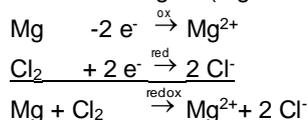


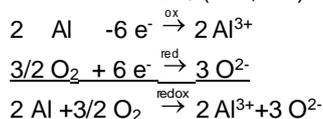
Antworten zu F 53

1. Mit 0.5 O₂ wird die Menge der benötigten Stoffteilchen im Verhältnis zu anderen Stoffteilchen angegeben. Bei chemischen Reaktionen ist die Anzahl der beteiligten Atome unglaublich hoch. Es muss sich deshalb bei den stöchiometrischen Faktoren um Verhältniszahlen handeln. Dies bedeutet nicht, dass hier nur halbe Moleküle vorkommen. Die Gleichung darf jederzeit mit einem Faktor multipliziert werden, so dass die stöchiometrischen Faktoren ganzzahlig werden. In unserem Beispiel bezieht sich der stöchiometrische Faktor 0.5 auf ein zweiatomiges Stoffteilchen, ein Molekül. Bei O würde es sich um ein isoliertes Sauerstoffatom handeln, welches in dieser Form nicht stabil wäre.

2. Es entsteht MgCl₂ (Mg²⁺ und Cl⁻):



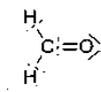
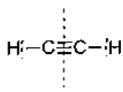
3. Es entsteht Al₂O₃ (Al³⁺, O²⁻):



Antworten zu F 54

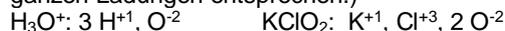
Aus Platzgründen steht in den folgenden Antworten die Oxidationszahl nicht oberhalb des Elementsymbols, sondern hochgestellt rechts oben.

1. CH₄ (C⁻⁴, 4 H⁺¹), C₂H₂ (2 C⁻¹, 2 H⁺¹) CH₂O (C⁰, 2 H⁺¹, O⁻²)



Im CH₂O hat C die Oxidationszahl Null, da ihm 4 Valenzelektronen (wie im isolierten C-Atom) gehören.

2. Fe⁺³ (Der Ladungsbetrag ist bei Oxidationszahlen nicht festgelegt, kann aber auch ganzen Ladungen entsprechen.)



Die Summe der Oxidationszahlen entspricht immer der Ladung der Formel.

3. Aus den Ausgangsstoffen CH₄ (C⁻⁴, 4 H⁺¹) und O₂ (2 O⁰) entstehen die Endstoffe (Reaktionsprodukte) CO₂ mit C⁺⁴ und 2 O⁻² sowie H₂O mit 2 H⁺¹ und O⁻². Die H-Atome ändern ihre Oxidationszahl nicht und erscheinen daher nicht in der Redoxgleichung:



Erweitert man die Reduktionsgleichung mit 4, so kann durch Addition der beiden Gleichungen die Redoxgleichung erhalten werden:



Bei Redoxgleichungen müssen neben der Art und der Anzahl der Atome auch die Ladungen (inkl. fiktive Ladungen) links und rechts vom Pfeil gleich groß sein.

Antworten zu F 55

1. Die Redoxgleichung ist dieselbe wie bei der Reaktion der Salzsäure mit Magnesiummetall: $\text{Mg} + 2 \text{H}^{+1} \xrightarrow{\text{redox}} \text{Mg}^{2+} + 2 \text{H}^0$. Allerdings verläuft die Reaktion langsamer, weil $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ bzw. $c(\text{H}^+)$ in einer Essigsäurelösung rund hundertmal kleiner ist als in Salzsäure derselben Konzentration. Trotzdem wird sämtliche Essigsäure verbraucht, weil das Protolysengleichgewicht von der Essigsäure durch den Verbrauch der H_3O^+ - bzw. H^+ -Ionen fortwährend gestört wird, so dass alle Essigsäuremoleküle in Acetat-Ionen CH_3COO^- überführt werden. Es entsteht also eine Lösung von Magnesiumacetat. Reaktionsgleichung:
 $\text{Mg}(\text{s}) + 2 \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2(\text{aq})$
2. Alle haben die gleiche Oxidationszahl +1. Aus der Sicht dieser Säureprotonen spielt es also keine Rolle, ob man die Gleichungen mit H_3O^+ , $\text{H}^+(\text{aq})$, HCl , bzw. CH_3COOH formuliert. Alle nehmen in der Reaktion ein e^- auf und werden zu elementarem Wasserstoff reduziert. Allgemein formuliert:
 $\begin{array}{ccc} +1 & & 0 \\ 2 \text{H} & + 2 e^- \xrightarrow{\text{red}} & \text{H}_2 \end{array}$ (auch erlaubt: H_2 oder 2H , wenn Ox.zahl geschrieben wird)
3. Gold ist ein Edelmetall, das sich in wässrigen Säurelösungen nicht auflöst, also nicht reagiert. Demzufolge vermögen Protonen in wässriger Lösung dem festen Gold keine Elektronen zu entziehen, im Unterschied zu den unedlen Metallen.

Antworten zu F 56

1. $\text{Na}^+ + e^- \xrightarrow{\text{red}} \text{Na}$ (oder Na^0) (Kathode)
 $\text{Cl}^- - e^- \xrightarrow{\text{ox}} \text{Cl}^0$ (oder $0,5 \text{Cl}_2^0 / 0,5 \text{Cl}_2$) (Anode)
 $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- \xrightarrow{\text{redox}} \text{Na} + \text{Cl}^0$ (oder $0,5 \text{Cl}_2^0 / 0,5 \text{Cl}_2$)

Die Reaktionsgleichung lautet:
 $\text{NaCl}(\text{l}) \rightarrow \text{Na}(\text{l}) + 0,5 \text{Cl}_2(\text{g})$

2. Kathode: Negativ geladener Elektronenleiter
Anode: Positiv geladener Elektronenleiter
Kation: Positiv geladenes Ion (Ion, welches zur Kathode wandert).
Anion: Negativ geladenes Ion (Ion, welches zur Anode wandert).
Elektrolyt: Ionenleitende Salzschnmelze oder -lösung.
Elektrolyse: Zersetzung, Zerlegung mit Hilfe von elektrischem Strom

3. $2 \text{Cl}^- - 2 e^- \xrightarrow{\text{ox}} 2 \text{Cl}^0$ (oder $\text{Cl}_2^0 / \text{Cl}_2$)
 $\text{Mg}^{2+} + 2 e^- \xrightarrow{\text{red}} \text{Mg}$
 $\text{Mg}^{2+} + 2 \text{Cl}^- \xrightarrow{\text{redox}} \text{Mg} + 2 \text{Cl}^0$ (oder $\text{Cl}_2^0 / \text{Cl}_2$)

Die Reaktionsgleichung lautet:
 $\text{MgCl}_2(\text{l}) \rightarrow \text{Mg}(\text{l}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

Antworten zu F 57

1. Sie werden von der gegenüberliegenden Elektrode angezogen, weil sie entgegengesetzt geladen sind. In der Mitte des Elektrolyts treffen sie aufeinander; dort erfolgt die Neutralisation zu Wasser, weil genau gleichviel H^+ an der Anode entstehen, wie OH^- an der Kathode.
2. Da Wasser zersetzt und die beiden Gase Wasserstoff und Sauerstoff gebildet werden, muss das Volumen des entstehenden Wasserstoffs doppelt so groß sein wie das des Sauerstoffs (Satz von AVOGADRO), weil Wasser doppelt soviel H- wie O-Atome enthält und die zweiatomigen Gasmoleküle H_2 und O_2 entstehen. Mit geeigneten Einrichtungen lassen sich übrigens die gebildeten Gase auffangen und ihre Volumina messen.
3. Das Molekül HCl ist polar (positiver Pol beim H-Atom, negativer Pol beim Cl-Atom), so dass es sich mit seinen entgegengesetzten Polen an die Elektroden anlagert. An der Kathode wird H^+ reduziert ($H^+ + e^- \xrightarrow{red} H^0$ (0,5 H_2)) und Cl^- abgestoßen. An der Anode wird Cl^- oxidiert ($Cl^- - e^- \xrightarrow{ox} Cl^0$ (0,5 Cl_2)) und H^+ abgestoßen. An der Kathode entsteht Wasserstoff- und an der Anode Chlorgas. Die abgestoßenen Ionen bilden in der Mitte des Elektrolyts wiederum HCl -Moleküle.

Antworten zu F 58

1. Die $Zn | Zn^{2+}$ -Halbzelle erhielte eine positive Überschussladung, weil die Ionen Zn^{2+} in Lösung gehen. Die $Cu | Cu^{2+}$ -Halbzelle hingegen erhielte eine negative Überschussladung, weil gelöste Cu^{2+} -Ionen reduziert werden und daher die Menge der gelösten Sulfat-Ionen SO_4^{2-} überwiegen würde. Damit käme der Stromfluss sofort zum Stillstand: Aus der $Zn | Zn^{2+}$ -Halbzelle könnten keine Elektronen mehr wegfließen, weil sie vom positiv geladenen Elektrolyt angezogen würden und in die $Cu | Cu^{2+}$ -Halbzelle könnten die Elektronen nicht mehr eindringen, weil sie vom negativ geladenen Elektrolyt abgestoßen würden.
2. Würden die Anionen (negative Ionen, hier SO_4^{2-}) von rechts nach links durch das Diaphragma fließen (was zwar theoretisch den Ladungsausgleich ergibt), so hätte man am Ende der Reaktion in der Halbzelle rechts reines Wasser und in der Halbzelle links eine doppelt so große $c(ZnSO_4, aq)$. Das kann nicht sein, weil die Wärmebewegung dafür sorgt, dass sich bewegliche Teilchen (in Gasen oder Flüssigkeiten) immer gleichmäßig verteilen. Der Ladungsausgleich wird im DANIELL-Element durch die Kationen (positive Ionen) Zn^{2+} bewerkstelligt, die von links nach rechts durch das Diaphragma fließen.
3. In beiden Halbzellen aus Zinksulfatlösung. In der rechten Halbzelle werden die Cu^{2+} -Ionen als elementares Kupfer (Cu) auf der Kathode abgeschieden. Sie werden ersetzt durch Zn^{2+} -Ionen, welche durch das Diaphragma treten. Diese wiederum werden ersetzt durch Zink-Ionen, welche durch Oxidation des metallischen Zinks der Anode in der linken Halbzelle entstanden sind und in den Elektrolyt austreten. In der linken Halbzelle bleibt die $c(ZnSO_4, aq)$ konstant, in der rechten Halbzelle wird $CuSO_4, aq$ langsam durch $ZnSO_4, aq$ ersetzt.

Antworten zu F 59

1. Die Zinkelektrode, da Zink unedler als Kupfer ist.
2. Die Übereinkunft lautet: Je größer die $c(\text{Elektronengas})$ /der "Elektronenüberdruck" einer Elektrode ist, umso kleiner (negativer) ist das Elektrodenpotential. Die negativere Zahl ist -3 und auf einer Zahlengerade die von $-\infty$ bis $+\infty$ geht, ist sie auch die kleinere Zahl (Es geht also hier nicht um den Betrag!) Diese Elektrode hat also das kleinere Elektrodenpotential und den größeren "Elektronenüberdruck".
3. Dasjenige von Zink ist kleiner, d.h. negativer, denn Zink ist der Elektronenspender, wie der Auflösungsvorgang $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$ beweist. Beim Spender ist $c(\text{Elektronengas})$ größer als beim Empfänger.

Antworten zu F 60

1. Die Elektrode links hat das kleinere Potential; daher erfolgt dort die Oxidation $\text{Zn} - 2 \text{e}^- \xrightarrow{\text{ox}} \text{Zn}^{2+}$. Die Elektronen fließen durch den Draht aufs rechte Zinkblech, wo die Reduktion $\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \xrightarrow{\text{red}} \text{Zn}$ erfolgt.
2. In der Halbzelle links gehen Zn^{2+} -Ionen in Lösung, während solche Ionen an der anderen Elektrode reduziert werden und sich als metallisches Zink auf dem Zinkblech niederschlagen. Damit die Ladungsneutralität gewahrt wird, müssen hier die Anionen SO_4^{2-} von rechts nach links durch das Diaphragma fließen. Damit ist der Stromkreis geschlossen: negative Ladung (e^-) fließt im Draht von links nach rechts und negative Ladung (SO_4^{2-}) im Elektrolyt von rechts nach links. Da hier unterschiedliche Konzentrationen in den Halbzellen vorliegen, ist die gleichmäßige Verteilung der Teilchen nur so gewährleistet. Beim DANIELL-Element fließen Elektronen von links nach rechts und positive Ladung (Zn^{2+}) ebenfalls, was auch einen Stromkreis schließt.
3. Das Potential der Elektrode links wird größer, da die Konzentration der gelösten Zink-Ionen zunimmt und das der Elektrode rechts wird kleiner, da die $c(\text{Zn}^{2+})$ abnimmt. Damit wird die Potentialdifferenz (Spannung) kleiner. Haben die Halbzellenelektrolyte gleichgroße Volumina, so wird im Endzustand ihre Zusammensetzung so, dass $c(\text{ZnSO}_4, \text{aq}) = 0,55 \text{ mol/L}$ beträgt, was das arithmetische Mittel der beiden ursprünglichen Konzentrationen ist. Nun haben beide Elektroden dasselbe Potential und die Spannung wird Null (System im Gleichgewicht).

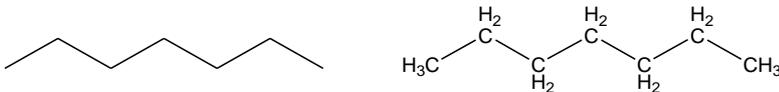
Antworten zu F 61

1. 0,76 V, wie der Tabelle [T 2] im Anhang zu entnehmen ist. Es gibt keine negativen Spannungen, sondern nur Spannungen ("Elektronendruck"). Das negative Vorzeichen für das Standardpotential der Zn-Elektrode ($E^\circ = -0,76 \text{ V}$) bedeutet nur, dass dieses Elektrodenpotential kleiner ist als das der Wasserstoff-Standardelektrode!
2. Da die Zn-Elektrode das kleinere Potential hat, erfolgt hier die Oxidation $\text{Zn} - 2 e^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$. Die Elektronen, die auf die andere Elektrode fließen, bewirken die Reduktion $2 \text{H}^+ + 2 e^- \rightarrow 2 \text{H}^0$ ($2 \text{H}^+ + 2 e^- \rightarrow \text{H}_2$). Hier entsteht also zusätzliches Wasserstoffgas und es wird Säure verbraucht. Die Gesamtreaktion ist $\text{Zn} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$. Dies ist nichts anderes als das Auflösen des unedlen Zinkmetalls in wässrigen Säurelösungen (wie in *L Metalle und Säurelösungen* beschrieben); in einer elektrochemischen Zelle werden einfach Reduktion und Oxidation räumlich getrennt.
3. Die Wasserstoffelektrode hat das kleinere Potential; also erfolgt die Oxidation $\text{H}_2 - 2 e^- \rightarrow 2 \text{H}^+$. An der Silberelektrode muss die Reduktion $2 \text{Ag}^+ + 2 e^- \rightarrow 2 \text{Ag}$ erfolgen, d. h. es scheidet sich metallisches Silber an der Elektrode ab. - Der Grund für die Wahl der Wasserstoff-Standardelektrode als Nullpunkt der Potentialskala war der, dass sie edle (E° positiv) von unedlen (E° negativ) Metallen scheidet!

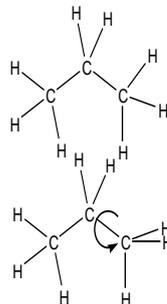
Antworten zu F 62

1. In gewissen Projektionen schaut man nicht von der Seite auf die zick-zack-förmig verbundenen C-Atome, sondern von oben. Dadurch liegen die C-Atome in der Projektion alle auf einer Linie. Bei der Skelettformel ist man jedoch auf die Darstellung der Winkel zwischen den C-C-Bindungen angewiesen, da man sonst die Positionen der C-Atome nicht erkennt. Es gibt außerdem Moleküle, welche in keiner Projektion für die Darstellung mittels Skelettformel geeignet sind. Ethan z.B. würde nur aus einem Strich bestehen, Methan sogar nur aus einem Punkt. Solche Moleküle sind einfach zu klein, hier ist aber auch das Zeichnen einer Valenzstrichformel noch zumutbar.

2.



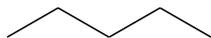
3. Unterschiedliche Konformationen ergeben sich durch Drehung um Einfachbindungen. Beim Propan verändert sich dadurch die gegenseitige Lage der C-Atome nicht. Der Abstand zwischen den C-Atomen und der Winkel zwischen den beiden C-C-Bindungen bleibt gleich. Die Drehung um eine C-C-Bindungen führt natürlich zu einer Drehung des dranhängenden C-Atoms, welches jedoch nicht gezeichnet wurde. Mit dieser Drehung verändern sich die Positionen der daran hängenden H-Atome, so dass je nach Drehwinkel in der Valenzstrichschreibweise beliebig viele Konformationen möglich sind:



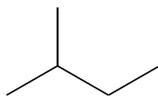
Antworten zu F 63

1. Seine Gruppenformel ist $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$. Die Summenformel folglich C_4H_{10} . Die Angabe der Stellung der Methylgruppe wäre zur eindeutigen Benennung nicht unbedingt notwendig. 1-Methylpropan würde nämlich Butan heißen und 3-Methylpropan müsste nach den Nomenklaturregeln (kleine Zahlen!) 1-Methylpropan genannt werden.

2.



Pentane



2-Methylbutan



2,2-Dimethylpropan

Alle anderen sind mit einem der drei identisch. Es sind dann entweder andere Konformationen, welche durch Drehung um Einfachbindungen erhalten wurden, oder es sind gleiche Konformationen, welche im Raum gedreht wurden.

3. 3-Chlor-3-fluor-2,2-dimethylpentan

Antworten zu F 64

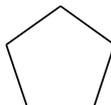
1. Cyclopropan
(CH_2)₃



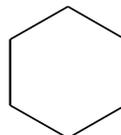
Cyclobutan
(CH_2)₄



Cyclopentan
(CH_2)₅



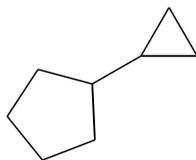
Cyclohexan
(CH_2)₆



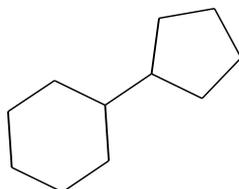
2. Wie die obenstehenden Gruppenformeln zeigen, haben diese Cycloalkane die allgemeine Summenformel C_nH_{2n} . - Durch den Ringschluss der C-Atome werden die endständigen beiden H-Atome nicht mehr benötigt.

3. Ja, nämlich dann, wenn mehr als ein Kohlenstoffring pro Molekül vorliegt. Einige Beispiele von Molekülen mit zwei Ringen sollen dies illustrieren:

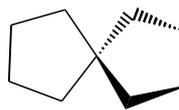
Cyclopropylcyclopentan
 C_8H_{14}



Cyclopentylcyclohexan
 $\text{C}_{11}\text{H}_{20}$



Spiro-dicyclopentan
 C_9H_{16}



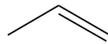
(rechtwinklig zueinanderstehende Ringebenen)

Antworten zu F 65

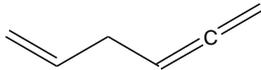
1.



Buta-1,3-dien



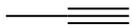
Propen



Hexa-1,2,5-trien

Die Stellungsangabe bei Propen ist nicht notwendig, da bei Vorhandensein von nur einer Doppelbindung beide in Frage kommenden Varianten identisch sind.

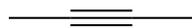
2.



Propin



But-1-in



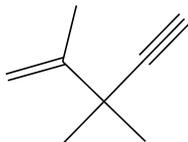
But-2-in



Butadiin

Zu beachten ist bei allen vier Molekülen die absolut gestreckte Form im Bereich der Dreifachbindung als Folge der größtmöglichen Abstoßung zwischen den Elektronengruppen der Dreifachbindung einerseits und der Einfachbindung andererseits.

3.

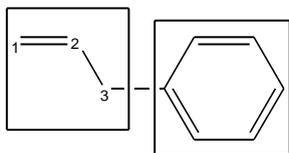


2,3,3-Trimethylpent-1-en-4-in

Antworten zu F 66

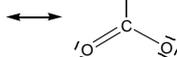
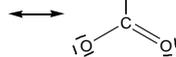
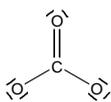
1. Naphthalin: $C_{10}H_8$ (nur die C-Atome, welche nicht an der Verbindung der beiden Ringe liegen haben je ein H-Atom). Anthracen und Phenanthren: $C_{14}H_{10}$
Die H-Atome liegen in der Ebene der Ringe (vergl. dazu die Geometrie bei Alkenen). Alle Moleküle sind also völlig planar.

2.



Der Propen-Grundbaustein hat die Doppelbindung an C-1, damit die Silbe -en eine möglichst tiefe Stellenbezeichnung kriegt. Weil es für die Doppelbindung aber nur zwei Möglichkeiten gibt, wird die Angabe der Stellenbezeichnung für die Doppelbindung überflüssig. Beachten Sie bitte, dass das vierte C-Atom bereits Bestandteil des Phenylrestes ist.

3.



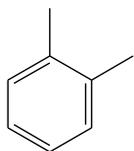
Carbonat-Ion



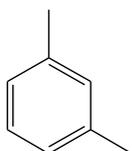
Acetat-Ion

Antworten zu F 67

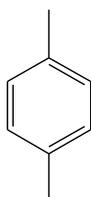
1. Nein. Es handelt sich nur um unterschiedliche Molekülkonformationen des Heptans C_7H_{16} . Die Konstitution (Bindungsfolge) aller Heptankonformationen ist $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$, was mit der Gruppenformel $H(CH_2)_7H$ festgelegt ist.
2. Nein. Verzweigt-kettige Alkane enthalten mindestens ein tertiäres (bindet 3 weitere C-Atome) oder ein quartäres (bindet 4 weitere C-Atome) Kohlenstoffatom. Da diese Bindungspartner in den Ecken eines Tetraeders stehen, gibt es keine ebene C-Konformation mehr.
3. Es gibt nur drei Konstitutionsisomere. Da alle Methylgruppen in der Ringebene liegen, sind alle weiteren Möglichkeiten mit einem der drei untenstehenden Moleküle identisch.



1,2-Dimethylbenzol



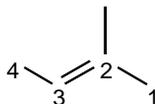
1,3-Dimethylbenzol



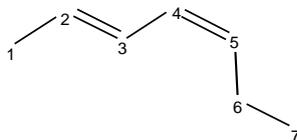
1,4-Dimethylbenzol

Antworten zu F 68

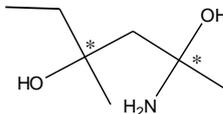
1. Nein, es gibt keine. Die beiden Methylgruppen an Stellung 2 sind identisch, ein Vertauschen der beiden würde keine Änderung des Moleküls bedeuten.



2.

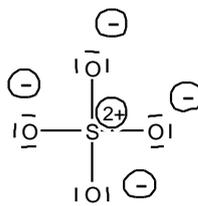


3. Die beiden mit dem Stern markierten C-Atome sind chiral. Beide tragen vier verschiedene Substituenten:
 C_2H_5 , OH , CH_3 und $CH_2C(OH)(NH_2)CH_3$
bzw.
 OH , NH_2 , CH_3 und $CH_2C(OH)(CH_3)C_2H_5$
Am ersten chiralen C-Atom gibt es zwei verschiedene Anordnungsmöglichkeiten, am zweiten auch, das ergibt total $2 * 2 = 4$ Stereoisomere.

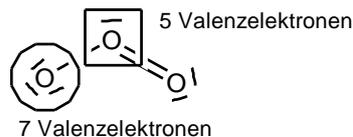


Antworten zu F 69

1. Das S-Atom hat an Elektronen die Hälfte der vier Bindungselektronenpaare, also 4 Elektronen. Das sind zwei zu wenig, also Formalladung 2+. Die vier O-Atome haben je 7 Elektronen statt 6, also je Formalladung -1. In der Summe sind das zwei negative Formalladungen, was der Gesamtladung des Molekül-Ions entspricht.

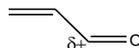


2. Die Valenzstrichformel muss mit den erweiterten Regeln zur Konstruktion von Molekülen gezeichnet werden, da es nach dem Tetraedermodell der Valenzschale nicht existieren dürfte. In der folgenden Darstellung besitzen alle O-Atome



Edelgaskonfiguration, das mittlere jedoch eine positive Ladung und eines der anderen eine negative Formalladung (wie beim Sulfat-Ion in Aufgabe 1.)

3. Elektrophile haben die Gelegenheit die elektronenreichen Doppelbindungen anzugreifen. Nukleophile tun dies beim positiv polarisierten C-Atom, das benachbarte O-Atom saugt ihm mit seinem hohen EN-Wert sozusagen die Elektronen weg, so dass ein elektronenreiches Teilchen dort andocken kann.



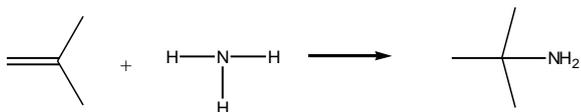
Antworten zu F 70

1. $\text{C}_2\text{H}_6 + 2 \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2 + 2 \text{HCl}$. Die Beleuchtung eines Alkans in Anwesenheit von Halogenen wie elementares Chlor führt zur Substitution von H-Atomen durch Chloratome. Dabei wird die Säure HCl gebildet und nicht etwa H_2 . Bei einem Verhältnis von 2 mol Chlor auf 1 mol Ethan resultiert im Durchschnitt eine doppelte Substitution.
2. Hier werden Iodid-Ionen durch Chlorid-Ionen ersetzt. Die negativen Chlorid-Ionen Cl^- machen dies durch einen "kernliebenden", nukleophilen Angriff.
3. S_E . NO_2^+ ist ein Elektrophil, wie der vorherige Lernschritt gezeigt hat. Analog zu den Kurzbezeichnungen für die radikalische und die nukleophile Substitution, wird neben dem großen S für Substitution ein tief gestelltes großes E geschrieben. (Der Angriff erfolgt übrigens auf die delokalisierten Elektronen des aromatischen Rings, so dass sich an einem C-Atom für einen Moment zwei Substituenten befinden, bevor sich das H^+ abspaltet. Dies haben Geschwindigkeitsuntersuchungen mit ^2H -Substituenten ergeben. Man fand keinen Unterschied zu den ^1H -Substituenten. Das Bindungselektronenpaar C-H konnte also nicht der Ort des Angriffs sein, weil wegen den unterschiedlichen Massen der Substituenten auch unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeiten resultieren sollten.)

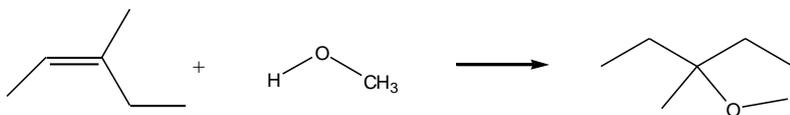
Antworten zu F 71

1. Bei Additionsreaktionen wird eine Doppelbindung zu einer Einfachbindung, bzw. eine Dreifachbindung zu einer Doppelbindung. Ein (kleines) Molekül koppelt an ein größeres, ohne dass an dessen Stelle ein Molekülteil abgespalten wird. Bei Substitutionsreaktionen wird ein (kleines) Molekül in ein anderes angekoppelt. Ein Molekülteil verlässt das andere Molekül. Grundsätzliche Unterschiede bei der Reaktionsauslösung gibt es nicht, da beide Reaktionstypen radikalisch, nukleophil und elektrophil ausgelöst werden können.

2.



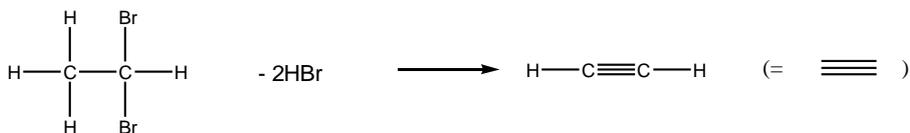
3. Es müssen die Molekülteile H und O-CH₃ addiert werden. Das H koppelt dort an, wo bereits mehr H-Atome vorhanden sind.



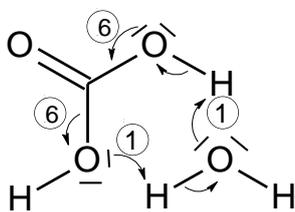
Antworten zu F 72



2.



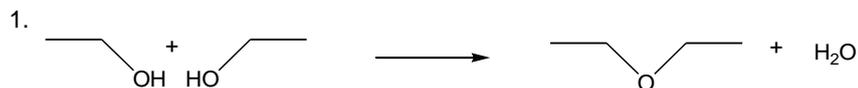
3.



In Worten: Wasser wirkt zugleich nukleophil wie auch elektrophil. Dadurch wird der OH-Gruppe oben rechts das Proton entzogen und der OH-Gruppe unten links eines gespendet. Das so gebildete H₂O aus der OH-Gruppe unten links wird anschließend abgespalten. Das reaktionsauslösende H₂O hat zwar Protonen getauscht, bleibt aber als H₂O erhalten. Die Schritte 1 sind reaktionsauslösend, die Abspaltung von

Wasser unten links und die Bildung der Doppelbindung oben (Reaktionen 6) müssen die letzten Reaktionsschritte sein.

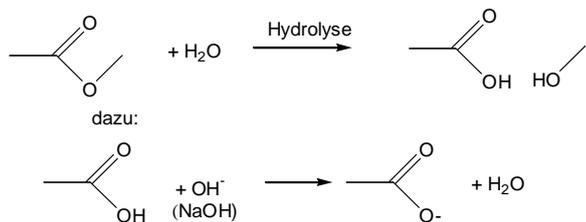
Antworten zu F 73



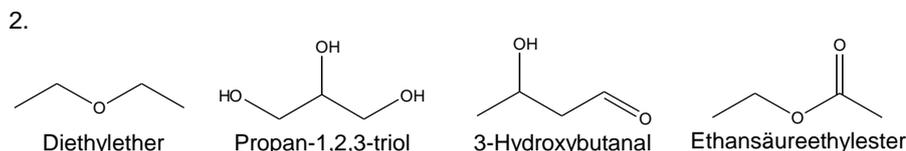
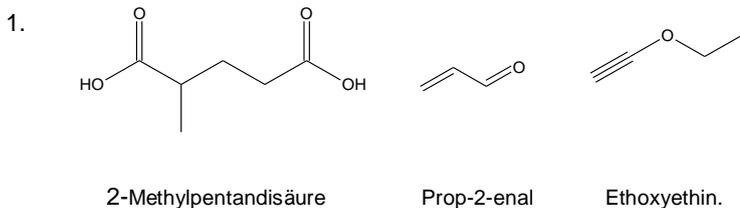
Der Reaktionsmechanismus kann nicht derselbe sein, da hier das doppelt gebundene O-Atom fehlt, an dem die anfängliche Protonierung stattfinden sollte. (Auch diese Reaktion kann mit Säure katalysiert werden, die Protonierung muss aber zwangsläufig an einem der vorhandenen O-Atome erfolgen.)

2. Das O in Wasser stammt gemäß Reaktionsmechanismus aus der Essigsäure. (Diese Fragestellung ist wichtig, wenn es darum geht eine Hypothese für den Mechanismus aufzustellen. Woher das O-Atom stammt lässt sich bestimmen, indem man eines der fraglichen O-Atome radioaktiv markiert. Dazu wird z.B. ein Alkohol synthetisiert, der statt ^{16}O ein radioaktives O-Atom besitzt. Nach der Reaktion wird das Produkt gereinigt und man kann aufgrund der Radioaktivität feststellen, ob sich das markierte O-Atom im Produkt befindet oder nicht.)

3. Es entsteht im Prinzip Essigsäure CH_3COOH und CH_3OH . Die Essigsäure liegt aber in ihrer deprotonierten Form, dem Acetat-Ion vor, da sie als Säure in basischen Bedingungen das Proton abgibt. (Der Alkohol gibt unter diesen Bedingungen kein Proton ab. Mit dem bisherigen Wissen kann die Antwort nur für die Essigsäure gegeben werden.)



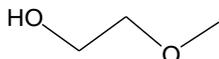
Antworten zu F 74



3. 4,5-Diamino-3-hydroxy-2-oxohex-3-enal (Aldehyd hat höchste Priorität, Amino vor Hydroxy und vor Oxo)

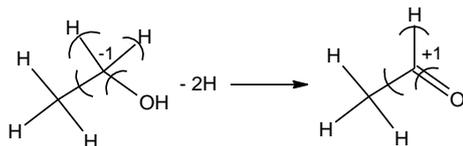
Antworten zu F 75

- $C_2H_4 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2OH$
 $CH_3OH + OHCH_2CH_2CH_3 \rightarrow CH_3OCH_2CH_2CH_3 + H_2O$
- Zwischen Diethylethermolekülen sind keine Wasserstoffbrücken möglich, da die aktiven Stellen fehlen, wohl aber zwischen den Alkoholmolekülen. Darauf beruht die Siedepunktsdifferenz von 73°C. Bei der Wasserlöslichkeit würde man eine bessere bei den Alkoholen vermuten, da sie für die Bildung von H-Brücken mit Wasser 2 passive und 1 aktive Stelle besitzen, der Ether hingegen nur zwei passive. (Erstaunlicherweise sind beide etwa gleich gut wasserlöslich, je ca. zu 8%, was darauf hindeutet, dass die Gestalt oder Symmetrie des Moleküls ebenfalls eine Rolle spielt.)
- Es muss sich um 2-Methoxyethanol handeln, da am 1. C-Atom, das die Hydroxygruppe bindet, keine weiteren O-Atome gebunden sein dürfen. Auch die beiden C-Atome um die Etherfunktion dürfen keine weiteren O-Atome gebunden haben:



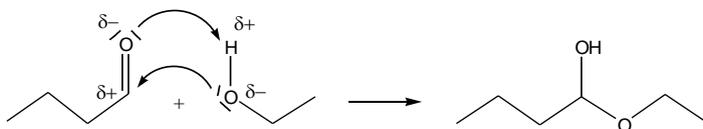
Antworten zu F 76

1.



C1: 5e⁻ statt 4 → OZ -1 C1: 3e⁻ statt 4 → OZ +1
Bei C-Atom 1 findet eine Abgabe von 2e⁻ statt. Das ist eine Oxidation.

2.



Es entsteht ein chirales Molekül (vier verschiedene Substituenten am zentralen C-Atom). Es ist kein Alkohol, da das erwähnte C-Atom neben dem O der Hydroxygruppe noch ein weiteres O-Atom bindet, was gemäß Definition des Alkohols nicht sein darf.

- Es kann sich dank seiner passiven Stellen für H-Brücken in den Wasserverband integrieren. Wegen fehlender aktiver Stellen ist es nicht in der Lage Benzol zu verdrängen. Die fehlenden aktiven Stellen sind auch verantwortlich für den tieferen Siedepunkt gegenüber Propan-2-ol.

Antworten zu F 77

1.



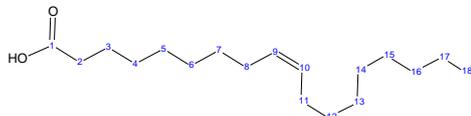
An C-1: $3 e^-$ statt $4 e^-$

$1 e^-$ statt $4 e^-$

Änderung der Oxidationszahl von +1 nach +3 kommt einer Abgabe von $2 e^-$ gleich, das ist eine Oxidation.

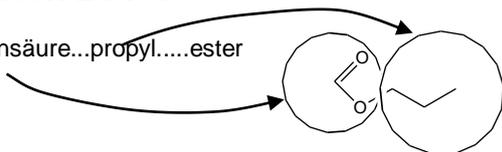
2. Fettsäuren sind geradkettige Monocarbonsäuren mit meist gerader C-Zahl zwischen 4 und 36 C-Atomen. Die einfachste geradkettige Monocarbonsäure mit 4 C-Atomen ist Buttersäure (Trivialname Buttersäure). Diethylether ($C_2H_5OC_2H_5$) z.B. ist leicht wasserlöslich mit 4 C-Atomen und zwei passiven Stellen für H-Brücken. Buttersäure ist gut wasserlöslich mit, 4 passiven und einer aktiven Stelle.

3.

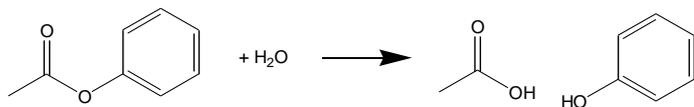


Antworten zu F 78

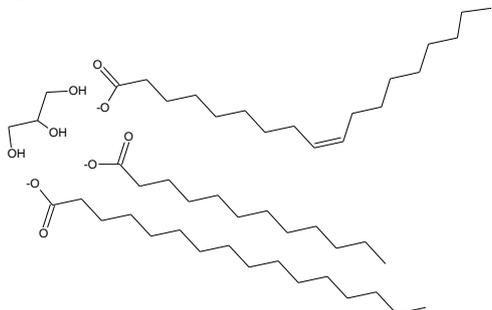
1. Ameisensäure...propyl.....ester



2.

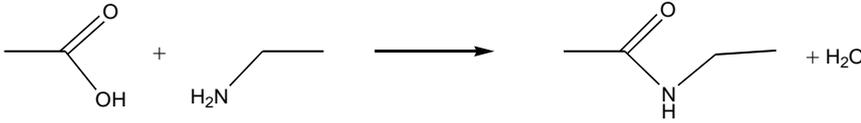


3. Unter diesen Bedingungen werden die Fettsäuren deprotoniert und liegen als Anionen vor.



Antworten zu F 79

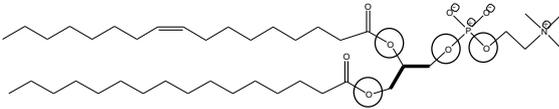
1.



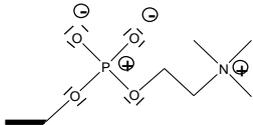
2. Da Ammonium-Ionen NH_4^+ als Säuren gerade gleich stark sind wie die Acetat-Ionen CH_3COO^- als Basen (10 000 : 1), ist der pH solcher Lösungen 7.
3. Tenside enthalten - wie die Abbildung in diesem Lernschritt zeigt - lange, unpolare Molekülteile, welche in wässriger Lösung gehalten werden müssen. Ionen bilden mit Wasser die besonders starken Ion-Dipol-Wechselwirkungen.

Antworten zu F 80

1. Von den vier Esterbindungen sind nur zwei Carbonsäureester. Zwei weitere stammen von der Kondensation der Phosphorsäure mit den Alkoholen Glycerin und Cholin.



2. Den zwei O-Atomen oberhalb des zentralen P-Atoms können je 7 Elektronen zugeschrieben werden. (Drei nichtbindende Paare plus ihr Anteil von 1 e⁻ am gemeinsamen Elektronenpaar.) Da O-Atome nur 6 Valenzelektronen besitzen, tragen sie je eine formale Ladung von -1. Dem N und dem P-Atom werden je 1 e⁻ aus den 4 gemeinsamen Elektronenpaaren zugeschrieben. Beide hätten 5 Valenzelektronen und haben somit die formale Ladung +1. Die Gesamtladung des Phosphorsäurerestes berechnet sich gemäß $-2 + 1 = -1$. (Alle Ladungen tragen die Einheit der Elementarladung e). Mit der Ladung +1 vom N-Atom ist das Gesamtmolekül ungeladen.



3. Sie würden ihre wasserunlöslichen, aber fettlöslichen (lipophilen) Hinterteile gegen den Öltropfen richten und über van der Waals-Wechselwirkungen binden. Der polare Kopf wäre gegen das Wasser gerichtet. Der Öltropfen wäre für das Wasser nicht mehr zugänglich, da er vollständig mit Lecithin beschichtet wäre. Über die polaren Köpfe der Lecithin-Moleküle würde der Tropfen in Schwebelage gehalten.

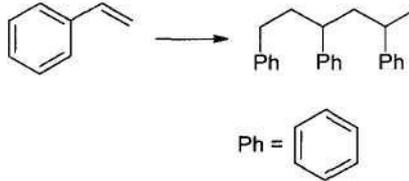
Antworten zu F 81

1. Chlorethen hat die Gruppenformel CH_2CHCl ; technisch wird dieser Stoff Vinylchlorid genannt ($\text{CH}_2\text{CH-}$ ist die sog. Vinylgruppe). Das Polymerisat ist der wichtige Kunststoff PVC (Polyvinylchlorid). - Phenylethen mit der Gruppenformel $\text{CH}_2\text{CHC}_6\text{H}_5$ hat den Trivialnamen Styrol; auch dieses Polymerisat ist ein wichtiger Kunststoff, das Polystyrol PS:

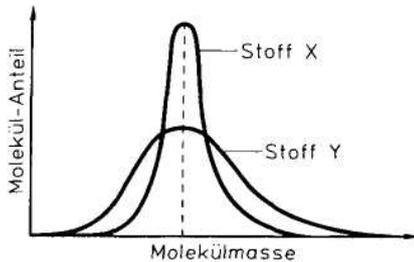
Polyvinylchlorid PVC



Polystyrol PS



2.



Nein, es entstehen mehr oder weniger statistische Gemische gleichgebauter Moleküle unterschiedlicher Kettenlängen, da das Wachstum der Ketten an unzähligen „Keimen“ (Bruchstücke der Startersubstanz-Moleküle) beginnt und notgedrungen dann aufhört, wenn keine Monomerbausteine mehr für das jeweilige Kettenende verfügbar sind. Je einheitlicher ein solches Molekülgemisch ist (Stoff X), umso besser sind auch seine Werkstoffeigenschaften.

3. Seitenketten stören die Ausbildung kristalliner Bereiche. Daher ist das stark verzweigte Hochdruckpolyethylen (bei erhöhter Temperatur und Drücken bis 2000 bar hergestellt) praktisch nicht kristallisierbar.

Antworten zu F 82

1. Hochdruck-PE, da es wegen der Seitenketten kaum kristalline Micellen aufweist und damit durchsichtig ist.
2. Weil es sich um (bei nicht zu hohen Temperaturen) chemisch reaktionsträge Stoffe handelt (Alkane und auch aromatische Ringe, gebunden an Trägergerüste, erfüllen diese Voraussetzung). Zudem sind sie undurchlässig für Luft und Wasser, lassen den Inhalt erkennen (lichtdurchlässig) und sind billig.
3. Im Idealfall nur H_2O und CO_2 , da die Moleküle nur aus C- und H-Atomen bestehen, also an und für sich ungiftige Substanzen. Allerdings können Verbrennungen nie auf diese Weise (vollständige Verbrennung) realisiert werden. - Beim PVC hingegen entsteht aus den Chloratomen Chlorwasserstoffgas HCl , das aus den Rauchgasen ausgewaschen werden muss, damit diese starke Säure nicht in die Atmosphäre gelangt.

Antworten zu F 83

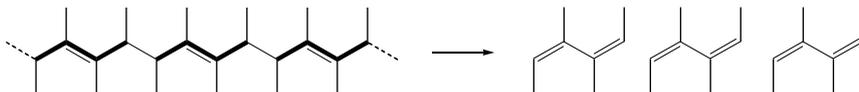
1. Nachstehend links ist die Skelettformel des Monomers 2-Methylbuta-1,3-dien angegeben, anschließend schematisch das Gebilde, das zur 1,4-Addition befähigt ist und daraufhin ein Kettenabschnitt des all-cis-1,4-Polymers (Naturkautschuk!):



(Das 2-Methylbuta-1,3-dien hat den Trivialnamen Isopren und ist ein wichtiger Baustein zahlreicher Naturstoffe.)

2. Polyethylen (PE) ist bei Raumtemperatur ausgesprochen reaktionsträge. Daher kann es als Material für Chemikalienbehälter, Lebensmittelverpackung, Kabelisolationen, medizinische Utensilien wie Spritzen und Schläuche und für diverse Haushaltsgegenstände verwendet werden. Alkane sind wie bereits besprochen mit Ausnahme der „gespannten Ringe“ von Cyclopropan und Cyclobutan bei Raumtemperatur reaktionsträge. Demgegenüber sind 1,4-Polymere ungesättigt; ihre C=C-Doppelbindungen sind zu Additionsreaktionen fähig, was bei der Gummi-Herstellung (siehe folgender Lernschritt) ausgenutzt wird.

3.



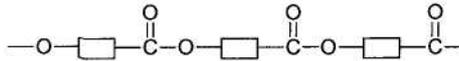
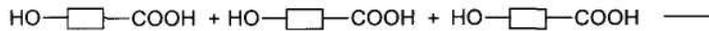
Diejenigen Abschnitte in der Polymerhauptkette, welche ursprünglich ein Monomer bildeten, sind fett hervorgehoben.

Antworten zu F 84

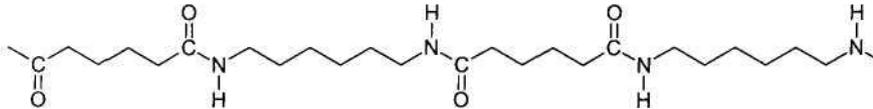
- Bei kurzfristiger Verformung gummi-elastisch, da die langen Makromoleküle nur teilweise (d.h. nur Kettenabschnitte davon) aneinander abgleiten. Dauert aber die Verformung länger, so haben die unvernetzten Moleküle Zeit, vollständig voneinander abzugleiten, womit das Material dauerhaft verformt wird.
- Gummi muss vernetzt sein, damit kein vollständiges Abgleiten der Molekülketten möglich ist. Der Unterschied liegt also in der zusätzlichen Vulkanisation.
- Die cis-C=C-Doppelbindungen, da sie die regelmäßige und gestreckte Zick-Zack-Anordnung der Ketten verhindern, wie sie z.B. in Polyethen vorhanden ist. Einen Einfluss haben zudem die in Naturkautschuk vorhandenen Methylgruppen, welche einer parallelen Anordnung der Ketten entgegenwirken.

Antworten zu F 85

1. Ja. Die zugrunde liegenden Moleküle müssen sog. Hydroxysäuren sein, d. h. sowohl eine Hydroxygruppe -OH als auch eine Carboxygruppe -COOH enthalten. Dann ist Polykondensation gemäß dem folgenden Schema möglich:



2.



3. Formal ist es die gleiche Reaktion, welche bereits von der Polymerisation von Ethen zu Polyethen bekannt ist, eine Polyaddition. (Die Reaktionsbedingungen sind aber stark verschieden: Bei der Härtung von ungesättigten Polyesterharzen sind Normaldruck und Raumtemperatur üblich, was die Anwendung bei großen Werkstücken erleichtert. Verstärkt mit Glasfasern können in der Form ganze Schiffsrümpfe hergestellt werden.)

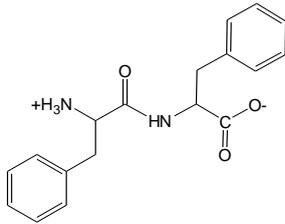
Antworten zu F 86

1. Gemäß Tabelle hat die Aminosäure Glutaminsäure einen IEP von 3.22. An diesem Punkt ist die Aminogruppe protoniert, die α -Carboxygruppe deprotoniert und die zweite Carboxygruppe ungeladen. (Sie ist offenbar ein bisschen schwächer sauer als die α -Carboxygruppe.) Wird nun der pH auf den Wert 2 gesenkt, wird die Umgebung noch etwas saurer, der Druck der Protonen auf die Aminosäure wird erhöht. Nur die deprotonierte $-\text{COO}^-$ - Gruppe kommt als Protonenakzeptor in Frage, wodurch eine negative Ladung verschwindet. Die Aminosäure wird positiv geladen.
2. Hier sind beim IEP die Aminogruppen der Reste protoniert, da sie offenbar etwas basischer sind als die α -Aminogruppen.
3. Alle Aminosäuren haben ein chirales α -C-Atom außer der Aminosäure Glycin. Sie besitzt als Rest ein einziges H-Atom und damit zwei H-Atome am α -C-Atom. Somit ist die Bedingung für Chiralität - vier verschiedene Substituenten - nicht erfüllt.

Antworten zu F 87

1. Ein Decapeptid besteht aus 10 Aminosäurebausteinen. Ist das Decapeptid offenkettig (es gibt auch cyclische Peptide), so liegen 9 Peptidbindungen vor, da die Amino- bzw. Ammoniumgruppe und die Carboxy- bzw. Carboxylatgruppe an den Kettenenden keine Peptidbindung ausbilden. Offenkettige Peptide haben also immer eine Peptidbindung weniger als Aminosäurebausteine. Bei cyclischen Peptiden ist die Zahl der Aminosäurebausteine und der Peptidbindungen gleichgroß.

2.



3. Das an N gebundene H-Atom stellt eine aktive Stelle für H-Brücken dar (und zwar eine recht gute, da das N-Atom etwas weniger Elektronen hat als ohne benachbarte Carbonylgruppe C=O). Die O-Atome der Carbonylgruppen haben passive Stellen für H-Brücken, nicht aber die N-Atome der Peptidbindungen, weil dort die Elektronenmenge vermindert ist!

Antworten zu F 88

1. Man könnte die Frage umformen: Wie viele verschiedene Zahlen könnte mit den Zahlen 1,2 und 3 bilden?

111, 112, 113, 121.....333

Oder: An der ersten Stelle gibt es drei Möglichkeiten: 1,2 oder drei. An der zweiten Stelle wiederum 3, total also schon $3 \cdot 3$. Bei drei Stellen gibt es $3^3 = 27$ Tripeptide. (Bei 20 verschiedenen Aminosäuren und einem Peptid von 150 Aminosäuren gibt es 20^{150} Möglichkeiten. Genug um den materiehaltigen Teil des Weltalls 10^{90} Mal mit verschiedenen Proteinmolekülen zu füllen.)

2. Saure Aminosäuren geben bei neutralen pH-Werten Protonen ab und sind dann negativ geladen. Basische Aminosäuren nehmen unter solchen Bedingungen Protonen auf und sind positiv geladen. Es könnte sich also eine Ionenbindung zwischen den gegensätzlichen Ladungen bilden (was mit ein Grund für die teilweise erstaunliche Konformationsstabilität von Proteinen sein kann).

3. Die Wasserlöslichkeit wird in beiden Fällen ähnlich gut sein, da beide dieselben Möglichkeiten für die Bildung von H-Brücken und Ion-Dipolbindungen besitzen. Beide Dipeptide können mit jedem Terminus mit Wasser eine Ion-Dipol-Bindung ausbilden. Passive Stellen (freie Elektronenpaare an den übrigen O) haben sie je sechs, aktive Stellen je eine beim H der OH-Gruppe in der Seitenkette und am H des N-Atoms in der Peptidbindung. Wie besprochen besitzt dieses N-Atom keine passive Stelle wegen dem Mesomerieeffekt. Die Möglichkeiten für Wechselwirkungen mit dem Wasser sind groß im Bezug zur Molekülgröße.

Antworten zu F 89

1. Beim Einbau von Prolin fehlt die aktive Stelle für Wasserstoffbrücken in der entstehenden Peptidbindung. Eine α -Helix ist aber nur dann stabil, wenn die maximale Zahl von H-Brücken realisiert werden kann.
2. Die O- (passive Stellen) und H-Atome (aktive Stellen) der Peptidbindungen.
3. Sie ist ebenfalls rechtsdrehend, wie ein Vergleich zeigen würde. Rechtsdrehend bedeutet, dass eine solche Schraube im Uhrzeigersinn eingeschraubt wird. (Linksdrehende Metallschrauben werden nur für Spezialzwecke verwendet, etwa wenn sie sich beim Gebrauch öffnen würden oder wenn verhindert werden soll, dass andere als für diesen Zweck bestimmte Schrauben verwendet werden können, wie etwa bei Gasanschlüssen.)

Antworten zu F 90

1. Es ist ein antiparalleles Faltblatt. Ein erstes und offensichtliches Indiz sind die eingetragenen Pfeilrichtungen. Ein genauerer Blick auf die einzelnen Aminosäuren (markiert durch die Reste R) zeigt, dass im oberen Peptidfaden die N-Atome links von den Resten liegen, im unteren Faden hingegen rechts von ihnen.
2. Wie im nächsten Lernschritt gezeigt wird, können sie mit anderen Seitenketten wechselwirken und so Sekundärstrukturen an einer bestimmten Position im Protein festhalten. An der Oberfläche des Proteins müssen sie für die Wechselwirkungen des Proteins mit seiner Umgebung verantwortlich sein.
3. Vergleicht man die Darstellungen in diesem und dem letzten Lernschritt, erkennt man, dass bei der Faltblattstruktur nur die Hälfte aller möglichen H-Brücken gebildet werden. Bei der Helix gibt es unabhängig von ihrer Länge nur einige wenige nicht beschäftigte Stellen für H-Brücken am Anfang und Ende der Spirale. (Natürlich verändert sich das Verhältnis zu Gunsten des Faltblattes, wenn sehr viele Stränge nebeneinander liegen und nur diejenigen am Rand keine H-Brücken ausbilden können oder wenn die Helix sehr kurz wird.)

Antworten zu F 91

1. Das raumfüllende Kalottenmodell vermittelt ein gutes Bild von den Platzverhältnissen im Protein ist jedoch sehr unübersichtlich. Das Stabmodell ermöglicht einen Einblick ins Innere des Proteins und gibt Aufschluss über die genauen Positionen der Atome, Sekundärstrukturen lassen sich aber kaum erkennen und zudem wird der falsche Eindruck erweckt, das Protein sei ein leicht durchdringbarer Körper. Das Bändermodell gibt als einziges einen Eindruck von der dreidimensionalen Wicklung des Peptidfadens, vernachlässigt aber alle Seitenketten.
(In der Praxis werden auch Mischformen der Darstellungsarten angetroffen, z.B. ein Bändermodell mit angefügten Seitenketten im Stabmodell.)
2. Weil die zur Ionenbindung fähigen Gruppen protoniert (bzw. bei Zugabe von Basen deprotoniert) werden. Auf diese Weise verschwindet eine der an der Ionenbindung beteiligten Ladungen, wodurch die Anziehung aufgehoben wird.
3. Bei der Disulfidbrücke handelt es sich um Cysteine, welches aus der Gruppe der polaren Aminosäuren stammt. Die anderen Mitglieder dieser Gruppe sind zur Ausbildung von Disulfidbrücken nicht befähigt. Bei der ionischen Bindung handelt es sich um die saure Aminosäure Asparaginsäure und um die basische Aminosäure Lysin. Die anderen Mitglieder können ebenfalls protoniert und deprotoniert, also geladen auftreten. Sie alle sind zu solchen Wechselwirkungen befähigt. Im dritten Fall ist es die polare Aminosäure Serin. Wasserstoffbrücken können auch die anderen Mitglieder ausbilden (außer Cystein). VAN DER WAALSsche Bindungen können prinzipiell alle Aminosäureseitenketten ausbilden, weil ihre Stärke auch von der Anzahl Elektronen abhängt. Ins Gewicht fallen sie als schwächste Wirkung dann, wenn wie hier bei Phenylalanin keine anderen Kräfte auftreten.

Antworten zu F 92

1. - Enzym: katalytisch wirksames Protein
- Substrat: Das Molekül, welches von einem Enzym katalytisch verändert wird.
- aktives Zentrum: Stelle im Enzym, wo das Substrat andockt und verarbeitet wird.
- Quartärstruktur: Die Art und Weise, wie mehrere Proteine in einem funktionierenden Komplex angeordnet sind.
2. Die unpolaren. Nur so können die Triglyceridmoleküle des Fettes mit ihren unpolaren Kohlenwasserstoffresten im aktiven Zentrum gebunden werden. (Es gibt ähnlich gebaute Moleküle, welche in den Körperflüssigkeiten (Blut, Lymphe) den Transport der schlecht wasserlöslichen Fette besorgen.)
3. Offenbar können die wasserlöslichen Aminosäureseitenketten an der Oberfläche keine zwischenmolekularen Bindungen zu den Lösungsmittelmolekülen mehr aufbauen. Sie "suchen" sich deshalb andere Bindungspartner und finden sie in den wasserlöslichen Seitenketten eines Nachbarproteins. Es entstehen so größere Aggregationen von gleichartigen Proteinen.

Antworten zu F 93

1. Beides beansprucht dieselben Bindungsstellen im Protein, nämlich die der Aminosäureseitenketten. Diese können nun nicht zugleich die proteininterne Tertiärstruktur stabilisieren als auch die externen Wechselwirkungen zu Nachbarproteinen aufbauen, welche bei Faser- und Gerüstproteinen besonders stark sein müssen. (Im Unterschied zu Hämoglobin, dessen Quartärstruktur nicht dieselbe Festigkeit aufweisen muss, wie die Proteine des Haars.)
2. Er müsste polare oder geladene Seitenketten besitzen, weil diese zum Teil in die wässrige Phase ragen.
3. Nein. Sucht man sich in der Abbildung in der Einleitung dieses Kapitels -mit Hilfe der Darstellungen in *L Tertiärstrukturen*- eine α -Helix heraus, erkennt man, dass sie viel zu kompakt gebaut ist, als dass Ionen im Innern durchschlüpfen könnten. Zudem: Wenn Membranproteine fast alle aus membrandurchgängigen α -Helices bestehen, müssten sie alle für Ionen durchgängig sein, da das Innere der Helix bei allen gleich gestaltet ist (s. *L Sekundärstrukturen* f). Sie könnten also auch nicht selektiv Ionen durchschleusen und als "Pfortner" wirken.
(Tatsächlich werden die Poren durch die geschickte Gruppierung von Helices erreicht und die Aminosäureseitenketten sind für die Spezifität mitverantwortlich.)

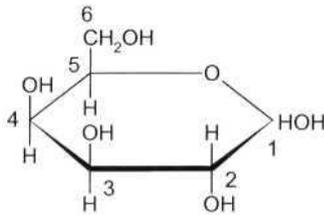
Antworten zu F 94

1. Wie ein Vergleich der Raumformel (Sesselkonformation) mit der HAWORTH-Formel zeigt, gibt die HAWORTH-Formel die axialen Positionen der H-Atome gut wieder; sie stehen - beginnend bei C5 unten - abwechselungsweise nach oben und unten (alternierende cis-trans-Anordnung der H-Atome bei der β -Glucose). Die übrigen Liganden (Hydroxygruppen an C1 bis C4 und Hydroxymethylgruppe an C5) stehen aber equatorial (alternierend nur wenig nach oben und unten weisend), was in der HAWORTH-Formel zu extrem dargestellt ist.
2. Fünf, nämlich die C-Atome des Rings, da die beiden Ringhälften nie spiegelbildlich sind. (Wir erinnern uns daran, dass durch Vertauschen zweier Liganden an einem C* etwas Neues entsteht. Daher kann man durch Vertauschen der beiden Liganden -H und -OH (bzw. -CH₂OH) an den fünf asymmetrischen C-Atomen 32 verschiedene Stereoisomere erzeugen ($2^5 = 32$)).
3. Bei FISCHER-Projektionen bedeuten Bindungen an C-Atomen, die nach oben und unten weisen, dass die daran hängenden Liganden hinter der Schreibebene stehen. Bindungen nach links und rechts bedeuten, dass die daran hängenden Liganden nach vorn aus der Schreibebene ragen. Somit sind die rechtsstehenden Liganden an C1 bis C4 die unter der „Ringebene“ stehenden. Dreht man das Ring-O-Atom (die drei Ecken der stark verlängerten Bindungsstriche bedeuten keine weiteren Atome!) hinter die C-Atome, so dreht auch die Bindung zwischen C4 und C5, wodurch das H an C5 nach rechts (und die Hydroxymethylgruppe nach links) zu stehen kommt, womit auch dieses H-Atom unterhalb der „Ringebene steht“.

Antworten zu F 95

1. Nein. Die beiden Moleküle sind hinsichtlich der Konfigurationen an C2 bis C5 identisch und unterscheiden sich nur in der Konfiguration an C1. Beim Spiegelbild müssten bei jedem chiralen C-Atom die Substituenten vertauscht sein. (Für die Glucose sind also die Konfigurationen an C2 bis C5 charakteristisch; andere Konfigurationen an diesen C* sind andere Zuckerarten.)
2. Weil am C1 nicht nur C- oder H-Atome (insgesamt drei) hängen. (Wegen des Ringsauerstoffs ist das C1 elektronenärmer, womit das Proton seiner Hydroxygruppe besser abgebar und somit die beschriebene Ringöffnung möglich wird.)
3. Nein. Das Sauerstoffatom des Rings bindet zwar zwei C-Atome, aber am C1 hängt ein weiteres Sauerstoffatom, was bei Ethern (und übrigens auch Alkoholen) nicht der Fall sein darf.

Antworten zu F 96



1. Wie man der Tabelle [T 4] entnehmen kann, unterscheidet sich die Galactose von der Glucose nur hinsichtlich der Konfiguration an C4. HOH bei C1 bedeutet, dass sowohl die α - als auch das β -Anomer möglich sind.

2. Die β -D-2-Desoxyribose hat am C2-Atom ein O-Atom weniger; die β -D-Ribose wurde also desoxydiert.
3. Zur Erinnerung: Dieselbe Frage wurde schon im *L Carbonsäuren und Fettsäuren*, Frage 1, gestellt. Hier eine Wiederholung der Antwort:



An C-1: $3 e^-$ statt $4 e^-$

$1 e^-$ statt $4 e^-$

Änderung der Oxidationszahl von +1 nach +3 kommt einer Abgabe von $2 e^-$ gleich, das ist eine Oxidation.

(Das zusätzliche O-Atom stammt von OH^- -Ionen, da die Reaktion unter basischen Bedingungen abläuft.)

Antworten zu F 97

1. Maltose: linksstehend α -Glucose, rechtsstehend Glucose (α - und β -Anomer in wässriger Lösung vorhanden). Cellobiose: linksstehend β -Glucose, rechtsstehend Glucose (α - und β -Anomer möglich, durch HOH am C1-Atom ausgedrückt). Lactose: linksstehend β -Galactose (an C4 andere Konfiguration als Glucose!, rechtsstehend Glucose (α und β)). Saccharose: linksstehend α -Glucose, rechtsstehend β -D-Fructose.
2. Maltose, Cellobiose und Lactose, haben am rechtsstehenden Ring eine Halbacetalgruppe bei C1; diese Zucker sind reduzierend, weil bei der Halbacetalgruppe die Ringöffnung zum Aldehyd möglich ist. Hingegen fehlt bei der Saccharose eine solche Gruppierung; Saccharose ist kein reduzierender Zucker.
3. Sowohl Maltose als auch Cellobiose werden zu Glucose hydrolysiert. Saccharosehydrolyse ergibt ein gleichteiliges Gemisch von Glucose und Fructose, das der Zusammensetzung von Honig entspricht (Kunsthonig, der durch gleichzeitige Caramelbildung wie echter Honig goldbraun gefärbt ist).

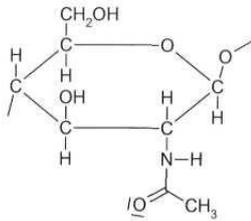
Antworten zu F 98

1. Solches Verhalten kennen wir bereits von den Proteinen. Wenn Makromoleküle mit so vielen Stellen für H-Brücken nicht löslich sind, müssen die Stellen für H-Brücken inner- oder zwischenmolekular abgesättigt sein. D.h., dass Wasser nicht die Möglichkeit hat zwischen die Ketten einzudringen und Wechselwirkungen mit den Makromolekülen aufzubauen. Erst wenn die Wärmebewegung für ein Auseinanderbrechen der Anziehungskräfte sorgt, bilden sich die erwähnten gelartigen Mischungen, weil nun eine große Zahl von Wassermolekülen über H-Brücken gebunden werden kann.
2. Es muss sich um den Energievorrat für den heranwachsenden Keimling handeln. Der Keimling kann unter der Erde noch keine Photosynthese zu Energiegewinnung betreiben und ist auf einen Vorrat an Kohlehydraten angewiesen. (Bei Keimprozessen wird die Stärke hydrolysiert, z. B. bei Getreidekörnern zu Maltose, was beim „Mälzen“ bei der Bierbereitung genutzt wird. Gerstekörner werden befeuchtet, wodurch der Keimprozess beginnt und Stärke zu Maltose abgebaut wird. Dann wird der Vorgang durch Dörren („Darren“) unterbrochen. Der maltosehaltige Sud wird dann durch Bierhefe zu Alkohol vergoren.)
3. Bei erhöhter Wärmebewegung werden die Iod-Moleküle aus den lockeren Spiralen, die in immer heftigere Bewegung geraten, herausgeschüttelt. Die Blau- bis Blauviolett-färbung erscheint aber nur, wenn Hunderte von I₂-Molekülen in den Spiralbereichen hintereinander gereiht sind. (Kühlt man wiederum ab, so erscheint die Iod-Stärke-Färbung erneut, weil sich die Konformationsveränderungen der Spiralen „beruhigen“ und somit die lockeren Einlagerungsverbindungen mit den I₂-Molekülen wieder stabilisiert werden.)

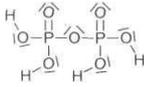
Antworten zu F 99

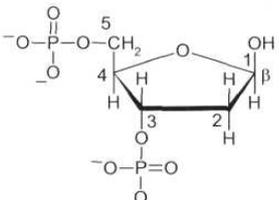
1. Die Stärkekomponente Amylose unterscheidet sich von der Cellulose nur durch die Art der Verknüpfung zwischen den Glucoseeinheiten. Die Enzyme unterscheiden folglich zwischen der α -1,4-Verknüpfung (Stärke) und der β -1,4 Verknüpfung (Cellulose) zwischen den Glucoseeinheiten. (Bei Wiederkäuern besorgen Enzyme von Bakterien im Pansen diese Spaltung; daher können diese Pflanzenfresser Cellulose nutzen. Die Verrottung von Pflanzenmaterial beruht ebenfalls auf Lebewesen (Mikroorganismen, Würmer u. a.), die Cellulose abbauende Enzyme haben.)
2. Die Eisenkomponente. Der Zement ist druck- (aber nicht schlag-) resistent und relativ spröde. Er verhindert jedoch die Verschiebung der Armierungseisen.

3. Nebenstehend ist die Baueinheit des Chitin-Makromoleküls mit der Valenzstrichformel der Aminoacetylgruppe angegeben.



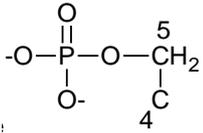
Antworten zu F 100

1.  Diphosphorsäure ist das Kondensationsprodukt zweier Phosphorsäuremoleküle; ihre Summenformel ist $H_4P_2O_7$. Bei physiologischen pH-Werten ist sie weitgehend deprotoniert, liegt also in Form von $P_2O_7^{4-}$ (Diphosphat-Ion) vor.
2. In der linken Darstellung besitzt das zentrale P-Atom die Formalladung +1, da ihm vier Valenzelektronen (je die Hälfte der vier Bindungselektronenpaare) zugeordnet werden können und es gemäß PSE eigentlich fünf Valenzelektronen hätte. Das darüberstehende O-Atom besitzt hingegen die Formalladung -1, da ihm die sechs Elektronen aus den nichtbindenden Paaren und die Hälfte des Bindungselektronenpaares zugeordnet werden können, d.h. es besitzt sieben statt sechs Valenzelektronen. Alle anderen Atome in der Darstellung links haben die Formalladung 0. In der rechten Darstellung besitzen alle Atome die Formalladung 0. Dem zentralen P-Atom werden in diesem Fall je die Hälfte von 5 Bindungselektronenpaaren zugeschrieben. Folglich besitzt es seine ihm zustehende Anzahl Valenzelektronen. Ein Vorteil der Darstellung rechts ist also der Umstand, dass in ihr ausgehend von den atomaren Zuständen keine Elektronen verschoben sind: Die Atome besitzen diejenige Zahl Valenzelektronen, die ihnen gemäß PSE zusteht.

3.  Bei physiologischen pH-Werten ist weitgehend deprotoniert; es liegt also ein vierfach geladenes Teilchen vor.

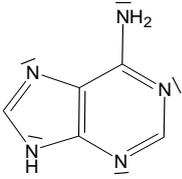
Antworten zu F 101

1.



Adenosinmonophosphat AMP besteht nur aus einem Phosphorsäurebaustein, der über das C5-Atom mit dem Ribosebaustein - an dem am C1-Atom das Adenin hängt - verestert ist. Protoniert hat der Phosphatrest 2 H-Atome, deprotoniert an ihrer Stelle je eine negative Ladung. Daher hat AMP bei physiologischem pH die Ladung von -2e. Nebenstehend ist die übliche Darstellung dieses Moleküles angegeben.

2.

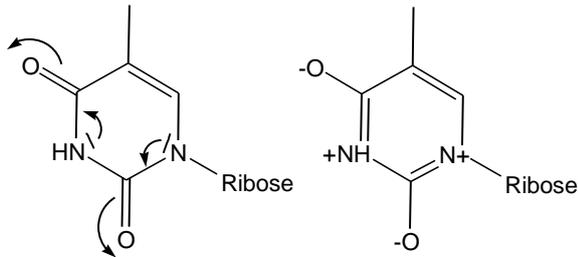


Am N-Atom, das an C1 der Ribose gebunden ist, hängt beim freien Adenin ein H-Atom (wurde bei der Kondensation mit der Hydroxygruppe -OH am C1-Atom als Wasser ab gespalten). Da an den beiden C-Atomen, die den beiden Ringen gemeinsam gehören, keine H-Atome hängen, hat das Adenin die Summenformel $C_5H_5N_5$.

3. Glycosidische Bindungen entstehen offenbar, wenn bestimmte Hydroxygruppen an Zuckern (genauer: Die Hydroxygruppe am Halbacetal-C, wo die Ringöffnung stattfindet) mit anderen Stoffteilchen kondensieren. In Maltose werden so die beiden Glucoseeinheiten verbunden, in ATP die Ribose mit dem Adenin.

Antworten zu F 102

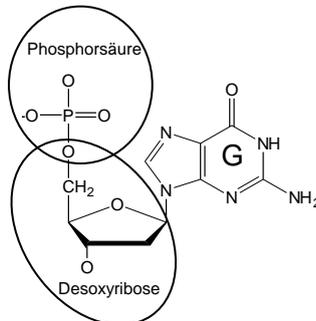
1.



2. Wie das Beispiel des Trinukleotids bei physiologischem pH zeigt, sind die -OH Gruppen der Phosphorsäurereste deprotoniert. Diese Protonen sind sauer, hingegen sind die Stickstoffbasen offenbar viel weniger stark basisch, so dass das Molekül als ganzes sauer reagiert.

3.

Der ganze folgende Molekülteil ist ein Nukleotid, die darin enthaltene Phosphorsäure und Desoxyribose sind umkreist:



Antworten zu F 103

1. Da in der Doppelhelix der Base Adenin stets Thymin gegenübersteht, muss auch der Stoffmengenanteil des Thymins (in mol) 20% betragen. Die restlichen 60% der Stoffmenge der Stickstoffbasen müssen je zur Hälfte aus Cytosin und Guanin bestehen, da sich auch diese Basen gegenüberstehen und demzufolge in gleicher Anzahl auftreten; daher betragen ihre Stoffmengenanteile je 30%. Diese analytischen Befunde, wonach eine bestimmte DNA stets gleichviel mol Adenin und Thymin und auch gleichviel mol Cytosin und Guanin enthält, waren ein wichtiges Faktum für die Ermittlung des Baus der DNA (Watson und Crick, 1953).
2. Es sind die VAN DER WAALS Wechselwirkungen zwischen den "Sprossen", sowie natürlich die H-Brücken zwischen den Basenpaaren.
3. Das Innere der DNA, die brettförmigen Sprossen der verdrehten Strickleiter, sind den Wassermolekülen ohnehin nicht zugänglich, wohl aber die außenliegenden Seile mit den einfach negativ geladenen Phosphateinheiten (Ion-Dipol-Bindung) und den Zuckerbausteinen (H-Brücken). Die Hauptketten sind also hydrophil, so dass die DNA im wässrigen System gehalten wird.

Antworten zu F 104

1. Sie sorgen dafür, dass an jeden Einzelstrang der ursprünglichen DNA genau der Komplementärstrang angebaut wird, da aus sterischen (räumlichen) Gründen einem Adeninbaustein stets ein Thyminbaustein gegenüberstehen muss und einem Cytosinbaustein stets ein Guaninbaustein. Dabei werden zwischen A und T zwei und zwischen C und G sogar drei Wasserstoffbrücken gebildet, wodurch die beiden „Sprossen der verdrehten Strickleiter“ ihre Stabilität und planare Gestalt erhalten.
2. Am 5'-Ende eines DNA-Strangs steht das C5-Atom mit dem Phosphatrest. Dieser ist ein Kondensationsprodukt der Phosphorsäure, von der nur eine Gruppe -OH reagiert hat. Somit bleiben formal zwei Gruppen -OH erhalten, die bei physiologischen pH-Werten weitgehend deprotoniert sind. Daher hat diese Gruppe die Ladung von $-2e$, d.h. $-O-PO_3^{2-}$. Am 3'-Ende eines DNA-Strangs steht die alkoholische Hydroxygruppe am C3-Atom der β -D-2-Desoxyribose. Dieses Ende ist also ungeladen!
3. – Replikation: Erstellen identischer Abbilder einer Mutter-DNA.
 - Semikonservativ: Halberhaltend; gemeint ist dabei, dass beim neu entstehenden Doppelstrang das eine Molekül noch aus der Mutter-DNA stammt.
 - Gen: Abschnitt der DNA, der für ein Protein codiert.

Antworten zu F 105

1. Da die mRNA der Abdruck eines kleinen Abschnitts der DNA - eines sog. Gens - ist, sind die DNA-Moleküle sehr viel länger als die mRNA-Stränge.
2. Adenin (A), Cytosin (C), Guanin (G) und Uracil (U). Die drei ersterwähnten treten ebenfalls in der DNA auf, während die letzterwähnte, das Uracil U, nur in RNA-Molekülen vorkommt. In den DNA-Molekülen ist die vierte Stickstoffbase (neben A, C und G) das Thymin (T).
3. Wie die sieben angegebenen Code-Worte (Codons) zeigen, bezeichnet die Sequenz von drei Stickstoffbasen jeweils eine Aminosäure.

Antworten zu F 106

1. Als RNA-Moleküle - allerdings unterschiedlicher Kettenlängen, da die tRNA-Moleküle weniger als 100 Nucleotidbausteine enthalten - liegen diese Moleküle nur in Form von Einzelsträngen vor, enthalten im Unterschied zu DNA-Molekülen β -D-Ribosebausteine und anstelle der Stickstoffbase Thymin das Uracil, neben Adenin, Cytosin und Guanin, sowie den Phosphat-Bausteinen.
2. Eine sog. α -Helix in einem Proteinmolekül besteht nur aus einem Molekülstrang, während bei der DNA die Doppelhelix aus zwei Molekülsträngen besteht. Allerdings sind bei Proteinen auch Superhelices möglich aus nebeneinander liegenden und verdrehten Einzelhelices (z. B. bei Haar, Wolle usw.).
3. Die kürzesten sind die tRNA-Moleküle, die weniger als 100 Nucleotidbausteine enthalten. Dann folgen die Genkopien (mRNA-Moleküle), die die Proteinsynthese steuern. Da eine Aminosäure durch drei Nucleotide bezeichnet wird, muss die Kettenlänge für ein Protein von 400 Aminosäurebausteinen mindestens 1200 Nucleotideinheiten (ohne Stoppsignal) enthalten. Noch sehr viel größer sind die DNA-Stränge, die sehr viele Gene enthalten. (Hier können 6 bis 7 Millionen Nucleotide pro Strang vorliegen. Viele DNA-Bereiche werden übrigens nicht als Gene für den Organismus gebraucht. Sie stellen Andockstellen für die Enzyme bei der Replikation und der Transkription dar und haben z. T. heute noch unbekannte Aufgaben.)