„Dumme“ Fragen von Lernenden

Der die das, wer, wie, was, wieso, weshalb, warum?....

Es gibt keine dummen Fragen! Warum nicht?

Gibt es auch keine dumme Antworten?

Es richtige und falsche Antworten.

Aber…. Es gibt Antworten, die den Lernenden nichts nützen

„Dumme“ Schülerfragen

Quelle: toonpool.com (?)

Vorstellung

Kondensatorexperiment

Wehnelt Zylinder

Atomstabilität

Schwarzes Loch

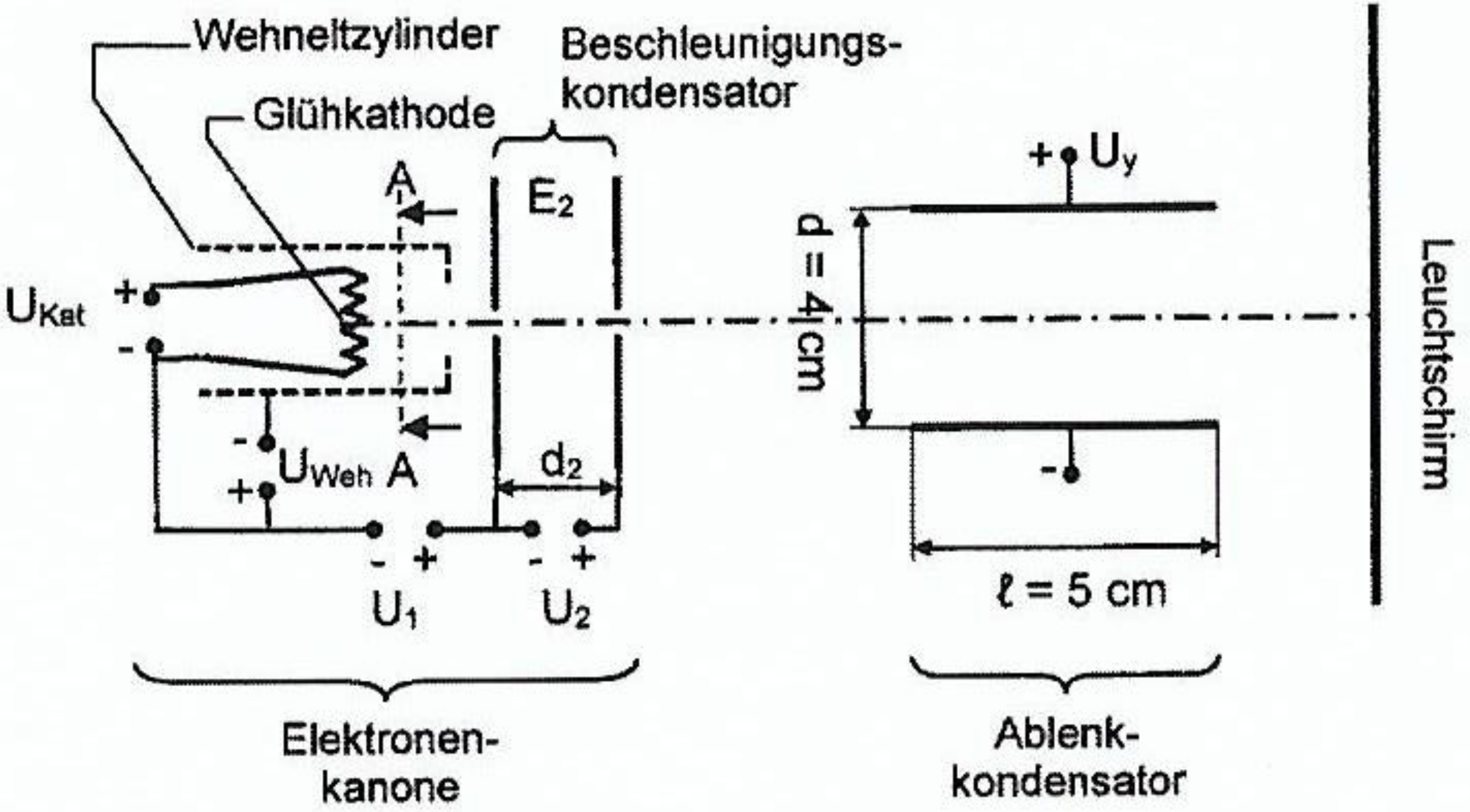
Minus der Raumzeit

Vakuumlichtgeschwindigkeit

Scheunenparadoxon+
Zwillingsparadoxon

Schwerekreisel

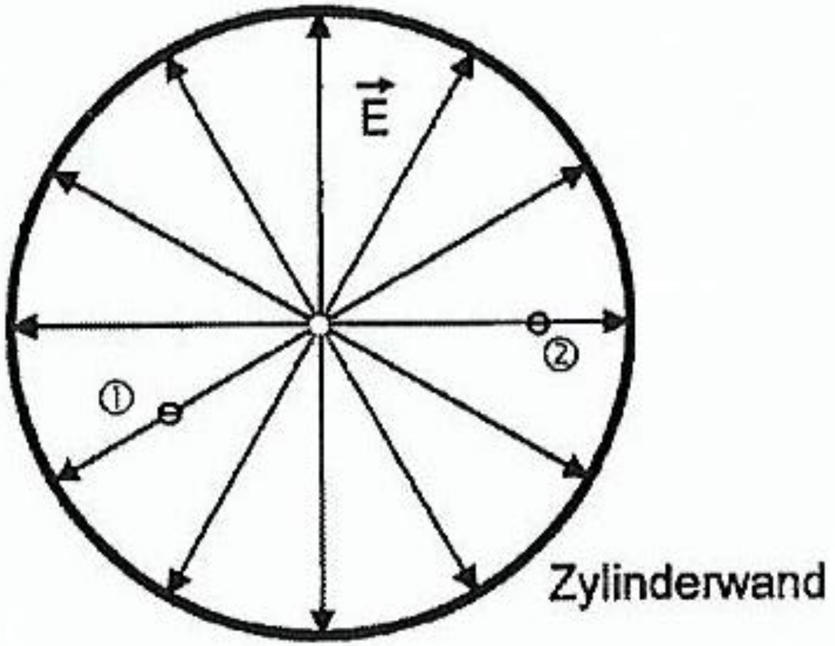
In einer Braunschen Röhre treten Elektronen $(m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}\,kg)$ mit vernachlässigbarer Anfangsgeschwindigkeit aus einer Glühkathode aus. Danach werden sie durch elektrische Felder beschleunigt. In der Braunschen Röhre herrscht Vakuum. Die Gewichtskraft der Elektronen kann vernachlässigt werden.



Prüfungsaufgabe Abschlussprüfung Techn. Berufskolleg II 2017

1 Beschreiben Sie, was man unter dem glühelektrischen Effekt versteht.

2 Die folgende Abbildung zeigt den Schnitt A-A (siehe obige Abb.) durch den Wehnelt-Zylinder mit dem elektrischen Feld im Inneren des Wehnelt-Zylinders.



2.1 Geben Sie an, um welche Art Feld es sich handelt.

2.2 Beschreiben Sie die Wirkung des Felds auf die eingezeichneten Elektronen 1 und 2.

2.3 Wählen Sie aus, welche Funktion dem Wehnelt-Zylinder demnach zukommt, und begründen Sie kurz:
a) Angleichen der Anfangsgeschwindigkeit der Elektronen aus der Glühkathode
b) Fokussieren/Bündeln des Elektronenstrahls
c) Herausfiltern von Elektronen mit einer bestimmten Geschwindigkeit

„Dumme“ Fragen von Lernenden

2.1 | E-Feld Eigenschaft

Das abgebildete E-Feld ist radial- und zylindersymmertisch.

2.2 | Kraftwirkung im radialsymmetrischen E-Feld

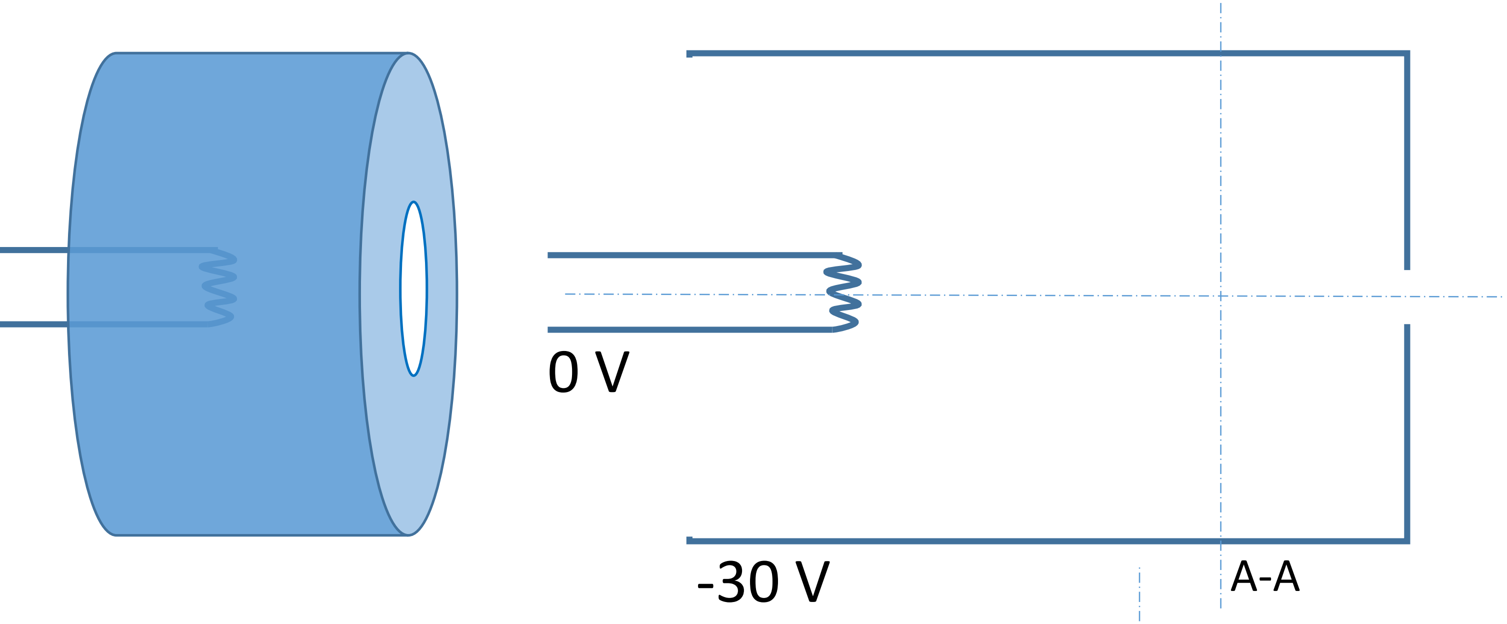
Die eingezeichneten Elektronen 1 und 2 erfahren im vorgegebenen E-Feld eine elektrische Kraft entgegen der Feldlinien zum Zentrum, d.h. zur Zylinderachse hin.

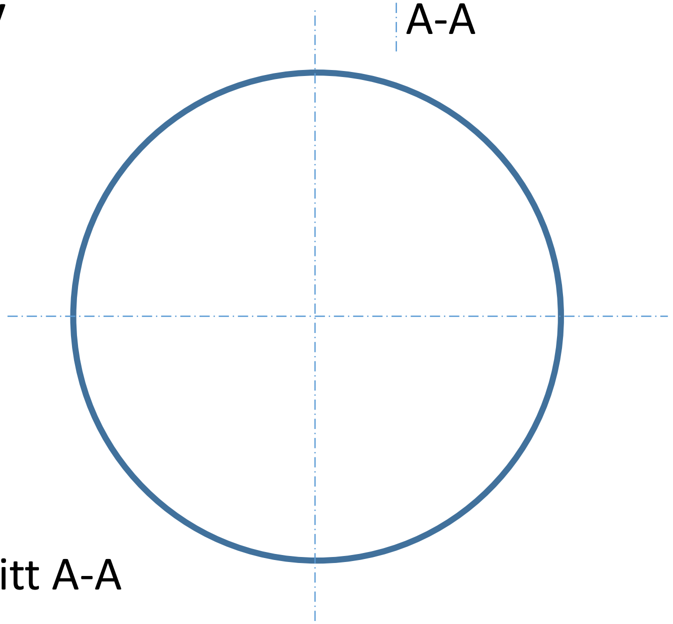
2.3 | Funktion des Wehnelt-Zylinders

Aussage b) ist richtig, denn auf alle Elektronen, die sich nicht auf der Mittelachse des Zylinders befinden, wirkt im elektrischen „Wehneltzylinder-Feld“ genau in diese Richtung eine Kraft, so dass der Elektronenstrahl dadurch fokussiert bzw. gebündelt wird.

Wie kann der Wehnelt-Zylinder die Elektronen fokussieren, wenn im Innern ein feldfreier Raum ist?

Wie kann der Wehnelt-Zylinder die Elektronen fokussieren, wenn im Innern ein feldfreier Raum ist?





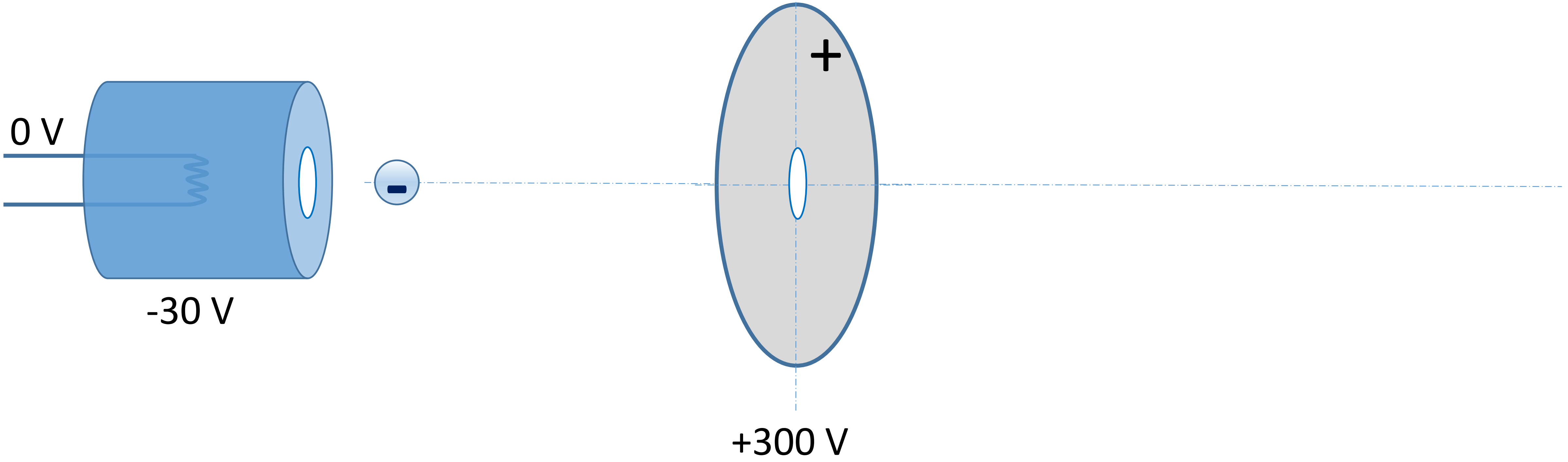
Feldlinienbild im Schnitt A-A

Aufgabe:

a) Zeichnen Sie die Feldlinien in der Seitenansicht und im Schnittbild ein.

b) Erklären sie damit die Fokussierung (und ggf. die Intensitätsregelung)

Zusatzfrage: Wenn das Elektron links von der Anode beschleunigt wird, warum wird es dann rechts von der Anode nicht gebremst?



Aufgabe:

Erklären sie den Lernenden, warum die Anode das beschleunigte Elektron nicht wieder auf 0 $\frac{m}{s}$ abbremst, sondern auf $v = \sqrt{\frac{2Uq}{m}}$ beschleunigt

„Dumme“ Fragen von Lernenden

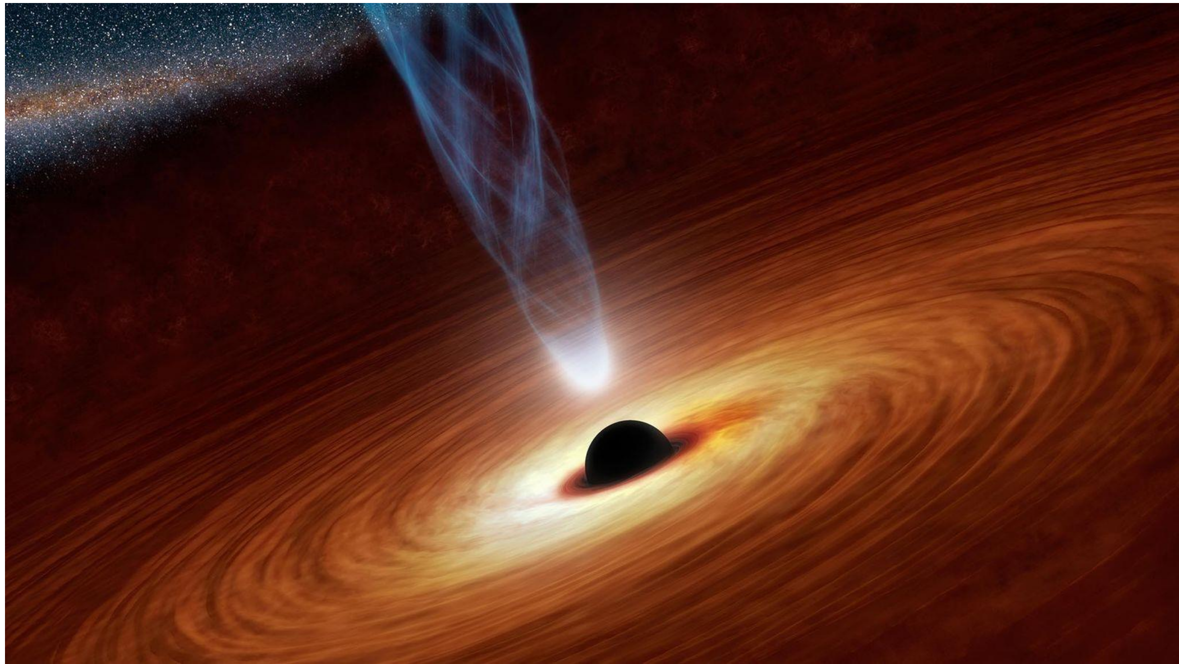
Ist ein Schwarzes Loch Bestandteil unseres Universums?
Ein Loch im Schweizer Käse ist auch kein Käse.

Einzige Wechselwirkung des SW-Lochs mit Universum ist Gravitation.
Gibt es andere Wechselwirkungen?

Es nimmt Raum ein.

Es entzieht sich der Beobachtbarkeit.
Singularität physikalisch nicht fassbar.

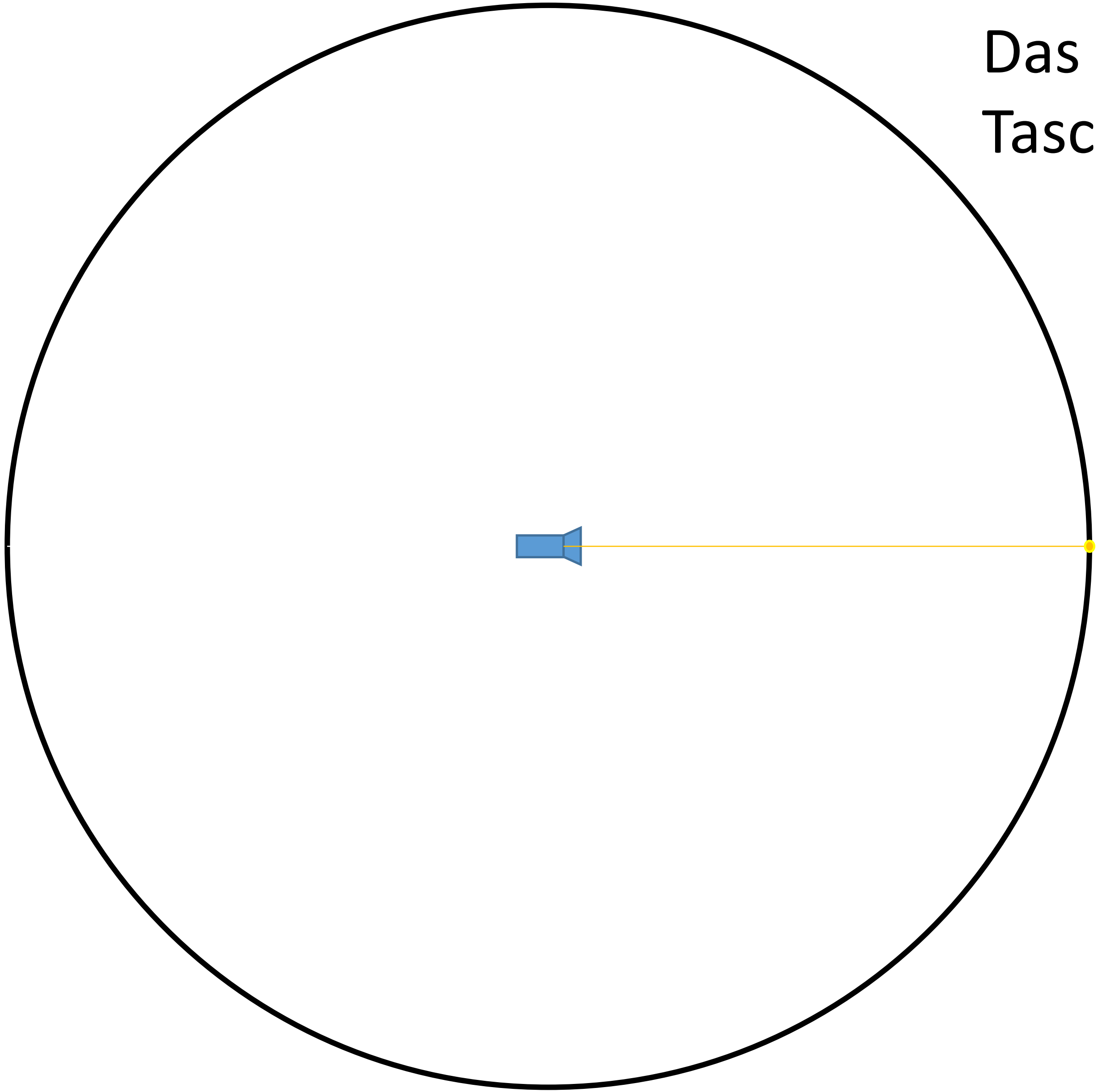
Läuft die Zeit im Schwarzen Loch rückwärts?



Weshalb soll mit $v = c_{vak}$ Schluss sein?
Breitet sich Licht wirklich immer geradlinig aus?

$T = 1$ s
$r = 3$ m
$U = 18{,}85$ m

Das Wildemannsche Taschenlampenexperiment

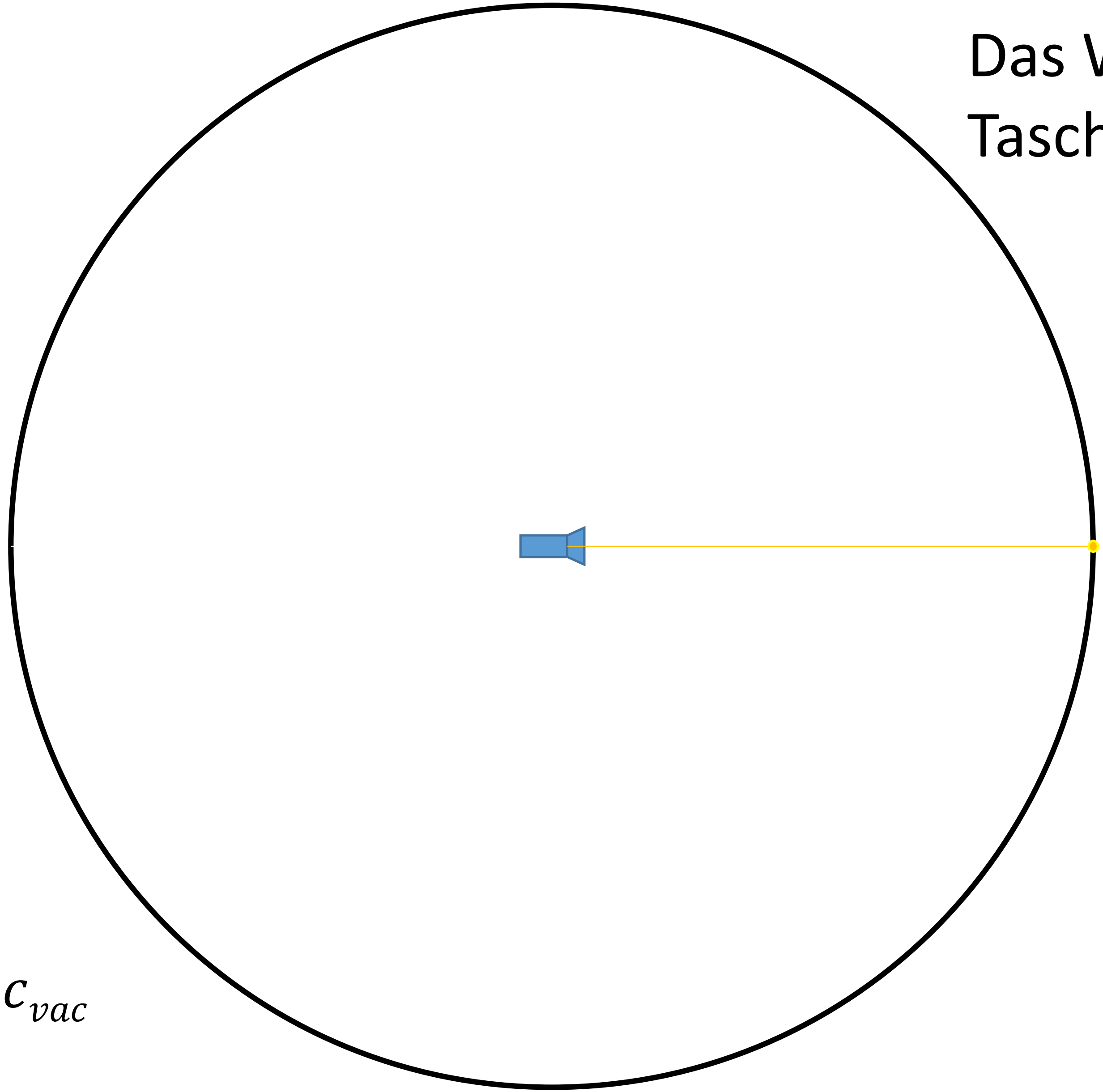


Weshalb soll mit v = c_{vak} Schluss sein?
Breitet sich Licht wirklich immer geradlinig aus?

T = 1 s

r = 300.000 km

U = 1.884.900 km



Das Wildemannsche Taschenlampenexperiment

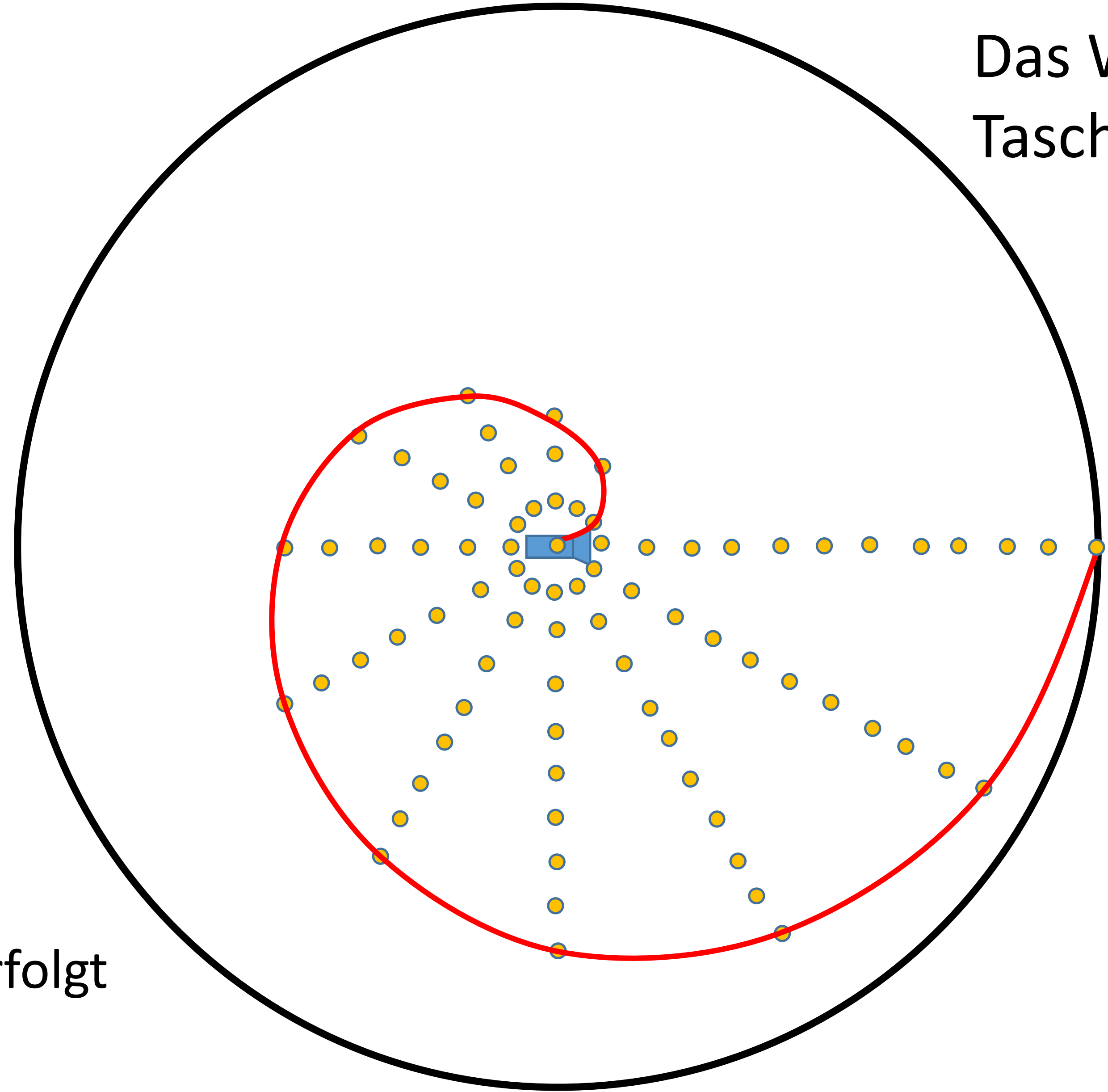
$$v_{Lichtpunkt} = \frac{U}{T} \geq 6 \cdot c_{vac}$$

Weshalb soll mit v = c_{vak} Schluss sein?
Breitet sich Licht wirklich immer geradlinig aus?

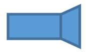
T = 1 s

r = 300.000 km

U = 1.884.900 km



Das Wildemannsche Taschenlampenexperiment

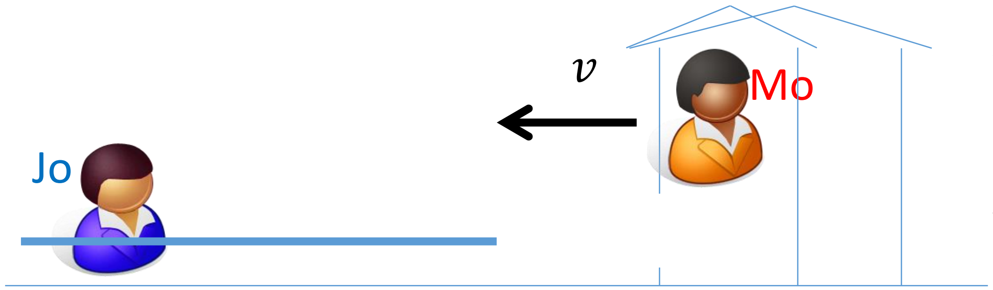


Die Lichtausbreitung erfolgt nicht geradlinig

Scheunenparadoxon

Ein Läufer (Mo) läuft mit einer 10 m langen Stange in Richtung der offenen Tür einer 5 m langen Scheune. Die hintere Tür ist verschlossen. Für einen Bauern (Jo), der in der Scheune steht und die Vorder - und die Hintertür im Blick hat, ist die Stange verkürzt. Zu einem bestimmten Zeitpunkt sieht der Bauer die Stange vollständig in der Scheune und schließt die Tür. Damit ist eine 10 m lange Stange in einer 5 m langen Scheune untergebracht worden.

Stab bewegt sich auf ruhende Scheune zu:
Bei v > 0,9 c erscheint für Jo die Stange um die Hälfte kürzer: Stange passt in Scheune



Scheune bewegt sich auf ruhenden Stab zu:
Bei v > 0,9 c erscheint für Jo die Stange immer noch 10 m lang. Die Scheune ist für ihn aber auf die Hälfte verkürzt: Stange passt nicht in Scheune

Paradox ist, dass die Stange mal in die Scheune passt und mal nicht, je nachdem welches System man als ruhend annimmt.

Lösung: (siehe Wikipedia) Gleichzeitigkeit für Stabanfang und Stabende ist nicht gegeben.

Wie kann das sein, dass es je nach Sichtweise passt und nicht passt?

Scheunenparadoxon

Begründung ist unbefriedigend
(Verweis auf nicht gleichzeitige Messung von Tor A und Tor B)

Aufgabe: Formulieren Sie eine für Abiturienten einsichtige Lösung des Paradoxons. Gestalten sie eine PPT-Folien dazu.

Zwillingsparadoxon

Von einem Zwillingspaar Jo und Mo bricht Mo in einem schnellen Raumschiff zu einer fernen Welt auf. Mo wartet 64 Jahre auf die Rückkehr seines Zwillingsbruders. Als Mo aus dem Raumschiff steigt ist dieser nur um 4 Jahre gealtert.

Paradox ist nicht die Tatsache, dass die Zeit für beide unterschiedlich schnell vergeht.
Paradox ist, dass es sich um Relativgeschwindigkeiten handelt und damit sich auch Mo als ruhend und Jo als bewegt ansehen darf. Aus der Sicht von Mo hat nicht er sich, sondern Jo in die andere Richtung bewegt. Damit müsste aber Mo 64 Jahre älter und Jo nur um 4 Jahre älter geworden sein.

Diese Zeitdifferenz ist von der Bewegungsrichtung unabhängig!

$$\Delta t' = \Delta t \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Lösung:
Die spezielle Relativitätstheorie gilt nur für Inertialsysteme. Das sind Systeme, die sich gleichförmig zueinander bewegen. Mo tut das nicht! Am Umkehrpunkt ist er starken Beschleunigungen ausgesetzt. Er wechselt das Inertialsystem. Es gibt kein Paradoxon, wenn man zur exakten Lösung die allgemeine Relativitätstheorie heranzieht.

Der Verweis auf die allg. Relativitätstheorie ist für die Lernenden genauso aussagekräftig wie ein Verweis auf Wudu-Zauber. Wie kann das sein?

Zwillingsparadoxon

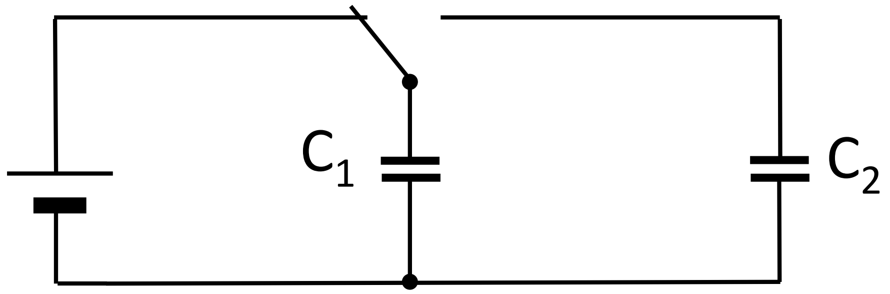
Aufgabe:
Erstellen Sie max. 2 Präsentationsfolien mit einer physikalisch korrekten Begründung, warum nur der bewegte Reisende langsamer altert.

Verwenden Sie maximal Zeitdilatation, Längenkontraktion, notfalls auch die Lorentz-Transformationen oder die Massenzunahme.

Es geht nicht um math. Herleitung, sondern den Lernenden eine solide physikalische Erklärung zu geben, nach der sie das Gefühl haben, das Zwillingsparadoxon hinreichend verstanden zu haben.

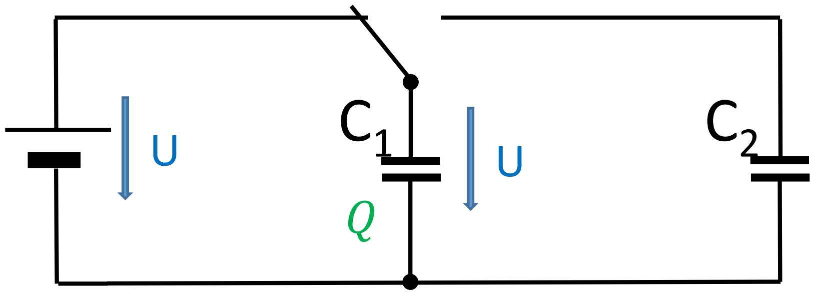
Widerlegung des Energieerhaltungssatzes

Das Kondensatorexperiment



Beweis Energieerhaltungssatz ist falsch

C_1 wird an Spannungsquelle auf Spannung U aufgeladen. Er trägt die Ladung $Q = C \cdot U$

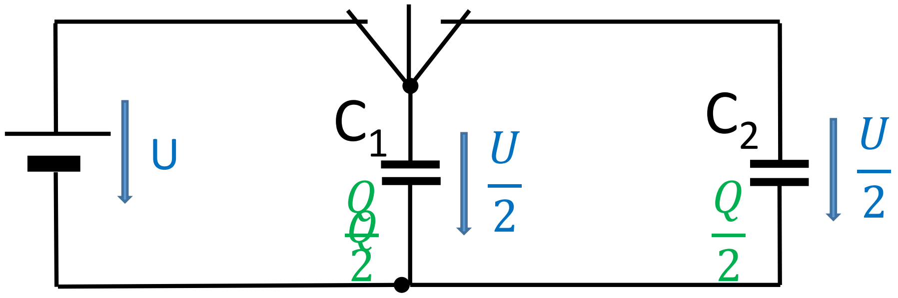


In C_1 ist die Energie $E_{vor} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$ gespeichert

$C_1 = C_2 = C$

Wenn die Regel der Ladungserhaltung gilt:

Nach Umlegen des Schalters verteilt sich diese Ladung Q auf C_1 und C_2 mit jeweils $Q_1 = Q_2 = \frac{Q}{2}$



Bei halber Ladung hat ein Kondensator auch nur die halbe Spannung $U_1 = U_2 = \frac{U}{2}$

In C_1 und C_2 ist jeweils die Energie $E_1 = E_2 = \frac{1}{2} C \cdot \left(\frac{U}{2}\right)^2 = \frac{1}{2} C \cdot \frac{U^2}{4}$ gespeichert

Insgesamt ist danach die Energie $E_{nach} = E_1 + E_2 = \frac{1}{2} C \cdot \frac{U^2}{4} + \frac{1}{2} C \cdot \frac{U^2}{4} = \frac{E_{vor}}{2}$ gespeichert

$E_{vor} > E_{nach}$ Damit ist der Energieerhaltungssatz widerlegt!

Energieerhaltungssatz falsch?

Wo bleibt die fehlende Energie????

Wohin geht die Energie?

Kondensatorexperiment

Antwort: Ohmsche Verluste

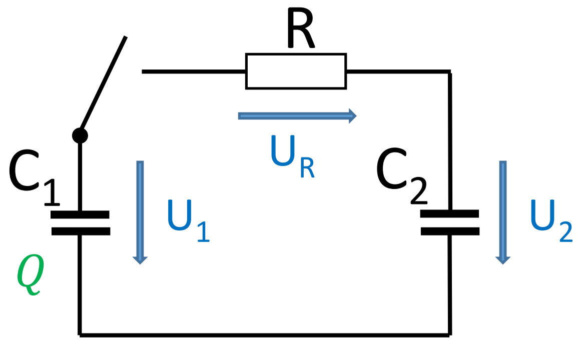
Bei R gegen Null wird Feldverlust größer, aber ohmscher Verlust bleibt.

Wie kann man die abgestrahlte Energie über beschleunigte Ladung berechnen?

„Dumme“ Fragen von Lehrenden

Kondensatorexperiment

1. Antwort: Ohmsche Verluste



$$U_1 - U_2 - U_R = 0\ \mathrm{V}$$

$$C_1 = C_2 = C$$

$$U_{1(t)} \cdot C - U_{2(t)} \cdot C - U_{R(t)} \cdot C = 0$$

$$C = \frac{Q}{U} \Rightarrow Q = C \cdot U$$

$$U_{R(t)} = I_{(t)} \cdot R$$

$$Q_{1(t)} - Q_{2(t)} = R \cdot C \cdot \dot{Q}_{(t)}$$

$$\dot{Q}_{(t)} = I_{(t)} \qquad Q_{2(t)} = Q_{(t)}$$

$$Q_0 - 2 \cdot Q_{(t)} = R \cdot C \cdot \dot{Q}_{(t)}$$

$$Q_{1(t)} = Q_0 - Q_{2(t)}$$

Ansatz:

$$Q_{(t)} = \frac{Q_0}{2} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$\dot{Q}_{(t)} = \frac{Q_0}{2\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = I_{(t)}$$

$$Q_0 - 2 \cdot \frac{Q_0}{2} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = R \cdot C \cdot \frac{Q_0}{2\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow \tau = \frac{R \cdot C}{2}$$

„Dumme“ Fragen von Lehrenden

Kondensatorexperiment

1. Antwort: Ohmsche Verluste

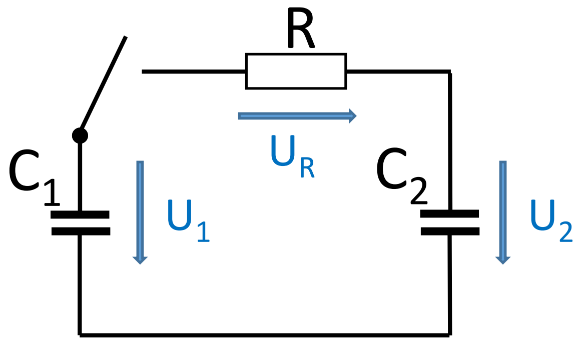
$$P_{(t)} = R \cdot I_{(t)}^2$$

$$P_{(t)} = R \cdot \left(\frac{Q_0}{2 \cdot \tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \right)^2$$

$$P_{(t)} = R \cdot \frac{Q_0^2}{4 \cdot \tau^2} \cdot e^{-\frac{2 \cdot t}{\tau}}$$

$$E_{R(t)} = \int P_{(t)} dt = \int R \cdot \frac{Q_0^2}{4 \cdot \tau^2} \cdot e^{-\frac{2 \cdot t}{\tau}} dt$$

$$E_{Rges} = -\frac{R \cdot Q_0^2}{8 \cdot \tau} \cdot e^{-\frac{2 \cdot t}{\tau}} \Bigg|_0^\infty$$



$$\boxed{E_{Rges} = -\frac{Q_0^2}{4 \cdot C} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} C U_0^2 \right)}$$

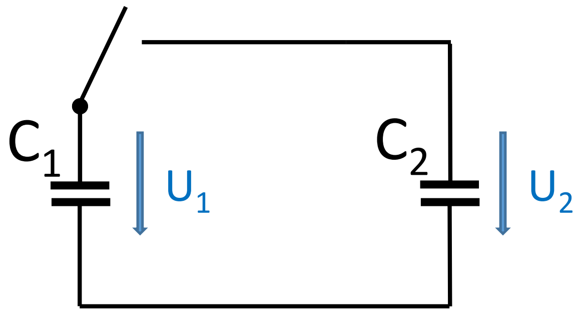
Die halbe ursprüngliche Energie wird am Widerstand in Wärme umgewandelt.

Der Betrag ist **nicht** von R abhängig.

Und wenn der Widerstand vernachlässigt wird, wo bleibt dann die Energie?

Kondensatorexperiment

2. Antwort: Verluste durch EM-Welle



Kein Widerstand→ a geht gegen unendlich

Vorstellbar: Stromverlauf als Dirac-Stoß

Dadurch wird eine EM-Welle erzeugt, die Energie wegtransportiert.

$$\boxed{P_{EM(t)} = \frac{2}{3}\frac{Q^2}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{a^2}{c^3}}$$

$$P_{EM(t)} = K\cdot Q^2\cdot a^2$$

$$P_{EM(t)} = K_1\cdot\frac{Q_0^2}{2}\cdot a_{(t)}^2$$

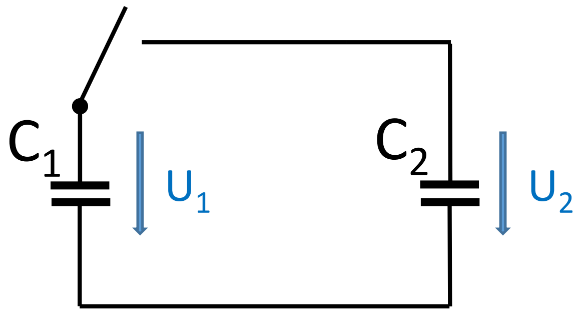
$$\boxed{P_{EM(t)} = K_2\cdot a_{(t)}^2}$$

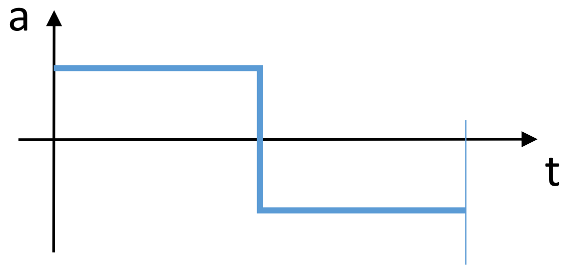
$$E_{EM} = \int_0^\infty \frac{2}{3}\frac{Q^2}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{a^2}{c^3}\,dt$$

„Dumme“ Fragen von Lehrenden

Kondensatorexperiment

2. Antwort: Verluste durch EM-Welle



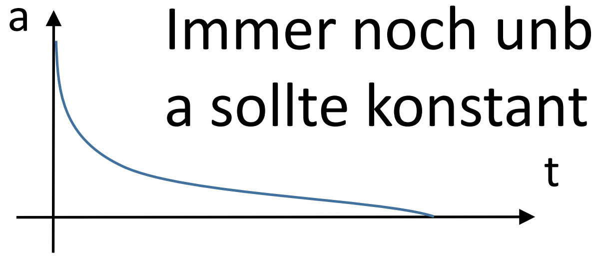


Annahme C = 1000 µF, U = 10V
Wie groß muss die Ladung mit konstantem a beschleunigt werden, damit die halbe Energie abgestrahlt wird.

$$\frac{1}{4} C U_0^2 = \int \frac{2}{3} \frac{\left(\frac{C \cdot U_0}{2}\right)^2}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{a^2}{c^3} \, dt \Rightarrow$$

$$a = \sqrt{\frac{6 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot c^3}{C \cdot t}}$$

Erstellen Sie 2 Folien, in denen Sie die Abstrahlung von EM-Energie veranschaulichen.



Immer noch unbefriedigend.
a sollte konstant sein, ist aber Funktion von t

„Dumme" Fragen von Lehrenden

Kondensatorexperiment

2. Antwort: Verluste durch EM-Welle

Vielleicht führt ein Ansatz über eine
Dreieeckskure des Stromes weiter?????