Platznummer:

**Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer am Landeswettbewerb 2017!**

* Sie dürfen als Hilfsmittel für den theoretischen Wettbewerb einen nicht programmierbaren Taschenrechner und das mitgelieferte Periodensystem, auf dessen Rückseite Formeln und Konstanten angegeben sind, verwenden. Rechnen Sie mit allen Stellen der Konstanten und der Molmassen in diesem PSE.
* Schreiben Sie Ihre Nummer in das Feld links oben! Geben Sie dieses Aufgabenheft
(19 Seiten Aufgaben mit diesem Titelblatt) ab. **Nehmen Sie das Heft nicht auseinander!** Sie haben auch Konzeptpapier zur Verfügung, dieses wird nicht abgesammelt und nicht bewertet!
* Sollten Sie allerdings in ein Antwortkästchen etwas Falsches geschrieben haben, dann schreiben Sie die richtige Antwort auf Konzeptpapier. Markieren Sie dabei genau, zu welchem Antwortkästchen dies gehört und geben Sie dieses Papier mit Ihrer Platznummer zusätzlich ab.
* Unterstreichen Sie im Fall eines Rechenbeispiels das gefragte Endresultat.
* Bedenken Sie, dass physikalische Größen Einheiten besitzen (können). Sollten bei Endresultaten Einheiten fehlen oder falsch sein, wird es trotz „richtiger Zahl“ zu Punkteabzügen kommen.
* Bedenken Sie, dass jedes Beispiel leichte und schwierige Abschnitte hat, wobei die leichteren Teile ohne weiteres nach einem schwierigen Abschnitt kommen können.
* Es ist daher anzuraten, sich jede Aufgabe bis zum Ende durchzulesen, umso mehr, als Beispielteile auch voneinander weitgehend unabhängig sein können.
* Sie haben für den gesamten theoretischen Wettbewerbsteil 180 Minuten Zeit. Die späteste Abgabezeit wird auf die Tafel geschrieben.

Problem A 6 Punkte

Multiple Choice

Von den angebotenen Antworten/Feststellungen bezüglich der Aufgabenstellung im Multiple Choice-Problem ist immer nur eine anzukreuzen!

1. Einer der Stoffe passt nicht zu den anderen, welcher?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| □ | Na | □ | Hg | □ | CuO | □ | He | □ | O2 |

1. Für welche Substanz ist die Bemerkung: „Es handelt sich um eine organische Verbindung“ nicht richtig?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| □ | C6H12 | □ | HCl | □ | C3H6O3 | □ | C6H12O6 | □ | CCl4 |

1. Keine der folgenden Verbindungen besitzt eine Ringstruktur, aber eine davon eine Doppelbindung, welche?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| □ | C6H12 | □ | C2H7N | □ | C3H8O3 | □ | C6H14O2 | □ | C2Cl6 |

1. Welches der folgenden Gase wird bei gleicher Temperatur und gleichem Druck die höchste Dichte besitzen?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| □ | HCl | □ | CO | □ | CH4 | □ | CO2 | □ | NH3 |

1. Welche der folgenden Feststellungen ist für die Reaktion von Cu-Spänen mit einer der genannten Säuren nicht richtig?

|  |  |
| --- | --- |
| □ | Bei der Reaktion mit konzentrierter H2SO4 entsteht SO2. |
| □ | Bei der Reaktion mit verdünnter H2SO4 entsteht H2. |
| □ | Bei der Reaktion mit konzentrierter HNO3 entsteht NO2. |
| □ | Bei der Reaktion mit halb-konzentrierter HNO3 entsteht NO. |
| □ | Es findet keine Reaktion mit HCl statt. |

1. Welche der folgenden Lösungen besitzt die größte elektrische Leitfähigkeit?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| □ | 0,1 M HCl | □ | 0,1 M NH3 | □ | 0,1 M CH3COOH | □ | 0,2 M CH3COOH | □ | 0,2 M HCl |

1. Betrachten wir die folgende reversible Reaktion und deren chemisches Gleichgewicht:

XYZ(g) ⇄ XY(g) + Z(g) $∆\_{R}H^{O}<0$

 Welcher der folgenden Zusammenhänge ist richtig?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| □ | T↑⇒KP↑ | □ | T↑⇒KP↓ | □ | p↑⇒KP↑ | □ | p↑⇒KP↓ | □ | *n*(Z)↑⇒KP↓ |

1. Es gibt *m* Isomere (Struktur- und Stereoisomere) von C4H8, von denen *n* Strukturen mit Br2 reagieren. Wie groß ist die Summe von *n*+*m*?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| □ | 6 | □ | 8 | □ | 10 | □ | 12 | □ | 14 |

1. Eine Gasmischung enthält NO2, NH3 und O2. Diese Gase reagieren vollständig unter Bildung von N2 und H2O. Welches Mengenverhältnis NO2:NH3:O2 muss vorhanden sein?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| □ | 2:4:1 | □ | 2:1:2 | □ | 1:2:1 | □ | 1:4:3 | □ | 1:3:4 |

Problem B 11 Punkte

„Kleine“ Rechenbeispiele

**1. Ein Magnesiumsalz**

1,00 g **A** (MgC2O4·*x* H2O) werden erhitzt. Ab 100°C verliert das Salz Wasser, dieser Prozess ist bei 250°C abgeschlossen, das gesamte H2O ist dann entwichen und es entsteht **B**, das eine Masse von 760 mg besitzt.

Erhitzt man **B** weiter auf 500°C, so zersetzt es sich zu 272 mg **C** und zwei weiteren Gasen.

|  |
| --- |
| *a) Schreiben Sie abgestimmte Gleichungen für* ***A****→****B*** *und* ***B****→****C*** *auf:*  |
| ***A****→****B:*** |
|  ***B****→****C:*** |
| *b) Wie groß ist x? Zeigen Sie durch eine Berechnung.* |
|  |
| *c) Beweisen Sie rechnerisch, welche Gase entstehen.*  |
|  |

2. Eine Legierung

Eine Legierung besteht aus Gold, Silber und Kupfer. 1,00 g dieser Legierung werden in halb-konzentrierter HNO3 aufgelöst, dabei entstehen aus zweien der Metalle jeweils das entsprechende Nitrat, NO sowie H2O. Der Rückstand, das dritte Metall, hat eine Masse von 620 mg.

Die abfiltrierte Nitrat-Lösung wird eingedampft. Dieser Rückstand wird in Wasser aufgelöst und elektrolysiert. Dabei scheidet sich an der Platinkathode eine Metallmischung ab. Für die komplette Abscheidung der Mischung werden 773 As bei 85%-iger Stromausbeute benötigt.

|  |
| --- |
| d) Welches Metall befindet sich im Rückstand des ersten Lösungsprozesses?  |
|  |
| e) Schreiben Sie abgestimmte Gleichungen für die Lösungsprozesse der beiden Metalle in der Salpetersäure. |
|   |
|  |
| f) Berechnen Sie die Zusammensetzung der Legierung in Massenprozent.  |
| *Berechnung und Resultat:*  |

3. Erdgas

Erdgas besteht zu 95% (*v/v*) aus Methan, der Rest ist Ethan. 1,0 m3 Erdgas (25°C, 1,0 bar) werden vollständig zu CO2 und H2O verbrannt.

|  |
| --- |
| g) Stellen Sie für Methan und Ethan abgestimmte Verbrennungsgleichungen auf.  |
|  |
|  |
| h) Berechnen Sie die Stoffmengen der beiden Gase in 1,0 m3 Erdgas. |
| *Berechnung und Resultat:* |
| 1. *Berechnen Sie den Heizwert von Erdgas in MJ/m3 bei 25°C.*

$∆\_{B}H\_{298}^{O}\left(CH\_{4}\right)=-74,9$ *kJ/mol* $∆\_{B}H\_{298}^{O}\left(H\_{2}O\right)=-285,8$ *kJ/mol*$∆\_{B}H\_{298}^{O}\left(C\_{2}H\_{6}\right)=-83,8$ *kJ/mol* $∆\_{B}H\_{298}^{O}\left(CO\_{2}\right)=-393,5$ *kJ/mol* |
| *Berechnung und Resultat:* |
| j) Berechnen Sie das Mindestvolumen Luft (mit 21%(v/v) O2), das Sie für die vollständige Verbrennung von 1,0 m3 Erdgas verbrauchen (25°C, 1,0 bar). |
| *Berechnung und Resultat:* |

Problem C 15 Punkte

Zement

Mit über 4 Milliarden Tonnen weltweiter Jahresproduktion ist Zement das vom Menschen am häufigsten hergestellte Produkt. Es gibt etliche verschiedene Arten und Varianten von Zementen, dennoch soll hier zur Vereinfachung nur von *Zement* die Rede sein.

Chemisch betrachtet ist Zement eine Mischung aus verschiedenen Komponenten, von denen die meisten aus wenigen, einfachen Grundkomponenten aufgebaut sind. Letztere haben in Fachkreisen eigenartige **Kurzformeln, die stets ganzzahlige Indizes haben,** erhalten.

CaO C SiO2 S Al2O3 A Fe2O3 F

SO3 S Na2O N K2O K H2O H

Mit Hilfe dieser Kurzformeln kann man chemische Formeln vereinfachen. Zum Beispiel Ca(OH)2 als CH, Natriumhydroxid als NH (aber Achtung: NH steht klarerweise für 2 NaOH). **Im diesem ganzen Beispiel werden immer wieder die Kurzformeln verwendet, manchmal auch ohne weiteren Hinweis.**

|  |
| --- |
| *a) Schreiben Sie für Aluminiumhydroxid auf*  |
| *(1) die chemische Formel: (2) die Kurzformel:* |
| *b) Schreiben Sie die chemische Formel für die Verbindung HS auf.*  |
|  |
| *c) Ergänzen Sie zunächst die folgende Gleichung mit Kurzformeln und schreiben Sie sie darunter mit chemischen Formeln an.*  |
| Kurzformeln: K + HS →chem. Formeln:  |

Die oben genannten Grundkomponenten bilden im Zement verschiedene Minerale, die als Summenformel, als zusammengesetzte Formel mit einem Punkt (wie bei Kristallwasser) oder eben mit einer Kurzformel geschrieben werden können. Die Tabelle zählt die wichtigsten Minerale auf.

|  |
| --- |
| *d) Ergänzen Sie in der folgenden Tabelle jeweils die fehlenden Formelarten.*  |
| Name | Kurzformel | Summenformel | zusammengesetzte Formel |
| Alit | C3S | Ca3SiO5 | 3 CaO ⋅ SiO2  |
| Belit | C2S |  |  |
| Aluminat | C3A |  |  |
| Ferrit |  |  | 4 CaO ⋅ Al2O3 ⋅ Fe2O3  |

Hergestellt wird Zement durch Mischen der Ausgangsmineralien und anschließendes Brennen derselben, meist in einem sogenannten Drehrohrofen. Dabei laufen außer einer anfänglichen Trocknung teils komplizierte Feststoffreaktionen ab.

Eine wichtige Teilreaktion ist die, die auch beim Brennen von Kalkstein (Calciumcarbonat) auftritt.

|  |
| --- |
| *e) Geben Sie eine abgestimmte Gleichung für das Brennen von Kalkstein an.*  |
|  |

In einem Zementlabor werden Testmischungen gebrannt. Zunächst werden 278,5 g Kalkstein gebrannt, der auch noch eine gewisse Menge Feuchtigkeit (Wasser) enthält. Es entstehen 143,9 g von reinem C.

|  |
| --- |
| *f) Berechnen Sie den Feuchtigkeitsgehalt des verwendeten Kalksteins in Massenprozent.* |
| *Berechnung und Resultat:* |

In einem zweiten Versuch werden 659,7 g einer Mischung aus eben diesem Kalkstein und Quarz (Kurzformel S) gebrannt. Nach dem Abkühlen erhält man 400,1 g eines Produktes aus 60,14 % (*m*/*m*) C2S und 39,86% (*m*/*m*) C3S.

|  |
| --- |
| *g) Berechnen Sie die Molmassen von C2S und C3S.* |
| *M*(C2S) = *M*(C3S) = |
| *h) Berechnen Sie die Massen von C2S und C3S, aus denen die Produktmischung besteht.* |
| *Berechnung und Resultat:**für m*(C2S) =*für m*(C3S) = |

|  |
| --- |
| *i) Geben Sie den Gesamtgehalt des fertigen Produktes an CaO in %(m/m) an.* |
| *Berechnung und Resultat:* |

Das Produkt eines Drehrohrofens nennt man Zementklinker. Dieser wird nach Zusatz von Gips (Calciumsulfat Dihydrat) oder Anhydrit (Calciumsulfat) fein vermahlen und ist dann gebrauchsfertig.

|  |
| --- |
| *j) Geben Sie die chemischen Formeln für Gips und Anhydrit an.*  |
| *Gips: Anhydrit:* |
| *k) Geben Sie die Kurzformeln für Gips und Anhydrit an.*  |
| *Gips: Anhydrit:* |

Nach der Aufnahme von Wasser (Hydratation) bindet Zement zunächst ab und härtet dann – je nach Zusammensetzung – unterschiedlich schnell aus.

Beim Abbinden gehen Natrium-, Kalium- und Calciumsulfat sowie teilweise C3A und C3S in Lösung und es bilden sich schwerlösliche Hydroxide, die die Zementkörnchen miteinander „verkleben“.

|  |
| --- |
| *l) Geben Sie abgestimmte Gleichungen für die Hydrolyse (Reaktion mit H2O) von C und A an. Verwenden Sie chemische Formeln.*  |
| *Hydrolyse von C:* *Hydrolyse von A:* |

Der pH-Wert steigt bei dem Vorgang stark an (über 12,5), dabei ist eines der beiden gebildeten Hydroxide wieder löslich.

|  |
| --- |
| m) Geben Sie eine abgestimmte Ionengleichung für das Lösen des fraglichen Hydroxids bei hohem pH-Wert an und benennen Sie das entstehende Komplexanion.  |
|  |

Der Prozess des Aushärtens zieht sich über Monate und verleiht dem Zement seine dauerhafte Härte. Es bilden sich vor allem fest miteinander verwachsene Calcium-Silikat-Hydrate („CSH“) wechselnder Zusammensetzung. Die Prozesse sind kompliziert und vielfältig. Zur Veranschaulichung hier nur vier Gleichungen mit Kurzformeln.

|  |
| --- |
| n) Stimmen Sie die Gleichungen ab. Schreiben Sie dabei vor jede Kurzformel einen Koeffizienten, also ggf. auch 1 \_\_\_\_\_ C3S + \_\_\_\_\_ H → \_\_\_\_\_ C3S2H3 + \_\_\_\_\_ CH \_\_\_\_\_ C3A + \_\_\_\_\_ C3S + \_\_\_\_\_ H → \_\_\_\_\_ C4AH19 + \_\_\_\_\_\_ C3S6H8 + \_\_\_\_\_\_ CH \_\_\_\_\_ C4AH19 → \_\_\_\_\_ C4AH6 + \_\_\_\_\_ H \_\_\_\_\_ C3A + \_\_\_\_\_ CH + \_\_\_\_\_ S + \_\_\_\_\_ H → \_\_\_\_\_ C6AS3H32 |

Überschüssiges CH reagiert mit dem CO2 der Luft zu Kalk (CH + CO2 → CaCO3 + H).

|  |
| --- |
| o) Kreuzen Sie bei den angegebenen Kurzformeln an, ob die fragliche Spezies im völlig ausgehärteten, getrockneten Zement zu finden sein sollte:C3S2H3🞏 ja 🞏 nein C4AH19🞏 ja 🞏 nein C3S🞏 ja 🞏 nein H🞏 ja 🞏 nein  |

Problem D 10 Punkte

Physikalische und analytische Chemie rund um Phosphor

1. Phosphorsäure und ihre Salze

*o*-Phosphorsäure (H3PO4) und ihre Salze sowie organische Phosphorsäureester sind wichtige Verbindungen in Natur und Technik.

Die Protolysekonstanten lauten $pK\_{A1}=2,16; pK\_{A2}=7,21; pK\_{A3}=12,3;$

Bei den folgenden beiden Berechnungen b) und d) braucht jeweils nur der
1. Protolyseschritt für die Berechnung herangezogen werden, weil die weiteren Protolysen zu schwach sind. Man bedenke allerdings, dass sowohl H3PO4 als Säure bzw. PO43- als Base weder sehr stark noch sehr schwach sind!

|  |
| --- |
| *a) Stellen Sie eine Gleichung für die Protolyse von H3PO4 auf.*  |
|  |
| *b) Berechnen Sie den pH-Wert einer 0,050 M H3PO4-Lösung.* |
| *Berechnung und Resultat:* |
| *c) Stellen Sie eine Gleichung für die Protolyse von PO43- auf.*  |
|  |
| *d) Berechnen Sie den pH-Wert einer 0,100 M Na3PO4-Lösung.* |
| *Berechnung und Resultat:* |
| e) Berechnen Sie den pH-Wert einer Mischung von 13,6 g KH2PO4 und 17,4 g K2HPO4 in 100 mL Lösung. |
| *Berechnung und Resultat:* |
| f) Berechnen Sie den pH-Wert der Lösung von e), nachdem Sie 10 mL einer 1,0 M HCl zugegeben haben. |
| *Berechnung und Resultat:* |

2. Eine sehr reaktive Phosphor-Verbindung

Phosphorpentachlorid (PCl5) ist ein sehr reaktionsfreudiger, weißer Festkörper, der bei Normaldruck bei 100°C sublimiert. Bei deutlich höheren Drücken kann PCl5 auch schmelzen, die Schmelze zeigt eine beträchtliche elektrische Leitfähigkeit.

|  |
| --- |
| *g) Skizzieren Sie die räumliche Struktur von PCl5* |
|  |
| *h) Welche Formel könnte die Schmelze haben, mit der die Leitfähigkeit erklärt wird?* |
|  |

Gasförmiges PCl5 zersetzt sich bei einer bestimmten Temperatur zu gasförmigem Phosphortrichlorid und Chlor. Für ein Mol PCl5 betragen die kalorischen Daten für diesen reversiblen Prozess $∆\_{R}H\_{T}^{O}=72,2$ kJ und $∆\_{R}S\_{T}^{O}=143$ J/K. Die Gleichgewichtskonstante hat den Wert $ K\_{P}=3,25$.

|  |
| --- |
| *i) Schreiben Sie eine abgestimmte Gleichung für die Zersetzung von PCl5 auf.Geben Sie dabei die Aggregatzustände der beteiligten Stoffe durch Indices an.* |
|  |
| *j) Berechnen Sie die Temperatur, bei der die Zersetzung stattfindet.* |
| *Berechnung und Resultat:* |

Problem E 6 Punkte

Organische Chemie
Die Synthese von Papaverin

**Papaverin** ist ein Alkaloid des Isochinolin-Typs und besitzt eine direkte krampflösende Wirkung auf die glatte Muskulatur. Es wird z. B. in der Herzchirurgie angewendet. Papaverin ist u.a. im Milchsaft des Schlafmohns enthalten. Nachdem der Österreicher
G. Goldschmiedt die Strukturaufklärung durchgeführt hatte, folgte 1908 die erste Totalsynthese durch Pictet und Gams.

Wir wollen eine Synthese des Papaverins ausgehend von Vanillin betrachten:



|  |
| --- |
| *a) Zeichnen Sie Strukturformeln (Konstitutionsformeln) der Verbindungen* ***A, B*** *und* ***C****.* |
| *A*  | *B* | *C* |
| *b) Was müsste man statt der beiden Fragezeichen als Reaktionstypen unter die Pfeile schreiben?* |
|  |

**D** ist Ausgangmaterial für die zwei Schlüsselbausteine **E** und **G** des Papaverins:

Dabei ist **E** ein Amin mit der Zusammensetzung (*m*/*m*): 66,3% C, 8,3% H, 7,7% N, Rest O;





|  |
| --- |
| c) Berechnen Sie die Summenformel von **E**. |
| *Berechnung und Resultat:* |
| d) Zeichnen Sie die Konstitutionsformeln von **E,** **F** und **H**. |
| *E* | *F* | *H* |

|  |
| --- |
| *e) Kreuzen Sie die richtige Antwort an.* |
|  | ***H*** *ist ein Ester.* |
|  | ***H*** *ist ein sekundäres Amin.* |
|  | ***H*** *ist ein Säureamid.* |
|  | ***H*** *ist ein Peptid.* |

Problem F 12 Punkte

Strukturermittlung

1. Strukturaufklärung von kleinen Ringen

Es gibt 8 monocyclische Strukturisomere (Konstitutionsisomere) von **C5H8**, in denen alle eventuell auftauchenden Seitenketten jeweils nur ein C-Atom enthalten.

|  |
| --- |
| a) Zeichnen Sie die Strukturformeln (Konstitution) der 8 Verbindungen. (Tipp: Ordnen Sie die Strukturen nach der Größe des enthaltenen Ringes). b) Markieren Sie allfällige chirale Zentren mit einem Stern. |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Sie erhalten 4 dieser Verbindungen in mit **A, B, C** und **D** bezeichneten Flaschen. Sie lassen diese Verbindungen mit KMnO4 reagieren, wobei Sie die im Folgenden beschriebenen Produkte erhalten:

* Verbindung **A** ergibt eine Dicarbonsäure **E**, die ein chirales C-Atom enthält.
* Verbindung **B** bildet ein Diketon **F**, das kein chirales C-Atom enthält.
* Verbindung **C** ergibt die Verbindung **G**, die sowohl eine Carboxyl- als auch eine Carbonylgruppe sowie ein chirales C-Atom enthält.
* Verbindung **D** liefert die Verbindung **H**, die sowohl eine Carboxyl- als auch eine Carbonylgruppe aber kein chirales C-Atom enthält.

Hinweis: Cycloalkene liefern bei der Umsetzung mit KMnO4 offenkettige Produkte nach dem folgenden Schema:



|  |
| --- |
| *c) Ordnen Sie auf Grund dieser Ergebnisse den Flaschen* ***A, B, C*** *und* ***D*** *die entsprechenden Verbindungen zu und schreiben Sie die Konstitutionsformeln der jeweiligen Produkte* ***E, F, G*** *und* ***H*** *und die Ausgangsstoffe in die entsprechenden Kästchen.*  |
| ***A*** | ***B*** | ***C*** | ***D*** |
| ***E*** | ***F*** | ***G*** | ***H*** |
| *d) Zeichnen Sie die Konfigurationsformeln der Verbindung* ***A*** *und der Verbindung* ***E*** *jeweils in der R-Konfiguration auf und geben Sie deren IUPAC-Namen an.* |
| *Konfigurationsformel von A:* | *Name von A:* |
| *Konfigurationsformel von E:* | *Name von E:* |

2: Strukturaufklärung mit NMR-Spektroskopie

Eine Studentin untersucht die Reaktion von 1-Phenylpropan-1,2-diol mit Mineralsäuren (d.h. anorganischen Säuren). Aus der Literatur weiß sie, dass dabei auch Umlagerungen am Kohlenstoffgerüst eintreten können.

Sie erhält in einem solchen Experiment neben dem Hauptprodukt **A** noch zwei Nebenprodukte **B** und **C**. Die drei Produkte sind isomer. Die Elementaranalyse ergibt darüber hinaus 80,60% C und 7,50% H.

+ H+(Kat)/ - X

 **1-Phenylpropan-1,2-diol A oder B oder C**

|  |
| --- |
| *e) Berechnen Sie die Summenformel der isomeren Produkte.* |
|  |
| *f) Schreiben sie die Formel von X auf:* |

Da die Studentin nur sehr geringe Mengen zur Verfügung hat, setzt sie zur Strukturaufklärung für **A**, **B** und **C** die 1H-NMR-Spektroskopie ein.

Dabei erhält sie die folgenden Spektren (Integration angegeben als Anzahl der H-Atome,
z.B. 3H; s = Singulett, d = Dublett, t = Triplett, q = Quartett, quin = Quintett, m = Multiplett;):



A

s,2H

s,3H

m,5H



B

d,3H

m,5H

d,1H

quin,1H



t,3H

C

m,5H

q,2H

|  |
| --- |
| *g) Zeichnen Sie die Konstitutionsformeln von* ***A,******B*** *und* ***C****.* |
| *A* | *B* | *C* |