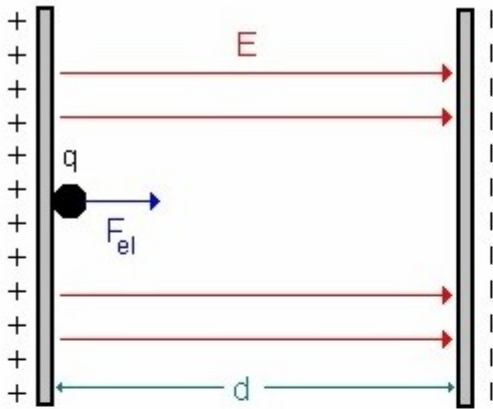


Bewegung einer Ladung im Längsfeld und senkrechter Wurf – 06.09.2012

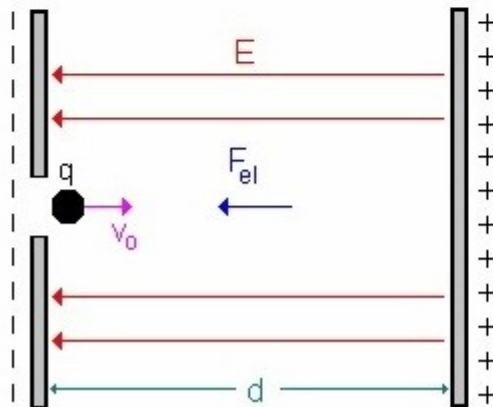
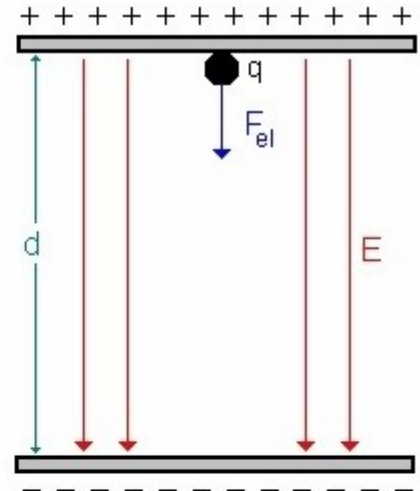
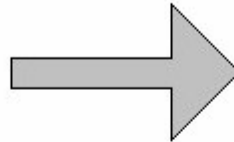
Sporenberg\Schuljahr2012_13\Klassen_Kurse\Halbjahr1\LK_Physik_Q1_2012_13\Aufgaben\BewegungImLaengsfeld.doc

Da bei der Bewegung von Ladungen (z.B. Elektronen) ist die Anziehungskraft aufgrund der kleinen Masse sehr viel kleiner als die elektrische Kraft.

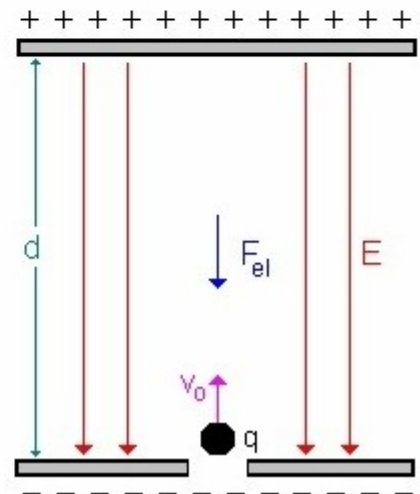
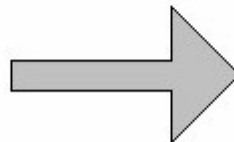
Aus diesem Grund können die senkrecht aufgebauten Kondensatorplatten um 90° gedreht werden, so dass die Platten jetzt waagrecht angeordnet sind.



Drehen um 90° im Uhrzeigersinn



Drehen um 90° gegen den Uhrzeigersinn



Ladung im E-Feld waagrecht betrachtet

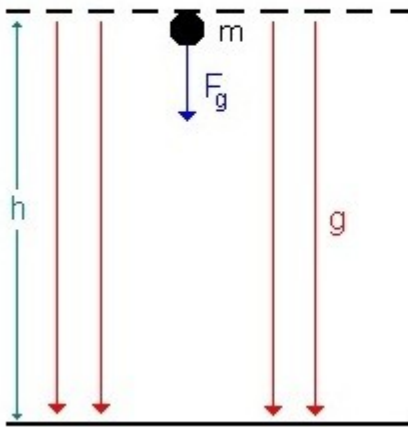
Ladung im E-Feld senkrecht betrachtet

Die obere Darstellung stellt den freien Fall dar, die untere ist der senkrechte Wurf nach oben. So lassen sich die Bewegungen von Teilchen im elektrischen Längsfeld analog zum senkrechten Wurf betrachten. Vom Luftwiderstand wird dabei abgesehen.

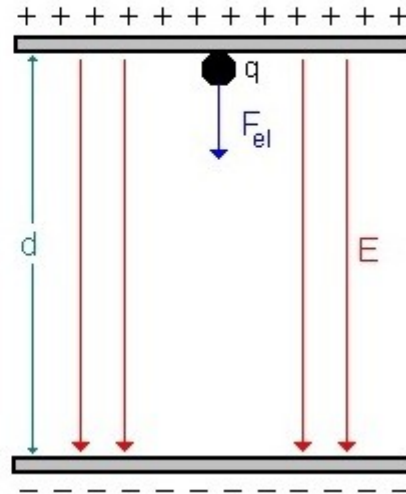
1. Fall

Freier Fall/Bewegung einer positiven Ladung in Richtung des elektrischen Feldes

Freier Fall einer Masse m



Bewegung einer Ladung +q



Feld, Kraft, Bewegung

1. Das Gravitationsfeld ist in der Nähe des Erdbodens nahezu homogen.
2. Die Erdbeschleunigung g hat überall den gleichen konstanten Wert ($9,81 \text{ m/s}^2$)
3. Auf die Masse m wirkt eine konstante Schwerkraft: $F_G = m \cdot g$
4. Die Masse führt eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung aus

Energieumwandlung

Die Masse hat nur die potentielle Energie $W_{\text{pot}} = F_G \cdot h = m \cdot g \cdot h$

Auf dem Weg zum Erdboden nimmt die potentielle Energie ab und die kinetische Energie nimmt zu.

Es gilt der Energieerhaltungssatz.

Am Erdboden ist die potentielle Energie 0, dort ist das **Nullniveau**.

Es gilt $W_{\text{kin}} = 1/2 \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h$.

Eine typische Aufgabe

Eine Masse $m = 0,1 \text{ kg}$ fällt aus einer Höhe $h = 1,0 \text{ m}$ ohne Reibung nach unten. Welche Energie und welche Geschwindigkeit hat sie am Boden?
Welche Bewegungsenergie und welche Geschwindigkeit hat sie nach halber Fallstrecke?

Feld, Kraft, Bewegung

1. Das elektrische Feld des Plattenkondensators ist homogen.
2. Die elektrische Feldstärke E hat überall den gleichen konstanten Wert.
3. Auf die Ladung q wirkt eine konstante elektrische Kraft: $F_{\text{el}} = q \cdot E$
4. Die Ladung führt eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung aus.

Energieumwandlung

Die Ladung q hat zunächst nur potentielle Energie.

$W = F_{\text{el}} \cdot d = q \cdot E \cdot d$

Auf dem Weg zur negativen Kondensatorplatte nimmt die potentielle Energie ab und die kinetische Energie nimmt zu.

Es gilt der Energieerhaltungssatz

An der negativen Kondensatorplatte ist die potentielle Energie 0, dort ist das Nullniveau, der **Potentialnullpunkt**.

Es gilt $W_{\text{kin}} = 1/2 \cdot m \cdot v^2 = q \cdot E \cdot d$.

Eine typische Aufgabe

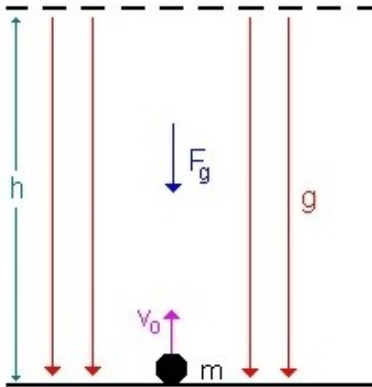
Eine kleine Kugel der Ladung $q = + 10 \text{ nC}$ hat die Masse 1 mg und bewegt sich von der positiven zur negativen Platte eines Plattenkondensators. Die angelegte Spannung ist 1000 V der Plattenabstand ist 10 cm . Mit welcher Energie und welcher Geschwindigkeit trifft sie auf die negative Platte auf?
Welche Energie und welche Geschwindigkeit hat sie genau in der Mitte des Plattenkondensators?

2. Fall

Senkrechter Wurf nach oben/Bewegung einer positiven Ladung in Gegenrichtung des elektrischen Feldes

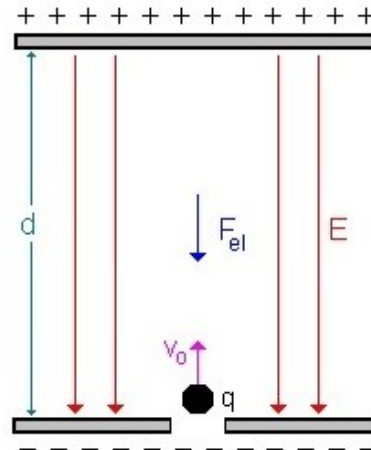
Bewegung einer Masse m nach oben

Die Masse m wird mit einer Anfangsgeschwindigkeit v_0 nach oben geworfen



Bewegung einer Ladung $+q$ im Gegenfeld

Die Ladung q tritt mit einer Anfangsgeschwindigkeit v_0 durch eine Öffnung in der Kondensatorplatte in das el. Feld ein.



Es wirkt eine **konstante Schwerkraft** $F_g = m \cdot g$ der **Bewegung** der Masse **entgegen**.

Die Masse m führt eine **Bremsbewegung mit konstanter Verzögerung** aus.

Die Geschwindigkeit der Masse nimmt ab.

Energieumwandlung

Auf dem Weg nach oben nimmt die kinetische Energie der Masse ab und die potentielle Energie (Lageenergie, Höhenenergie) nimmt zu.

3 Fälle sind dabei möglich:

Kann die Masse m die Höhe h erreichen?

a) Ist die Anfangsenergie und die Anfangsgeschwindigkeit v_0 "genau richtig", wird die Höhe h gerade erreicht (Geschwindigkeit ist dort 0) und die Masse kehrt dort um.

b) Sind Anfangsgeschwindigkeit und Anfangsenergie kleiner, dann erreicht die Masse die Höhe h nicht und kehrt vorher um.

Es wirkt eine **konstante el. Kraft** $F_{el} = q \cdot E$ der **Bewegung** der Ladung **entgegen**.

Die Ladung q führt eine **Bremsbewegung mit konstanter Verzögerung** aus.

Die Geschwindigkeit der Ladung nimmt ab.

Energieumwandlung

Auf dem Weg zur positiv geladenen Platte nimmt die kinetische Energie der Ladung ab und die potentielle Energie nimmt zu.

3 Fälle sind dabei möglich:

Kann die Ladung q zur positiv geladenen Platte gelangen?

a) Ist die Anfangsenergie und die Anfangsgeschwindigkeit v_0 "genau richtig", wird die Platte gerade erreicht (Geschwindigkeit ist dort 0) und die Ladung kehrt dort um.

b) Sind Anfangsgeschwindigkeit und Anfangsenergie kleiner, dann erreicht die Ladung

<p>c) Ist die Anfangsenergie größer, steigt die Masse höher als h und kehrt erst bei größerer Höhe um.</p>	<p>die positive Platte nicht und kehrt vorher um. c) Ist die Anfangsenergie größer, trifft die Ladung mit einer Restenergie / Restgeschwindigkeit auf die Platte auf.</p>
<p>a) Die "richtige" Höhe</p> <p>Startet die Kugel gerade mit der Geschwindigkeit v_0, die sie beim freien Fall aus der gleichen Höhe h erreicht hat (in der Beispielaufgabe 4,47 m/s), dann erreicht sie bei der verzögerten Bewegung nach oben ebenfalls gerade die Höhe h. Dahinter steckt der Energieerhaltungssatz.</p>	<p>a) Die "richtige" Höhe</p> <p>Startet die Ladung gerade mit der Geschwindigkeit v_0, die sie bei der beschleunigten Bewegung beim Plattenabstand d erreicht hat (in der Beispielaufgabe 4,47 m/s), dann erreicht sie bei der Bremsbewegung gerade ebenfalls die andere Platte wieder. Dahinter steckt der Energieerhaltungssatz.</p>
<p>b) Wie hoch kommt die Kugel?</p> <p>Ist die Anfangsgeschwindigkeit kleiner, so wird die Höhe h nicht erreicht. Startet die Kugel z.B. mit $v = 3 \text{ m/s}$, so ist ihre kinetische Anfangsenergie $W_{\text{kin}} = 1/2 * m * v^2 = 1/2 * 0,1 \text{ kg} * (3 \text{ m/s})^2 = 0,45 \text{ J}$. Mit dieser Energie kommt sie bis in die Höhe s. Es gilt $W_{\text{kin}}(\text{unten}) = W_L(\text{oben}) = m * g * s$. Daraus folgt $s = 0,45 \text{ m}$.</p>	<p>b) Wie weit kommt die Ladung?</p> <p>Ist die Anfangsgeschwindigkeit kleiner, so wird die Ladung die andere Platte nicht erreichen. Startet sie z.B. mit $v = 3 \text{ m/s}$, so ist ihre kinetische Anfangsenergie $W_{\text{kin}} = 1/2 * m * v^2 = 1/2 * 1 * 10^{-6} \text{ kg} * (3 \text{ m/s})^2 = 4,5 * 10^{-6} \text{ J}$. Mit dieser Energie kommt sie bis in die Distanz s. Es gilt $W_{\text{kin}}(\text{unten}) = W_L(\text{oben}) = q * E * s$. Daraus folgt $s = 4,5 \text{ cm}$.</p>
<p>c) Welche Geschwindigkeit hat die Kugel in der Höhe h?</p> <p>Ist die Anfangsgeschwindigkeit größer als v_0, so erreicht die Kugel die Höhe h und hat dort noch kin. Energie übrig um noch höher zu steigen.</p> <p>Ist die Anfangsgeschwindigkeit z.B. 6 m/s, so ist die kin. Energie unten $1,8 \text{ J}$. Auf dem Weg bis zur Höhe h werden davon $1,0 \text{ J}$ in Lageenergie umgewandelt. Also hat die Kugel dort noch $0,8 \text{ J}$ kin. Energie, was einer Geschwindigkeit von 4 m/s entspricht.</p>	<p>c) Mit welcher Geschwindigkeit prallt die Ladung auf der Platte auf?</p> <p>Ist die Anfangsgeschwindigkeit größer also v_0, so erreicht die Ladung die gegenüberliegende Platte und hat dann noch eine kinetische Restenergie übrig, so dass sie mit einer bestimmten Geschwindigkeit auf die Platte aufprallt.</p> <p>Ist die Anfangsgeschwindigkeit z.B. 6 m/s, so ist die kin. Energie an der negativen Platte $1,8 * 10^{-5} \text{ J}$. Auf dem Weg zur positiven Platte verliert sie $1 * 10^{-5} \text{ J}$ durch die Bremsbewegung. Beim Aufprall hat sie also noch $0,8 * 10^{-5} \text{ J}$ Restenergie. Dies entspricht einer Aufprallgeschwindigkeit von 4 m/s.</p>