

Assoc.Prof. Dr. R.A. Wilhelm

wilhelm@iap.tuwien.ac.at

TU Wien - Grundlagen der Physik III (134.125) 2023W

19.10.2023

Aufgabe 02.1 - 3 Pkt.

Ein Satellit auf einer Erdumlaufbahn habe einen mit 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?

Lösung: (a) $P = 3.6 \text{ kW}$, (b) $R \approx 1.00 \cdot 10^{22}$ Photonen/s, (c) 60.22 s

Aufgabe 02.2 - 2 Pkt.

Der Andromedanebel befindet sich in einer Entfernung von $2.5 \cdot 10^6 \text{ Lj}$ von der Erde und strahlt bei einer Frequenz $\nu = 1420 \text{ MHz}$ mit einer Leistung von $P = 8 \cdot 10^{27} \text{ W}$. Bestimmen sie die Anzahl der Photonen die ein Radioteleskop mit einer effektiven Fläche $A = 100 \text{ m}^2$ pro Sekunde bei optimaler Ausrichtung auf der Erde auffangen würde.

Lösung: $1.2 \cdot 10^8$ Photonen/s

Aufgabe 02.3 - 3 Pkt.

Eine Arbeitsgruppe für Gasanalytik will ein Flugzeit-Massenspektrometer bauen. Zur Verfügung steht eine Hochspannungsversorgung, die eine Spannung von $U = 5 \text{ kV}$ liefert. Weiters kann eine Flugröhre beliebiger Länge L realisiert werden.

(a) Man leite die allgemeine Abhängigkeit der Flugzeit T_D von U und L für ein Ion der Ladung q und der Masse m her.

(b) Wie groß muss L mindestens sein, damit einfach ionisierte Moleküle von $m_1 = 299 \text{ u}$ und $m_2 = 300 \text{ u}$ einen Laufzeitunterschied von $1 \mu\text{s}$ aufweisen?

(c) Mit dem Aufbau aus (b) wird ein molekulares Gas mit der Masse $m_3 = 74 \text{ u}$ analysiert. Bei der Ionisation entstehen einfach und zweifach ionisierte Teilchen. Berechnen Sie den Flugzeitunterschied dieser Ionen.

Hinweis: 1 u (AME) entspricht $1/12$ der Masse des Kohlenstoffisotops ^{12}C

Lösung: (b) $\approx 34 \text{ m}$, (c) $\approx 87.3 \mu\text{s}$

Aufgabe 02.4 - 1 Pkt.

Zweifach ionisierte Argon-Atome bewegen sich mit der Energie $E = 1 \text{ keV}$ durch ein magnetisches 60° -Sektorfeld. Wie groß muss das Magnetfeld B sein, damit die Brennweite $f = 30 \text{ cm}$ beträgt?

Lösung: $B \approx 55.4 \text{ mT}$

Aufgabe 02.5 - 2 Pkt.

Zeigen Sie, dass der Bahnradius eines geladenen Teilchens in einem Zyklotron proportional zur Wurzel aus der Anzahl der Umläufe ist. Anmerkung: In einem Zyklotron erfahren die Teilchen bei jedem Umlauf eine konstante Zunahme der kinetischen Energie.

Aufgabe 02.6 - 3 Pkt.

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 $d = 3.0 \text{ cm}$.

- Stellen Sie die Gleichung der Bahnkurve $y = y(x)$ auf. Welche Bahn beschreibt der Elektronenstrahl?
- Bestimmen Sie die größte Entfernung des Elektronenstrahls von der positiven Platte im Plattenkondensator.
- 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?

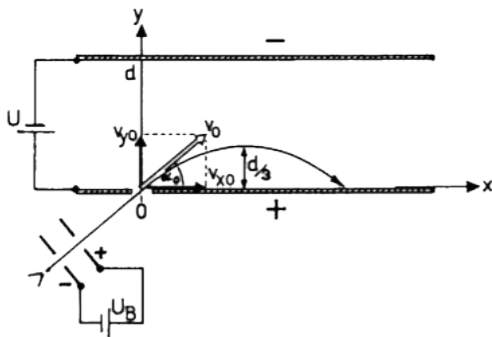


Figure 1: Skizze des Problems.

Lösung: (a) eine Parabel, (b) $\sim d/3$, (c) 600 V