

Anforderungskatalog für Teilnehmerinnen und Teilnehmer der IChO (ab 4. Runde)

Gender disclaimer: Im folgenden Text wird auf die Doppelnennung von weiblichen und männlichen Formen verzichtet, um eine bessere Lesbarkeit zu erzielen. Daher mögen sich bitte beide Geschlechter gleichermaßen angesprochen fühlen, wenn von Schülern, Studenten, Teilnehmern, Chemikern, Kandidaten, Assistenten usw. die Rede ist.

Vorbemerkung: Dieser Anforderungskatalog, auch Syllabus genannt, soll nicht dazu dienen, die Teilnehmer zu erschrecken, sondern soll im Gegenteil eine Hilfe für die Teilnehmer ab der 4. Runde darstellen. Er ist als eine obere Grenze zu verstehen.

Die teilnehmenden Länder haben sich auf diesen Katalog geeinigt, um Benachteiligungen zu vermeiden, die entstehen könnten, weil sich die Schulcurricula von Land zu Land teilweise erheblich unterscheiden.

Teilnehmer, die die 4. Runde erreichen, werden hierzu noch besonders vorbereitet, siehe

<http://wettbewerbe.ipn.uni-kiel.de/icho/auswahlverfahren.htm> .

ANHANG A

A 1: SICHERHEITSREGELN FÜR STUDENTEN IM LABOR

Alle Studenten der Chemie müssen wissen, dass gefährliche Materialien nicht vollständig vermieden werden können. Chemiker müssen lernen, ihre Materialien in geeigneter Weise zu handhaben. Es ist zwar nicht zu erwarten, dass alle Schüler, die an der Internationalen Chemie-Olympiade teilnehmen, die Gefahren einer jeden einzelnen Chemikalie kennen. Dennoch müssen die Organisatoren des Wettbewerbs davon ausgehen, dass alle teilnehmenden Schüler grundlegende Sicherheitsregeln kennen. Zum Beispiel werden die Organisatoren davon ausgehen, dass die Schüler wissen, dass Essen, Trinken oder Rauchen im Labor oder eine Geschmacksprobe von Chemikalien streng verboten sind. Neben den allgemeinen Sicherheitsvorschriften, die die Schüler zuvor zur Kenntnis genommen haben müssen, gibt es noch einige spezielle Regeln, die während der Olympiade befolgt werden müssen. Wenn irgendeine Frage über Sicherheitsverfahren während der praktischen Prüfung entstehen sollte, dann sollen die Schüler nicht zögern, den nächststehenden Assistenten darauf anzusprechen.

Regeln für die persönliche Schutzausrüstung

1. In den Laborräumen muss zu allen Zeiten eine Schutzbrille getragen werden. Wenn ein Schüler Kontaktlinsen trägt, muss zusätzlich eine Vollschutzbrille getragen werden. Schutzbrillen werden durch das gastgebende Land zur Verfügung gestellt.
2. Ein Laborkittel ist erforderlich. Jeder Schüler soll ihn für sich selbst mitbringen.
3. Zur eigenen Sicherheit sollen lange Hosen und geschlossene Schuhe getragen werden. Lange Haare und lose Kleidung (Schals) sollen zusammengebunden werden.
4. Pipettieren mit dem Mund ist verboten. Jedem Schüler muss ein Peleus-Ball oder eine Pipettierhilfe zur Verfügung gestellt werden.

Regeln zum Umgang mit Materialien

1. Bei der praktischen Prüfung werden durch das Gastgeberland spezielle Anweisungen für den Umgang mit gefährlichen Materialien zur Verfügung gestellt.

- Alle potenziell gefährlichen Materialien werden mit den international üblichen Symbolen gekennzeichnet. Jeder Teilnehmer ist selbst dafür verantwortlich, diese Symbole und ihre Bedeutung zu kennen (Anhang B 1, B 2 und B 3).
2. Chemikalien dürfen nicht wahllos im Abguss entsorgt werden. Befolgen Sie alle Entsorgungsregeln des gastgebenden Landes.

A 2: Sicherheitsregeln und Empfehlungen für das Gastgeberland der Internationalen Chemie-Olympiade

Sicherlich darf davon ausgegangen werden, dass alle an der IChO teilnehmenden Schüler zumindest grundlegende Erfahrung mit Sicherheitsregeln im Labor haben. Darüber hinaus liegt es an der Verantwortung der Internationalen Jury und des Organisationsteams des Gastgeberlandes, für die Sicherheit und das Wohlergehen der Teilnehmer zu sorgen. In Abhängigkeit von den jeweiligen Aufgabenstellungen ist zu erwarten, dass sich die speziellen Sicherheitsanforderungen von Jahr zu Jahr ändern. Hierfür tragen die Organisatoren im Gastgeberland die Verantwortung. Die Organisatoren werden darauf hingewiesen, die praktischen Aufgaben im Voraus gründlich getestet werden müssen, um die Sicherheit der Experimente zu gewährleisten. Dies kann am besten erreicht werden, indem man vorher mit ähnlich befähigten anderen Schülern einen Probedurchlauf durchführt.

Regeln für das gastgebende Land (siehe auch A 1):

1. Während der praktischen Prüfung muss eine Notfallbehandlung (Erste Hilfe) zur Verfügung stehen.
2. Die Schüler müssen über die richtigen Methoden für den Umgang mit gefährlichen Materialien informiert werden:
 - a) Spezifische Anweisungen für den Umgang mit jeder gefährlichen Substanz sollten in den schriftlichen Anweisungen der praktischen Prüfung enthalten sein.
 - b) Alle Flaschen (Behälter), die gefährliche Substanzen beinhalten, müssen gemäß internationalen Vereinbarungen entsprechend gekennzeichnet sein. (Symbole siehe Anhang B1).
3. Zusammen mit den Vorschriften der praktischen Prüfung sollen die Teilnehmer chemische Entsorgungshinweise erhalten. Abfallsammelbehälter für umweltgefährliche Chemikalien sollen zur Verfügung stehen.
4. Die praktischen Aufgaben sollten so gestaltet sein, dass sie mit Mindestmengen auskommen.
5. Die Laboranlagen sollten so gewählt werden, dass folgende Punkte Beachtung finden:
 - a) Jeder Schüler sollte, um arbeiten zu können, nicht nur ausreichend Platz für sich selbst haben sondern auch einen Sicherheitsabstand zum nächsten Teilnehmer einhalten können.
 - b) Es sollte eine angemessene Belüftung im Raum sein und eine ausreichende Anzahl von Abzügen, wenn nötig.
 - c) Es sollte mehr als einen Notausgang für jeden Arbeitsraum geben.
 - d) Feuerlöscher sollte in der Nähe sein.
 - e) Elektrische Geräte sollten an einem geeigneten Ort liegen und eine geprüfte Sicherheit aufweisen.
 - f) Es sollten geeignete Materialien zum Aufnehmen von verschütteten Chemikalien zur Verfügung stehen.

6. Es wird empfohlen, dass für jeweils vier Teilnehmer ein Assistent vorhanden ist, der im Labor für ausreichend sichere Bedingungen sorgt.
7. Die Organisatoren sollten den internationalen Richtlinien über die Verwendung von toxischen, gefährlichen oder krebserregenden Stoffe in der IChO folgen.

ANHANG B

WARNSYMBOLS UND GEFAHRENBEZEICHNUNGEN

Chemikalien, die in IChO-Laborexperimenten verwendet werden, müssen entsprechend dem von den Vereinten Nationen entwickelten Globally Harmonized System zur Kennzeichnung von Chemikalien (GHS) gekennzeichnet werden. Das Gastgeberland muss die vor Ort gesetzlich vorgeschriebenen GHS-Piktogramme und Gefahrenhinweise verwenden. Wenn es solche Regeln nicht gibt, dann sind die Original-GHS-Richtlinien (http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_welcome_e.html) anzuwenden, sowie die GHS-konformen Dokumentationen der Chemikalienhersteller.

ANHANG C

Folgende Kenntnisse und Fähigkeiten werden als bekannt vorausgesetzt:

Theoretische Kenntnisse

- Bewusstsein für experimentelle Fehler
- Anwendung von typischen Symbolen und Abbildungen
- Mathematische Fähigkeiten auf dem Niveau der Sekundarstufe I einschließlich Lösung quadratischer Gleichungen, die Verwendung von Logarithmen und Exponenten, Lösung von Gleichungen mit 2 Unbekannten, die Bedeutung von Sinus und Cosinus,
- Elementare Geometrie wie der Satz des Pythagoras, Zeichnen von Graphen; wird fortgeschrittene Mathematik, wie Differential- und Integralrechnung, erwartet, so muss dies als ein Bereich in die erweiterten Anforderungen aufgenommen werden.
- Nukleonen, Isotope, radioaktiver Zerfall und Kernreaktionen (alpha, beta, gamma).
- Quantenzahlen (n, l, m) und Orbitale (s, p, d) in wasserstoffanalogen Systemen.
- Hund'sche Regel, Pauli-Prinzip.
- Elektronische Konfiguration der Hauptgruppenelemente und der ersten Reihe der Übergangselemente und ihrer Ionen.
- Periodensystem und Trends (Elektronegativität, Elektronenaffinität, Ionisierungsenergie, Größe von Atomen und Ionen, Schmelzpunkte, metallischer Charakter, Reaktivität).
- Bindungstypen (kovalente, ionische, metallische), intermolekulare Kräfte und deren Einfluss auf die Eigenschaften
- Molekülstrukturen und einfache VSEPR-Theorie (bis zu 4 Elektronenpaaren).

- Gleichgewichtsreaktionen, empirische Formeln, das Mol, Avogadro-Konstante, stöchiometrische Berechnungen, Dichte, Berechnungen mit verschiedenen Konzentrationseinheiten.
 - Chemisches Gleichgewicht, Le Chatelier'sches Prinzip,
 - Gleichgewichtskonstanten in Verbindung mit Konzentrationen, Druck und Stoffmengenanteilen
 - Säure-Base-Theorien von Arrhenius und Brönsted, pH-Wert, Autoionisation von Wasser, Gleichgewichtskonstanten bei Säure-Base-Reaktionen, pH-Wert schwach saurer Lösungen, pH-Wert von sehr verdünnten Lösungen und einfache Pufferlösungen, Hydrolyse von Salzen.
 - Löslichkeitskonstanten und Löslichkeit
 - Komplexreaktionen, Bestimmung der Koordinationszahl, Komplexbildungskonstanten.
 - Grundlagen der Elektrochemie, elektromotorische Kraft, Nernst'sche Gleichung, Elektrolyse, Faraday'sche Gesetze.
 - Geschwindigkeit von chemischen Reaktionen, elementare Reaktionen, Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit, Geschwindigkeitsgesetz für homogene und heterogene Reaktionen, Geschwindigkeitskonstanten, Reaktionsordnung,
 - Energieschema, Aktivierungsenergie, Katalyse, Einfluss eines Katalysators auf die Thermodynamik und Kinetik einer Reaktion.
 - Energie, Wärme und Arbeit, Enthalpie und Energie, Wärmekapazität, Hess'scher Satz, Standardbildungsenthalpien, Lösung, Lösungs- und Bindungsenthalpien.
 - Definition und Konzept der Entropie, Gibbs-Energie
 - Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, spontane Richtungsänderung.
 - Ideales Gasgesetz, Partialdruck
 - Prinzipien der direkten und indirekten Titration (Rücktitration)
 - Acidi- und Alkalimetrie, acidimetrische Titrationskurve
 - Auswahl und Farben der Indikatoren für die Acidimetrie.
 - Manganometrische und iodometrische Redox titrationen
 - Einfache Komplexometrie und Fällungstitrationen.
 - Grundlagen der anorganischen qualitativen Analyse für vorgegebene Ionen, Flammenfärbung, Lambert-Beer'sches-Gesetz.
-
- Strukturbezogene Reaktivität organischer Verbindungen (Polarität, Elektrophilie, Nukleophilie, induktive Effekte, relative Stabilität).
 - Struktur-Eigenschafts-Beziehungen (Siedepunkt, Acidität, Basizität).
 - Einfache organische Nomenklatur.
 - Hybridisierung und Geometrie an Kohlenstoffatomen, Sigma und Pi-Bindungen, Delokalisierung, Aromatizität, mesomere Grenzstrukturen
 - Isomerie (Struktur-, Konfigurations-, Konformationsisomerie, Tautomerie).
 - Stereochemie (E/Z, cis-trans-Isomerie, Chiralität, optische Aktivität),
 - Cahn-Ingold-Prelog-Konvention (R,S-System), Fischer-Projektionsformeln
 - Hydrophile und hydrophobe Gruppen, Micellenbildung
-
- Polymere und Monomere, Kettenpolymerisationen, Polyaddition und Polykondensation.

Praktische Fähigkeiten

- Erhitzen im Labor, Erhitzen unter Rückfluss
- Massen- und Volumen-Messung (elektronische Waage, Messzylinder, Pipetten, Bürette, Messkolben).
- Vorbereitung und Verdünnung von Lösungen, Standardlösungen.
- Betrieb eines Magnetrührers.
- Durchführung von Teststreifen-Reaktionen.
- Qualitative Tests für funktionelle organische Gruppen (unter Verwendung von vorgegeben Verfahren)
- Volumenbestimmung, Titration, die Verwendung einer Pipette, Peleusball
- Messung des pH-Werts (mit Teststreifen oder pH-Meter)

Beispiele für Kenntnisse und Fähigkeiten, die in der Prüfung erlaubt sind, sofern sie in den Vorbereitungsaufgaben enthalten waren

Für eine praktische Aufgabe sind sechs theoretische und zwei praktische Fragestellungen aus den folgenden Themenbereichen (oder vergleichbare Themen mit ähnlichem Umfang) erlaubt. Ein solches Thema sollte in einem Seminar innerhalb von 2-3 Stunden vermittelt werden können:

- VSEPR-Theorie im Detail (mit mehr als 4 Liganden)
- Anorganische Stereochemie, Isomerie in Komplexen
- Festkörperstrukturen (Metalle, NaCl, CsCl) und Bragg'sche Gleichung
- Verhältnis von Gleichgewichtskonstanten, elektromotorische Kraft und Standard-Gibbs-Energie.
- Geschwindigkeitsgesetz für Reaktionen erster Ordnung, Halbwertszeit, Arrhenius-Gleichung, Bestimmung der Aktivierungsenergie.
- Analyse von Mehrkomponentenreaktionen mit Steady-State- und Quasi-Gleichgewicht, Mechanismen katalytischer Reaktionen, Bestimmung der Reaktionsordnung und Aktivierungsenergie für Mehrkomponentenreaktionen
- Stoßtheorie
- Einfache Phasendiagramme und die Clausius-Clapeyron-Gleichung, Tripelpunkt, kritischer Punkt
- Stereoselektive Umwandlungen (Diastereoselektivität, Enantioselektivität, optische Reinheit)
- Konformationsanalyse, die Verwendung der Newman-Projektion, anomerer Effekt
- Aromatische nukleophile Substitution, elektrophile Substitution an polycyclischen Aromaten und Heterocyclen
- Supramolekulare Chemie
- Polymere, Kautschuke, Copolymere, Duroplaste und Thermoplaste, Polymerisationstypen, Polymerisationsschritte und deren Kinetik
- Seitengruppen der Aminosäuren, Reaktionen und Isolierung von Aminosäuren, Protein-Sequenzierung

- sekundäre, tertiäre und quartäre Strukturen von Proteinen, nicht-kovalente Wechselwirkungen, Stabilität und Denaturierung, Proteinreinigung durch Fällung, Chromatographie und Elektrophorese
- Enzyme und Klassifizierung nach Reaktionsarten, aktive Zentren, Coenzyme und Cofaktoren, Katalysemechanismus.
- Monosaccharide, Gleichgewicht zwischen linearen und cyclischen Formen, Pyranosen und Furanosen, Haworth-Projektionsformel, Konformationsformeln
- Chemie der Kohlenhydrate, Oligo- und Polysaccharide, Glykoside, Strukturbestimmung
- Basen, Nukleotide und Nukleoside mit Formeln, Funktionelle Nukleotide, DNA und RNA, Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Basen, Replikation, Transkription und Translation, DNA-basierte Anwendungen.
- Komplexe Berechnungen der Löslichkeit (mit Hydrolyse, Komplexbildung)
- Einfache Schrödinger-Gleichungen und spektroskopische Berechnungen
- Einfache MO-Theorie
- Grundlagen der Massenspektrometrie (Molekülionen, Isotopenverteilung)
- Interpretation von einfachen NMR-Spektren (chemische Verschiebung, Multiplizität, Integralauswertung).
- Synthesetechniken: Filtrieren, Trocknen von Fällungen, Dünnschicht-Chromatographie
- Microscale-Synthese
- Fortgeschrittene anorganische qualitative Analyse.
- Gravimetrie
- Gebrauch des Spektralphotometers
- Theorie und Praxis der Extraktion mit nicht mischungsfähigen Lösemitteln
- Säulenchromatografie

ANHANG D

Folgendes Faktenwissen soll den Teilnehmern bekannt sein:

Anorganische Chemie:

- Reaktionen der Alkali- und Erdalkalimetalle mit Wasser, Sauerstoff und Halogenen, ihre Flammenfärbungen.
- Stöchiometrie, Reaktionen und Eigenschaften von binären Nichtmetallhydriden.
- Häufige Reaktionen von Kohlenstoff, Stickstoff und Schwefeloxiden (CO , CO_2 , NO , NO_2 , N_2O_4 , SO_2 , SO_3).
- Häufige Oxidationsstufen der p-Elemente, Stöchiometrie der gemeinsamen Halogenide und Sauerstoffsäuren (HNO_2 , HNO_3 , H_2CO_3 , H_3PO_4 , H_3PO_3 , H_2SO_3 , H_2SO_4 , HOCl , HClO_3 , HClO_4).
- Reaktion von Halogenen mit Wasser.
- Oxidationsstufen der ersten Reihe der Übergangsmetalle: Cr (III), Cr (VI), Mn (II), Mn (IV), Mn (VII), Fe (II), Fe (III), Co (II), Ni (II), Cu (I), Cu (II), Ag (I), Zn (II), Hg (I), und Hg (II) und die Farbe dieser Ionen.
- Auflösen dieser Metalle und Al, amphotere Hydroxide: $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$.
- Permanganat-, Chromat-, Dichromat-Ionen und ihre Redox-Reaktionen.
- Iodometrie (Reaktion von Thiosulfat und Iod).
- Identifizierung von Ag^+ , Ba^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Cl^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} .

Organische Chemie:

- Allgemeine elektrophile und nucleophile Teilchen.
- Elektrophile Addition: Addition an Doppel- und Dreifachbindungen, Regioselektivität (Markovnikoff Regel), Stereochemie.
- Die elektrophile Substitution: Substitution an aromatischen Ringen, Einfluss von Substituenten auf die Reaktivität und Regioselektivität, elektrophile Spezies.
- Elimination: E1 und E2 Reaktionen an sp^3 -Kohlenstoffatomen, Stereochemie, Säure-Basen-Katalyse, allgemeine Abgangsgruppen.
- Nucleophile Substitution: $\text{S}_{\text{N}}1$ und $\text{S}_{\text{N}}2$ Reaktionen an sp^3 -Kohlenstoffatomen, Stereochemie.
- Nucleophile Addition: Addition an die Kohlenstoff-Kohlenstoff- und Kohlenstoff-Heteroatom-Doppel- und Dreifachbindungen, Additions-Eliminierungs-Reaktionen, Säure-Base-Katalyse.
- Radikalische Substitution: Reaktion von Halogenen und Alkanen.
- Oxidationen und Reduktionen: Änderung der Oxidationsstufen bei üblichen funktionellen Gruppen (Alkin - Alken - Alkan - Alkylhalogenid, Alkohol - Aldehyde, Ketone - Carbonsäurederivate, Nitrile - Carbonate).
- Cyclohexan-Konformationen.
- Grignard-Reaktion, Fehling und Tollens Reaktion.
- Einfache Polymere und ihre Herstellung (Polystyrol, Polyethylen, Polyamide, Polyester).
- Aminosäuren und ihre Einstufung in Gruppen, isoelektrischer Punkt, Peptidbindung, Peptide und Proteine.
- Kohlenhydrate: offene Kette und zyklische Form von Glucose und Fructose.
- Lipide: Allgemeine Formeln von Triacylglyceriden, gesättigte und ungesättigte Fettsäuren.

übersetzt von Klaus Roppersberg, redigiert von Sabine Nick, aus der offiziellen IChO-Seite www.icho.sk:
http://www.iuventa.sk/files/documents/5_icho/documents/2013%20icho-regulations%202011_%20internet.pdf,
letzter Zugriff: 6.10.2014