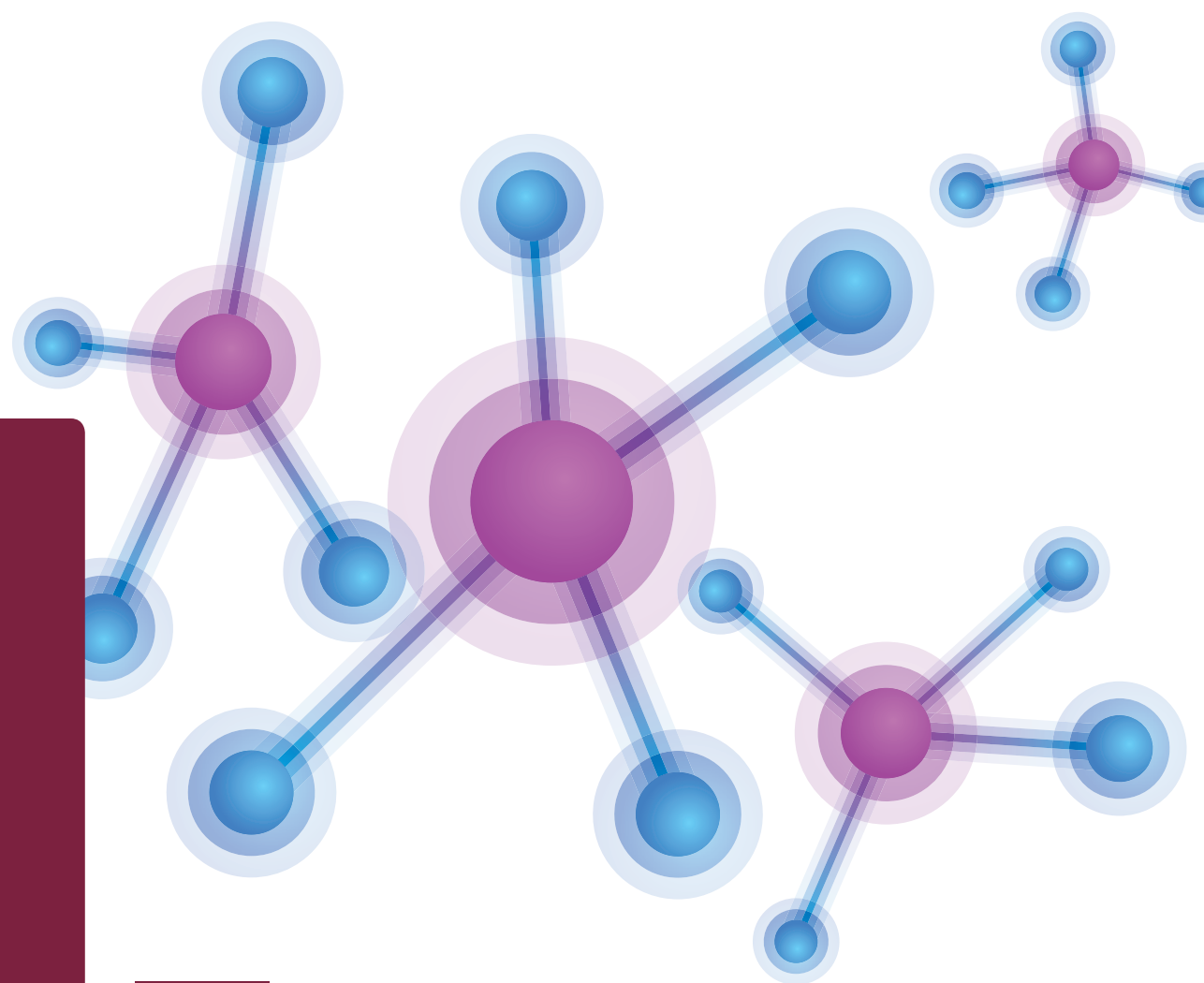
Jetzt mit
Kommentaren!

Eberhard Ehlers

Chemie II

Prüfungsfragen

Kommentierte Originalfragen bis Frühjahr 2013
Organische Chemie für Pharmazeuten



Deutscher Apotheker Verlag

Chemie II

Prüfungsfragen

Kommentierte Originalfragen bis Frühjahr 2013
Organische Chemie für Pharmazeuten

Eberhard Ehlers, Hofheim/Taunus

Mit Beiheft: Lösungen der MC-Fragen



Deutscher Apotheker Verlag



Der Autor

Professor Dr. Eberhard Ehlers
Lorsbacher Str. 54B
65719 Hofheim/Taunus

Studium der Chemie in Frankfurt/Main, 1970 Diplomarbeit in Organischer Chemie, 1974 Promotion in Pharmazeutischer Chemie. 1976 Lehrauftrag für Pharmazeutische Chemie an der Universität Frankfurt/Main, 1987 Habilitation und Venia legendi im Fach Pharmazeutische Chemie ebendort. 1975 bis 2006 Tätigkeiten in Forschung und Management in der Pharmazeutischen Industrie.

Autor mehrerer Kurzlehrbücher für qualitative und quantitative Analytik sowie anorganische und organische Chemie beim Deutschen Apotheker Verlag.

Die in diesem Buch aufgeführten Angaben wurden sorgfältig geprüft. Dennoch können Autor und Verlag keine Gewähr für deren Richtigkeit übernehmen.

Ein Markenzeichen kann warenzeichenrechtlich geschützt sein, auch wenn ein Hinweis auf etwa bestehende Schutzrechte fehlt.

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Jede Verwertung des Werkes außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Übersetzungen, Nachdrucke, Mikroverfilmungen oder vergleichbare Verfahren sowie für die Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen.

ISBN 978-3-7692-6007-6

© 2013 Deutscher Apotheker Verlag Stuttgart
Birkenwaldstr. 44, 70191 Stuttgart
www.deutscher-apotheker-verlag.de
Printed in Germany
Satz: primustype R. Hurler GmbH, Notzingen
Druck und Bindung: AZ Druck- und Datentechnik, Berlin
Umschlaggestaltung: Atelier Schäfer, Esslingen

Vorwort

Für das Fach „Chemie“ des 1. Abschnittes der Pharmazeutischen Prüfung verlangt die Prüfungsstoffliste Kenntnisse über folgende Themen:

- Allgemeine Chemie (behandelt im Band Ehlers, Chemie I als Teil 1),
- Anorganische Chemie (behandelt im Band Ehlers, Chemie I als Teil 2),
- Organische Chemie (behandelt im Band Ehlers, Chemie II, als Teil 3).

Unter Beibehaltung des bewährten Konzeptes mit getrennten Bänden für die Prüfungsfragen und das Kurzlehrbuch liegt jetzt die neue Auflage der **Chemie II – Prüfungsfragen** vor.

Der Fragenband enthält **1803 Multiple-Choice-Fragen** der **organischen Chemie** bis einschließlich **Frühjahr 2013**. Wiederholt gestellte Fragen sind mit einem Stern (*) gekennzeichnet.

Die Fragen der organischen Chemie bis Herbst 2011 sind thematisch in 21 Kapiteln nach den Prüfungsanforderungen (Anlage 13 der AAppO vom 19. Juli 1989 in der Fassung vom 14. Dezember 2000) geordnet. Diese Gliederung lehnt sich an den Gegenstandskatalog des IMPP (Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen) für das Fach Chemie an. Die Fragen zu Säuren und Basen in der organischen Chemie und einige Nomenklaturfragen sind in eigenständigen Kapiteln zusammengefasst worden. Die Kapitel 3.22 bis 3.24 enthalten die neuen Prüfungsfragen vom Frühjahr und Herbst 2012 sowie vom Frühjahr 2013.

Die „Prüfungsfragen 2013“ werden in der neuen 9. Auflage des Kurzlehrbuches Chemie II ausführlich kommentiert (in Form von Querverweisen). Damit die aktuelle 8. Auflage des Kurzlehrbuches zum Erarbeiten des Lernstoffes noch genutzt werden kann, findet sich im Beiheft dieses Fragenbandes eine Gegenüberstellung der alten und neuen Nummerierung der Prüfungsfragen. Der vorliegende Fragenband enthält nicht mehr die Altfragen des Aufgabentyps C (Kausale Verknüpfung – „weil“-Fragen), da diese Fragen seit Frühjahr 2007 nicht mehr im Programm des IMPP zu finden sind.

Der vorliegende Band „Chemie II - Prüfungsfragen 2013“ bietet aber eine **wichtige Neuerung!** Obwohl die Originalfragen im Kurzlehrbuch direkt oder in allgemeiner Form kommentiert werden, hat die Vergangenheit gezeigt, dass manche Lösungsangebote für die gestellten Fragen von den Prüfungskandidaten nicht rasch und eindeutig nachzuvollziehen sind. Es bestand seitens der Pharmaziestudenten der dringende Wunsch nach einer **direkten Kommentierung** der gestellten Aufgaben und somit nach einer höheren Transparenz für die Richtigkeit der vorgegebenen Lösungen.

Darüber hinaus existieren viele Fragen, die verschiedenartige Lerninhalte ansprechen. Auch können unterschiedliche Eigenschaften ein und desselben Stoffes zu Fragen führen, die verschiede-

nen Kapiteln zu zuordnen sind. Eine stärkere Vernetzung durch Querverweise wäre daher für ein umfassendes und rasches Lernen des Prüfungsstoffes hilfreich.

Das vorliegende Buch versucht nun diese Lücken zu schließen, indem die Fragen zur organischen Chemie detailliert kommentiert und die richtigen Lösungen erklärt werden. Die Kommentierung der Prüfungsfragen lehnt sich in Text und Abbildungen eng an die gestellten Aufgaben an.

Fragenteil mit Kommentar sowie das Kurzlehrbuch bilden eine Lerneinheit! Einige Fragen, die unterschiedliche Themen ansprechen, werden mehrmals an verschiedenen Stellen des Buches kommentiert. Durch die gewählte Form ist es möglich, alle Fragen, welche gleiche oder ähnliche Themen zum Inhalt haben, auf einen Blick zu erfassen.

Bei der Kommentierung werden deshalb all jene Fragen (aus anderen Prüfungsabschnitten) mit aufgelistet, die Teile des gleichen Prüfungsstoffes beinhalten. Davon verspreche ich mir eine Intensivierung der Prüfungsvorbereitungen. Die Kenntnisse über die Lerninhalte und die Fragenvielfalt können schneller und umfassender erarbeitet werden.

Ich hoffe, dass die zusätzliche Kommentierung von Prüfungsfragen den Studenten der Pharmazie beim Erarbeiten des Lehrstoffes sowie bei ihren Prüfungsvorbereitungen nützliche Dienste leisten kann. Ich wünsche allen Studierenden der Pharmazie viel Erfolg im 1. Abschnitt des Staatsexamens bzw. bei ihren jeweiligen Semesterabschlussprüfungen.

Mein Dank gilt vielen Pharmaziestudenten für wertvolle Hinweise und Anregungen zur Verbesserung ihrer Prüfungssituation durch entsprechendes Lehr- und Lernmaterial. Dem Lektorat Pharmazie des Deutschen Apotheker Verlages danke ich für die Unterstützung und tatkräftige Mithilfe bei der Realisierung des neuen Lernkonzeptes.

Hofheim am Taunus, im Sommer 2013

Eberhard Ehlers

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
3 Organische Chemie – Multiple-choice-Fragen	3
3.1 Chemische Bindung	3
3.2 Chemische Reaktionstypen	13
Substitution	13
Eliminierung	23
Addition	26
Reaktionen von Carbonylverbindungen	40
Umlagerungen	43
Oxidation und Reduktion	49
3.3 Stereochemie	62
3.4 Alkane, Cycloalkane	90
3.5 Alkene, Alkine	92
3.6 Aromatische Kohlenwasserstoffe	96
3.7 Halogenkohlenwasserstoffe	120
3.8 Metallorganische Verbindungen	125
3.9 Alkohole, Phenole, Chinone, Ether	132
3.10 Stickstoffverbindungen	143
3.11 Schwefelverbindungen	158
3.12 Aldehyde und Ketone	163
3.13 Carbonsäuren und Carbonsäure-Derivate	180
3.14 Hydroxy- und Ketocarbonsäuren	197
3.15 Heterocyclen (Heterarene)	210
3.16 Kohlenhydrate	227
3.17 Aminosäuren und Peptide	238

3.18 Synthetische Polymere	247
3.19 Säuren und Basen in der organischen Chemie	253
3.20 Nomenklatur	263
3.21 Varia	264
3.22 Prüfung Frühjahr 2012	265
3.23 Prüfung Herbst 2012	272
3.24 Prüfung Frühjahr 2013	280
3 Organische Chemie – Kommentare	293
3.1 Chemische Bindung	293
3.2 Chemische Reaktionstypen	304
3.3 Stereochemie	356
3.4 Alkane, Cycloalkane	385
3.5 Alkene, Alkine	389
3.6 Aromatische Kohlenwasserstoffe	393
3.7 Halogenkohlenwasserstoffe	415
3.8 Metallorganische Verbindungen	420
3.9 Alkohole, Phenole, Chinone, Ether	428
3.10 Stickstoffverbindungen	441
3.11 Schwefelverbindungen	455
3.12 Aldehyde und Ketone	460
3.13 Carbonsäuren und Carbonsäure-Derivate	480
3.14 Hydroxy- und Ketocarbonsäuren	502
3.15 Heterocyclen	517
3.16 Kohlenhydrate	542
3.17 Aminosäuren und Peptide	554
3.18 Synthetische Polymere	566
3.19 Säuren und Basen in der organischen Chemie	572
3.20 Nomenklatur	584
3.21 Varia	585
3.22 Prüfung Frühjahr 2012	587
3.23 Prüfung Herbst 2012	593
3.24 Prüfung Frühjahr 2013	603

Beiheft

Erklärung der Aufgabentypen	1
Grundsätzliche Hinweise	2
Lösungen der MC-Fragen	3
Anmerkungen zu einzelnen MC-Fragen	13
Nummerierung der MC-Fragen, neu/alt	17
Nummerierung der MC-Fragen, alt/neu	26

Organische Chemie

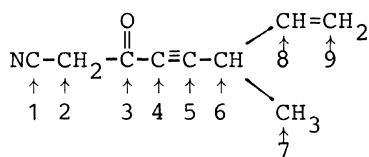
3

3 Organische Chemie

3.1 Chemische Bindung

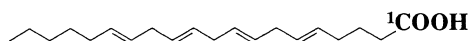
Hybridisierung

1 Welche der C-Atome in der abgebildeten Verbindung sind sp^3 -hybridisiert?



- (A) 1, 2 und 7 sind richtig
- (B) 1, 8 und 9 sind richtig
- (C) 2, 6 und 7 sind richtig
- (D) 2, 6, 7, 8 und 9 sind richtig
- (E) 3, 6, 7, 8 und 9 sind richtig

2 Welche C-Atome in der folgenden Verbindung sind sp^2 -hybridisiert?



- (A) 5, 8, 11, 14
- (B) 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15
- (C) 1, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15
- (D) 2, 3, 4, 7, 10, 13, 16, 17, 18, 19, 20
- (E) alle

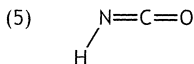
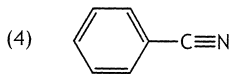
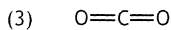
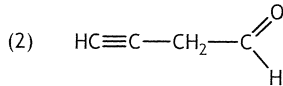
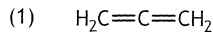
3 Bei welchen der folgenden Verbindungen sind die C-Atome ausschließlich sp^2 -hybridisiert?

- (1) Propen
 - (2) Toluol
 - (3) Buta-1,3-dien
 - (4) Penta-1,3-dien
 - (5) Natriumcyclopentadienid
- (A) nur 5 ist richtig
 - (B) nur 1 und 2 sind richtig
 - (C) nur 3 und 5 sind richtig
 - (D) nur 1, 3 und 4 sind richtig
 - (E) nur 3, 4 und 5 sind richtig

4* Welche Verbindungen enthalten u. a. sp -hybridisierten Kohlenstoff?

- (1) Benzonitril
 - (2) Acetylen
 - (3) Diphenylketen
 - (4) Allen
 - (5) Hexa-1,3,5-trien
- (A) nur 1 ist richtig
 - (B) nur 2, 3 und 4 sind richtig
 - (C) nur 1, 2, 3 und 4 sind richtig
 - (D) nur 2, 3, 4 und 5 sind richtig
 - (E) 1–5 = alle sind richtig

5* Welche Verbindungen besitzen sp-hybridisierten Kohlenstoff?



- (A) nur 3 ist richtig
 (B) nur 1 und 3 sind richtig
 (C) nur 2 und 4 sind richtig
 (D) nur 1, 3 und 5 sind richtig
 (E) 1-5 = alle sind richtig

6* Welche der aufgeführten Verbindungen enthalten ein sp-hybridisiertes Atom?

- (1) Pyridin-N-oxid
 (2) Allen
 (3) Kohlendioxid
 (4) Benzonitril-oxid
 (5) Styren (Styrol)

- (A) nur 2 ist richtig
 (B) nur 1 und 4 sind richtig
 (C) nur 2, 3 und 4 sind richtig
 (D) nur 2, 3 und 5 sind richtig
 (E) 1-5 = alle sind richtig

Ordnen Sie bitte den Kohlenstoff-Hybridisierungen der Liste 1 die jeweils entsprechende Verbindung aus Liste 2 zu!

Liste 1

7 sp

8 sp^3

Liste 2

- (A) HCHO
 (B) Ethen
 (C) CO_2
 (D) H_2CO_3
 (E) Ethan

9 Welche der folgenden Aussagen über die Hybridisierung von Kohlenstoff trifft **nicht** zu?

- (A) Die Bindung zwischen sp-hybridisierten Kohlenstoffen ist kürzer als die Bindung zwischen sp^3 -hybridisierten.
 (B) Geminale Wasserstoffatome am sp^2 -hybridisierten Kohlenstoff bilden einen Winkel von 120° .
 (C) Die Elektronegativität des Kohlenstoffs nimmt in der Reihenfolge $\text{sp}^3, \text{sp}^2, \text{sp}$ zu.
 (D) Im CO_2 ist der Kohlenstoff sp^2 -hybridisiert.
 (E) Sterisch anspruchsvolle Substituenten erschweren den Übergang vom sp^2 - zum sp^3 -hybridisierten C-Atom.

10 Welche Aussagen treffen zu?

- (1) Die Basizität des Stickstoffs nimmt mit zunehmendem s-Anteil bei der Hybridisierung mit p-Orbitalen in der Reihenfolge $\text{sp}^3 > \text{sp}^2 > \text{sp}$ ab.
 (2) Die Elektronegativität des Stickstoffs nimmt mit zunehmendem s-Anteil bei der Hybridisierung mit p-Orbitalen zu.
 (3) Die Acidität von Kohlenwasserstoffen nimmt mit zunehmendem s-Anteil bei der Hybridisierung mit p-Orbitalen in der Reihenfolge $\text{sp}^3 < \text{sp}^2 < \text{sp}$ zu.
 (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 2 ist richtig
 (C) nur 3 ist richtig
 (D) nur 1 und 3 sind richtig
 (E) 1-3 = alle sind richtig

Bindungsparameter

Ordnen Sie bitte den in Liste 1 aufgeführten Verbindungen die jeweils zutreffende Bindungslänge der Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung (Näherungswerte aus Liste 2) zu!

Liste 1

11* Ethan

12* Ethen

Liste 2

- (A) 0,109 nm
 (B) 0,120 nm
 (C) 0,133 nm
 (D) 0,154 nm
 (E) 0,182 nm

13* Welche Aussagen über die CC-Bindungslängen in konjugierten Polyenen, z.B. Hexa-1,3,5-trien, treffen zu?

- (1) Die C-C-Einfachbindungen sind kürzer als in einem Alkan.
- (2) Die C-C-Einfachbindungen sind länger als in einem Alkan.
- (3) Die C=C-Doppelbindungen sind kürzer als in einem Alken.
- (4) Die C=C-Doppelbindungen sind länger als in einem Alken.

- (A) Keine der obigen Aussagen trifft zu.
 (B) nur 1 und 3 sind richtig
 (C) nur 1 und 4 sind richtig
 (D) nur 2 und 3 sind richtig
 (E) nur 2 und 4 sind richtig

14 Welche Aussage über die angegebene Verbindungsreihe $C_2H_6 - C_2H_4 - C_2H_2$ (Ethan-Ethen-Ethin) trifft **nicht** zu?

Die Verbindungen sind von links nach rechts geordnet nach:

- (A) abnehmendem CH-Abstand
- (B) steigendem CC-Abstand
- (C) steigender CH-Acidität
- (D) steigender Elektronegativität der C-Atome
- (E) steigender Bindungsenthalpie der CC-Bindung

15 Die folgenden Alkane sind nach **abnehmender** Dissoziationsenthalpie der gekennzeichneten C-H-Bindung geordnet (Homolyse).

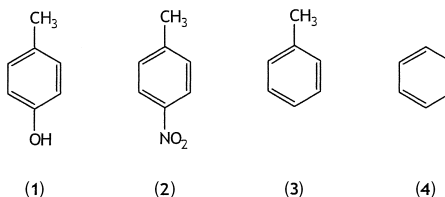
Welche Reihenfolge trifft zu?

- (A) $(CH_3)_3C-H > (CH_3)_2CH-H > CH_3CH_2-H > CH_3-H$
- (B) $CH_3CH_2-H > CH_3-H > (CH_3)_3C-H > (CH_3)_2CH-H$
- (C) $CH_3-H > (CH_3)_3C-H > (CH_3)_2CH-H > CH_3CH_2-H$
- (D) $CH_3-H > CH_3CH_2-H > (CH_3)_2CH-H > (CH_3)_3C-H$
- (E) $(CH_3)_2CH-H > (CH_3)_3C-H > CH_3CH_2-H > CH_3-H$

16 Bei welcher der folgenden Verbindungen ist das Molekül-Dipolmoment $\mu=0$?

- (A) Hexafluorbenzen
- (B) Phenol
- (C) Aceton
- (D) *cis*-1,2-Dichlorethen
- (E) Chloroform

17 Die Verbindungen (1) bis (4) sollen nach steigendem Dipolmoment geordnet werden. Welche Reihenfolge trifft zu?



- (A) 2,3,1,4
- (B) 4,3,2,1
- (C) 4,3,1,2
- (D) 3,2,1,4
- (E) 2,4,1,3

Mehrfachbindungen

18* Welche Aussage über Mehrfachbindungen trifft **nicht** zu?

- (A) Sie treten bevorzugt bei Elementen der 2. Periode auf.
- (B) Sie sind oft in σ - und π -Bindungen differenzierbar.
- (C) Den verschiedenen Bindungstypen liegen Unterschiede in der Symmetrie der überlappenden Orbitale zugrunde.
- (D) Die Elektronendichte von π -Bindungen ist rotationssymmetrisch in Bezug auf die Bindungsachse.
- (E) Die Bindungsenergie nimmt mit der Bindungsordnung zu.

19* Welche Aussage über Bindungslängen und geometrische Eigenschaften von Kohlenstoff-Kohlenstoff-Mehrfachbindungen trifft **nicht** zu?

- (A) Die $C\equiv C$ -Dreifachbindung ist kürzer als die $C=C$ -Doppelbindung.
- (B) In der Ethinylgruppe ist die Drehbarkeit um die $C\equiv C$ -Bindung aufgehoben.
- (C) Die Länge einer Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung ist unabhängig vom Hybridisierungsgrad der C-Atome.
- (D) Im Ethin sind die σ -Bindungen linear angeordnet.
- (E) An $C\equiv C$ -Dreifachbindungen tritt **keine** geometrische Isomerie auf.

20 Welche Aussage über Mehrfachbindungen trifft **nicht** zu?

- (A) Die $C\equiv C$ -Dreifachbindung ist kürzer als die $C=C$ -Doppelbindung.
- (B) In der Ethinylgruppe ist die Drehbarkeit um die $C\equiv C$ -Bindung aufgehoben.
- (C) Die Länge einer Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung ist abhängig vom Hybridisierungsgrad der C-Atome.
- (D) Im Ethin sind beide π -Bindungen in einer Ebene angeordnet.
- (E) An $C\equiv C$ -Dreifachbindungen tritt **keine** geometrische Isomerie auf.

21* Welche Aussagen über Mehrfachbindungen treffen zu?

- (1) Mehrfachbindungen zwischen Kohlenstoffatomen führen immer zu geometrischen Isomeren.
- (2) Mehrfachbindungen treten nur bei den Elementen C, N und O auf.
- (3) Das Verhältnis der Bindungsenergien bei Einfach-, Doppel- und Dreifachbindungen zwischen C-Atomen beträgt 1:2:3.
- (4) In der Reihe Einfach-, Zweifach-, Dreifachbindung nehmen die Bindungslängen zwischen gleichen Atomen ab.

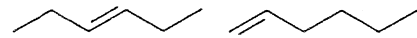
- (A) nur 1 ist richtig
- (B) nur 4 ist richtig
- (C) nur 1 und 4 sind richtig
- (D) nur 2 und 3 sind richtig
- (E) nur 2, 3 und 4 sind richtig

22 Welche Aussagen zur chemischen Bindung treffen zu?

- (1) Doppelbindungen können nur von Elementen der 4. und 5. Hauptgruppe des Periodensystems ausgebildet werden.
- (2) Der Bindungsstrich in der Valenzstrichformel symbolisiert ein Elektronenpaar.
- (3) Dreifachbindungen bilden sich nur zwischen C- und/oder N-Atomen aus.
- (4) Bei einer C-C-Einfachbindung sind die Bindungslängen erheblich kleiner als die Summe der C-Atomradien.

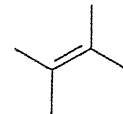
- (A) nur 2 ist richtig
- (B) nur 1 und 2 sind richtig
- (C) nur 1 und 3 sind richtig
- (D) nur 2 und 4 sind richtig
- (E) nur 2, 3 und 4 sind richtig

23 Welche Reihenfolge ordnet die isomeren Hexene nach steigender (thermodynamischer) Stabilität?

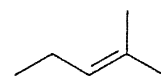


(a)

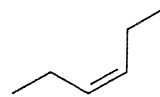
(b)



(c)



(d)



(e)

- (A) $a < b < e < c < d$
- (B) $a < e < b < c < d$
- (C) $b < a < e < d < c$
- (D) $b < e < a < d < c$
- (E) $e < a < b < d < c$

24 Welche Aussagen über die Orbitale/Orbitaleigenschaften des Buta-1,3-diens treffen zu?

- (1) Buta-1,3-dien hat vier π -Molekülorbitale (MOs).
 - (2) Die π -Elektronen besetzen zwei bindende MOs.
 - (3) Die isolierten p-Orbitale sind energiereicher als die bindenden π -MOs.
- (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 2 ist richtig
 (C) nur 3 ist richtig
 (D) nur 1 und 2 sind richtig
 (E) 1–3 = alle sind richtig

25 Welche Aussage über Bindungslängen und geometrische Eigenschaften von Mehrfachbindungen trifft **nicht** zu?

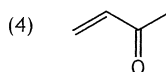
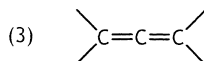
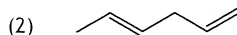
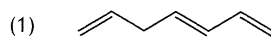
- (A) Im Ethin sind die σ -Bindungen linear angeordnet.
 In der Ethinylgruppe ist die Drehbarkeit um die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung durch die beiden π -Bindungen aufgehoben.
- (B) An der Ethinylgruppe tritt **keine** geometrische Isomerie auf.
- (C) Die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Dreifachbindung ist kürzer als die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung.
- (D) In der Ethinylgruppe ist die Kohlenstoff-Wasserstoff-Bindung länger als die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Dreifachbindung.

Elektronendelokalisierung

26 Welche der folgenden Bindungen sind innerhalb eines mesomeren Systems verschiebbar?

- (1) σ -Bindungen
 - (2) koordinative Bindungen
 - (3) π -Bindungen
 - (4) Wasserstoffbrücken-Bindungen
- (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 3 ist richtig
 (C) nur 1 und 3 sind richtig
 (D) nur 2 und 4 sind richtig
 (E) 1–4 = alle sind richtig

27* Welche der folgenden Doppelbindungssysteme sind π -konjugiert?



- (A) nur 3 ist richtig
 (B) nur 1 und 2 sind richtig
 (C) nur 1 und 4 sind richtig
 (D) nur 2, 3 und 4 sind richtig
 (E) 1–4 = alle sind richtig

28* Welches der folgenden Ionen ist am wenigsten mesomeriestabilisiert?

- (A) $\text{CH}_2=\overset{\oplus}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_2$ (D)
- (B) $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\oplus}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{\oplus}{\text{C}}\text{H}_2$
- (C) $\text{CH}_3-\overset{\oplus}{\text{O}}-\overset{-}{\text{C}}\text{H}_2$ (E)

29* Welche der folgenden Verbindungen ist **nicht** mesomeriestabilisiert?

- (A) Acetat-Anion
 (B) Guanidinium-Kation
 (C) Cyclopropenylum-Kation
 (D) Cyclobutadien
 (E) Naphthalen

30 Welches Molekül/Ion ist **nicht** mesomeriestabilisiert?

- (A) HNO_3
 (B) Phenol
 (C) NH_3
 (D) Benzoesäure
 (E) CO_3^{2-}

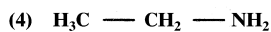
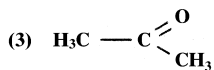
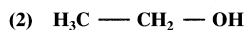
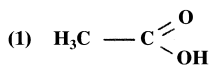
31 Welches der folgenden Ionen ist **nicht** mesomeriestabilisiert?

- (A) Tetraalkylammoniumhydroxid
- (B) 4-Amino-pyridiniumchlorid
- (C) Phenolphthalein-Dianion
- (D) Methylorange-Monokation
- (E) Cyanin-Farbstoffe

32 Welches der folgenden Anionen ist **nicht** mesomeriestabilisiert?

- (A) Carboxylat-Anionen
- (B) Enolat-Anionen
- (C) Phenolat-Anionen
- (D) Alkoholat-Anionen
- (E) Imid-Anionen

33 Bei welchen der folgenden Verbindungen ist die Bildung des Anions mesomeriebegünstigt?



- (A) nur 1 ist richtig
- (B) nur 2 ist richtig
- (C) nur 1 und 3 sind richtig
- (D) nur 2 und 4 sind richtig
- (E) 1–4 = alle sind richtig

34 Welche der folgenden Verbindungen ist nach Deprotonierung **nicht** mesomer stabilisiert?

- (A) Acetaldehyd
- (B) Aceton
- (C) Diethylether
- (D) Phenol
- (E) Essigsäure

35 Welche der folgenden Verbindungen können nach Protonierung mesomer stabilisiert vorliegen?

- (1) Ammoniak
- (2) Anilin
- (3) Essigsäure

- (4) Methylorange
- (5) Methylrot

- (A) nur 2 ist richtig
- (B) nur 1 und 3 sind richtig
- (C) nur 4 und 5 sind richtig
- (D) nur 1, 2 und 3 sind richtig
- (E) nur 3, 4 und 5 sind richtig

36 Welcher der folgenden Substituenten weist einen +M-Effekt auf?

- (A) $-\text{CF}_3$
- (B) $-\text{CHO}$
- (C) $-\text{OCH}_3$
- (D) $-\text{CN}$
- (E) $-\text{NO}_2$

37 Bei welcher Verbindung kann die im Vergleich zu Benzen erhöhte Reaktivität gegenüber Elektrophilen als Hyperkonjugationseffekt gedeutet werden?

- (A) Anilin
- (B) p-Methoxyphenol
- (C) Phenolat-Anion
- (D) Toluol
- (E) Anisol

Fragen zur „Elektronendelokalisierung in Aromaten“ sowie Fragen über die „Kriterien des aromatischen Zustandes“ sind im Kap.3.6 aufgelistet – siehe Fragen Nr. 562–580. Zu induktiven und mesomeren Effekten an Aromaten siehe auch Fragen Nr. 675–693

Reaktive Zwischenstufen

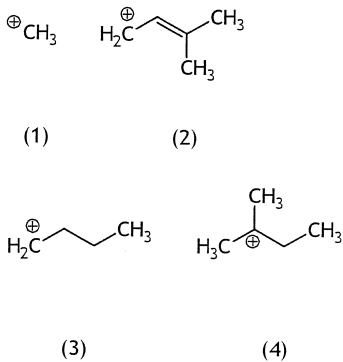
Carbenium-Ionen

38 Welche Aussagen über Carbenium-Ionen treffen zu?

- (1) Die Stabilität der Carbenium-Ionen steigt im Allgemeinen in der Reihenfolge primär < sekundär < tertiär an.
- (2) Beim n-Butyl-Kation tritt leicht eine Umlagerung zum tert-Butyl-Kation ein.
- (3) Kann die positive Ladung durch Mesomerie delokalisiert werden, so resultiert daraus in der Regel eine erhöhte Stabilität.

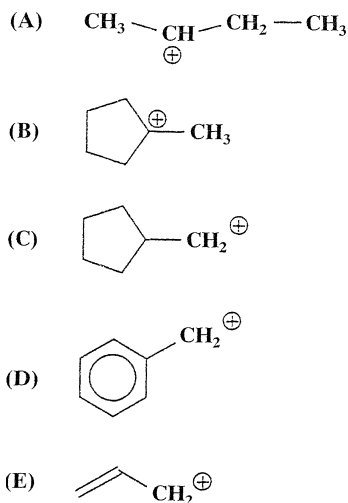
- (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 2 ist richtig
 (C) nur 1 und 2 sind richtig
 (D) nur 1 und 3 sind richtig
 (E) 1–3 = alle sind richtig

39 Ordnen Sie bitte die folgenden Carbenium-Ionen nach **zunehmender** Stabilität! Welche Reihenfolge trifft zu?

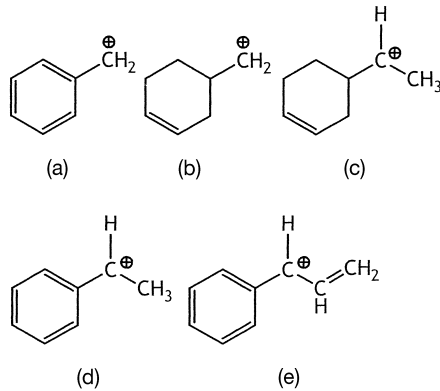


- (A) 1, 2, 3, 4
 (B) 1, 3, 4, 2
 (C) 2, 1, 4, 3
 (D) 4, 3, 1, 2
 (E) 1, 3, 2, 4

40 Welches Carbenium-Ion weist die **geringste** Stabilität auf?



41 Ordnen Sie bitte die folgenden Carbenium-Ionen nach **zunehmender** Stabilität! Welche Reihenfolge trifft zu?



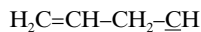
- (A) a, b, c, e, d
 (B) b, c, a, d, e
 (C) b, a, c, d, e
 (D) d, e, a, b, c
 (E) e, a, b, c, d

42* In welcher Reihenfolge nimmt die Stabilität von Carbenium-Ionen ab?

- (A) Triphenylmethyl > Benzyl > Diphenylmethyl > Allyl > Methyl
 (B) Triphenylmethyl > Allyl > Diphenylmethyl > Benzyl > Methyl
 (C) Triphenylmethyl > Diphenylmethyl > Allyl > Benzyl > Methyl
 (D) Diphenylmethyl > Triphenylmethyl > Benzyl > Allyl > Methyl
 (E) Triphenylmethyl > Diphenylmethyl > Benzyl > Allyl > Methyl

Carbene

43 Welche Bezeichnung trifft für die angegebene Verbindung zu?



- (A) Vinylanion
 (B) Carbenoid
 (C) Allylcarben
 (D) Methylenanion
 (E) Alkylcarbanion

44 Welche Aussagen über aliphatische Carbene treffen zu?

Carbene

- (1) enthalten einen 2-bindigen Kohlenstoff mit einem Elektronensextett.
 - (2) entstehen bei der thermischen Spaltung von Diazoalkanen.
 - (3) verfügen im Grundzustand immer über gepaarte Elektronenspins.
 - (4) haben stets eine lineare Struktur.
 - (5) reagieren mit Nucleophilen.
- (A) nur 1 und 4 sind richtig
 (B) nur 1 und 5 sind richtig
 (C) nur 2 und 3 sind richtig
 (D) nur 1, 2 und 5 sind richtig
 (E) nur 2, 3 und 4 sind richtig

45 Welche Aussagen über Carbene treffen zu?

- (1) Sie reagieren im Singulett-Zustand mit substituierten Olefinen stereospezifisch zu Cyclopropan-Derivaten.
 - (2) Methylen geht auch Einschleppungsreaktionen (Insertionen) ein.
 - (3) Dichlorcarben tritt bei Einwirken von Alkali auf Chloroform auf.
- (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 2 ist richtig
 (C) nur 3 ist richtig
 (D) nur 2 und 3 sind richtig
 (E) 1-3 = alle sind richtig

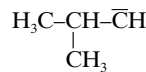
46* Welche Aussagen über elektrophile Carbene treffen zu?

- (1) Sie können als reaktive Zwischenprodukte auftreten.
 - (2) Sie sind Elektronenmangelverbindungen (Singulett-Carbene).
 - (3) Sie können mit Olefinen Additionsreaktionen zu Cyclopropan-Derivaten eingehen.
 - (4) Bei der alkalischen Hydrolyse von Chloroform entsteht Dichlorcarben als Intermediärprodukt.
- (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 4 ist richtig
 (C) nur 2 und 3 sind richtig
 (D) nur 1, 3 und 4 sind richtig
 (E) 1-4 = alle sind richtig

47 Welche Aussagen zu Carbenen treffen zu?

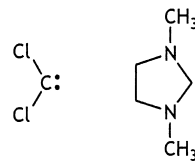
- (1) Sie können aus Diazoalkanen gebildet werden.
 - (2) Dichlorcarben ist ein Elektrophil.
 - (3) Im Singulett-Carben befinden sich zwei Elektronen mit antiparallelem Spin in einem sp^2 -Hybrid-Atomorbital, ein p-Orbital bleibt unbesetzt.
 - (4) Im Triplett-Carben besetzen zwei Elektronen je ein p-Orbital.
- (A) nur 1 und 2 sind richtig
 (B) nur 1 und 3 sind richtig
 (C) nur 2 und 4 sind richtig
 (D) nur 1, 2 und 3 sind richtig
 (E) 1-4 = alle sind richtig

48 Zu welchen der folgenden Verbindungen kann sich Isopropylcarben stabilisieren?

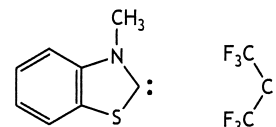


- (1) Methylbenzen
 - (2) 1,1-Dimethyl-ethylen
 - (3) Methylcyclopropan
 - (4) Cyclobutan
 - (5) Methylcyclohexan
- (A) nur 2 ist richtig
 (B) nur 4 ist richtig
 (C) nur 1 und 3 sind richtig
 (D) nur 2 und 3 sind richtig
 (E) nur 2 und 5 sind richtig

49 Welche der folgenden Verbindungen sind nucleophile Carbene?



(1) (2)



(3) (4)

- (A) nur 1 und 4 sind richtig
- (B) nur 2 und 3 sind richtig
- (C) nur 3 und 4 sind richtig
- (D) nur 1, 2 und 3 sind richtig
- (E) nur 2, 3 und 4 sind richtig

50 Welche Aussagen treffen zu? Dichlorcarben

- (1) ist Intermediat der alkalischen Hydrolyse von Chloroform
 - (2) ist Produkt einer α -Eliminierung
 - (3) kann sich an Olefine addieren
 - (4) kann sich in CH-Bindungen einschieben
- (A) nur 1 ist richtig
 - (B) nur 2 ist richtig
 - (C) nur 3 ist richtig
 - (D) nur 1, 3 und 4 sind richtig
 - (E) 1–4 = alle sind richtig

51 Welche der folgenden Verbindungen können als Lewis-Basen mit Dichlorcarben reagieren?

- (1) Wasser
 - (2) Phenol
 - (3) primäre Amine
 - (4) Cyclohexan
- (A) nur 1 ist richtig
 - (B) nur 1 und 2 sind richtig
 - (C) nur 3 und 4 sind richtig
 - (D) nur 1, 2 und 3 sind richtig
 - (E) 1–4 = alle sind richtig

Radikale

52* Welche Aussage trifft **nicht** zu? Radikale

- (A) besitzen mindestens ein ungepaartes Elektron.
- (B) besitzen diamagnetische Eigenschaften.
- (C) lassen sich u. a. durch Reaktion mit farbigen Radikalen zu weniger farbigen oder farblosen Verbindungen nachweisen.
- (D) können durch Homolyse entstehen.
- (E) können unter Verlust des Radikalcharakters reagieren.

53 Welche Aussagen über Radikale treffen zu?

- (1) Die meisten stabilen organischen Radikale sind π -Radikale.
 - (2) Freie Radikale sind paramagnetisch.
 - (3) Radikale sind stets paramagnetisch.
 - (4) Das CH_3 -Radikal ist nahezu planar.
 - (5) Radikalatom ist stets ein Kohlenstoffatom.
- (A) nur 1 und 3 sind richtig
 - (B) nur 1 und 5 sind richtig
 - (C) nur 2 und 4 sind richtig
 - (D) nur 3 und 5 sind richtig
 - (E) nur 1, 2 und 4 sind richtig

54 Welche Aussagen treffen zu? Radikale können erzeugt werden durch:

- (1) thermische Energie (Thermolyse)
 - (2) Photolyse
 - (3) Redoxprozesse
 - (4) energiereiche Strahlung (Radiolyse)
- (A) nur 2 ist richtig
 - (B) nur 1 und 4 sind richtig
 - (C) nur 2 und 4 sind richtig
 - (D) nur 1, 2 und 3 sind richtig
 - (E) 1–4 = alle sind richtig

55 Welche Reihenfolge gibt die unter a) bis e) aufgeführten Radikale geordnet nach **steigender** Stabilität an?

- a) Triphenylmethyl-, b) Methyl-, c) Benzyl-, d) *i*-Propyl-, e) *tert*-Butyl-Radikal
- (A) a<c<d<e<b
 - (B) b<d<e<c<a
 - (C) b<e<c<d<a
 - (D) b<c<e<a<d
 - (E) c<a<d<e<b

56 Welches Radikal ist das thermodynamisch stabilste?

- (A) Cyclopentyl-Radikal
- (B) Naphthyl-Radikal
- (C) Benzyl-Radikal
- (D) Benzoyl-Radikal
- (E) Triphenylmethyl-Radikal

57 Tertiäre Alkylradikale sind im Vergleich zu primären oder sekundären Alkylradikalen besser stabilisiert.

Mit welchem Effekt kann diese Stabilisierung erklärt werden?

- (A) +M-Effekt
- (B) Hyperkonjugation
- (C) -I-Effekt
- (D) π -Konjugation
- (E) -M-Effekt

Bindungspolarität

58 Welche ist für folgende Verbindungen die richtige Reihenfolge geordnet nach **steigender** Elektronegativität des Heteroatoms?

- (A) CH_3F CH_3OH CH_3NH_2 CH_3I
- (B) CH_3OH CH_3NH_2 CH_3I CH_3F
- (C) CH_3I CH_3NH_2 CH_3OH CH_3F
- (D) CH_3OH CH_3F CH_3NH_2 CH_3I
- (E) CH_3NH_2 CH_3I CH_3F CH_3OH

Themenübergreifende Fragen

Ordnen Sie bitte den Begriffen in Liste 1 die jeweils zutreffende Struktur aus Liste 2 zu!

Liste 1

- 59** Carben
- 60** Carbanion

Liste 2

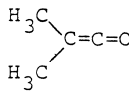
- (A) $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{C}=\text{O}$
- (B) $[(\text{H}_3\text{C})_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2]^+$
- (C) $[(\text{H}_3\text{C})_2\text{C}=\text{CCl}]^+$
- (D) $(\text{H}_3\text{C})_3\text{C}-\text{CCl}$
- (E) $[(\text{H}_3\text{C})_3\text{C}]^-$

Ordnen Sie bitte den Begriffen in Liste 1 die jeweils zutreffende Teilstruktur aus Liste 2 zu!

Liste 1

- 61** Carbanion
- 62** Carbokation

Liste 2

- (A) $[(\text{H}_5\text{C}_6)_3\text{C}]^-$
- (B) $[(\text{H}_5\text{C}_6)_3\text{C}]^+$
- (C) $(\text{H}_5\text{C}_6)_2\text{C}^-$
- (D) 
- (E) $\text{H}_5\text{C}_6-\overset{\oplus}{\text{N}}=\overset{\ominus}{\text{Cl}}$

Ordnen Sie bitte den Begriffen in Liste 1 die jeweils zutreffende Formel aus Liste 2 zu!

Liste 1

- 63** Carben
- 64** Keten

Liste 2

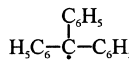
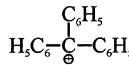
- (A) CCl_2
- (B) CaC_2
- (C) $[\text{HCO}_3]^-$
- (D) $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{O}$
- (E) $[\text{OCN}]^-$

Ordnen Sie bitte den Begriffen in Liste 1 die jeweils zutreffende Formel aus Liste 2 zu!

Liste 1

- 65** C-Radikal
- 66** Isonitril

Liste 2

- (A) 
- (B) 
- (C) $\text{H}_5\text{C}_6-\overset{\ominus}{\text{C}}-\text{C}_6\text{H}_5$
- (D) $\text{H}_5\text{C}_6-\text{N}=\text{C}=\text{O}$
- (E) $\text{H}_5\text{C}_6-\overset{\oplus}{\text{N}}=\overset{\ominus}{\text{Cl}}$

3.2 Chemische Reaktionstypen

Untersuchung von Reaktionsabläufen

67 Welche der folgenden Methoden sind zur Aufklärung eines Reaktionsmechanismus geeignet?

- (1) Isotopenmarkierung
 - (2) kinetische Messungen
 - (3) Nachweis von Zwischenstoffen
 - (4) Analyse der Produktstereochemie
 - (5) röntgen-kristallographische Ermittlung der Übergangszustands-Energie und -Geometrie
- (A) nur 1 und 2 sind richtig
 (B) nur 1 und 3 sind richtig
 (C) nur 1, 3 und 5 sind richtig
 (D) nur 2, 3 und 5 sind richtig
 (E) nur 1, 2, 3 und 4 sind richtig

68 Welche Aussagen treffen zu? Als Methoden zur Untersuchung des Ablaufs chemischer Reaktionen eignen sich die Messungen der:

- (1) Kernresonanz
 - (2) Elektronenspinresonanz
 - (3) Enthalpie
 - (4) Lichtabsorption
- (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 1 und 2 sind richtig
 (C) nur 1 und 3 sind richtig
 (D) nur 2, 3 und 4 sind richtig
 (E) 1–4 = alle sind richtig

Syntheseplanung

69 Welche der folgenden Aussagen treffen zu? Der Begriff Retrosynthese beschreibt

- (1) ein Konzept zur Syntheseplanung eines Zielmoleküls
- (2) nur reversible Reaktionsschritte einer mehrstufigen Synthese eines Zielmoleküls
- (3) die mehrstufige Synthese eines Zielmoleküls aus einem vorgegebenen Edukt
- (4) vom Zielmolekül ausgehend die im Verlauf einer mehrstufigen Synthese zu knüpfenden Bindungsschritte

- (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 2 ist richtig
 (C) nur 3 ist richtig
 (D) nur 1 und 3 sind richtig
 (E) nur 1 und 4 sind richtig

70* Wie groß ist die Gesamtausbeute einer vierstufigen Synthese, bei der der erste, zweite und letzte Schritt mit jeweils 80 % Ausbeute, der dritte aber nur mit 10 % Ausbeute verläuft?

- (A) 5,1 %
 (B) 8,0 %
 (C) 51 %
 (D) 64 %
 (E) 80 %

Substitution

Radikalische Substitution (S_R)

71 Welche Aussage trifft **nicht** zu? Radikale können hergestellt werden durch:

- (A) Redoxreaktionen
 (B) Solvolyse
 (C) Radiolyse
 (D) Photolyse
 (E) Thermolyse

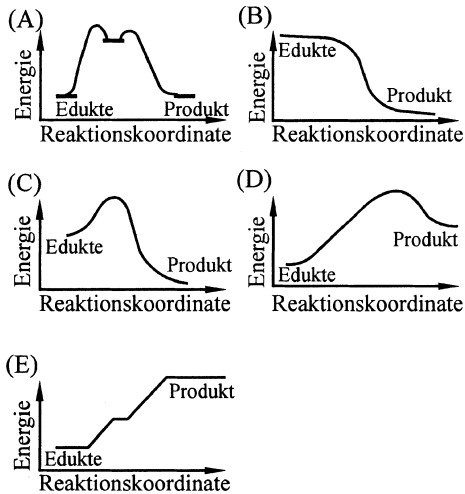
72* Welche der folgenden Reaktionen ist für die Photochlorierung von Alkanen **nicht** charakteristisch? (R = Alkyl)

- (A) $Cl_2 \rightarrow Cl^\cdot + Cl^\cdot$
 (B) $RH \rightarrow R^\cdot + H^\cdot$
 (C) $RH + Cl^\cdot \rightarrow R^\cdot + HCl$
 (D) $R^\cdot + Cl_2 \rightarrow RCl + Cl^\cdot$
 (E) $R^\cdot + Cl^\cdot \rightarrow RCl$

73 Welche Reaktionen tragen zum Kettenwachstum einer Radikalkettenchlorierung bei?

- (1) $R^\cdot + R^\cdot \rightarrow R-R$
 - (2) $Cl^\cdot + R-H \rightarrow HCl + R^\cdot$
 - (3) $Cl^\cdot + Cl^\cdot \rightarrow Cl_2$
 - (4) $R^\cdot + Cl^\cdot \rightarrow R-Cl$
 - (5) $R^\cdot + Cl_2 \rightarrow R-Cl + Cl^\cdot$
- (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 5 ist richtig
 (C) nur 2 und 5 sind richtig
 (D) nur 3 und 4 sind richtig
 (E) nur 1, 4 und 5 sind richtig

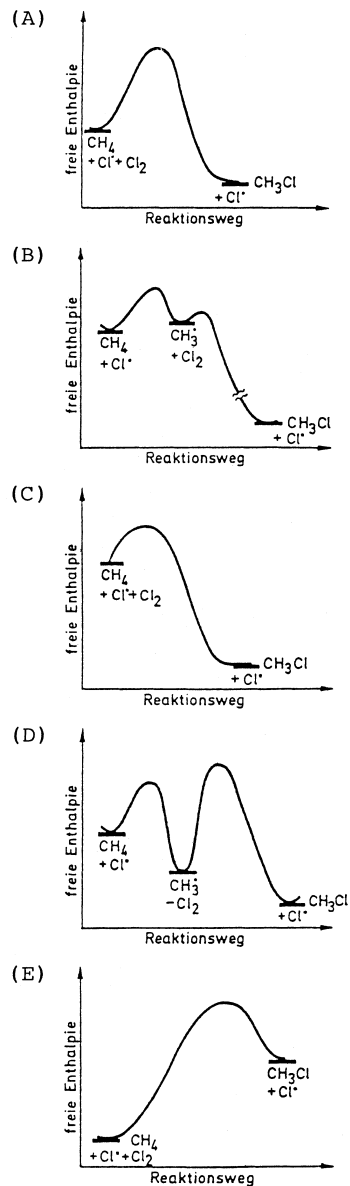
74* Welches der folgenden Energie-Diagramme gehört zu einer Radikalrekombination?



75* Welche Aussagen treffen zu?
Die Chlorierung von Methan

- (1) erfolgt nach einem Radikalkettenmechanismus
 - (2) liefert bei hohem Methanüberschuss Chlormethan als Hauptprodukt
 - (3) führt in der Regel zu Produktgemischen mehrfach chlorierter Methane
 - (4) verläuft ausgeprägt exotherm
- (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 1 und 3 sind richtig
 (C) nur 2 und 3 sind richtig
 (D) nur 1, 2 und 4 sind richtig
 (E) 1-4 = alle sind richtig

76* Welches Energie-Reaktionsweg-Diagramm für die Methanchlorierung trifft zu?

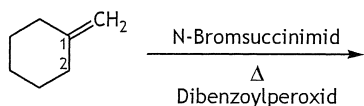


77 Welche Aussage über die radikalische Chlorierung von Propan trifft **nicht** zu?

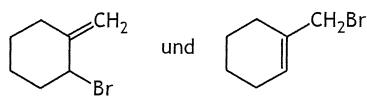
- (A) Bei hoher Temperatur (ca. 600 °C) entsteht ein Produktgemisch aus 1-Chlorpropan und 2-Chlorpropan etwa im Verhältnis 3:1.
- (B) Bei 25 °C entsteht fast ausschließlich 1-Chlorpropan.
- (C) Bei 25 °C enthält das Produktgemisch mehr 2-Chlorpropan als statistisch zu erwarten ist.
- (D) Intermediär spaltet ein Chloratom ein Wasserstoffatom vom Propan ab.
- (E) Primäres und sekundäres C-Radikal unterscheiden sich in ihrer Stabilität.

Allylhalogenierung

78 Bei der Bromierung des Edukts (a) werden zwei Produkte (b und c) erhalten:



(a)



(b)

(c)

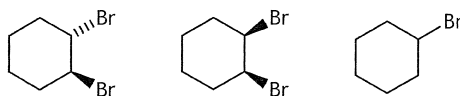
Welche der folgenden Aussagen über diese Reaktion treffen zu?

- (1) Das zugesetzte organische Peroxid dient als Starter für eine Radikalkettenreaktion.
- (2) Die Kettenreaktion wird durch Addition von HBr an die C=C-Doppelbindung eingeleitet.
- (3) Die Abstraktion eines H-Atoms erfolgt an C-2 des Cyclohexanrings.
- (4) Das intermediär gebildete C-Radikal ist mesomeriestabilisiert.

- (A) nur 1 und 2 sind richtig
- (B) nur 3 und 4 sind richtig
- (C) nur 1, 3 und 4 sind richtig
- (D) nur 2, 3 und 4 sind richtig
- (E) nur 1, 2, 3 und 4 sind richtig

79 Welche Aussage trifft zu?

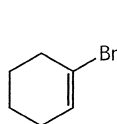
Bei der Reaktion von Cyclohexen mit *N*-Bromsuccinimid in Tetrachlormethan in Gegenwart eines Radikalstarters erhält man als Hauptprodukt:



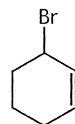
(A)

(B)

(C)



(D)



(E)

Nucleophile Substitution am gesättigten Kohlenstoff (S_N)

80* Welche Aussage über eine S_N1-Reaktion trifft zu?

- (A) Die Reaktionsgeschwindigkeit ist der Konzentration des Nucleophils proportional.
- (B) Trägt man die Konzentration des Ausgangsstoffes gegen die Zeit auf, so ergibt sich eine Gerade.
- (C) Die Ablösung der Abgangsgruppe und der Angriff des Nucleophils erfolgen gleichzeitig.
- (D) S_N1-Reaktionen können unter dem Einfluss von Nachbargruppen auch unter vollständiger Retention der Konfiguration verlaufen.
- (E) Die Geschwindigkeitskonstante der Reaktion ist der Halbwertszeit direkt proportional.

Ordnen Sie bitte den Reaktionen aus Liste 1 den jeweils zugehörigen Begriff aus Liste 2 zu!

Liste 1

81 S_N1

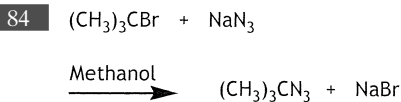
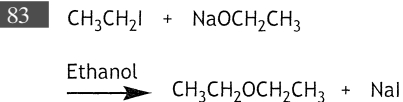
82 S_N2

Liste 2

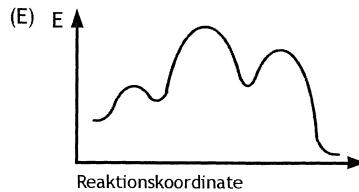
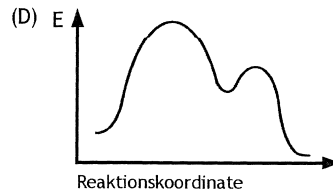
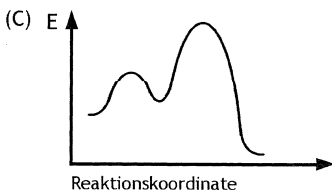
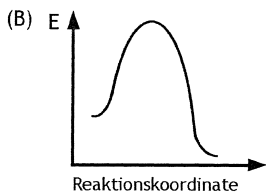
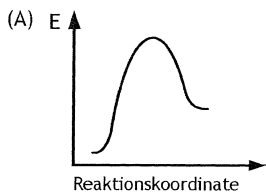
- (A) planarer Übergangszustand
 (B) sp²-hybridisiertes Intermediat
 (C) Kettenfortpflanzungsreaktion
 (D) homolytische Bindungsspaltung
 (E) Walden-Umkehr

Ordnen Sie bitte den Reaktionen aus Liste 1 das jeweils zutreffende Energiediagramm aus Liste 2 zu!

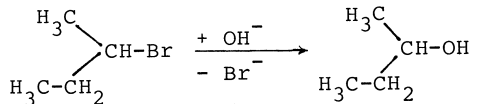
Liste 1



Liste 2

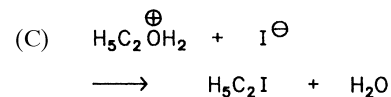
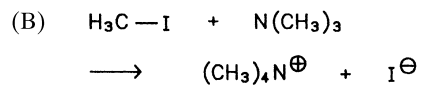
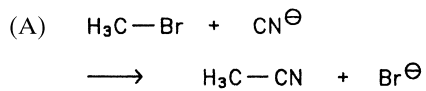


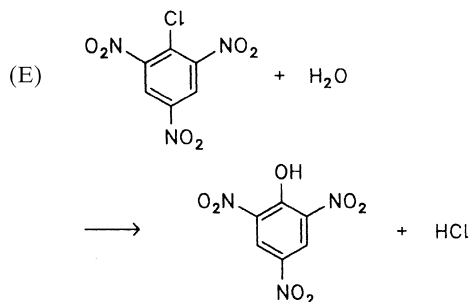
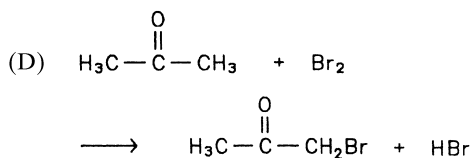
85* Welche Aussage zu der angegebenen Reaktion trifft **nicht** zu?



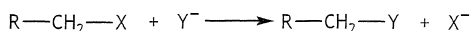
- (A) Die Reaktion kann nach dem S_N1- oder dem S_N2-Mechanismus verlaufen.
 (B) Das Hydroxid-Ion fungiert als Nucleophil.
 (C) Polare (protische) Lösungsmittel begünstigen einen konzertierten Mechanismus.
 (D) Durch Nebenreaktionen ist Olefinbildung möglich.
 (E) Eine sichere Entscheidung über den Mechanismus allein über die Reaktionskinetik ist unmöglich.

86* Welche Aussage trifft **nicht** zu? Folgende Reaktionen stellen nucleophile Substitutionen dar:





87 Welche Aussage zu folgender Reaktion trifft **nicht** zu?



- (A) Die C-X-Bindung ist kovalent und polarisiert.
- (B) Das an X gebundene C-Atom trägt eine positive Partialladung.
- (C) X kann Tosylat sein.
- (D) Bei der Spaltung der C-X-Bindung verbleibt das Elektronenpaar am C-Atom.
- (E) Die Reaktion kann durch das Lösungsmittel beeinflusst werden.

88 Welche der folgenden Charakteristika gelten für $\text{S}_{\text{N}}1$ -Reaktionen?

- (1) Bildung eines Zwischenproduktes
 - (2) Stereospezifischer Verlauf bei Verwendung chiraler Edukte
 - (3) Beschleunigung durch polare protische Lösungsmittel
 - (4) Verlangsamung der Reaktion durch voluminöse Substituenten
 - (5) Bildung olefinischer Nebenprodukte
- (A) nur 1 und 2 sind richtig
 - (B) nur 3 und 4 sind richtig
 - (C) nur 1, 3 und 5 sind richtig
 - (D) nur 1, 4 und 5 sind richtig
 - (E) nur 2, 3 und 4 sind richtig

89 Welche Aussage über eine $\text{S}_{\text{N}}1$ -Reaktion trifft zu?

- (A) Sie verläuft unter Walden-Umkehr.
- (B) Sie verläuft normalerweise unter Erhalt der Konfiguration (Retention).
- (C) Ihre Reaktionsgeschwindigkeit ist der Konzentration des Nucleophils proportional.
- (D) Der Angriff des Nucleophils und die Ablösung der Abgangsgruppe erfolgen gleichzeitig.
- (E) Die Bildung des Carbenium-Ions ist im Allgemeinen der geschwindigkeitsbestimmende Schritt.

Ordnen Sie bitte der alkalischen Hydrolyse der Verbindungen aus Liste 1 den jeweils passenden Begriff aus Liste 2 zu!

Liste 1

- 90 Allylchlorid
- 91 Bromtriphenylmethan

Liste 2

- (A) Walden-Umkehr
- (B) Inversion des Stereozentrums
- (C) mesomeriestabilisiertes Intermediat
- (D) trigonale Bipyramide
- (E) bimolekularer Reaktionsverlauf

92* Welche der folgenden Charakteristika gelten für $\text{S}_{\text{N}}2$ -Reaktionen?

- (1) Bildung eines stabilen Zwischenproduktes
 - (2) Stereospezifischer Verlauf bei Verwendung chiraler Edukte
 - (3) Verlangsamung der Reaktion durch voluminöse Substituenten
 - (4) Bildung olefinischer Nebenprodukte
- (A) nur 2 ist richtig
 - (B) nur 2 und 3 sind richtig
 - (C) nur 3 und 4 sind richtig
 - (D) nur 1, 2 und 4 sind richtig
 - (E) 1–4 = alle sind richtig

93 Welche Aussagen über die S_N2 -Reaktion am gesättigten Kohlenstoff treffen zu?

- (1) Die Reaktionsgeschwindigkeit wird in polaren Lösungsmitteln drastisch erhöht.
 - (2) Chirale Reaktionszentren reagieren unter Konfigurationsumkehr.
 - (3) Der Mechanismus ist konzertiert.
 - (4) Die Reaktionsmolekularität beträgt 1.
- (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 1 und 4 sind richtig
 (C) nur 2 und 3 sind richtig
 (D) nur 3 und 4 sind richtig
 (E) 1–4 = alle sind richtig

94 Welcher der folgenden Begriffe charakterisiert eine S_N2 -Reaktion?

- (A) Homolyse
 (B) Carbenium-Ion
 (C) Einstufen-Prozess
 (D) Hofmann-Produkt
 (E) Racemisierung

95 Welche Aussagen treffen für nucleophile Substitutionen zu, die nach dem S_N2 -Mechanismus ablaufen?

- (1) Sekundäre Alkylhalogenide reagieren schneller als tertiäre.
 - (2) An asymmetrisch substituierten C-Atomen findet am betreffenden Reaktionszentrum Konfigurationsumkehr statt.
 - (3) Die Reaktion hat eine Kinetik erster Ordnung.
 - (4) Carbenium-Ionen bilden wichtige Intermediate.
- (A) nur 1 und 2 sind richtig
 (B) nur 2 und 3 sind richtig
 (C) nur 1, 2 und 4 sind richtig
 (D) nur 1, 3 und 4 sind richtig
 (E) 1–4 = alle sind richtig

96 Welche Aussagen zum bimolekularen Mechanismus der S_N2 -Reaktion treffen zu?

- (1) Das in die Verbindung eintretende Nucleophil greift direkt am positivierten Kohlenstoff der polarisierten C-X-Bindung an.
- (2) Im Übergangszustand dieser Reaktion wird die neue Nucleophil-C-Bindung in gleichem Maß geknüpft, wie die frühere C-X-Bindung gelöst wird.

(3) Die Änderung der freien Enthalpie bestimmt die Aktivierungsbarriere.

(4) Bei chiralen Edukten kommt es immer zu einer Retention der Konfiguration.

- (A) nur 1 und 2 sind richtig
 (B) nur 2 und 3 sind richtig
 (C) nur 1, 3 und 4 sind richtig
 (D) nur 2, 3 und 4 sind richtig
 (E) 1–4 = alle sind richtig

97 Welche der folgenden Aussagen treffen auf eine S_N2 -Reaktion an einem gesättigten C-Atom zu?

- (1) Ein Nucleophil greift ein positiv polarisiertes C-Atom an.
- (2) Am geschwindigkeitsbestimmenden Schritt sind beide Reaktionspartner beteiligt.
- (3) Die Reaktionsgeschwindigkeit hängt von den Konzentrationen beider Reaktionspartner ab.
- (4) Die Bindung zwischen dem C-Atom und der Abgangsgruppe wird ohne Einfluss des Nucleophils heterolytisch gespalten.

- (A) nur 1 und 3 sind richtig
 (B) nur 2 und 4 sind richtig
 (C) nur 3 und 4 sind richtig
 (D) nur 1, 2 und 3 sind richtig
 (E) nur 2, 3 und 4 sind richtig

98 Welche Faktoren begünstigen eine monomolekulare nucleophile Substitution (S_N1) gegenüber einer bimolekularen nucleophilen Substitution (S_N2) von Alkylhalogeniden zu Alkoholen?

- (1) aprotische Lösungsmittel
- (2) intermediäre Bildung mesomeriestabilsierter Carbenium-Ionen
- (3) raumerfüllende Alkylreste im Substrat

- (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 3 ist richtig
 (C) nur 1 und 2 sind richtig
 (D) nur 2 und 3 sind richtig
 (E) 1–3 = alle sind richtig

99* Von welchem Faktor hängt das Verhältnis Substitution/Eliminierung **nicht** ab?

- (A) Temperatur
- (B) Basizität der Reagenz
- (C) Polarität des Lösungsmittels
- (D) Eigenschaften der Abgangsgruppe des Substrats
- (E) Konzentration des Substrats

Ordnen Sie bitte den Reaktionsmechanismen der Liste 1 die jeweils zutreffende Reaktivitätsabstufung aus Liste 2 zu!

Liste 1

100* S_N1-Reaktion

101 S_N2-Reaktion

Liste 2 (relative Reaktivität)

- (A) primäres > sekundäres > tertiäres Alkylhalogenid
- (B) sekundäres > tertiäres > primäres Alkylhalogenid
- (C) tertiäres > sekundäres > primäres Alkylhalogenid
- (D) tertiäres > primäres > sekundäres Alkylhalogenid
- (E) sekundäres > primäres > tertiäres Alkylhalogenid

Ordnen Sie bitte den Reaktionsmechanismen der Liste 1 die jeweils zutreffende Reaktivitätsabstufung aus Liste 2 zu!

Liste 1

102* S_N1-Reaktion

103 E1-Reaktion

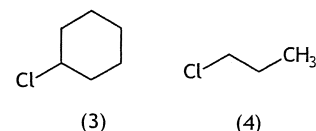
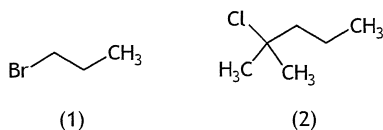
Liste 2 (relative Reaktivität)

- (A) primäres > sekundäres > tertiäres Alkylhalogenid
- (B) sekundäres > tertiäres > primäres Alkylhalogenid
- (C) tertiäres > sekundäres > primäres Alkylhalogenid
- (D) tertiäres > primäres > sekundäres Alkylhalogenid
- (E) sekundäres > primäres > tertiäres Alkylhalogenid

104* Welches der folgenden Alkylhalogenide reagiert mit einem Nucleophil bevorzugt nach dem S_N2-Mechanismus?

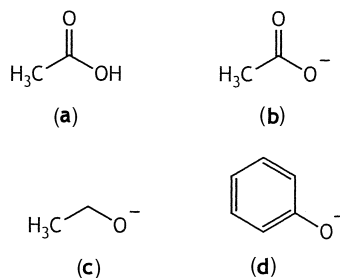
- (A) Benzylchlorid
- (B) Allylchlorid
- (C) Ethylchlorid
- (D) *tert*-Butylchlorid
- (E) 2-Chlor-2-methyl-butan

105 Ordnen Sie bitte die folgenden Halogenkohlenwasserstoffe aufgrund der strukturellen Voraussetzungen nach **zunehmender** Tendenz, S_N1-Reaktionen einzugehen! Welche Reihenfolge trifft zu?



- (A) 1, 2, 3, 4
- (B) 2, 3, 1, 4
- (C) 3, 2, 1, 4
- (D) 4, 1, 3, 2
- (E) 4, 2, 3, 1

106 Ordnen Sie bitte die folgenden Verbindungen/Ionen nach **zunehmender** Nucleophilie in polaren aprotischen Lösungsmitteln wie Dimethylsulfoxid oder Dimethylformamid! Welche Reihenfolge trifft zu?



- (A) a, b, d, c
- (B) a, d, c, b
- (C) b, a, d, c
- (D) c, d, b, a
- (E) d, c, a, b

Ambidente Nucleophile

107 Welche Ionen sind ambidente Nucleophile?

- (1) Phenolat-Ion
 - (2) Bromid-Ion
 - (3) Cyanid-Ion
 - (4) Hydroxid-Ion
 - (5) Carbenium-Ion
- (A) nur 1 und 2 sind richtig
 (B) nur 1 und 3 sind richtig
 (C) nur 2, 3 und 4 sind richtig
 (D) nur 3, 4 und 5 sind richtig
 (E) 1–5 = alle sind richtig

108 Welche Spezies sind ambidente Nucleophile?

- (1) Cyanid
 - (2) Ethanolat
 - (3) Bromid
 - (4) Triethylamin
 - (5) Phenolat
- (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 1 und 5 sind richtig
 (C) nur 2 und 4 sind richtig
 (D) nur 1, 3 und 5 sind richtig
 (E) nur 2, 3 und 4 sind richtig

109 Welche Nucleophile sind ambident?

- (1) Phenolat-Ion
 - (2) Cyanid-Ion
 - (3) Bromid-Ion
 - (4) Enolat-Ion
 - (5) Nitrit-Ion
- (A) nur 1 ist richtig
 (B) nur 2 und 4 sind richtig
 (C) nur 3 und 4 sind richtig
 (D) nur 1, 2 und 4 sind richtig
 (E) nur 1, 2, 4 und 5 sind richtig

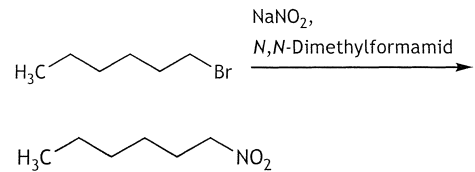
110 Welche Verbindung bildet bei der Deprotonierung **kein** ambidentes Anion?

- (A) Phenol
- (B) Acetonitril
- (C) Malonsäurediethylester
- (D) *tert*-Butanol
- (E) Caprolactam

111 Welches Anion reagiert **nicht** als ambidentes Nucleophil?

- (A) Cyanat
- (B) Rhodanid
- (C) Phenolat
- (D) Methanolat
- (E) Cyanid

112 Welche Aussagen zu der abgebildeten Reaktion treffen zu?



- (1) Nitrit ist ein ambidentes Nucleophil.
 - (2) *N,N*-Dimethylformamid fungiert als polar aprotisches Lösungsmittel.
 - (3) Das Produkt ist *n*-Hexylnitrit.
 - (4) Die Reaktion läuft nach einem S_N1 -Mechanismus ab.
- (A) nur 1 und 2 sind richtig
 (B) nur 1 und 3 sind richtig
 (C) nur 1 und 4 sind richtig
 (D) nur 2 und 4 sind richtig
 (E) nur 3 und 4 sind richtig

Lösungsmiteleinflüsse

113* Welches der nachfolgend aufgeführten Lösungsmittel ist polar protisch?

- (A) Essigsäure
- (B) Dimethylsulfoxid
- (C) *N,N*-Dimethylformamid
- (D) Benzen
- (E) Acetonitril

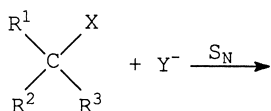
114* Welches der nachfolgend aufgeführten Lösungsmittel ist **nicht** dipolar aprotisch?

- (A) Cyclohexan
- (B) Dimethylsulfoxid
- (C) Dimethylformamid
- (D) Nitrobenzen
- (E) Acetonitril

119 Welche Aussage zur S_N2 -Reaktion an chiralen Alkylbromiden der allgemeinen Struktur $R^1R^2R^3CBr$ ($R^1 \neq R^2 \neq R^3$) mit OH^- als Nucleophil trifft zu?

- (A) Sie verläuft immer unter Racemisierung.
- (B) Der Übergangszustand besitzt oktaedrische Geometrie.
- (C) Es erfolgt Retention der Konfiguration.
- (D) Die Geschwindigkeit der Gesamtreaktion ist ausschließlich von der Alkylbromidkonzentration abhängig.
- (E) Es erfolgt Konfigurationsinversion.

120 Welche der folgenden Aussagen über die skizzierte Reaktion treffen zu?



$$(R^1 \neq R^2 \neq R^3 \neq X \neq Y)$$

- (1) Eine S_N1 -Reaktion an einem asymmetrisch substituierten C-Atom führt zur vollständigen Inversion der Konfiguration.
- (2) Durch S_N2 -Reaktion am asymmetrisch substituierten C-Atom eines enantiomerenreinen Eduktes entsteht ein racemisches Produkt.
- (3) S_N2 -Reaktionen an asymmetrisch substituierten C-Atomen führen zu optisch inaktiven *meso*-Formen der Produkte.
- (4) Die durch S_N1 -Reaktion am asymmetrisch substituierten C-Atom des Eduktes erhaltenen Produkte sind chiral.

- (A) nur 1 ist richtig
- (B) nur 2 ist richtig
- (C) nur 4 ist richtig
- (D) nur 1 und 2 sind richtig
- (E) nur 3 und 4 sind richtig

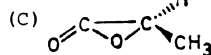
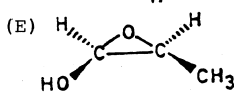
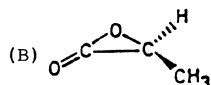
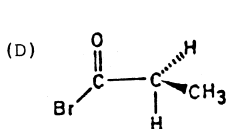
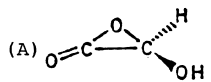
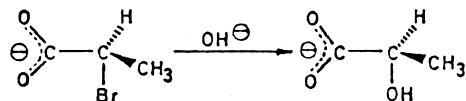
121* Welche Aussage trifft zu? Walden-Umkehr tritt auf bei:

- (A) radikalischen Substitutionsreaktionen, die unter Konfigurationserhalt verlaufen
- (B) Substitutionsreaktionen, die am chiralen C-Atom unter Retention der Konfiguration verlaufen

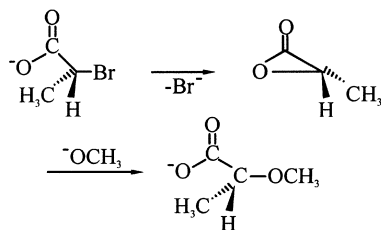
- (C) Reaktionen, bei denen ausschließlich stereospezifische Eliminierungen stattfinden
- (D) Additionsreaktionen, die zu *cis*-Addukten führen
- (E) Substitutionsreaktionen, die am chiralen Kohlenstoffatom unter Konfigurationsinversion verlaufen

Nachbargruppeneffekte

122 Welche der folgenden Zwischenstufen ist für den stereospezifischen Ablauf der angegebenen Reaktion entscheidend?



123* Welche Aussage zur gegebenen Reaktion trifft zu?



- (A) Der erste Schritt läuft unter Retention, der zweite Schritt unter S_N1 -Kontrolle ab.
- (B) Erster und zweiter Schritt laufen jeweils unter Inversion ab.
- (C) Die Reaktion zählt zum Typ der pericyclischen Reaktionen.
- (D) Es handelt sich um eine $E2$ -Reaktion.
- (E) Keine der Aussagen (A) bis (D) trifft zu.