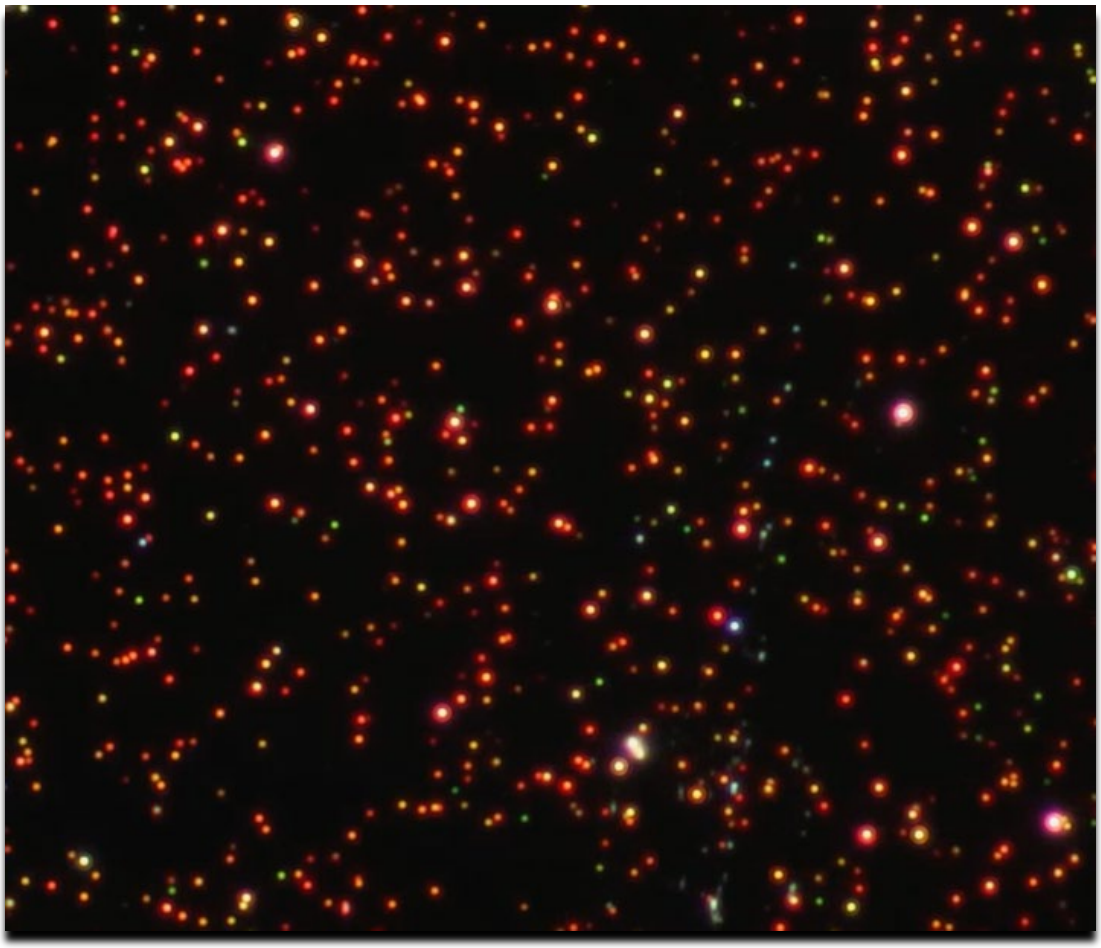
JOHANNES GUTENBERG UNIVERSITÄT MAINZ

NaT Lab
für Schülerinnen und Schüler

Nanopartikel

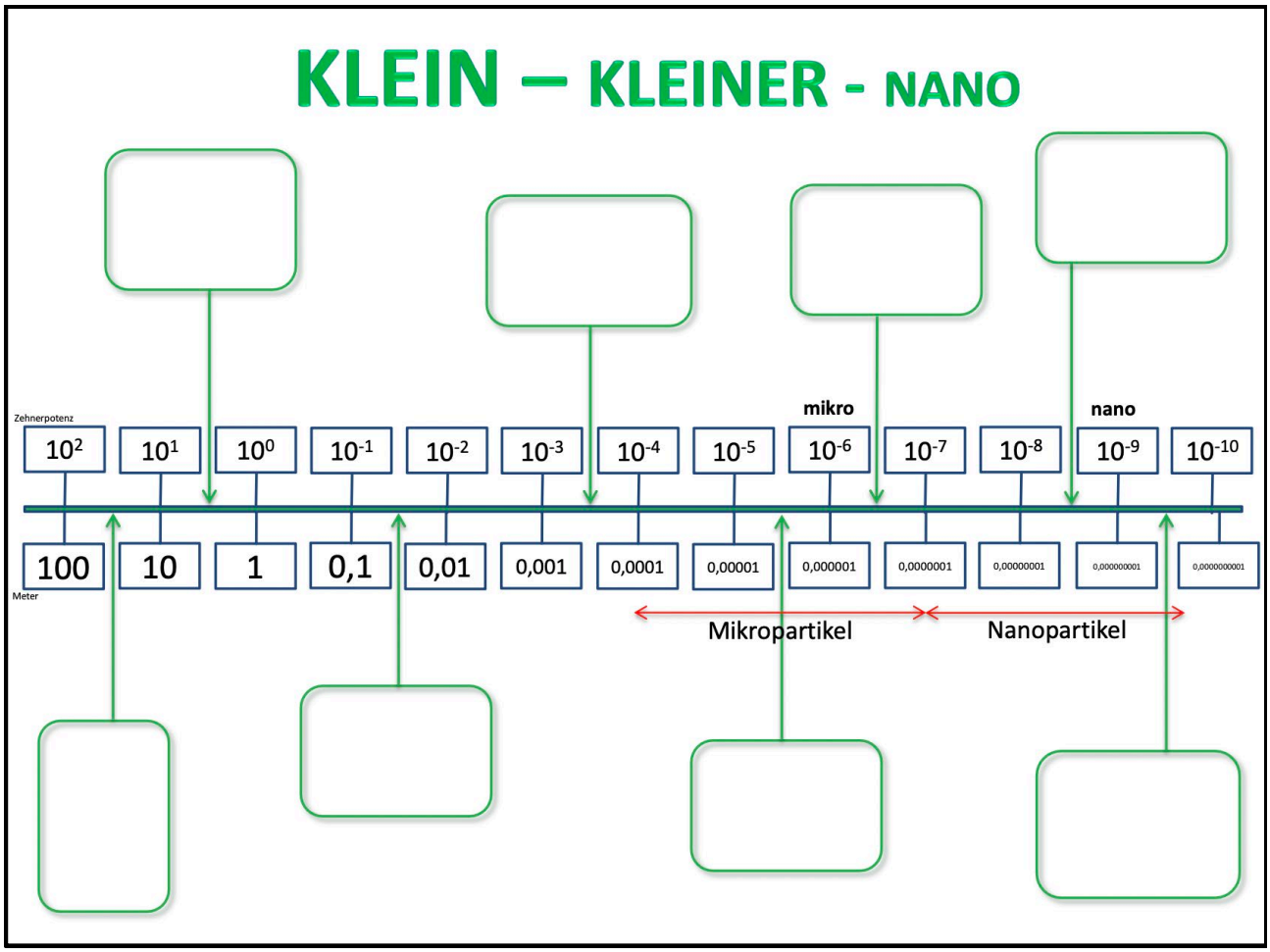


Dieses Skript gehört: _____

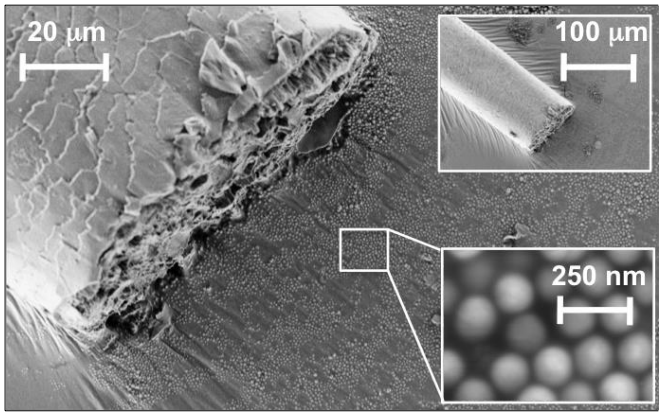
„Nano“- Wie klein ist das eigentlich?

1. Ordne folgende Begriffe entsprechend ihrer Größe mit Hilfe der Legekarten und dem Plakat. Trage hier anschließend die Zuordnung ein.

   Durchmesser DNA - rotes Blutkörperchen - Turm von Pisa – Atom - 2€ Münze – Virus – Mensch - Durchmesser menschliches Haar-



2. Ein menschliches Haar hat einen Durchmesser von etwa 100 μm. Wie viele der synthetisierten Nanopartikel der Größe 125 nm müsste man nebeneinanderlegen, um den Durchmesser zu erhalten?



Tipp:
1m = 100 cm= 1 000 mm
= 1 000 000 μm
= 1 000 000 000 nm

Info: Für die Herstellung von Nanomaterialien werden zwei Konzepte unterschieden: die **Top-Down-** und die **Bottom-Up** *Strategie*.

Bei ersterer handelt es sich um mechanisch-physikalische Verfahren, bei dem Bulk-Materialien durch Mahlverfahren verkleinert werden, bis die resultierenden Partikel nanoskalige Größe erreichen. Im Gegensatz dazu werden bei der *Bottom-Up-Methode* mit Hilfe chemisch-physikalischer Methoden Nanomaterialien aus einzelnen Atomen, Molekülen oder deren Komplexen aufgebaut.

3. Veranschauliche dir das Top- Down- Verfahren mit Hilfe der roten Würfel

   3.1 Beschreibe den Ausgangs- und Endzustand des Würfels in Bezug auf den Zerteilungsgrad und die Oberfläche

   3.2 Erkläre den Zusammenhang zwischen der Oberfläche und der Reaktivität

Versuch 1: Goldnanopartikel

a) Synthese

Materialien	Chemikalien
Heizplatte Magnetrührfunktion und Rührfisch 200 ml Erlenmeyerkolben 10 ml Messzylinder 50 ml Messzylinder Thermometer, Pipette	0,01 molare Goldsäure destilliertes Wasser Natriumcitrat (0,5 g in 15 mL destilliertem Wasser)

Durchführung

1. Gib 0,5 ml einer 0,01 molaren Goldsäure in einen 200 ml Erlenmeyerkolben und füge 30 ml destilliertes Wasser hinzu. Erhitze das Gemisch unter Rühren auf etwa 100°C.
2. Sobald die Lösung siedet, gib 1 ml der Natriumcitratlösung hinzu und erhitze das Gemisch erneut eine Minute unter Rühren.
3. Lass die Lösung auf der Heizplatte fünf Minuten abkühlen, indem du diese ausschaltest und daraufhin erneut eine Minute auf der Laborbank stehen lässt.

Beobachtung

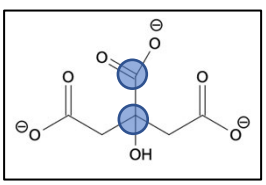
Auswertung

1. Handelt es sich bei der Herstellung der Goldnanopartikel um die Top-Down oder Bottom-Up Verfahren?

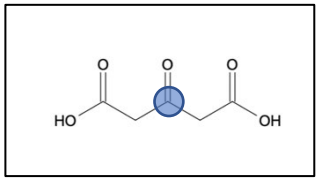
---

2. Formuliere die Reaktionsgleichung der Herstellung der Goldnanopartikel

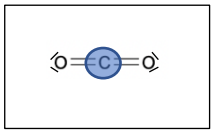
   2.1 Bestimme hierfür zunächst die Oxidationszahlen des Citratmoleküls, des 3- Oxoglutarsäuremoleküls und des Kohlenstoffdioxidmoleküls an den markierten Stellen.



Citrat



3-Oxoglutarsäure



Kohlenstoffdioxid

2.2 **Tipp**: Bei der Reaktion werden Au^{3+}-Ionen zu elementarem Gold reduziert und das Citrat zur 3-Oxoglutarsäure und Kohlenstoffdioxid oxidiert.

Reduktion

Oxidation

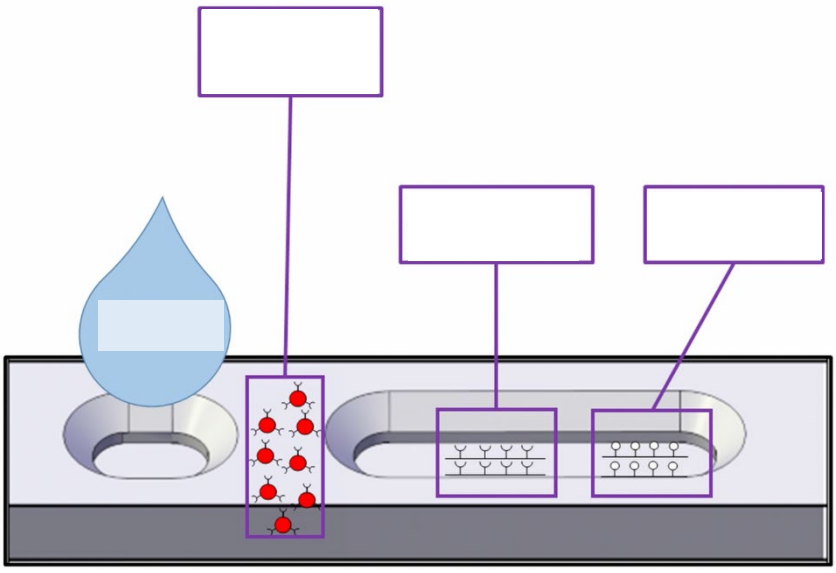
Redoxreaktion

b) Goldnanopartikel im Coronatest?

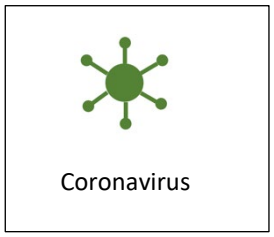
1. Schaue dir das Video an. Scanne hierfür den nachfolgenden QR-Code oder link JGU you tube - Covidtest

https://video.uni-mainz.de/Panopto/Pages/Viewer.aspx?id=f5e73de1-6e38-492f-a0b9-ad4000f0de9d&start=0

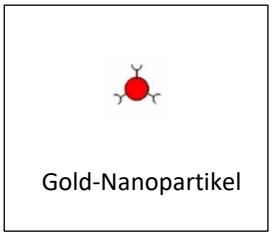
2. Beschrifte die Bestandteile des Coronatests.



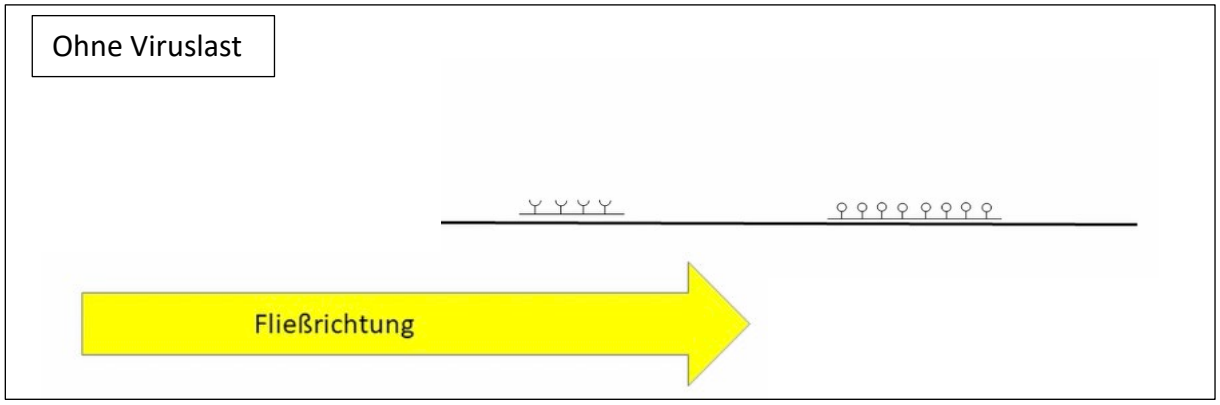
3. Ergänze das Schema durch Virusmoleküle und funktionalisierte Gold-Nanopartikel und beschreibe in eigenen Worten den Testvorgang.

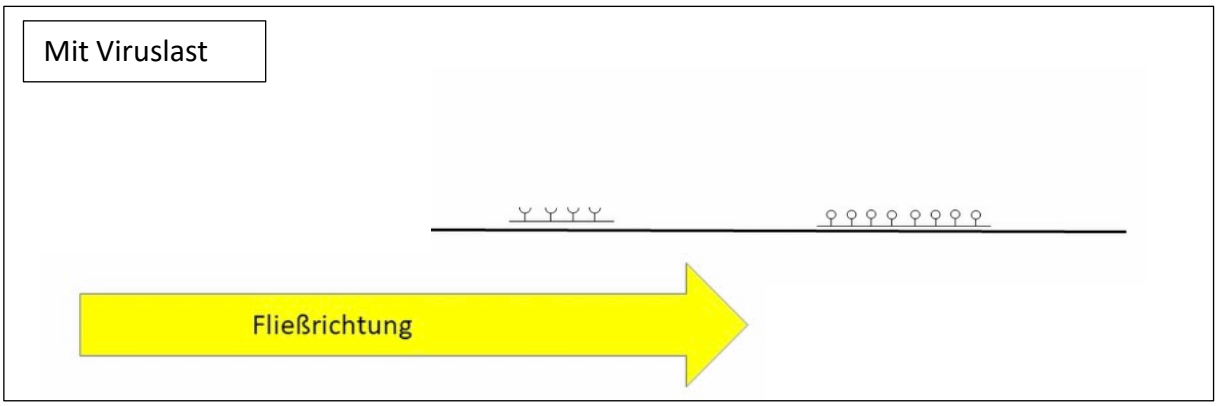


Coronavirus



Gold-Nanopartikel





4. Nenne ein weiteres Beispiel, bei dem die Goldnanopartikel zum Einsatz kommen

Versuch 2: Was schützt vor UV-Strahlung?

a)

Materialien	Chemikalien
5 Petrischalen mit Deckel UV-Perlen UV-Lampe Pipetten Plastikschüssel mit Eis Heizplatte mit Topf Schnappdeckelgläschen	10%ige Titandioxid- Dispersion Sonnenblumenöl Kokosnussöl (schon in der Petrischale vorbereitet) destilliertes Wasser

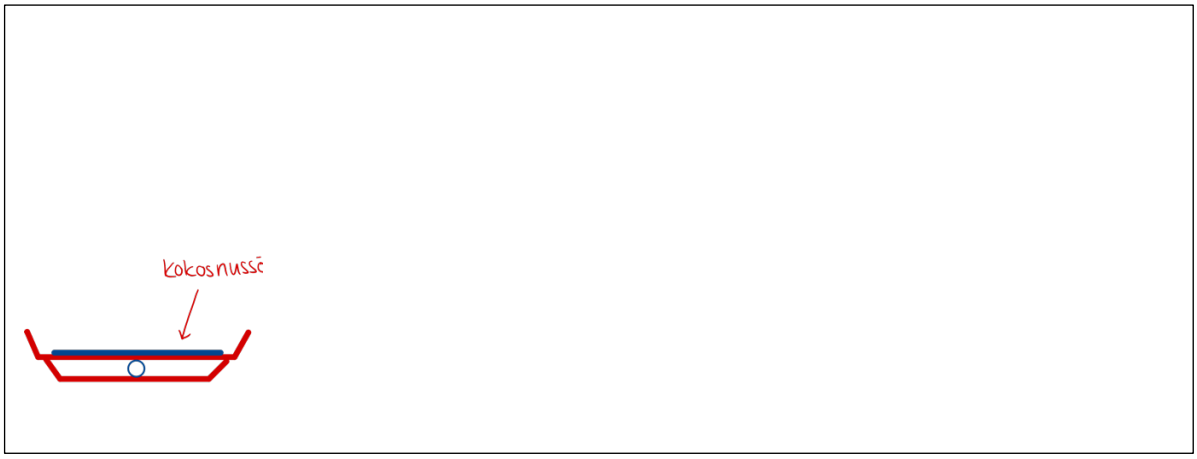
Durchführung

1. Untersuche die Bestandteile der Sonnencreme auf ihre Schutzwirkung gegenüber UV-Strahlung. Entwickle mit den bereitgestellten Materialien zunächst einen Versuchsaufbau.

Tipp 1:
Hauptinhaltsstoffe von Sonnencreme: Wasser, Titandioxid, Kokosnussöl, Sonnenblumenöl

Tipp 2:
Nutze ein Wasserbad und anschließend das Eisbad, um das Kokosnussöl zunächst zu schmelzen und anschließend in der Petrischale erkalten zu lassen.

Versuchsaufbau



Beobachtung

Auswertung

1. Der schützende Bestandteil ist _____.
2. Schaue dir das Etikett der Sonnencreme genau an: Welcher Stoff ist mit „**nano“** gekennzeichnet? Stellt eine Hypothese auf, wieso Nano- und keine Mikroteilchen in der Sonnencreme verwendet werden.

b) Nano versus Mikro

Materialien	**Chemikalien**
schwarze Pappe Holzspieße Becherglas, klein Spatel Waage	Sonnencreme mit nano-TiO_2 mikroskaliges Titandioxidpulver Handcreme

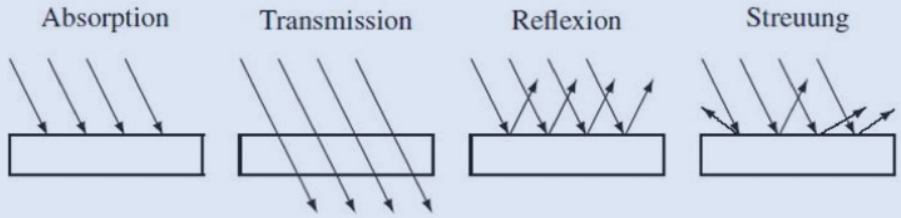
Durchführung

1. In einer Sonnencreme ist 10%-20% UV-Filterschutz enthalten. Stelle aus 0,2 g mikroskaligem Titandioxid und 4g Creme eine 10%ige Sonnencreme her und verrühre alles gut.
2. Gib je einen kleinen Klecks Sonnencreme auf die schwarze Pappe und verteile sie gleichmäßig.
3. Was ist der Unterschied zwischen Sonnencreme mit nano-TiO_2 und mikro-TiO_2?

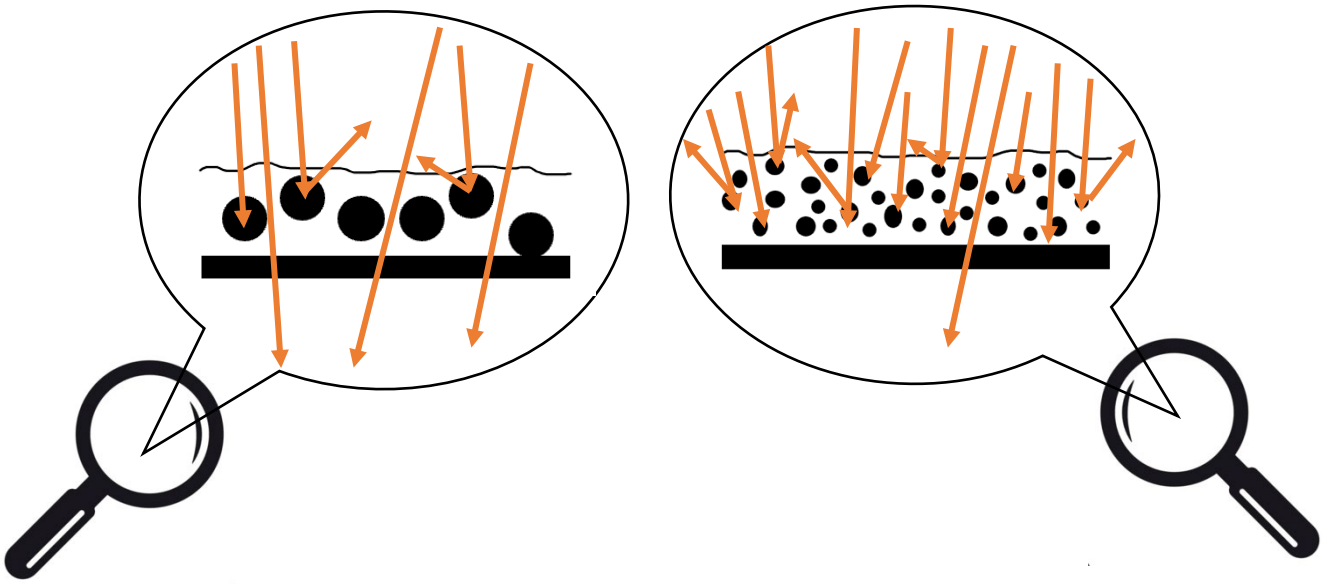
Beobachtung

Auswertung

Info:



1. In dem Schema seht ihr die Sonneneinstrahlung und Schutzwirkung der beiden Sonnencremes. Beschrifte mit den Begriffen: Transmission, Absorption, Reflektion und Streuung



2. Weiße Clownsschminke enthält auch Titandioxid. Mikro-Titandioxid sorgt für den sogenannten „Weißeffekt“ aufgrund der Teilchengröße.

Info: Größe der Titandioxidmoleküle:
Clownweiß: ~ 230 nm
Sonnencreme: ~ 70 nm

Sonnenschutz-Shirts mit nano-TiO_2

Spezielle UV-Schutz-Shirts schützen vor Sonnenstrahlung und verhindern einen Sonnenbrand. Die Fasern von Sonnenschutz-Shirts sind z.B. mit nano-TiO_2 versehen und schützen so die Haut vor der UV-Strahlung. T-Shirts werden mit dem sogenannten UPF klassifiziert.

1. Normale Baumwoll- Shirts besitzen einen UPF=10 und UV- Shirts einen UPF= 50
   Berechne jeweils U.

Info: UPF steht für „UV-Protection-Factor".

$$\mathbf{U} = \frac{1}{UPF} \cdot 100\ \%$$

U: Anteil der auftreffenden UV-Strahlung, der tatsächlich durch die Textilien durchgelassen werden.

2. Diskutiert in der Gruppe den Einsatz von UV-Schutz Shirts.

Versuch 3: selbstreinigende Oberflächen

Materialien	Chemikalien
2 Magnetrührplatten Waage 2 Magnetrührkerne Stativ + Klemme UV-Lampe + Halterung 1 x 150 ml Becherglas 4 x 50 mL Bechergläser 100 mL Messzylinder, Plastikpipette Alufolie	destilliertes Wasser Titandioxid- Nanopartikel Methylenblau-Lösung ($\omega = 0{,}2\%$)

Durchführung

1. Befestige die Halterung der UV-Lampe am Stativ und drehe die UV-Lampe in die Fassung, sodass sich die Lampe direkt über dem Magnetrührer befindet.
2. Befülle das 150ml Becherglas mit 100 ml dest. Wasser und gib 2 Tropfen Methylenblau-Lösung hinzu.
3. Nummeriere die 50 mL Bechergläser von 1 bis 4. Fülle in jedes Becherglas 25ml der blauen Lösung.
4. Gib in Becherglas 1 und 3 je 1 g Titandioxid-Nanopartikel hinzu.
5. Die Bechergläser 1 und 2 werden etwa 20 Minuten mit UV-Licht bestrahlt. Becherglas 3 und 4 werden mit der Alufolie vor UV-Licht geschützt.

Beobachtung

Becherglas	Durchführung	Beobachtung
1	Methylenblau + Titandioxid + UV-Licht	
2	Methylenblau + UV-Licht	
3	Methylenblau + Titandioxid	
4	Methylenblau	

Auswertung

1. Nenne mit Hilfe deiner Beobachtungen die Bedingungen, bei denen eine Reaktion mit den Titandioxid-Nanopartikeln stattfindet.

   Eine durch Licht ausgelöste Reaktion wird _____ genannt.

2. Schaue dir zunächst das Video mit Hilfe des QR-Codes an und beschreibe anschließend den beobachteten Effekt.

https://youtu.be/GX6i_f_SbZE?si=PRsFs0Qsih6jQJCz

3. Nenne Alltagsbeispiele für die Anwendung von Titandioxidbeschichtungen. Nutze hierfür die Legekarten.

Versuch 4: Hydrophilierung von Oberflächen

Materialien	Chemikalien
Objektträger Stofflappen Bunsenbrenner Vierfuß mit Ceranplatte Pipetten Becherglas, Reagenzglasklammer	40%ige nano- Titandioxiddispersion Lebensmittelfarbstoff destilliertes Wasser

Durchführung

1. Gib einen Tropfen der nano-Dispersion auf einen Stofflappen und verteil die Dispersion gleichmäßig auf zwei Objektträgern.
2. Erhitze die Objektträger auf einer Ceranplatte für etwa 2-3 Minuten mit Hilfe des Bunsenbrenners. Lass die Objektträger anschließend abkühlen.
3. Halte zwei weitere Objektträger so lange in die obere Flamme der leuchtenden Brennerflamme bis sie schwarz sind. Lass die Objektträger anschließend abkühlen.
4. Gib einen Wassertropfen auf je einen unbeschichteten, mit Ruß beschichteten und mit der nano-Dispersion beschichteten Objektträger.
5. Lege die anderen Objektträger schräg an eine Streichholzschachtel und gib jeweils einen Tropfen gefärbten Wassers oben auf die Objektträger. Beobachte das Abfließverhalten.

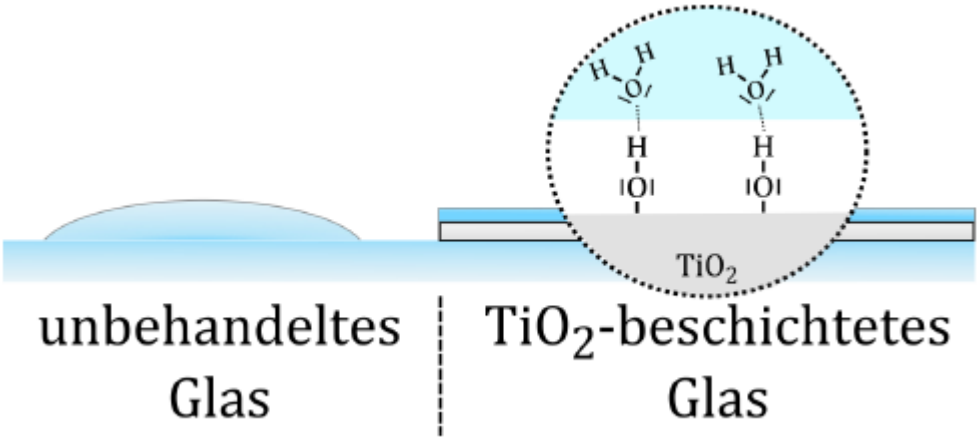
Beobachtung

Oberflächenbeschichtung	**Beobachtung Wassertropfen**	**Beobachtung Abfließverhalten**
nano-Dispersion		
Ruß		
unbeschichtet		

Auswertung

1. Ordne den Stoffen die Eigenschaften hydrophil oder hydrophob zu.

2. Beschreibe auf Teilchenebene die zuvor zugeordnete Eigenschaft der Titandioxid-Dispersion. Nutze hierfür das Bild.



Quelle: https://cuvillier.de/uploads/preview/public_file/2502/9783867279048.pdf

3. Beschreibe auf Teilchenebene die hydrophobe Eigenschaft des mit Ruß beschichteten Objektträger.

---

4. Nenne Anwendungsbeispiele für die Nutzung einer Titandioxid-Dispersion im Alltag aufgrund dieser „anti-fog“-Eigenschaft

---

Diskussion: Ist das Verwenden von Sonnencreme gefährlich?

GHS- Symbol Titandioxid-Nanopartikel

„Durch versehentliches Verschlucken von Sonnencreme können Titandioxidpartikel in geringen Mengen in den Magen-Darmtrakt gelangen. Üblicherweise werden so aufgenommene Partikel wieder über den Stuhl ausgeschieden.“

„Titandioxid-Nanopartikel zeigen eine geringe Toxizität gegenüber Umweltorganismen und Wirkungen wurden nur in sehr hohen Konzentrationen beobachtet.“

„Partikel können von mit Sonnencreme behandelter Haut während des Badens oder Duschens in Oberflächen- oder Abwasser gelangen.“

„Falls Titandioxidpartikel in den Körper gelangen, können sie von Zellen aufgenommen werden. Es gibt Hinweise darauf, dass sie die Blut-Hirn-Schranke nicht durchdringen.“

„Die Haut ist eine gute Barriere. Titandioxidpartikel sind in die Lotion eingebunden, die Partikel durchdringen die gesunde Haut nicht.“

„Nano-Materialien können hochgiftig für viele Organismen wie Boden- und Gewässerorganismen sein. (Durch große aktive Oberfläche können Verunreinigungen wie Schwermetalle gebunden und mobilisiert werden, welche eigentlich in den oberen Bodenschichten bleiben würden)“

Link: https://nanopartikel.info/wissen/wissensbasis/