



Frage 1: Grundlagen der Nanotechnologie

- (a) Geben Sie eine in Deutschland in der Forschung und Entwicklung etablierte Definition der Nanotechnologie an. [1 P]
- (b) Nennen Sie zwei Beispiele für in der Natur vorkommende natürlich nanostrukturierte Nanomaterialien und erläutern Sie, wie die jeweiligen Materialien stofflich aufgebaut sind und welche spezifischen Eigenschaften diese Materialien aufgrund der Nanostrukturen aufweisen. [4 P]
- (c) Bei Molekularen Erkennungsreaktionen sind Wasserstoffbrückenbindungen von besonderer Bedeutung. Erläutern Sie, warum. [3 P]

Frage 2: Werkzeuge der Nanotechnologie (I)

Erläutern Sie den generellen Aufbau und die Funktionsweise eines Rasterkraftmikroskops zur Ermittlung der Topographie einer Festkörperoberfläche. Skizzieren Sie dazu die wesentlichen funktionellen Elemente eines solchen Gerätes und erläutern Sie, wie damit topographische Abbildungen der Oberfläche erzeugt werden. [4 P]

Frage 3: Selbst-assemblierende Monoschichten

- (a) Erläutern Sie das Vorgehen zum Erhalt einer selbst-assemblierten Monoschicht (SAM) an einer Goldoberfläche aus achtzehn Kohlenwasserstoffeinheiten langen aliphatischen Thiolen (Text und technische Skizze). [4 P]
- (b) Was ist anders als in (a), wenn stattdessen ein SAM aus achtzehn Kohlenwasserstoffeinheiten langen aliphatischen Trichloro-Silanen gebildet werden soll? Bitte erläutern Sie aufbauend auf Ihrer Erläuterung zur Bildung von SAMs aus Thiolen und geben Sie ein gut geeignetes, technisch relevantes Trägermaterial für solche SAMs an. [4 P]

Frage 4: Protein-Monoschicht (WS 19/20)

- (a) Was ist ein Chelat-Komplex? Erläutern Sie kurz. [1 P]
- (b) Erläutern Sie, wie unter Verwendung der funktionellen Gruppe Nitrilotriessigsäure (NTA) die Oberfläche eines Siliziumoxidträgers in kontrollierbarer Art und Weise so funktionalisiert werden kann, dass kontrolliert eine Monoschicht von Proteinen an der funktionalen Schicht angelagert werden kann. Welche funktionelle Gruppe sollten die Proteine dazu tragen. Wo am Protein sollte sich diese Gruppe befinden, wenn die Proteine als spezifischer Wechselwirkungspartner (Rezeptor) für ein anderes Protein (Ligand) wirken sollen? [5 P]

Frage 5: Analytische Werkzeuge der Nanotechnologie (II)

- (a) Benennen Sie eine Methode zur chemischen Analyse der Oberfläche eines Festkörpers, die auf der spezifischen Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit dem Material beruht? [1 P]

- (b) Erläutern Sie kurz die der Methode zugrundeliegende Wechselwirkung zwischen elektromagnetischer Strahlung und Materie und erläutern Sie, nach welcher zugrundeliegenden Gleichung die Messsignale berechnet werden (vernachlässigen Sie dabei mögliche Korrekturen, die auf Geräte-spezifischen Konstanten beruhen). [3 P]
- (c) Erläutern Sie einen prinzipiellen Messaufbau zur Anwendung dieser Methode (Text und technische Skizze). [3 P]

Frage 6: Poröse Nanomaterialien

- (a) Wie lassen sich Poren nach IUPAC klassifizieren? Nennen Sie die relevanten Begrifflichkeiten und den Größenbereich. [3 P]
- (b) Zeichnen Sie die Energiediagramme (potenzielle Energie vs. Porengröße) und skizzieren Sie schematisch die Umgebung der Gasteilchen für die drei unterschiedlich-porösen Systeme. Bitte beschriften Sie die Achsen und jeden Teil der Zeichnung (Beachten Sie den Hinweis zur Erstellung technischer Skizzen auf dem Deckblatt). [4 P]
- (c) Was sind die beiden Bausteine für MOFs? Nennen Sie zusätzlich einen Bindungstyp, der für COFs geeignet ist. [3 P]
- (d) Zeichnen Sie ein 3^6 und ein 6^3 Netz aus der Nomenklatur der *Reticular Chemistry*. [4 P]

Frage 7: Photonische Kristalle

- (a) Zeichnen Sie schematisch je einen 1D, 2D und 3D photonischen Kristall. Beschriften Sie dabei die Farbelemente. [3 P]
- (b) Welche beiden Parameter des Festkörpers sind in eindimensionalen photonischen Kristallen für die photonische Bandlücke verantwortlich? Benennen Sie diese mit Wörtern und Abkürzungen und geben Sie je einen typischen Wert für jeden der beiden Parameter an. [4 P]

Frage 8: Optimale Auslegung einer spezifisch Protein-bindenden SAM

- (a) Proteine des Typs Streptavidin sollen in kontrollierter Art und Weise an einer Sensoroberfläche immobilisiert werden. Welche zwei unterschiedlichen Funktionalitäten sollte eine eigens dafür konstruierte gemischte SAM in ihren Kopfgruppen tragen? [2 P]
- (b) Erläutern Sie kurz, wie diese unterschiedlichen Kopfgruppen der SAM räumlich so voneinander entkoppelt werden können, damit Streptavidin spezifisch an die Oberfläche bindet. [2 P]
- (c) Nennen Sie eine Methode, mit der das Anbinden der Streptavidin-Moleküle an den SAM in Echtzeit beobachtet werden kann. [1 P]
- (d) Mit welcher funktionellen Gruppe müssen weitere Proteine ausgestattet sein, damit diese an der Streptavidin-Schicht spezifisch immobilisiert werden können? [1 P]