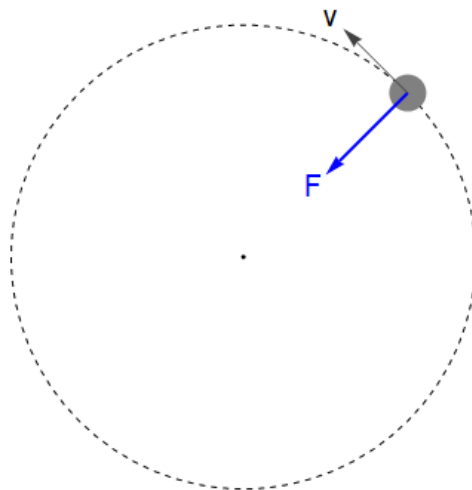


Väg elektroner, förarbetesmaterial

Innan besöket "Väg elektroner" på Vetenskapens Hus kan det vara bra att ha koll på en del saker om rotationsrörelse, centripetalacceleration samt magnetiska fält och krafter på laddade partiklar i rörelse. Detta dokument innehåller sammanfattningar av dessa ämnen, och bör ge en den viktigaste kunskapen som krävs för att inte känna sig förvirrad.

Rotation och centripetalacceleration

Tänker man på ett föremål som rör sig i en cirkel lika snabbt hela tiden så kan man först tro att det inte accelererar: dess fart ändras ju inte. Dock känner man antagligen till att om man har en boll i ett snöre som man snurrar runt huvudet så måste man hålla i snöret för att bollen inte ska flyga iväg. Den kraften som håller bollen i omlopp och som man utövar på bollen genom snöret brukar kallas för en centripetalkraft. En centripetalkraft kan vara vilken kraft som helst, så länge den uppfyller rollen att hålla ett föremål i omlopp. Anledningen att det krävs en kraft är att trots att bollens fart inte ändras, så ändras riktningen den färdas i. Ett föremåls hastighet kan sägas vara dess fart + en riktning, så en ändring i färdriktningen innebär en ändring i dess hastighet. För att ändra en hastighet krävs en acceleration som måste komma av en kraft enligt Newtons andra lag.



Figur 1: För att ett föremål ska kunna röra sig på en cirkulär bana måste det vara påverkat av en kraft som håller den i omlopp, här F , annars kommer det att fara iväg i v riktning.

Om en kraft håller ett föremål med massa m och hastighet v i omlopp i en cirkulär bana med radie r så måste centripetalkraften vara

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \quad (1)$$

När det till exempel handlar om en planet är det gravitationen som fungerar som centripetalkraft, då kan man sätta gravitationskraften lika med centripetalkraften och få en ny formel som skulle kunna vara användbar. I labben så kommer det att vara den magnetiska kraften som agerar centripetalkraft på de elektroner vi ska väga och detta kommer hjälpa oss att ta fram elektronernas massor.

Elektromagnetism

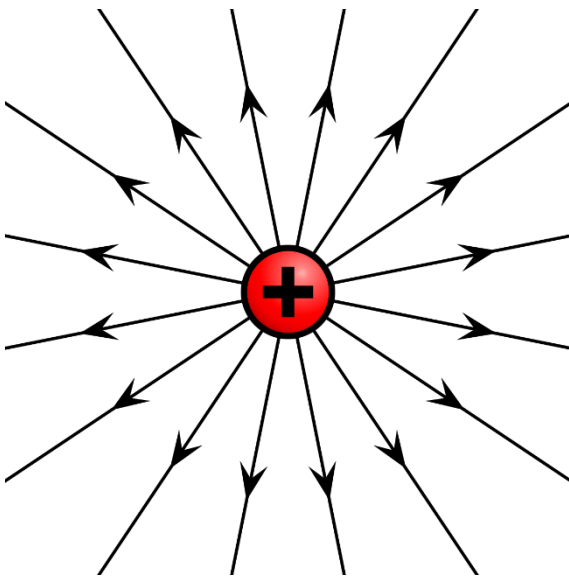
Den elektromagnetiska kraften går att dela in i två olika fenomen som påverkar laddade partiklar på olika sätt: elektricitet och magnetism.

Elektriska fält

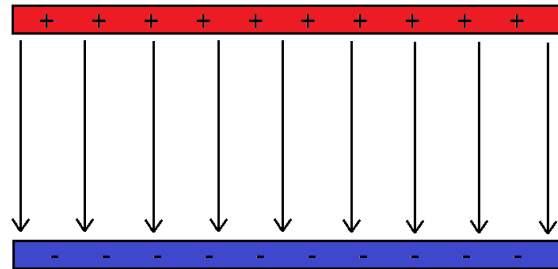
Elektriska laddningar påverkar andra elektriska laddningar med en kraft. Denna kraft minskar ju längre bort laddningarna befinner sig från varandra och ökar ju större laddningarna är. Den tar matematiskt formen

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (2)$$

där q_1 och q_2 är de olika laddningarna, r är avståndet mellan dem och ϵ_0 är en konstant. Man kan visualisera hur en elektrisk laddning påverkar andra laddningar genom att rita pilar runt den som pekar åt den riktning som en positiv laddning skulle accelereras om den befann sig där.



Figur 2: Det elektriska fältet kring en positiv laddning. Om laddningen var negativ skulle man rita pilarna åt motsatt håll då en positiv laddning attraheras av en negativ.
Bildkälla: Wikipedia.



Figur 3: En skiss av ett homogent elektriskt fält. Den här typen av fält är lika starka och pekar i samma riktning överallt.

Då en laddning i ett elektriskt fält accelereras och får kinetisk energi så måste en laddning som placeras i ett elektriskt fält få en potentiell energi. Den potentiella energin som ett visst fält ger per laddning brukar kallas "spänning" och mäts i Volt. Om man har ett "homogent" elektriskt fält (ett fält som ser ut som i Figur 3 så kan man enkelt beräkna den potentiella energin vid den negativa polen som

$$E_{pot} = -qU \quad (3)$$

där e är den elektriska laddningen och U är spänningen. Om vi vill göra ett experiment där vi använder elektriska fält för att accelerera elektroner så vill vi gärna ha ett sätt att beräkna vilken spänning som krävs för att få upp våra elektroner till en viss hastighet. Med hjälp av energins bevarande så vet vi att när en elektron accelererats genom ett elektriskt fält så har all dess potentiella energi övergått till kinetisk energi.

$$E_{kin} = \frac{mv^2}{2} \quad (4)$$

Elektroner har laddningen $q = -e \approx -1.602 \cdot 10^{-19}$ Coulomb, vilket tillsammans med energibevaring gör att vi kan få en relation mellan spänning och hastighet.

$$eU = \frac{mv^2}{2} \quad (5)$$

I labben kommer vi att accelerera elektroner med ett elektriskt fält in i en glasbehållare som innehåller en gas som lyser om den träffas av elektroner.

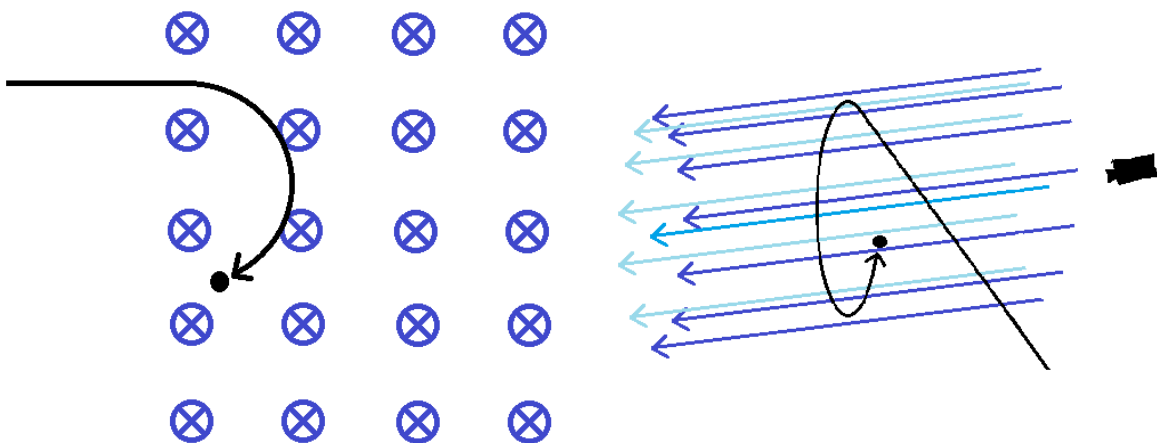
Magnetiska fält

Choklad Magnetfält är lite annorlunda än elektriska fält. En stillastående laddning i ett magnetiskt fält känner inte av någon kraft, utan det är endast laddningar i rörelse som påverkas av magnetism.

Dessutom blir den magnetiska kraften som laddningen känner av riktad vinkelrätt mot dess färdriktning och det magnetiska fältet. Detta får effekten att elektriska laddningar virvlar runt magnetiska fältlinjer, vilket kan ses i Figur 4. Denna kraft kallas Lorentzkraften och kan beräknas med

$$F_B = qvB \quad (6)$$

där q är den elektriska laddningen, v är delen av laddningens hastighet som är vinkelrät mot B , vilket är magnetfältets styrka.



(a) En negativ elektrisk laddning åker in i ett magnetfält som pekar inåt i pappret. Den känner då av en kraft vinkelrät som sin färdriktning och fältet och böjer av i en cirkel.

(b) Samma händelse som i (a), fast sett från ett 3d-perspektiv. (a) sågs från kamerans perspektiv.

Figur 4: Två skisser av en negativ laddning som rör sig in i ett magnetfält. Från de här bilderna så kan man se att ett magnetfält beter sig ungefär som en virvelström för elektriska laddningar så länge de rör sig.

Som nämndes i avsnittet om rotation och centripetalacceleration så måste det finnas en centripetalkraft om ett föremål rör sig i en cirkel. I dessa situationer så är det då Lorentzkraften som agerar som centripetalkraft. Detta gör att vi kan sätta dessa krafter lika och få en formel som relaterar dem

$$qvB = \frac{mv^2}{2} \quad (7)$$

I labben kommer va att använda denna formel för att ta reda på elektronens massa.