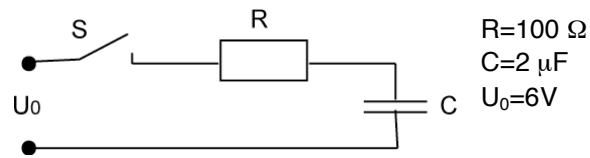


Aufgabe 3: Ladung bzw. Entladung eines Kondensators über einen Widerstand



- a) Beschreiben Sie mit Worten, was beim Schliessen des Schalters S in der Schaltung passiert. Zeichnen Sie qualitativ den Verlauf der Stromstärke I und der Spannung U_C über dem Kondensator als Funktion von t .

Wir betrachten für die folgenden Aufgaben nur den Entladevorgang.

- b) Stellen Sie die Differentialgleichung der Stromstärke I für den Entladevorgang auf. (d.h. der Schalter wird geöffnet) Lösen Sie diese.
- c) Beschreiben Sie den Entladevorgang aus energetischer Sicht.
- d) Nach der RC-Zeit $\tau = R \cdot C$ ist die Stromstärke auf 36.7 % des Anfangswerts gesunken. Weshalb?
- e) Berechnen Sie die Zeit, bis die Stromstärke auf 20mA gesunken ist.
- f) Wie lautet die Funktion für U_C ?

Aufgabe 4: Windenergie

- a) Betrachten Sie mit der Geschwindigkeit v strömende Luft. Zeigen Sie, dass die Leistung P der mit der Geschwindigkeit v strömenden Luftmasse $P = \frac{1}{2} \cdot A \cdot \rho \cdot v^3$ beträgt. (A ist die vom Wind senkrecht durchströmte Fläche)

Es gilt die Beziehung: $P_{\text{Nutz}} = C_P \cdot P$ wobei P_{Nutz} die Nutzleistung bezeichnet und C_P der Betzsche Leistungsbeiwert ist. Die Nutzleistung gibt an, welche Leistung tatsächlich aus der strömenden Luft entzogen wurde. C_P ist deshalb immer kleiner als 1.

- b) Eine Vestaturbine V90 besitzt eine Nutzleistung von 3 MW. Sie wird auf einem rund 100 m hohen Turm mit Rotorblättern von 30 m Radius montiert. Sie besitzt ihr Leistungsmaximum bei einer Windgeschwindigkeit von $v=15$ m/s. Wie gross ist der Betzsche Leistungsbeiwert? Für A dürfen Sie die von den Rotorblättern überstrichene Fläche nehmen. (Dichte der Luft $\rho = 1.22 \text{ kg/m}^3$)
- c) Das Kernkraftwerk Gösgen besitzt eine elektrische Nutzleistung von rund 1 GW. Wir nehmen an, dass jeweils im Radius von 50 m um eine Turbine keine weitere Turbine platziert werden kann. Schätzen Sie durch eine einfache Rechnung ab, wie gross die benötigte Fläche für die Anzahl Vestaturbinen V90 ist, deren Leistung die des Kraftwerks Gösgen ersetzen könnte.



Wir betrachten einen Rotor mit Radius R , der an einem Generator in einer Höhe $H > R$ befestigt ist. Die Luft strömt mit der Geschwindigkeit v_1 von vorne auf die Blätter des Rotors und bringt diesen zum Drehen. Da dadurch der strömenden Luftmasse kinetische Energie entzogen wird, beträgt die Geschwindigkeit der Luft hinter dem Rotor $v_2 < v_1$. (Bild)

Anmerkung: in den Aufgaben a) und b) war $v_1=v$

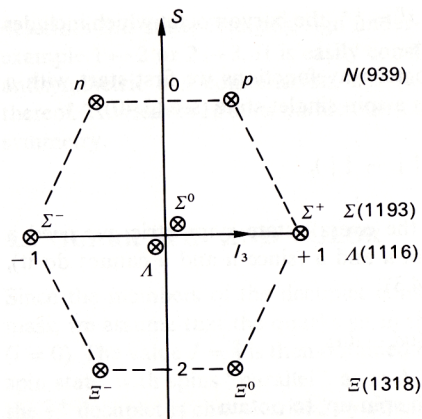
- d) Albert Betz (1885-1968) berechnete 1919 die maximal mögliche Leistungsentnahme aus der strömenden Luftmasse. Er fand: $P_{\text{nutz}} = C_P \cdot P$, wobei $C_P = \frac{1}{2} \cdot (1+x) \cdot (1-x^2)$ mit $x = \frac{v_2}{v_1}$ ist.

Man nennt x auch die Abbremsung. Zeigen Sie, dass für $x = \frac{1}{3}$ die Nutzleistung P_{nutz} maximal ist.

Wie gross ist diese im Verhältnis zu P ? Vergleichen Sie den in Aufgabe b) erhaltenen Wert mit dem theoretisch maximal möglichen Wert und begründen Sie die Abweichung.

- e) Leiten Sie den Ausdruck für den Betzschen Leistungsbeiwert her. Gehen Sie davon aus, dass für die Nutzleistung $P_{\text{nutz}} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{dm}{dt}\right) \cdot (v_1^2 - v_2^2)$ gilt (weshalb?) und ersetzen Sie $\frac{dm}{dt}$ durch die Masse des mit der mittleren Geschwindigkeit $v = \frac{1}{2} \cdot (v_1 + v_2)$ strömenden Luftvolumens. Weshalb ist diese Näherung sinnvoll? Für P verwenden Sie den Ausdruck in Aufgabe a) mit $v=v_1$.

Aufgabe 5: Elementarteilchenphysik: Baryonen



Betrachten Sie das Baryonenoktett zum Gesamtspin $I=1/2$. Uns interessieren im Speziellen die Σ -Hyperonen. Diese enthalten jeweils ein s-Quark, unterscheiden sich jedoch durch ihre Ladung. Sie bilden ein Isospintriplett.

Die Σ -Hyperonen zerfallen am häufigsten mit folgenden Prozessen:

$\Sigma^+ \rightarrow p + \pi^+$ oder $\Sigma^+ \rightarrow n + \pi^0$	uus	$\tau = 0.8 \cdot 10^{-10} \text{ s}$
$\Sigma^0 \rightarrow \Lambda + \gamma$	uds	$\tau = 5.8 \cdot 10^{-20} \text{ s}$
$\Sigma^- \rightarrow n + \pi^-$	dds	$\tau = 1.5 \cdot 10^{-10} \text{ s}$

- Erläutern Sie den Begriff Isospin am Beispiel der Nukleonen. Weshalb erhält die starke Wechselwirkung den Isospin?
- Die Hyperladung ist als $Y=S+B$ definiert, wo B die Baryonenzahl und S die Strangeness bezeichnet. Zeigen Sie am Beispiel der Σ -Hyperonen und Ξ -Hyperonen, dass die Gell-Mann-Nishijima-Formel $Q = I_3 + \frac{1}{2}Y$ gültig ist.
- Wodurch unterscheiden sich Λ und Σ^0 , denn diese haben denselben Quarkinhalt? Ziehen Sie dabei die möglichen Zerfallsarten des Λ in Betracht.
- Betrachten Sie die Zerfälle der Σ -Hyperonen. Welche Wechselwirkungen sind vorhanden? Erklären Sie auch weshalb.
- Zeichnen Sie das Feynmandiagramm für den Zerfall $\Sigma^+ \rightarrow p + \pi^+$.
- Wagen Sie eine begründete Prognose für den Zerfall (einschliesslich Wechselwirkung) eines Ξ^- -Hyperons mit Quarkinhalt dss.