56. IChO 2024 – Musterlösung zur 1. Runde – 30.06.2023

Aufgabe 1: Icholandia — 70 Punkte

Aufgabe 1 a) **[7,0 P max]**

Vervollständige die folgende Tabelle, indem du für alle fehlenden Element-Element-Bindungen, die im Körper von Kolbi vorkommen, deren Bindungslänge ergänzt.

Element-Element-Bindung	Bindungslänge in pm
C-C	154
C=C	134
C=C (aromatisch)	140
C≡C	137
C-H	110
C-O	143
C=O	120
C-S	182

0,5 P pro richtigem Eintrag

Korrekturhinweis: Für die Bindungslängen können unterschiedliche Literaturwerte gefunden werden. Die in der obigen Tabelle angeführten Werte sind diejenige, die bei einer Google-Suche als erstes angezeigt und deswegen vermutlich auch von den SuS am häufigsten angegeben werden.

Abweichungen in einem Rahmen von ± 5 pm werden akzeptiert. Die qualitative Einordnung der Bindungslängen muss jedoch gegeben sein, d.h. z.B. C-C länger als C=C länger als C≡C oder C-C länger als C=C (aromatisch) länger als C=C .

Aufgabe 1 b) **[8,0 P max]**

Vervollständige die folgende Tabelle.

Bindungswinkel	Bindungsordnung	Geometrie	Hybridisierung
180°	**Dreifachbindung**	**linear**	sp
120°	Doppelbindung	**trigonal-planar**	**sp^2**
109,5°	**Einfachbindung**	tetraedrisch	**sp^3**

1 P pro richtig zugeordnetem Eintrag

Aufgabe 1 c) **[7,5 P max]**

Vervollständige die folgende Tabelle, indem du die Nummer von jeweils fünf weiteren Kohlenstoffatomen mit sp-, sp^2- bzw. sp^3-Hybridisierung im Körper von Kolbi der entsprechenden Hybridisierung zuordnest.

Hybridisierung	Atomnummern
sp	*1, …,* ***2, 16, 17, 18, 19, 28, 29, 30, 31,***
sp^2	*3, …,* ***4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 33, 34, 42, 45,***
sp^3	*15, …,* ***20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 36, 37, 38, 39, 43, 46***

0,5 P pro richtigem Eintrag

Pro Art der Hybridisierung werden jeweils fünf Atomnummern erwartet.

Aufgabe 1 d) **[8,0 P max]**

Erläutere kurz das Prinzip der freien Drehbarkeit entlang von C-C-Bindungsachsen am Beispiel von Ethan und Ethen. Gib dann an, ob Kolbi seine Knie bzw. Schultern kreisen lassen kann und begründe deine Entscheidung.

In Ethan sind die beiden Kohlenstoffatome über eine C-C-Einfachbindung (σ-Bindung) miteinander verbunden. **[1 P]**

Entlang der Bindungsachse sind die Moleküle in Ethan frei drehbar, die Rotationsbarriere ist gering. **[1 P]**

Im Ethen liegt eine Doppelbindung vor. **[1 P]**

Durch die zusätzliche π-Bindung liegt keine freie Drehbarkeit mehr vor, die Rotationsbarriere ist zu groß. **[1 P]**

Atom 13 ist Teil des aromatischen Systems von Kolbi und damit über eine Doppelbindung mit einem anderen C-Atom verbunden. **[1 P]**

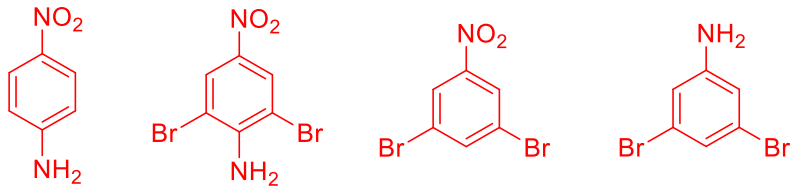
Dadurch liegt keine freie Drehbarkeit vor und Kolbi kann seine Schulter nicht kreisen lassen. **[1 P]**

Atom 36 ist nur durch C-C-Einfachbindungen mit anderen C-Atomen verbunden. **[1 P]**

Entlang der Achsen dieser Bindungen können sich die Moleküle frei drehen, sodass Kolbi sein Knie drehen kann. **[1 P]**

Aufgabe 1 e) **[8,0 P max]**

Gib die Strukturformeln der Verbindungen **A** bis **D** an.

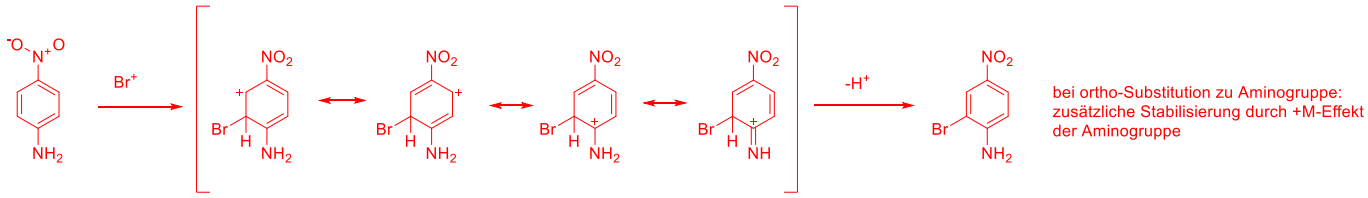


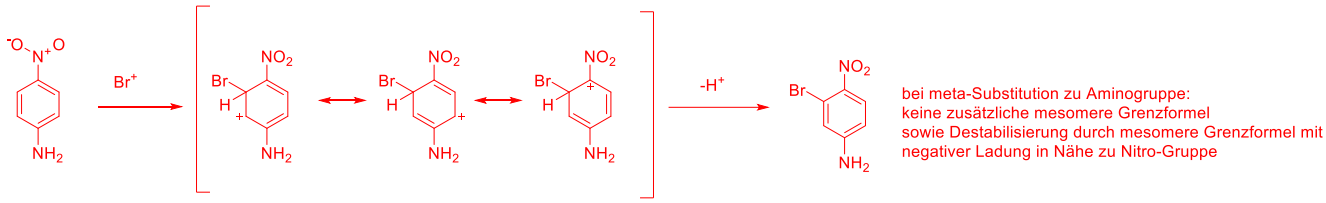
A **B** **C** **D**

2 P pro richtiger Strukturformel

Aufgabe 1 f) **[17,0 P max]**

Begründe, unter Zuhilfenahme von mesomeren Grenzstrukturen, die Regioselektivität der Bromierung bei der Umsetzung von **A** zu **B** und gib an, um welchen Reaktionstyp es sich handelt. Die Begründung für die Substitution durch eines der Brom-Atome ist ausreichend.





Bei der Bromierung von **A** handelt es sich um eine elektrophile aromatische Substitution (S_EAr). **[1 P]**

Die Regioselektivität wird dabei durch dirigierende Effekte von Subsituenten bestimmt. **[1 P]**

Eine Aminogruppe besitzt einen +M/-I-Effekt **[1 P]** und dirigiert daher in ortho/para Position. **[1 P]**

Die Paraposition ist durch die Nitrogruppe blockiert, somit kann nur eine ortho-Substitution stattfinden. **[1 P]**

Bei Substitution in ortho-Position ist eine vierte mesomere Grenzformel des σ-Komplex möglich, in der die positive Ladung durch den -+M Effekt der Aminogruppe stabilisiert wird. **[1 P]**

Die Nitrogruppe besitzt einen -M/-I-Effekt **[1 P]** und ist daher meta-dirigierend. **[1 P]**

(Die meta-Position der Nitrogruppe entspricht der ortho-Position der Aminogruppe.)

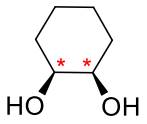
Bei Substitution in meta-Position der Aminogruppe bzw. ortho-Position der Nitrogruppe liegen nur drei mesomere Grenzformeln des σ-Komplex vor. **[1 P]**

Außerdem ist eine der Grenzformeln destabilisiert, da sich die positive Ladung in räumlicher Nähe zur elektronenziehenden Nitrogruppe befindet. **[1 P]**

Pro korrekter mesomerer Grenzstruktur ebenfalls **1 P**.

Aufgabe 1

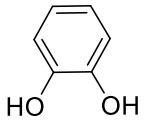
g) Kennzeichne alle Stereozentren in den Diolen **E** bis **G** mit einem Sternchen. **[2,5 P max]**
h) Gib für jedes Diol an, ob es chiral oder achiral ist. **[1,5 P max]**
i) Gib den systematischen IUPAC-Namen der Diole **E** bis **G** inklusive der Konfiguration der Stereozentren nach der CIP-Nomenklatur an. **[5,5 P max]**



E

achiral

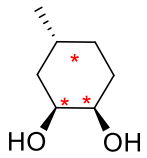
(1*R*,2*S*)-Cyclohexan-1,2-diol



F

achiral

Benzen-1,2-diol



G

chiral

(1*R*,2*S*,4*R*)-4-Methylcyclohexan-1,2-diol

0,5 P pro richtig markiertem Stereozentrum

0,5 P pro richtiger Angabe chiral/achiral

1 P für richtigen Namen, **0,5 P** pro richtigem Stereozentrum

Aufgabe 1 j) [5,0 P max]

Nenne fünf Vorteile von mikrowellen-unterstützten Synthesen.

- schnellere Reaktionsgeschwindigkeit
- mildere Reaktionsbedingungen
- höhere Ausbeute
- geringerer Energieverbrauch
- unterschiedliche Selektivität im Vergleich zu konventionellen Reaktionen
- selektives Erhitzen von Reaktionskomponenten
- schnelle Heizraten und Temperaturgradienten

1 P pro genanntem Vorteil

Aufgabe 2: Move your body… (Schwingungen und Spektroskopie) 58 Punkte

Aufgabe 2 a) **[20,0 P max]**

Markiere im Suchsel zwanzig Begriffe aus der Spektroskopie. Tipp: Sie haben sich senkrecht und waagerecht versteckt. Es handelt sich um Energieeinheiten, Spektrometer-Bestandteile, Forscher und Vorgänge bei der Spektroskopie.

E	B	A	B	S	O	R	P	T	I	O	N	L	Q	P	E	P	G
D	E	W	W	W	P	P	S	K	T	R	H	I	T	R	O	S	B
F	E	V	E	Z	G	I	T	T	E	R	G	N	I	O	R	P	A
H	R	H	L	O	D	P	N	P	E	P	A	S	Z	E	Q	E	L
L	J	U	L	S	D	F	Y	O	M	R	X	E	X	N	I	K	M
M	E	Y	E	P	V	R	D	F	I	I	J		Y	T	V	T	E
R	M	N	N	E	B	A	E	W	S	S	C	F	H	G	B	R	R
V	E	E	L	K	O	U	B	H	S	M	S	R	E	E	H	A	X
W	T	E	A	T	B	N	Y	Q	I	A	G	E	N	N	E	L	G
N	E	U	E	R	W	H	E	A	O	K	G	Q	E	U	R	L	O
Y	R	S	N	U	R	O	O	N	N	I	P	U	R	E	T	I	W
Z	S	O	G	M	L	F	I	O	O	O	C	E	G	G	Z	N	B
R	Z	R	E	K	J	E	D	U	W	M	C	N	I	E	Q	I	L
E	D	J	L	W	P	R	J	T	N	I	M	Z	E	N	J	E	C
F	Y	G	P	S	T	R	A	H	L	U	N	G	J	O	U	L	E
P	B	M	R	E	U	E	B	E	R	G	A	N	G	R	X	T	

HERTZ GITTER SPEKTRALLINIE BALMER LINSE FREQUENZ PRISMA METER JOULE FRAUNHOFER WELLENLÄNGE ENERGIE SPEKTRUM ÜBERGANG EMISSION ABSORPTION DEBYE STRAHLUNG BEER RÖNTGEN

1 P pro Begriff

Aufgabe 2 b) **[7,0 P max]**

Nutze die Begriffe aus dem Suchsel, um folgende Tabelle zu vervollständigen

Größe	(abgeleitete) SI-Einheit	Gebräuchliche Einheit in der Spektroskopie
Wellenlänge	**Meter**	Ångström
Frequenz	**Hertz**	Wellenzahl (cm^{-1})
Energie	**Joule**	Elektronenvolt
Dipolmoment	Coulomb-Meter	**Debye**

1 P pro Begriff

Aufgabe 2 c) **[12,0 P max]**

Gib für die in der Tabelle genannten Methoden die verwendeten Wellenlängenbereiche an und ordne ihnen aus der folgenden Liste die untersuchte Eigenschaft sowie die Anforderungen an die zu untersuchenden Moleküle zu.

Eigenschaften: Zustand der äußeren Elektronen, Kernspinzustand, Rotationszustand, Schwingungszustand
Anforderungen: Übergangsdipolmoment, konjugiertes π-System, Kernspin > 0, Dipolmoment

Wellenlängen-bereich	**Methode**	**Untersuchte Eigenschaft** Änderung bzw. Anregung von…	**Anforderung an die zu untersuchenden Moleküle** Vorhandensein von…
780 nm…10 nm	UV/Vis-Spektroskopie	**Zustand der äußeren Elektronen**	**Konjugiertes π-System**
1 mm…780 nm	Infrarotspektroskopie	**Schwingungszustand**	**Übergangsdipolmoment**
10 cm…1 mm	Mikrowellenspektroskopie	**Rotationszustand**	**Dipolmoment**
100 m…1 m	NMR-Spektroskopie	**Kernspinzustand**	**Kernspin > 0**

Die Wellenlängenbereiche sind die bei Wikipedia angegebenen. Andere Werte in der Größenordnung passend zu UV/Vis, Infrarot, Mikrowellen und Radiowellen sollen auch als korrekt gewertet werden.

1 P pro richtigem Wellenlängenbereich,

1 P pro richtiger Eigenschaft,

1 P pro richtiger Anforderung.

Aufgabe 2 d) **[2,0 P max]**

Sortiere die nicht-aromatischen Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen aufsteigend nach ihrer Bindungsstärke.

C-C < C=C < C≡C

2 P für richtige Sortierung,

1 P bei einer Vertauschung,

0 P wenn alles vertauscht.

Aufgabe 2 e) **[6,0 P max]**

Gib für die angegebenen Wellenzahlen $\tilde{\nu} = \lambda^{-1}$ der Kohlenstoff-Kohlenstoff-Streckschwingungen die jeweiligen Schwingungsfrequenzen und die Kraftkonstanten gerundet an.

Bindung	Wellenzahl / cm^{-1}	Frequenz / s^{-1}	Kraftkonstante / $\mathrm{N \cdot m^{-1}}$
C-C	1100	$3,3 \times 10^{13}$	430 (428,3)
C=C	1600	$4,8 \times 10^{13}$	910 (906,2)
C≡C	2100	$6,3 \times 10^{13}$	1600 (1561)

Rechenweg (hier nicht gefordert):

Berechnung der reduzierten Masse: $\mu(CC) = 6\ \mathrm{u} = 6\ \mathrm{u} \times 1{,}661 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg\ u^{-1}}$

Zusammenhang ν, $\tilde{\nu}$: $\nu = \frac{c}{\lambda} = c\tilde{\nu}$

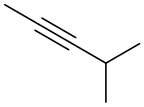
Umstellen: $k = \mu \times (2 \times \pi \times \nu)^2$

1 P für richtige Frequenz,

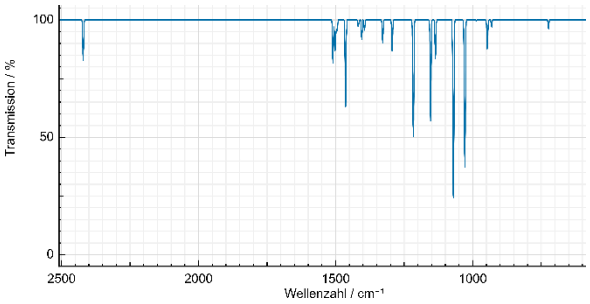
1 P für richtige Kraftkonstante.

Aufgabe 2 f) **[3,0 P max]**

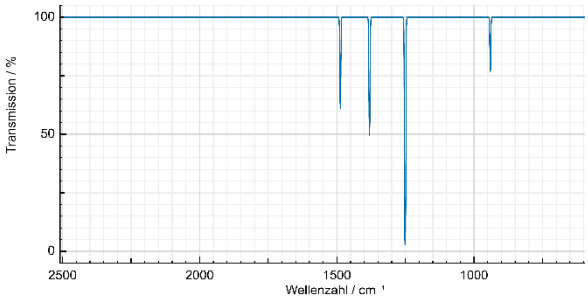
a) Ordne die Ausschnitte aus Schwingungsspektren Kolbis Körperteilen zu. Begründe deine Zuordnung.

Hand	 Oberarm	Frisur

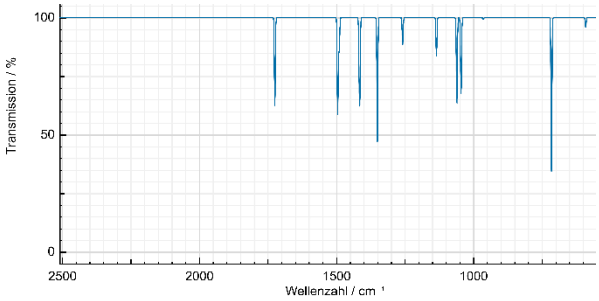
A



B



C



Oben links: A - Oberarm, oben rechts: B - Hand, unten: C - Frisur

Die Zuordnung erfolgt qualitativ anhand der Kohlenstoff-Kohlenstoff-Valenzschwingungen. Die größte Wellenzahl wird für die C≡C-Bindung erwartet. Ihr ist die Bande bei 2400 cm^{-1} aus Spektrum A zuzuordnen, die in den anderen Spektren nicht zu sehen ist. Spektrum B hat keine Bande > 1500 cm^{-1} und zeigt nur wenige differenzierte Banden für Streck- und Deformationsschwingungen der äquivalenten CH-Bindungen sowie der C-C-Skelettschwingungen (um 1150 cm^{-1}). Dies ist das symmetrische aliphatische 2,2-Dimethylpropan, also der Körperteil der Hand. Übrig bleibt für die Frisur Spektrum C mit der Streckschwingung der C=C-Bindung bei 1720 cm^{-1}.

1 P pro richtiger Zuordnung

Aufgabe 2 g) **[3,0 P max]**

Berechne die Wellenzahl der C-D-Streckschwingung als Vielfaches der Wellenzahl der C-H-Streckschwingung.

Hinweise: Berechne zunächst die reduzierten Massen $\mu(\mathrm{CH})$ und $\mu(\mathrm{CD})$ in kg. Nimm an, dass sich die Kraftkonstante im Vergleich zur C-H-Bindung nicht ändert.

$$\mu(\mathrm{CH}) = \frac{12 \times 1}{12+1} = 0,92\ \mathrm{u} = 1,53 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg} \quad \textbf{[1 P]}$$

$$\mu(\mathrm{CD}) = \frac{12 \times 2}{12+2} = 1,71\ \mathrm{u} = 2,85 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg} \quad \textbf{[1 P]}$$

$$\frac{\nu(\mathrm{CH})}{\nu(\mathrm{CD})} = \frac{\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{\mu(\mathrm{CH})}}}{\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{\mu(\mathrm{CD})}}} = \sqrt{\frac{\mu(\mathrm{CD})}{\mu(\mathrm{CH})}} = 1,36 \quad \textbf{[1 P]}$$

Aufgabe 2 h) **[5,0 P max]**

Gib an, welche die geeignetste Methode zur Strukturaufklärung der Bevölkerung von Icholandia ist. Begründe für jede der anderen Methoden, warum sie eher nicht geeignet ist.

- MS ist geeignet **[1 P]**
- IR: **[0,5 P]**
  - Nur funktionelle Gruppen sichtbar (von denen es aber nicht viele gibt), und wenige Informationen zur Verknüpfung **[0,5 P]**
- NMR: **[0,5 P]**
  - Zu viele Signale in ähnlichen Bereichen, starke Überlappung der Signale **[0,5 P]**
- UV-Vis: **[0,5 P]**
  - Keine Strukturinformationen **[0,5 P]**
- XRD: **[0,5 P]**
  - Stoff muss kristallin vorliegen (aufwendig), nur leichte Elemente in den Icholandia-Einwohnern (geringe Röntgenabsorption) **[0,5 P]**

Sinnvollerweise sollte man mehrere Methoden kombinieren.

(ohne Wertung, da aus Operator so nicht gefordert)

Aufgabe 3: Goldene Chemie

65 Punkte

Aufgabe 3 a) [8,0 P max]

Definiere die Begriffe „gediegen" und „Reinelement". Gib für beide der Eigenschaften jeweils zwei weitere Metalle an, auf welche diese zutrifft. Gib die Quelle deiner Recherche an.

Gediegen: natürliches Vorkommen reiner chemischer Elemente **[2 P]**
weitere Metalle: Ag, Cu, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Pb, Bi **[je 1 P]**

Reinelement: Element, das auf der Erde in nur einem stabilen Isotop auftritt **[2 P]**
weitere Metalle: Be, Na, Al, Sc, Mn, Co, Y, Nb, Rh, Cs, Pr, Tb, Ho, Tm, Bi, Th, Pu, Pm **[je 1 P]**

(Quelle Holleman/Wiberg (2017). *Band 2 Nebengruppenelemente, Lanthanoide, Actinoide, Transactinoide*. Berlin, Boston: De Gruyter. https://doi.org/10.1515/9783110495904)
Metalle, die in der angegebenen Quelle aufgeführt sind, aber hier fehlen, sind ebenfalls als richtig zu werten.
Falls keine Quelle angegeben wurde: **1 P** Abzug

Aufgabe 3 b) [8,0 P max]

Nenne die beiden wichtigsten Oxidationsstufen, in denen Gold in Verbindungen auftritt und gib jeweils zwei Beispielverbindungen an, die in dieser Aufgabe nicht genannt werden.

+I, +III
(**je 2 P**, keine Punkte, falls mehr als zwei genannt werden)

sinnvolle Beispiele: salzartige Verbindungen mit entsprechend geladenen Gegenionen **[je 2 P]**

Aufgabe 3 c) [4,0 P max]

Stelle eine Reaktionsgleichung für die hypothetische Oxidation von Wasser durch Au^+ auf.

$$2\ Au^+ + H_2O \rightarrow 2\ Au + \tfrac{1}{2}\ O_2 + 2\ H^+$$
(**je 1 P** für Au^+/H_2O und $Au/\ \tfrac{1}{2}\ O_2$, **2 P** für vollständig korrekte Stöchiometrie)

Alternativ:
$$2\ Au^+ + H_2O \rightarrow 2\ Au + O + 2\ H^+$$
(**je 1 P** für Au^+/H_2O und Au/O, **2 P** für vollständig korrekte Stöchiometrie)

Aufgabe 3 d) [6,0 P max]

Beschreibe anhand von Reaktionsgleichungen, wie Au^+ und Cu^+ in wässriger Lösung tatsächlich reagieren und begründe dies anhand der Standardpotentiale.

$3\ Au^+ \rightarrow 2\ Au + Au^{3+}$ (**1 P** für Disproportionierung, **1 P** für richtige Stöchiometrie)
$2\ Cu^+ \rightarrow Cu + Cu^{2+}$ (**1 P** für Disproportionierung, **1 P** für richtige Stöchiometrie)
In beiden Fällen ist das Standardpotential für die Reduktion der einwertigen Spezies größer als für die Oxidation **[1 P]**, so dass die Disproportionierung spontan **[1 P]** abläuft.

Aufgabe 3 e) **[7,0 P max]**

Benenne diese Koordinationsverbindung mit einem systematischen Namen und formuliere die Gleichgewichtskonstante der Komplexbildungsreaktion ausgehend von $[Au(H_2O)_4]^{3+}$ nach dem Massenwirkungsgesetz.

Aqua-trichlorido-gold(III)
(**je 1 P** für „aqua", „trichlorido", „gold(III)" und richtige Reihenfolge)

$K = c([Au(H_2O)Cl_3])\ c^3(H_2O)\ /\ [c([Au(H_2O)_4]^{3+})\ c^3(Cl^-)]$
($c(H_2O)$ kann auch implizit = 1 gesetzt werden)

(**je 1 P** für $c([Au(H_2O)Cl_3])$ im Zähler, $c([Au(H_2O)_4]^{3+})$ und $c^3(Cl^-)$ im Nenner, Aktivitäten oder Angaben der Form […] sind ebenfalls als richtig zu werten)

Aufgabe 3 f) **[3,0 P max]**

Begründe, weshalb diese Lösung stabil ist, obwohl aufgrund der Standardpotentiale die Oxidation von Wasser durch die Goldverbindung zu erwarten wäre.

Das Standardpotential ist das Potential einer einmolaren Lösung. **[1 P]**
Durch die Komplexbildung wird die Konzentration des „freien" Au^{3+} aber soweit verringert **[1 P]**, dass Wasser nicht mehr oxidiert wird. **[1 P]**

Aufgabe 3 g) **[6,0 P max]**

Bestimme, um welches ternäre Goldoxid es sich bei **A** handelt, und gib die Oxidationszahlen aller Elemente in **A** an.
(**je 1 P** für sinnvollen Ansatz und Durchführung)

Durch Ausprobieren oder rechnerisch:
(**je 1 P** für die Summenformel und pro Oxidationszahl)

$$\overset{+I}{Cs_3}\overset{+I}{Au}\overset{-II}{O_2}$$

Aufgabe 3 h) **[4,0 P max]**

Stelle eine Reaktionsgleichung für die Oxidation der entsprechenden Legierung MAu zu **A** auf.

Allgemein M anstatt Cs (falsche Lösung in 3g) führt hier zu keinem Abzug.

$$3\ \overset{+I\ -I}{MAu} + 2\ \overset{+I\ -1/2}{MO_2} + 2\ \overset{+I\ -I}{M_2O} \rightarrow 3\ \overset{+I\ +I\ -II}{M_3AuO_2}$$

bei ggf. falscher Lösung in 3g):

$$3\ \overset{+I\ -I}{MAu} + 2\ \overset{+I\ -1/2}{MO_2} \rightarrow 3\ \overset{+I\ +I\ -II}{MAuO} + \overset{+I\ -I}{M_2O}$$

(Oxidationszahlen an dieser Stelle nicht gefordert)
(**je 1 P** für korrekte Edukte/Produkte, **2 P** für vollständig korrekte Stöchiometrie)

Aufgabe 3 i) **[4,0 P max]**

Benenne die Effekte, die dazu führen, dass die Metalle in diesen Formen nicht die typisch silberne bzw. goldene Farbe haben.

Silber: Absorption **[1 P]** von Licht aller Wellenlängen **[1 P]** an amorphem Silber
Gold: Absorption von grünem Licht **[1 P]** durch Plasmonenresonanz **[1 P]**

Aufgabe 3 j) **[3,0 P max]**

Begründe, warum Nanopartikel einen deutlich verringerten Schmelzpunkt aufweisen als makroskopische Festkörper desselben Stoffs.

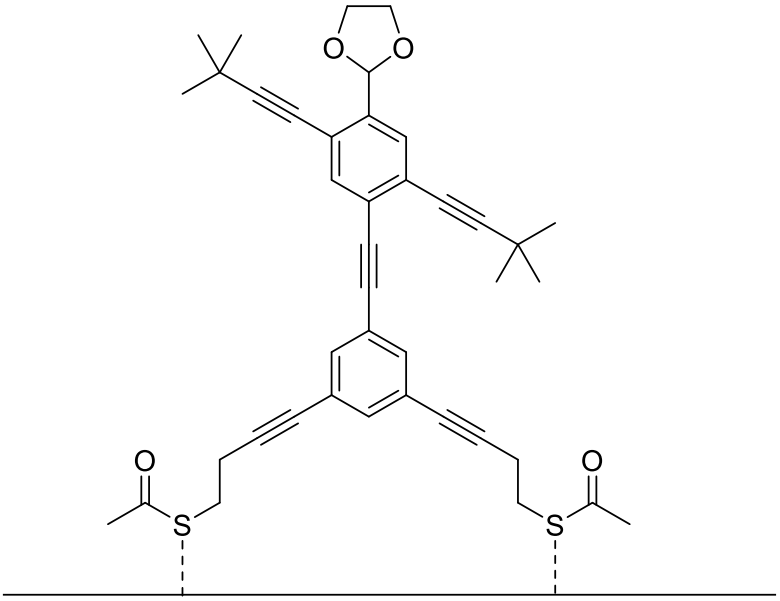
Erheblich größerer Anteil an Oberflächenatomen **[1 P]** schwächt Zusammenhalt im Festkörper **[1 P]**, sodass zum Übergang in die flüssige Phase eine geringere thermische Energie erforderlich ist **[1 P]**

Aufgabe 3 k) **[8,0 P max]**

Schätze die Größe eines Einwohners ab, indem du Bindungslängen aus Aufgabe 1 verwendest und von einer flachen Struktur wie in der Zeichnung ausgehst. Vergleiche mit der gemessenen Schichtdicke, zeichne und begründe, wie der Einwohner wahrscheinlich an die Goldoberfläche gebunden ist.

Fuß bis Kopf:
C-S + C-C + 0,5 C-C + C≡C + 0,5 C-C + C=C (aromatisch) + 0,5 C=C (aromatisch) + C-C + C≡C + C-C + 0,5 C=C (aromatisch) + C=C (aromatisch) + 0,5 C=C (aromatisch) + C-C + C-O
= C-S + 5 C-C + 1.5 C≡C + 3.5 C=C (aromatisch) + C-O
= (182 + 770 + 206 + 490 + 143) pm
= **1,79 nm**

Größe NanoPutian ca. 1,79 nm (**je 1 P** für Ansatz und sinnvolles Ergebnis), hinzu kommt die S-Au-Bindung, insgesamt sehr ähnlich zum Messwert **[1 P]**, daher stehen die NanoPutians aufrecht **[1 P]** und mit beiden Füßen **[1 P]** auf der Oberfläche.



(**1 P** für korrekte Struktur und **2 P** für Bindung mit beiden Füßen entsprechend der eigenen Schlussfolgerung – bei abweichenden Schlussfolgerungen entsprechende Zeichnung ebenfalls bepunkten)

Aufgabe 3 l) **[4,0 P max]**

Gib jeweils eine mögliche Erklärung an, falls der gemessene Wert deutlich unter- oder oberhalb der Größe des Einwohners liegt.

Messwert kleiner als NanoKid zB wenn sie nicht aufrecht, sondern schräg/gebogen stehen oder flach auf der Oberfläche liegen.

Messwert größer als NanoKid zB wenn sie nur auf einem Bein stehen oder der Au—S-Abstand sehr lang ist.
(je sinnvoller Erklärung **2 P**)

Juniorbonus: **max 40 Punkte**

Um den Wissensvorsprung älterer Teilnehmer:innen in der 1. Runde der IChO auszugleichen, erhalten alle Schüler:innen, die nicht im Abschlussjahrgang ihrer Schule sind, für jedes Schuljahr vor dem Abschlussjahrgang einen Juniorbonus von 8 Punkten, maximal jedoch 40 Punkte. Den Wert des Juniorbonus Ihrer Schüler:innen entnehmen Sie bitte der folgenden Tabelle und tragen ihn an entsprechender Stelle der Bewertungsmaske im Onlineportal ein.

G9-Schulen

Klassenstufe	Juniorbonus
13	0 Punkte
12	8 Punkte
11	16 Punkte
10	24 Punkte
9	32 Punkte
8 und jünger	40 Punkte

G8-Schulen

Klassenstufe	Juniorbonus
12	0 Punkte
11	8 Punkte
10	16 Punkte
9	24 Punkte
8	32 Punkte
7 und jünger	40 Punkte