

# Aufgabenstellungen für das Ferienpraktikum Chemie für Schülerinnen und Schüler vom 4. bis 5. Oktober 2011 - Wahlbereich -

**Wählen Sie bitte vier für Sie interessante Versuche aus. Wir bemühen uns, bei der Einteilung auf die Arbeitsgruppen die persönlichen Interessen weitgehend zu berücksichtigen.**

**Die Abkürzungen der Versuche beziehen sich auf die anbietenden Einheiten.**

Es bedeuten:	TMC	Technische und Makromolekulare Chemie
	PHA	Pharmazie
	LC	Lebensmittelchemie
	OC	Organische Chemie
	AC	Anorganische und Angewandte Chemie
	BC	Biochemie
	PC	Physikalische Chemie

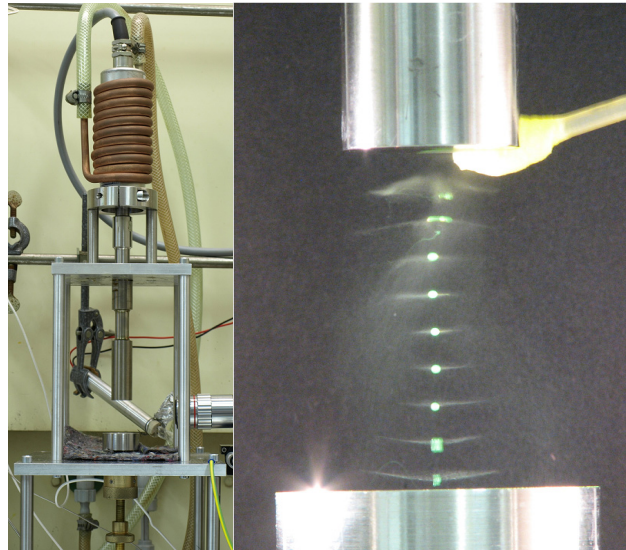
## Aufgabenstellung TMC: Arbeiten unter Mikrogravitations Bedingungen

(für 4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. H.-U. Moritz)

Das Phänomen schwebender Körper in Ultraschallfeldern wird als akustische Levitation bezeichnet (lat. Levitas = Leichtigkeit). Dieser Effekt ermöglicht kleine feste oder flüssige Proben in den Druckknoten eines stehenden Ultraschallfeldes berührungslos zu positionieren.

In der Weltraumforschung wird dieses Verfahren von der amerikanischen und die europäischen Weltraumbehörde angewandt und weiterentwickelt. Um die Bedingungen der Mikrogravitation zu simulieren.

In dem vorhandenem Levitator können Wassertropfen-Ketten zum schweben gebracht werden, oder das Wachstum von kleinen Schneeflocken beobachtet werden.



## Aufgabenstellung PHA: Vom Naturstoff zum Arzneimittel - Über 100 Jahre Aspirin®

(für 4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreise Prof. H. –J. Duchstein, Prof. C.S. Leopold)

Die Weidenrinde wird als Naturstoff und Arzneidroge vorgestellt, aus der in einem 1. Teil der Inhaltsstoff Salicin isoliert wird. Es folgen Nachweis und Verarbeitung zu Salicylsäure (Zwischenprodukt), die als Ausgangsstoff für die Synthese der Acetylsalicylsäure dient. Die Patentanmeldung der Fa. Bayer für diesen Arzneistoff erfolgte im Jahr 1899. Die Synthese und der Nachweis des Produktes (Arzneistoff) wird in einem 2. Teil gezeigt. Der 3. Teil beinhaltet die Herstellung des Arzneimittels aus dem Arzneistoff, d.h. es wird Acetylsalicylsäure granuliert und zu Tabletten (Darreichungsform) verpresst. Im 4. Teil wird der Weg des Arzneistoffes durch den Organismus beschrieben (Resorption, Metabolisierung, Verteilung, Elimination) und die Konzentrationsverläufe in den Körperflüssigkeiten spektroskopisch gemessen.

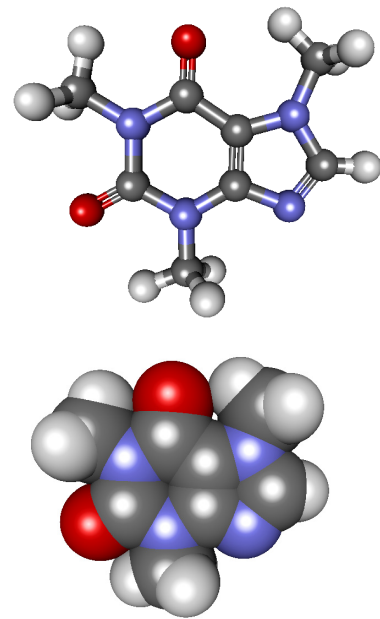
## Aufgabenstellung OC: Koffein: Isolierung und Reinigung

(für 4 Teilnehmer, Arbeitskreis Prof. Dr. B. Meyer)

Koffein ist eine der am meisten verwendeten aufputschenden Substanzen. Es findet sich in Kaffee, Tee, Schokolade, Kakao, Energy Drinks, Cola Getränken und vielen anderen Lebensmitteln. Sie isolieren Koffein aus Tee und reinigen die Substanz. Zusätzlich wird dann mittels HPLC die erreichte Reinheit bestimmt und die Identität der Verbindung mittels Massenspektrometrie untersucht. Die biologische Wirkung von Koffein wird diskutiert.

Koffein erhöht die Aufmerksamkeit, Konzentrationsfähigkeit, verbessert das Kurzzeitgedächtnis, wirkt aufmunternd und erhöht die physikalische Leistungsfähigkeit. Das im Kaffee enthaltene Koffein wird schnell vom Dünndarm und zum Teil auch schon vom Magen resorbiert (aufgenommen). Es wirkt dadurch schneller als zum Beispiel das Koffein aus schwarzem Tee, bei dem es an Gerbsäure gebunden ist. Die anregende Wirkung setzt ungefähr nach zwanzig Minuten ein, die höchste Konzentration im Blut liegt nach eineinhalb Stunden vor. Anschließend wird das Koffein im Körper nach und nach abgebaut.

Koffein kann nach neuesten Ergebnissen amerikanischer Wissenschaftler sogar Ablagerungen im Gehirn von Alzheimerpatienten wieder auflösen.



*Struktur von Koffein*

## Aufgabenstellung BC 1: Der genetische Fingerabdruck

(für 5 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. U. Hahn)

Der genetische Fingerabdruck wird nicht nur in der Kriminologie verwendet, um Straftäter zu identifizieren, sondern auch bei Familienstreitigkeiten, um den biologischen Vater zu finden (Vaterschaftstest). Im Mittelpunkt des Versuchs steht die PCR-Methode, welche zu den wichtigsten Arbeitstechniken in der Molekularbiologie und Biomedizin gehört, und weitere vielfältige Anwendungsmöglichkeiten hat (Nachweis gentechnisch veränderter Lebensmittel, Nachweis von Krankheitserregern, Diagnose von Erbkrankheiten). Im Rahmen des Versuchs erstellt jeder Kursteilnehmer mit seiner eigenen DNA aus der Mundschleimhaut exemplarisch seinen genetischen Fingerabdruck. Dieser Versuch findet ganztags statt.



## **Aufgabenstellung BC 2: Isolierung von DNA aus Tomaten**

(für 4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. U. Hahn)

Versuchsziel ist die Isolierung und Betrachtung von DNA aus Tomaten mit herkömmlichen Haushaltsmitteln. Der Versuch verdeutlicht das generelle Prinzip der DNA-Gewinnung aus Geweben.

Desoxyribonucleinsäure (DNA) ist ein natürlicher Bestandteil unseres täglichen Speiseplans. Pro Tag nehmen wir etwa 1-2 g dieser Trägersubstanz von Erbinformation auf -komplette Genome von Gemüse-, Obst- und Getreidesorten sowie verschiedener tierischer Herkunft. Doch wie sieht DNA aus?

Im vorliegenden Versuch wird DNA aus Tomaten isoliert und sichtbar gemacht. Dazu wird zunächst das Pflanzengewebe mechanisch zerkleinert.



Die nachfolgende Zugabe von Spülmittel und Kochsalz bewirkt eine Zerstörung der Zell- und Kernmembranen. Die Zellfragmente werden anschließend durch Filtration abgetrennt - zurück bleiben die gelösten Proteine und DNA. Durch Behandlung mit einem speziellen Proteaseenzym werden die isolierten Proteine abgebaut. Nach Zugabe von Ethanol fällt die DNA aus und kann um eine Impföse gewickelt, aus der Lösung gezogen und betrachtet werden. Das auf diese Weise isolierte Material ist jedoch noch mit Proteinen und RNA (Kopien der DNA) verschmutzt. In einem Reinigungsschritt wird die isolierte DNA elektrophoretisch getrennt und die Konzentration photometrisch bestimmt.

## **Aufgabenstellung BC 3: Photometrische Messungen zur Untersuchung von Chemie und Physiologie der Haut**

(für 4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. M. Kerscher)

Die Analyse der Hautoberfläche mittels physikalisch-chemischer Messprinzipien kann verschiedenste Informationen zu Struktur und Funktion der Haut liefern. Zu den einfachsten und gleichermaßen effektivsten Methoden gehören photometrische Messungen. Gemäß dem Lambert-Beer'schen Gesetz ermöglichen sie Konzentration oder Mengen von Stoffen mittels spezifischer Wechselwirkungen zwischen Molekülen und Licht zu bestimmen.

Gegenstand des Kurses soll zum einen die photometrische Bestimmung von Ammonium-Mengen der Hautoberfläche *in vitro* sein. Um hierfür eine Probe zu gewinnen, wird zunächst ein kleines Areal der Hautoberfläche am Unterarm mittels ammoniumfreien Reinstwassers gespült. Anschließend werden die Ammonium-Ionen mit Hilfe von NaOH, Hypochlorit und Thymol in einen Farbstoff vom Indophenol-Typ umgewandelt (Abb.1). Die Konzentration des Farbstoffes entspricht dann der Menge der Ammonium-Ionen. Anschließend werden die hautphysiologischen Implikationen von Ammonium-Ionen diskutiert.

In einem zweiten Versuch wird die Talgmenge auf der Hautoberfläche mittels photometrischer Messung *in vivo* bestimmt. Hierbei wird der Talg mit Hilfe eines Kunststoffbandes, das die Talgfette an der Hautoberfläche löschpapierartig aufnimmt, erfasst (Abb.2). Die damit verbundene Veränderung der Transparenz des Kunststoffes dient zur photometrischen Quantifizierung der Talgmengen. Auch hier werden die hautphysiologischen Implikationen der Messungen diskutiert.

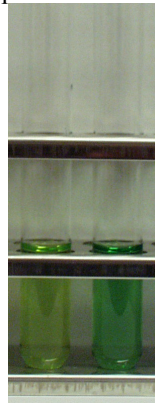


Abb.1



Abb. 2



## Aufgabenstellung AC 1: Der Weg zum Polymer ist nicht schwer! - Katalysatorsynthese für die Polymerisation

(für 4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. J. Heck)

Polystyrol ist ein trüber Werkstoff mit hoher Steifigkeit und Härte. Es besitzt eine geringe Zähigkeit, ist somit bruchempfindlich bei Schlagbeanspruchung und hat eine wasserhelle Transparenz.

Anwendungen von Polystyrol:



*Glänzend in Form ...*

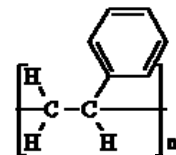


*... bleibt cool ...*

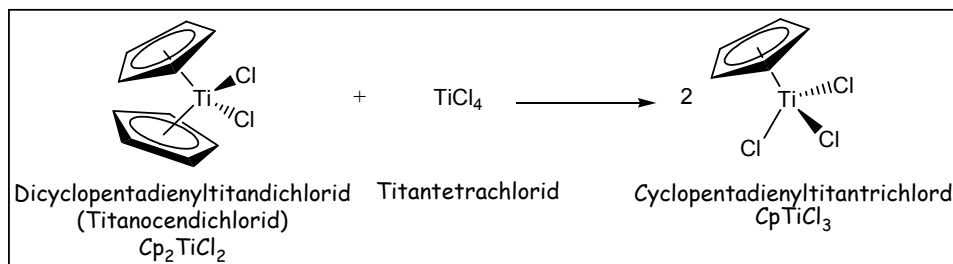


*... packt Lebensmittel ein*

Polystyrol ist ein Kunststoff, der seit 1930 durch radikalische Polymerisation von Styrol hergestellt wird. Gegenüber Säuren, Laugen und Alkohol ist Polystyrol beständig. Auffällig ist der brillante Oberflächenglanz.



*Polystyrol*

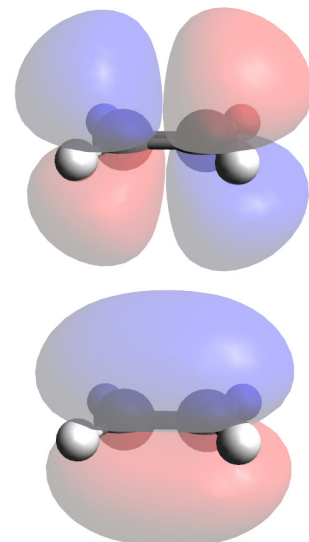


$\text{CpTiCl}_3$  wird als Katalysator für die Darstellung von Polystyrol (PS) eingesetzt.

## Aufgabenstellung AC 2: Vorhersage von Moleküleigenschaften am Computer

(für 3 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. C. Herrmann)

Das Ziel der theoretischen Chemie ist es, Eigenschaften und Reaktionen von einzelnen oder Ansammlungen von Molekülen zu verstehen und voraussagen. Theoretische Chemiker versuchen Fragen zu beantworten wie "Wieso verläuft eine bestimmte Reaktion in diesem Lösungsmittel deutlich schneller als in jenem?" oder "Wieso bindet das für die Atmung wichtige Enzym Myoglobin Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) so viel stärker als Kohlenstoffmonoxid ( $\text{CO}$ )?" Im Prinzip sind die Gleichungen, die zur Beantwortung solcher Fragen nötig sind, aus der Quantenmechanik bekannt. Sie sind aber nur für sehr kleine und einfache Systeme exakt lösbar, so dass man in der Praxis zahlreiche Näherungen einführen muss. In diesem Kurs soll auf eine spezielle, aber vor allem historisch sehr wichtige dieser Näherungen eingegangen werden: Die Hartree-Fock-Theorie. Dabei spielen Molekülorbitale eine sehr wichtige Rolle. Diese Größen sind vermutlich aus der Diskussion der chemischen Bindung vertraut (in Verbindung mit Begriffen wie  $\sigma$ -Bindung,  $\pi$ -Bindung). In diesem Kurs soll eine Einführung gegeben werden, wie Orbitale mit den Grundlagen der Quantentheorie zusammenhängen, und wie man Orbitale, Eigenschaften und Strukturen für beliebige chemische Verbindungen am Computer berechnen kann.

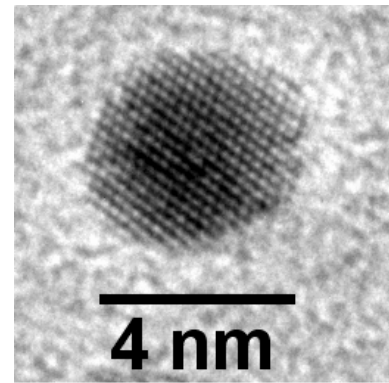


## Aufgabenstellung PC 1: Nanogold aus dem Reagenzglas

(für 4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. H. Weller)

Im Größenbereich von einigen Nanometern (ein Nanometer = ein millionstel Millimeter) ändern sich die Materialeigenschaften von Festkörpern sehr drastisch gegenüber herkömmlichen Stoffen. Nanopartikel erobern deshalb auch gegenwärtig zahlreiche Anwendungsgebiete in Elektronik, Optik, Katalyse, Materialforschung sowie in biochemisch-medizinischer Diagnostik und Therapie.

Im Rahmen des angebotenen Versuchs werden im Labor nanometergroße Goldpartikel in Lösung präpariert. Die Farbe solcher Lösungen ist tiefrot und unterscheidet sich damit sehr deutlich von großen Goldpartikeln. Die Teilchen werden mithilfe von Absorptionsspektroskopie, Röntgenbeugung und hochauflösender Elektronenmikroskopie untersucht. Durch die atomare Ortsauflösung letzteren Verfahrens kann die Kristallstruktur der Partikel direkt abgebildet werden.



## Aufgabenstellung PC 2: Magnetische Flüssigkeiten

(für 4 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. H. Weller)

Die magnetischen Eigenschaften von Nanopartikeln in einem Größenbereich zwischen einem und hundert Nanometern unterscheiden sich erheblich von denen großer Magnete. Mit den Nanopartikeln ist es möglich, magnetische Flüssigkeiten herzustellen, die z.B. in Dichtungen oder als fälschungssichere Tinte in Geldscheinen verwendet werden. Dagegen gehen die magnetischen Eigenschaften normaler Magnete bei der Verflüssigung durch Erhitzen verloren.

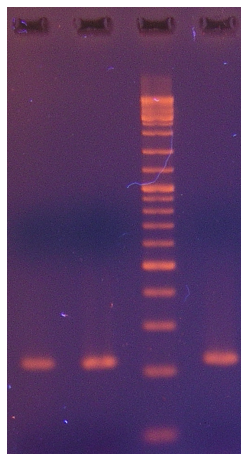
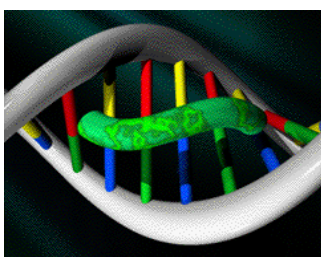
In diesem Versuch werden superparamagnetische Eisenoxidnanopartikel synthetisiert und zu einer magnetischen Flüssigkeit (einem Ferrofluid) weiterverarbeitet. Ihre Eigenschaften lassen sich durch das Ausbilden der rechts abgebildeten Spitzen gut zeigen.



## Aufgabenstellung LC 1: PCR-Lebensmittelanalytik

(für je 3 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. M. Fischer)

In der Lebensmittelanalytik nehmen biochemische Methoden in den letzten Jahren eine immer bedeutendere Rolle ein. Als eine der wichtigsten Methoden ist hierbei die Polymerase-Ketten-Reaktion (engl. Polymerase-Chain-Reaction PCR) zu nennen. Durch die PCR besteht die Möglichkeit die DNA von Organismen artenspezifisch nachzuweisen. Da nahezu alle Lebensmittel aus einem pflanzlichen oder tierischen Organismus stammen, bietet sich die DNA als Analyt für den artenspezifischen Nachweis geradezu an. Voraussetzung hierbei ist, dass die DNA die evtl. notwendigen Prozesse der Lebensmittelverarbeitung (z.B. Rösten, Hochdruckverfahren oder Prozesse in denen Scherkräfte wirken) in einem Zustand übersteht, der eine Analyse mit PCR-Methoden zulässt bzw. dass die DNA sich noch im als Lebensmittel genutzten Teil des Organismus befindet (z.B. Fette oder Öle).

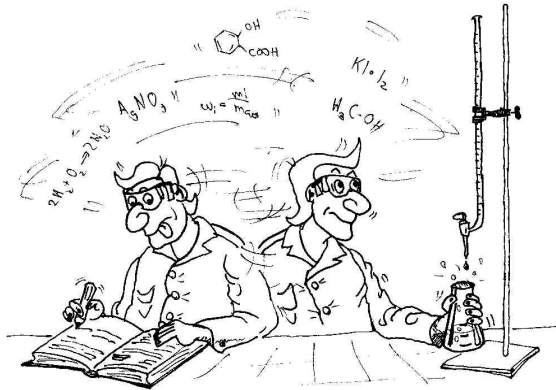


Die Teilnehmer erhalten zwei Proben, die mit Hilfe der PCR-Analytik auf ihre Identität geprüft werden sollen. Hierzu gilt es zunächst, die DNA mit Hilfe eines standardisierten Isolationswegs aus der Proben-Matrix zu isolieren und aufzureinigen. Die erhaltene DNA wird während der PCR mit Hilfe von Nukleotiden (Bausteine der DNA), Polymerase (Enzym zum „Kopieren“ der DNA), Magnesium (Coenzym der Polymerase) und Primern („Schlüssel“ zum artenspezifischen „Kopieren“) in einem speziellen Reaktionspuffer vervielfältigt. Die erhaltenen „Kopien“ der DNA werden anschließend mit Hilfe der Agarose-Gel-Elektrophorese aufgetrennt und durch einen Farbstoff sichtbar gemacht.

## Aufgabenstellung LC 2: Analytik von Kohlenhydraten

(für je 3 TeilnehmerInnen, Arbeitskreis Prof. M. Fischer)

Zucker und Kohlenhydrate stellen wichtige Lebensmittelbestandteile dar, jedoch verursacht Zucker im Übermaß gesundheitliche Probleme. Für die Beurteilung der ernährungsphysiologischen Qualität von Lebensmitteln ist es daher wichtig, die genaue Zusammensetzung der verschiedenen Zucker in Lebensmitteln sowie ihren genauen Gehalt zu ermitteln. Für die Identifizierung von Zuckern in Erfrischungsgetränken (z. B. Cola), Fruchtsäften, Fruchtsaftgetränken und alkoholischen Getränken (sogenannte „Alcopops“) werden die Zucker mittels einer dünn-schichtchromatographischen Analyse identifiziert. Für die quantitative Analyse von Kohlenhydraten wird das Analysenverfahren nach Luff-Schoorl verwendet. Die Zucker reagieren mit einer Kupfersulfat-Lösung in der Siedehitze, wobei die Kupferionen durch Zucker reduziert werden.



Der Überschuss an Kupferionen wird dann iodometrisch titriert. Die Gehaltsbestimmung von reduzierenden Zuckern (z. B. Glucose und Fructose) wird ohne vorherige Hydrolyse durchgeführt. Der so nicht erfasste Haushaltszucker (Saccharose) muss zunächst hydrolytisch durch Säuren gespalten werden. Da bei diesem Versuch mit Bunsenbrenner und Rückflusskühler gearbeitet werden muss, können an diesem Versuch maximal 3 Personen teilnehmen.