

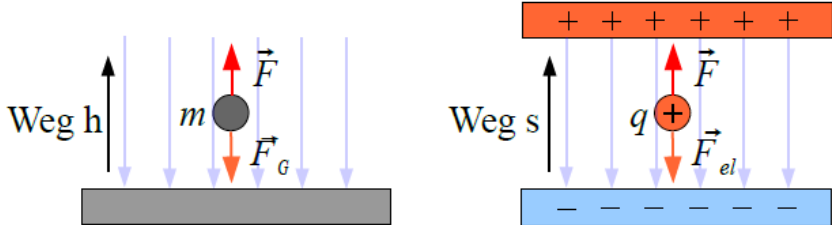
Wenn wir Probeladungen gegen die Kraft in einem elektrischen Feld bewegen, verrichten wir Arbeit. Um hierfür ein Rechenmodell zu entwickeln, vergleichen wir das mit der Hubarbeit im Gravitationsfeld, die wir gut aus der Mittelstufe kennen. **Stelle die auftretenden Größen in einer Minitabelle gegenüber, z.B. "Masse" entspricht ...**

Die Begriffe Arbeit und Energie sind eng miteinander gekoppelt, das zeigt schon ihre gemeinsame Einheit J. Wenn wir einen Nullpunkt für die Energie festlegen, nutzen wir die Formeln synonym.

Weil die Probeladung jetzt separat steht, eignet sich das Potential perfekt, um die Struktur des Feldes quantitativ zu beschreiben.

1.5 Energie und Potential im Feld

Vergleich Hubarbeit versus Arbeit im elektrischen Feld:



Hubarbeit berechnen wir mit der Formel $W = F_G \cdot h = m \cdot g \cdot h$, wobei F_G die konstante Kraft ist, mit der wir ziehen und h der Weg, den wir bewältigen müssen.

Elektrische Arbeit berechnen wir mit $W = F_{el} \cdot s = q \cdot E \cdot s$, wobei F_{el} die konstante Kraft ist, mit der wir ziehen und s der Weg, den wir bewältigen müssen.

Arbeit und Energie:

In der Mittelstufe haben wir gelernt: Arbeit = , also:

Einfacher wird es, wenn man einen Nullpunkt für die Energie festlegt, im elektrischen Feld wählt man in der Regel dafür die negative Platte. Dann ist die potentielle Energie in der "Höhe" s gleich:

Potential:

Den Term $E \cdot s = \varphi$ nennen wir "**Potential φ** ". Damit lässt sich die potentielle Energie schreiben als:

Das Potential hängt im Gegensatz zur potentiellen Energie von der Probeladung q , sondern vom Feld ab.

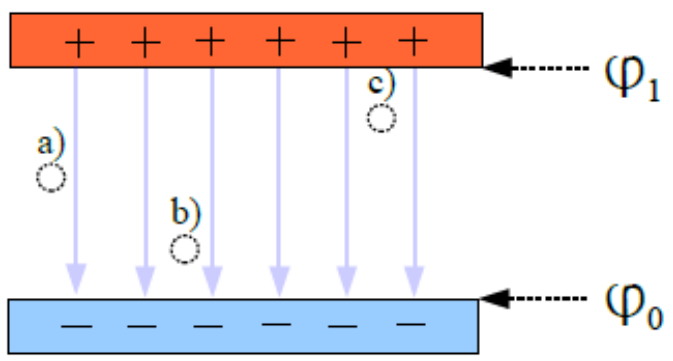
Die Abbildung zeigt drei Positionen a) - c) in einem homogenen Feld. Ordne die Potentiale $\varphi_a)$ - $\varphi_c)$ der Größe nach (beim größten Potential beginnend). Markiere mit grünen Linien alle Positionen, an denen das Potential jeweils den gleichen Wert hat, diese heißen Äquipotentiallinien.

Wir vergleichen nun den neuen Begriff mit einem altbekannten. Berechne hierzu zunächst die Einheit des Potentials.

Im nächsten Schritt verwenden wir zur Berechnung der Arbeit alternativ eine Formel aus der Mittelstufe und vergleichen (tatsächlich ist diese physikalisch vollständige Definition von Spannung vollkommen kompatibel mit der vorläufigen Definition aus der Mittelstufe).

Jetzt bewegen wir eine Ladung von der negativen bis zur positiven Platte (dann ist der Weg $s = \text{Plattenabstand } d$).

Potential im homogenen Feld (Plattenkondensator)



Merke:

Äquipotentiallinien und Feldlinien schneiden sich immer

.....

Spannung und Potential

Einheit Potential:

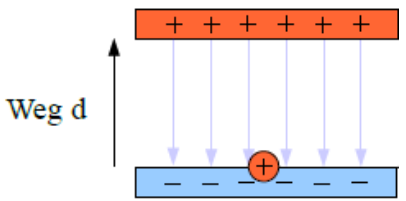
Alternative Berechnung für elektrische Arbeit:

$$W = U \cdot I \cdot t = U \cdot q \quad \text{da} \quad q = I \cdot t \quad \rightarrow \quad U = \frac{W}{q}$$

$$\text{mit (1)} \rightarrow U = \frac{E_{pot,1} - E_{pot,0}}{q} = \frac{E_{pot,1}}{q} - \frac{E_{pot,0}}{q} = \varphi_1 - \varphi_0$$

Spannung =

Hilfreiche Formel:



Musteraufgabe: Potential im homogenen Feld

Eine Probeladung der Größe $+4,0\text{ nC}$ befindet sich im homogenen Feld eines Plattenkondensators (Plattenabstand $d = 8,0\text{ cm}$), der mit 200 V geladen wurde.

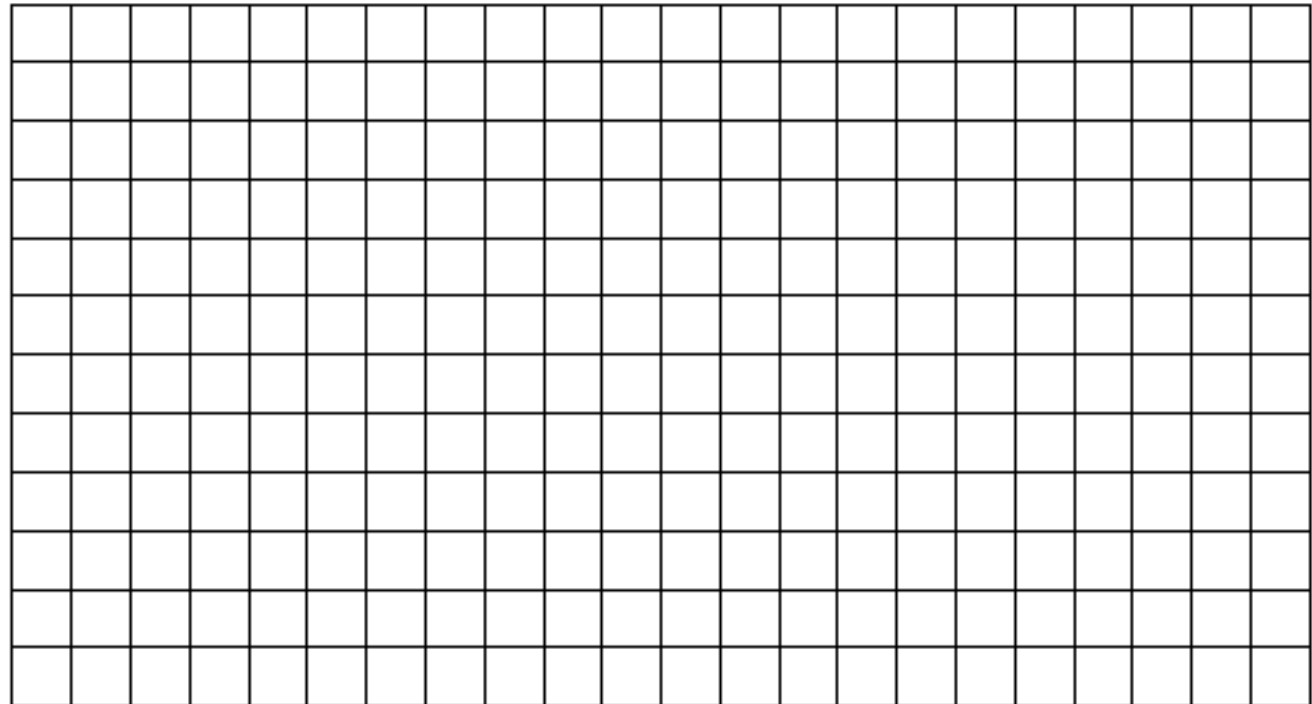
a) Berechne die Feldstärke sowie die Kraft auf die Ladung.

b) Berechne die Potentiale φ_2 und φ_4 in $2,0\text{ cm}$ und $4,0\text{ cm}$ Entfernung von der negativen Platte. Wie ändert sich der Potentialwert pro cm Abstand von der negativen Platte?

c) Erstelle eine Zeichnung des Kondensators (Platten senkrecht, etwa 3 cm hoch, negative Platte links) im Maßstab $1:1$ und zeichne für φ_2 und φ_4 die Äquipotentiallinien ein. Beurteile die Qualität des Modells für diese Geometrie.

d) Zeichne darunter ein $s - \varphi$ -Diagramm, dessen s -Achse ihren Nullpunkt auf Höhe der negativen Platte hat.

e) Man bewegt nun die Ladung von der Position 2 zur Position 4. Berechne die Arbeit hierbei.



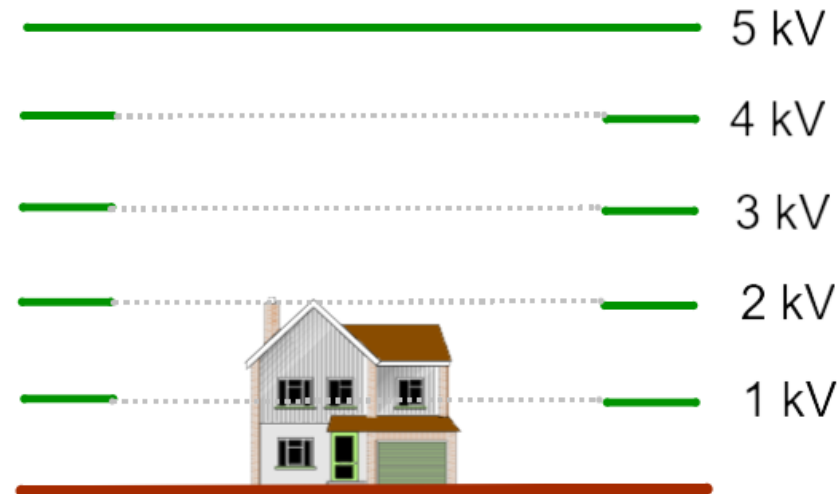
Ein allgegenwärtiger Kondensator ist der Bereich zwischen dem Erdboden und den oberen Atmosphärenschichten (Ionosphäre). Sein Feld ist annähernd homogen, Erhebungen am Boden nehmen aber das Erdpotential an und verformen so die Äquipotentiallinien.

a) Vervollständige den Verlauf der teilweise dargestellten Linien im Bereich um das Haus und beschreibe deren Abstände. Erläutere die Änderung der Feldstärke hierdurch.

b) Zeichne auch die Feldlinien in diesem Bereich und nutze deren Verlauf bei Deiner Argumentation.

c) Beurteile den Einfluss dieses Effekts auf die Gefährdung durch Blitzeinschläge.

Elektrisches Potential und Feldstärke in der Atmosphäre



Selbst-Check:

- Vergleich Hubarbeit und elektrische Arbeit
- elektrisches Potential
- Spannung und Potential
- Äquipotentiallinien
- Formel für Feldstärke

Übungsmöglichkeiten:

Auf Leifiphysik findest Du passende Aufgaben in **Teilgebiet Elektrizitätslehre - Ladungen und elektrisches Feld - Potential und elektrische Spannung Aufgaben**. Sehr gut passen "Äquipotentiallinien", "Elektrisches Feld und Potential" sowie "Potentialsonde". Auch die **Arbeitsaufträge im Buchkapitel 3.1** passen dazu (beachte auch die Musteraufgabe dort, die unsere Betrachtungen ergänzt).