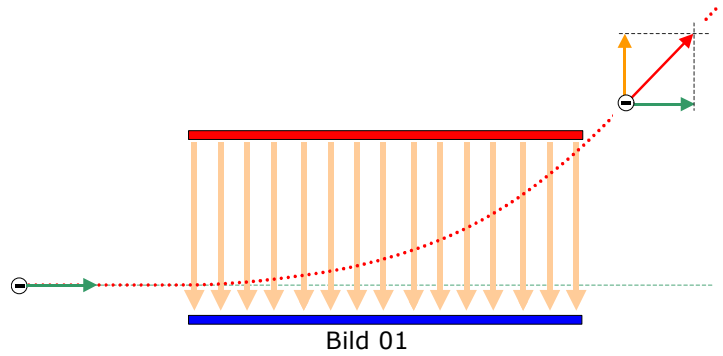


Habt ihr schon gewusst 146 E-Querfeld

Niemand erzählt ...:

- [01] Das elektrische Feld in einem Plattenkondensator ist homogen.
- [02] Wenn der Kraftvektor senkrecht zum Weg-Vektor steht, dann verschwindet die mechanische Energie bei diesem Vorgang. So z.B. bei der Bahn eines Elektrons im Magnetfeld – oder bei der Bewegung eines Elektrons parallel zu den Platten eines Plattenkondensators.



Albert meint:

- [03] Wenn sich das Elektron parallel zu den Kondensatorplatten im homogenen Feld eines Plattenkondensators bewegt, dann erfährt das Elektron keine Beschleunigung in x-Richtung – also bleibt die x-Komponente der Bahngeschwindigkeit konstant. Denn in diese Richtung wirkt keine Kraft-Komponente.
- [04] Das Elektron erfährt aber eine Beschleunigung in y-Richtung durch die elektrostatische Kraft auf das Elektron im homogenen Feld des Plattenkondensators.
- [05] Nach dem Verlassen des Plattenkondensators hat das Elektron also die „alte“ x-Geschwindigkeitskomponente. Zusätzlich hat das Elektron durch die Beschleunigung in y-Richtung eine y-Geschwindigkeitskomponente. Die resultierende Geschwindigkeit nach dem Verlassen des Kondensators ist also größer als die Eintrittsgeschwindigkeit. Die kinetische Energie des Elektrons ist also größer geworden.

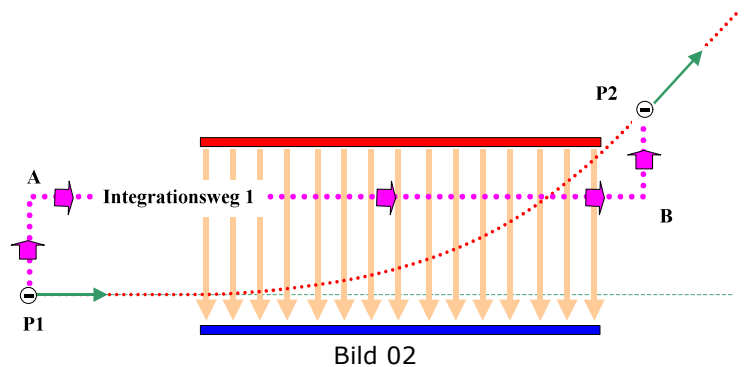
Bianca meint:

- [06] Die Ladungen des Plattenkondensators haben sich nicht verändert. Also ist auch das homogene Magnetfeld im Plattenkondensator unverändert – also ist auch die elektrische Energie, die im Feld des Plattenkondensators gespeichert ist, ebenfalls unverändert.
- [07] Woher kommt dann aber der Zuwachs an kinetischer Energie, die man am Elektron in eindeutiger Weise ablesen kann.

Carl meint:

- [08] Die Definition der elektrischen Spannung ist:

$$U_{P_1-P_2} = \int_{P_1}^{P_2} \vec{E} \cdot d\vec{s}$$



- [09] Da in einem konservativen Feld alle Integrationsweg das gleiche Ergebnis liefern müssen, wähle ich einen, auf dem ich mit Schulmitteln das Skalarprodukt leicht berechnen kann – ich wähle den im Bild 02 eingezeichneten Integrationsweg 1, der immer parallel oder senkrecht zu den Feldlinien verläuft.

- [10] Also erhalte ich auf dem Integrationsweg 1

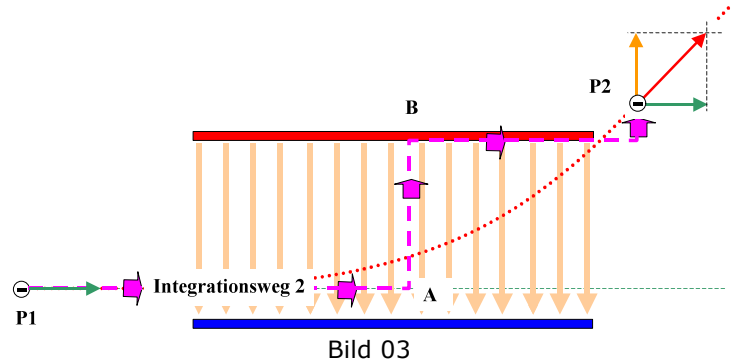
$$U_{P_1-P_2} = \int_{P_1}^A \vec{E} \cdot d\vec{s} + \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s} + \int_B^{P_2} \vec{E} \cdot d\vec{s} \Rightarrow 0$$

Denn auf diesem Integrationsweg verschwindet das elektrische Feld E oder es steht senkrecht zum Weg – also ergibt sich auf allen Teilstrecken ein Skalarprodukt $\vec{E} \cdot d\vec{s}$ mit dem Wert 0

- [11] Da aber für die Energieänderung $\Delta E = U \cdot q$ gelten muss, erfährt das Elektron bei seinem Durchgang durch den Plattenkondensator keinen Zuwachs an kinetischer Energie!

Daniela meint:

- [12] Was ein konservatives Feld ist, weiß ich nicht, aber an der obigen Überlegung muss etwas falsch sein, denn das Elektron hat nach dem Verlassen des Plattenkondensators offensichtlich eine höhere kinetische Energie. Und genau das ergibt auch meine Rechnung, wenn ich den im Bild 03 eingezeichneten Integrationsweg 2 wähle:



- [13] Auf diesem Integrationsweg 2 bekomme ich nämlich:

$$U_{P_1-P_2} = \int_{P_1}^A \vec{E} \circ d\vec{s} + \int_A^B \vec{E} \circ d\vec{s} + \int_B^{P_2} \vec{E} \circ d\vec{s} \Rightarrow 0$$

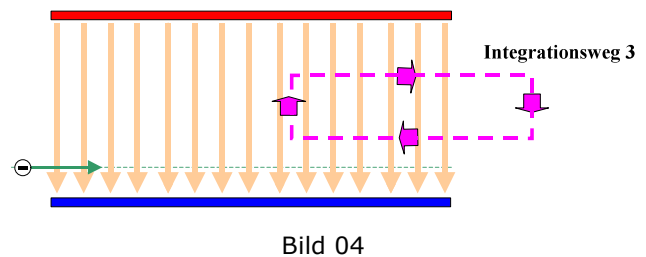
$\Delta E = U \cdot q$ führt zu dem erwarteten Zuwachs an kinetischer Energie des Elektrons. Meine Rechnung stimmt mit der Ausgangsüberlegung vollkommen überein. Wir haben also Recht!

Erika meint:

- [14] Diese Aufgabe ist unlösbar, denn in einem konservativen Feld muss auf allen Integrationswegen die gleiche Potentialdifferenz herauskommen. Wenn sich also auf zwei verschiedenen Wegen unterschiedliche Potentialdifferenzen ergeben, dann ist diese Aufgabenstellung nicht wirbelfrei – also kein konservatives Feld. Diese Anordnung ist aber typischerweise ein konservatives Feld – woher sollen denn die E-Wirbel denn kommen. also liegt eine unphysikalische Fragestellung vor. Vermutlich handelt es sich wieder um eine typische Abitursaufgabe, die nur am Rande etwas mit Physik zu tun hat. Alles muss hier soweit vereinfacht werden, damit man es mit dem bisschen Abiturmathematik rechnen kann, dass eine völlig verzerrte Abitursaufgabe herauskommt.

Detlef meint:

- [15] Wieso ist das hier dargestellte Feld wirbelfrei – das stimmt doch überhaupt nicht. Wenn ich in dem hier dargestellten Feld folgenden geschlossenen Integrationsweg 3 wähle (Bild 04), stelle ich fest, dass das Integral



$$\oint \vec{E} \circ d\vec{s}$$

selbstverständlich nicht verschwindet. Also haben wir hier kein wirbelfreies elektrisches Feld – also haben wir kein konservatives Feld – also ist die kinetische Energie des Elektrons nach dem Verlassen des Kondensators tatsächlich größer als beim Eintritt!

Friedrich meint:

- [16] Diese Aufgabe ist falsch gestellt, denn ein endlicher Plattenkondensator hat doch überhaupt kein homogenes Feld, das ist doch physikalischer Unsinn! Die hier vorgegebene Aufgabenstellung kann physikalisch gar nicht existieren! Damit ist es nicht verwunderlich, dass verschiedene Lösungen zu widersprüchlichen Ergebnissen führen.

Gerd meint:

- [17] Die obige Behauptung, dass sich die Ladungsverteilung des Kondensators beim Durchflug des Elektrons nicht ändert, ist doch sehr kurzichtig! Wir müssen doch in

jedem Fall das Gesamtsystem betrachten – dazu gehört natürlich auch die Ladung des Elektrons! Durch die Bewegung des Elektrons wird im Prinzip eine Elementarladung (fast) von der negativen Seite des Plattenkondensators zur positiven Seite gebracht. Hierbei wird elektrische Feldenergie im Prinzip in kinetische Energie des Elektrons verwandelt. Die Gesamtenergie bleibt hierbei natürlich erhalten.

Hermann meint:

- [18] Wenn man einen endlichen Plattenkondensator betrachtet, dann muss man berücksichtigen, dass dieser Plattenkondensator Randfelder hat. Wenn man in seinem Unterricht von einem „idealen Plattenkondensator mit einem idealen homogenen elektrischen Feld“ spricht, dann meint man natürlich einen beliebig weit ausgedehnten Plattenkondensator, der daher zwangsläufig keine Randfelder hat. Nur in dieser Idealisierung, darf man von einem homogenen Feld sprechen. Wenn man dann eine Physik-Aufgabe mit diesem homogenen Feld des „idealen Plattenkondensators“ formuliert, muss man sorgfältig darauf achten, dass man bei der Problemstellung fern vom Rand bleibt. Beachtet man dies nicht, dann ist diese Aufgabenstellung in sich widersprüchlich – also unphysikalisch. Dass auf diesen Aspekt bei vielen Klausuren und sogar im Abitur keine Rücksicht genommen wird, ist leider zu beklagen.

Ina meint:

- [19] Wenn ich die unphysikalische Darstellung korrekt darstelle, dann ergeben sich natürlich Randfelder, die ich bei dieser Problemstellung berücksichtigen muss. Diese Randfelder, das zeigt Bild 05, sind so beschaffen, dass Sie sowohl beim Eintritt, als auch beim Austritt aus dem elektrischen Feld das Elektron in seiner x-

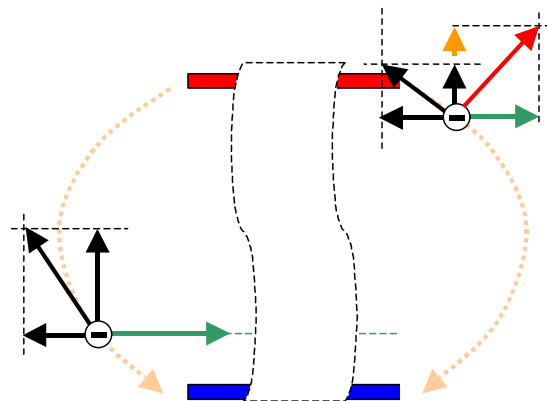


Bild 05

Komponente verzögern. Es ist richtig, dass nach dem Durchflug durch den Kondensator das Elektron eine y-Geschwindigkeitskomponente hat! Die x-Geschwindigkeitskomponente wurde aber durch die Randfelder gerade so verändert, dass die resultierende Geschwindigkeit nach dem Durchflug exakt gleich der x-Komponente vor dem Durchflug ist.

Karl meint:

- [20] Natürlich gibt es Randfelder, diese Randfelder sind aber vernachlässigbar klein, so dass sie keine Rolle spielen – also dürfen wir so tun, also ob der Kondensator ein homogenes Feld hat. So sind doch alle Abitursaufgaben gestrickt. Ist das denn alles falsch und unphysikalisch?

Was meinen Sie?