

## 1. Übung am 12. 10. 2017

**1) Wie viele Atome bzw. Moleküle enthalten**

- (a) 2 mol Argon,
- (b) 10 g  $^{12}_6\text{C}$ ,
- (c) 1 dm<sup>3</sup> Helium bei Normalbedingungen ( $p = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ ,  $T = 0 \text{ °C} = 273,2 \text{ K}$ ),
- (d) 1 kg Stickstoff ( $\text{N}_2$ ),
- (e) eine Stahlflasche mit 20 dm<sup>3</sup>  $\text{O}_2$ -Gas bei 200 bar Druck und 22 °C.

**(1 Pkt)**

**2) Derzeit wird die Maßeinheit kg durch das Urkilogramm, einer Legierung aus Platin und Iridium, festgelegt. Es gibt Bestrebungen dieses Urkilogramm durch eine Siliziumkugel zu ersetzen. Dazu versucht man eine isotopenreine Siliziumkugel bestehende aus einkristallinem  $^{28}\text{Si}$  zu erzeugen.**

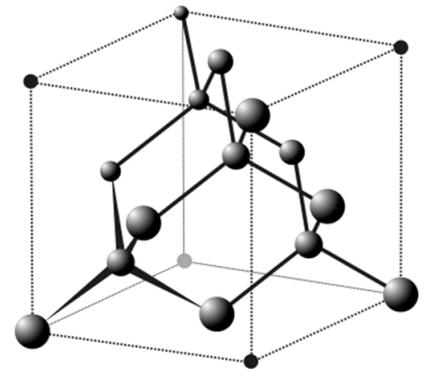
Der Silizium-Einkristall hat Diamantstruktur (siehe Abb.). Die Einheitszelle hat eine Seitenlänge von  $a = 5,43 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ . Die

Anzahl der Atome pro Einheitszelle ist  $8 = \frac{1}{8} \cdot 8 + \frac{1}{2} \cdot 6 + 4 \cdot 1$

(8 Eckatome, 6 flächenzentrierte Atome, 4 im Würfel enthaltene Atome).

- a) Aus wie vielen Siliziumatomen wird eine solche Siliziumkugel bestehen?
- b) Welchen Radius wird eine solche Kugel haben?

**(2 Pkte)**



**3) Ein Cäsiumchlorid-Kristall ( $\text{CsCl}$ ) besteht aus einem von den Cäsiumionen gebildeten kubisch primitivem Gitter und einem um die halbe Raumdiagonale versetzten kubisch primitivem Gitter der Chlorionen (siehe Abbildung). Der  $\text{CsCl}$ -Kristall hat die Gitterkonstante  $a = 412,6 \text{ pm}$ .  $\text{CsCl}$  hat eine spezifische Dichte  $\rho = 3,97 \text{ g/cm}^3$ .**

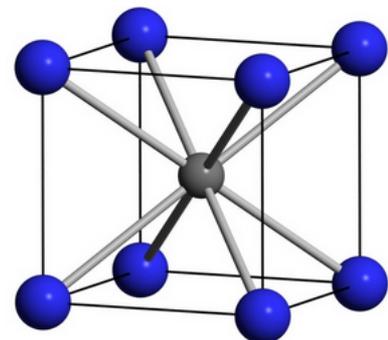
Berechnen sie die Kantenlänge eines  $\text{CsCl}$ -Einkristalls der aus 1 mol Cs-Atomen und 1 mol Cl-Atomen besteht

- a) über die Gitterkonstante
- b) über die Dichte

Hinweis: Die Einheitszelle besteht aus 1 Cs-Ion und einem Cl-Ion!

Molmassen:  $M_{\text{Cs}} = 132,9 \text{ g}$ ,  $M_{\text{Cl}} = 35,45 \text{ g}$

**(1 Pkt)**



4) Ein Satellit auf einer Erdumlaufbahn habe einen Solarzellen bestückten Schirm (Fläche  $A = 2,6 \cdot 10^4 \text{ cm}^2$ ), der ständig senkrecht zum einfallenden Sonnenlicht gehalten wird. Die Intensität des Sonnenlichts sei  $I = 1,39 \text{ kW/m}^2$ .

a) Welche Strahlungsleistung  $P$  wirkt auf die Solarzellen?

b) Mit welcher Rate  $R$  (Photonen/s) treffen Photonen auf die Solarzellen auf? Nehmen sie der Einfachheit halber an, dass das Licht monochromatisch ist und eine Wellenlänge von  $\lambda = 550 \text{ nm}$  hat.

c) Wie lange würde es dauern bis ein „Mol an Photonen“ auf die Solarzellen auftrifft?

(1 Pkt)

5) Photonen und Strahlungsdruck

Ein Helium-Neon-Laser (632 nm) hat eine Leistung von 5 mW.

a) Welche Frequenz und Energie besitzen die Photonen (in J und eV)?

b) Wie viele Photonen werden pro Sekunde abgestrahlt?

Zum Vergleich: Wie viele Photonen kann das menschliche Auge im Maximum seiner Empfindlichkeit (510 nm, 0,037 fW, f = femto) gerade noch erkennen?

c) Welchen Impuls hat ein Photon? Wie unterscheidet sich die Impulsübertragung bei vollständiger Absorption und bei Reflexion an einer spiegelnden Fläche?

d) Welche Kraft wirkt auf ein Ziel im fokussierten Strahl des Lasers?

e) Wie viele Lichtquanten pro Sekunde müsste ein Staubkorn (10 mg) absorbieren, damit es mit  $9,81 \text{ m/s}^2$  beschleunigt wird?

(2 Pkte)

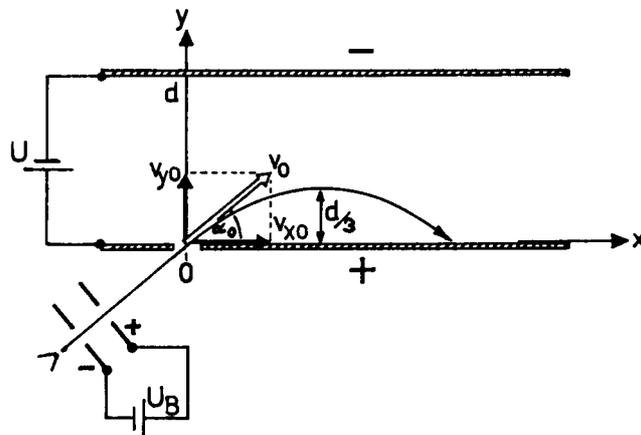
6) Ein Elektronenstrahl dringt durch eine Öffnung in der positiven Platte bei  $x = 0, y = 0$  in das homogene Feld eines Plattenkondensators unter dem Winkel  $\alpha_0 = 45^\circ$  gegen die Platte ein (vgl. Bild). Die Elektronengeschwindigkeit beim Eintritt ist  $v_0 = 8,4 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ , die Kondensatorspannung  $U = 300 \text{ V}$ , der Plattenabstand  $d = 3,0 \text{ cm}$ .

(a) Stellen Sie die Gleichung der Bahnkurve  $y = y(x)$  auf. Welche Bahn beschreibt der Elektronenstrahl?

(b) Bestimmen Sie die größte Entfernung des Elektronenstrahls von der positiven Platte im Plattenkondensator.

(c) Wie groß muss die Beschleunigungsspannung  $U_B$  (bestimmt Energie des Strahls beim Eintritt in den Plattenkondensator) sein, wenn der Strahl die negative Platte gerade noch erreichen soll.

(2 Pkte)



7) Stellen Sie die Differenzialgleichungen für die Bewegung eines Teilchens mit Ladung  $q$  in einem beliebig orientierten, homogenen E-Feld und einem überlagerten, ebenfalls beliebig orientierten homogenen B-Feld auf.

a) Im Wien Filter liegt ein unter  $90^\circ$  gekreuztes E - B Feld vor. Es gelte  $\vec{E} = (0, E_y, 0)$  und  $\vec{B} = (0, 0, B_z)$ . Ausgehend von den Differenzialgleichungen für die Bewegung des Teilchens mit der Ladung  $q$  in diesem Feld zeigen Sie explizit, dass unter der Bedingung, dass das Teilchen beim Eintritt in dieses Feld nur eine Geschwindigkeitskomponente in die x-Richtung hat, es ein bestimmtes E/B-Verhältnis gibt, für welches es zu keiner Ablenkung oder Beschleunigung kommt.

b) Diskutieren Sie den Fall, dass das B- und das E-Feld beide in positive x-Richtung zeigen und das Teilchen sich anfänglich mit konstanter Geschwindigkeit  $\vec{v} = (v_{x0}, 0, 0)$  bewegt.

c) Diskutieren sie den Fall, dass das B und das E - Feld beide in positive x-Richtung zeigen und das Teilchen sich anfänglich mit konstanter Geschwindigkeit  $\vec{v} = (v_{x0}, v_{y0}, 0)$  bewegt.

**(2 Pkte)**