

Magnetism och elektricitet.

KAP. I.

Magnetism.

A. Naturliga och konstgjorda magneter.

1. Redan de gamla grekerna kände, att en viss slags järnmalm, den s. k. svartmalmen, hade förmåga att draga till sig och fasthålla lättare järnpartiklar. Man kallar denna egenskap magnetism, och ett stycke järnmalm, som äger den, en *naturlig magnet*. Genom beröring eller bestrykning med en naturlig magnet kan man överflytta magnetismen på stål och därigenom göra detta till en *konstgjord magnet*. Beströs en magnetiserad stålstav med järnfilspån, så hänga dessa sig till största delen fast vid stavens båda ändar, bild 1, under det att intet fastnar vid dess mitt. De ställen, där kraften verkar starkast, benämnas *magnetens poler*. Stavens mitt, där intet av järnfilspånen fastnar, kallas *indifferenszonen*. Det område kring en magnet, där den magnetiska kraften gör sig märkbar, kallas det *magnetiska kraftfältet* eller det *magnetiska fältet*. Sådana ämnen, som i likhet med järn dragas av magneten, kallas *magnetiska*.

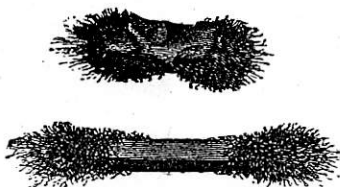


Bild 1.

2. Som ovan är nämnt, kan en stålstav förvandlas till en magnet genom beröring eller bestrykning med en naturlig magnet, varvid stålet förblir magnetiskt sedan bestrykningen upphört. En så behandlad stålstav benämnes *permanent magnet*. Även vanligt järn blir magnetiskt, då det beröres med en naturlig eller konstgjord magnet, men förlorar nästan genast den magnetiska kraften, då beröringen upphör. Ju hårdare järnet är, dess långsammare sker dess magnetisering, men dess längre förmår det bibehålla magnetismen.

3. Upphänges en magnetstång eller magnetnål vid en i dess mitt fastgjord tråd så, att den fritt kan vrida sig i horisontalplanet, intager den en sådan riktning, att dess ena ända — alltid densamma — pekar åt norr, den andra åt söder. Den ända, som är vänd mot norr, kallas för *nordändan*, och den, som är vänd mot söder, för *sydändan*. Denna magnetnåls egenskap har man begagnat sig av vid konstruerandet av kompassen.

4. Närmar man en magnets nordpol intill en upphängd magnets nordpol, så avviker den senare ur sitt ursprungliga läge; detsamma blir även fallet, om deras sydpoler närmas intill varandra. Däremot uppstår en dragning mellan magneterna, om den enas nordpol närmas intill den andras sydpol eller tvärt om. Som lag kan därför uppställas satsen: *Liknämninga poler bortstöta, oliknämninga draga varandra.*

5. Av kompassnålens strävan att ställa sig i ett bestämt läge framgår, att jorden *verkar* som en magnet, *med sydändan norrut och nordändan söderut*. De geografiska och magnetiska polerna sammanfalla ej fullkomligt.

B. En magnets inre byggnad.

6. Sönderbrytes en magnetstång i två eller flera delar, befinnes det, att varje sådan del fortfarande är en magnet med två poler, vilka ligga åt samma håll som i den ursprungliga magneten. Tänker man sig denna sönderbrytning fortsatt i oändlighet, så att magnetstången uppdelas i minsta tänkbara smådelar, molekyler, så måste i enlighet med vad ovan sagts varje sådan liten del bliva en magnet med sin nordpol och sin sydpol. Man tänker sig därför, att en magnetisk kropps minsta smådelar äro magneter, s. k. *molekylarmagneter*. Då kroppen är omagnetisk, antager man, att dess molekylarmagneter ligga med sina poler blandade om varandra. I varje punkt inuti magneten finnes alltså lika mycket nord- som sydpolsmagnetism, varför ingen verkan utåt erhålles. Då en kropp magnetiseras, antager man, att kroppens molekylarmagneter ordna sig så, att alla vända liknämninga poler ått samma håll. Härigenom uppstår vid kroppens ena ända fri nord-

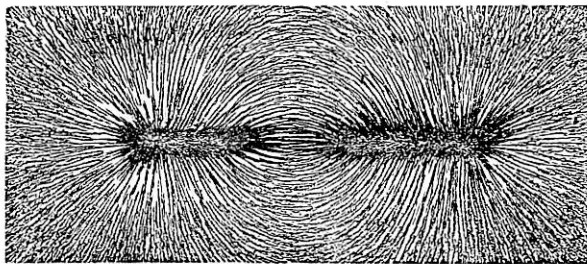


Bild 2.

polsmagnetism och vid dess andra fri sydpolsmagnetism, varigenom kroppen erhåller poler.

7. Då en kropp magnetiseras, sker detta ej utan ett visst motstånd från kroppen. En viss kraft söker nämligen hindra molekylarmagneterna att vrida sig. Denna kraft benämnes *koercitivkraft*. Hos stål är koercitivkraften stor, under det den är liten i mjukt järn. Härav följer, att man måste använda större kraft vid magnetisering av ett stycke stål än av ett stycke mjukt järn. Å andra sidan motverkar koercitivkraften en rörelse hos de en gång ordnade molekylarmagneterna, varför en magnetiserad stålbit behåller sin magnetism även sedan den magnetiserade kraften avlägsnats, under det att en magnetiserad mjuk (utglödgad) järnbit hastigt förlorar magnetism sedan denna kraft borttagits. Av hårt stål får man permanenta magneter, av mjukt järn endast tillfälliga magneter.

C. Magnetfältet.

8. Lägges ett pappersblad på polerna till en hästskomagnet och beströs papperet med järnfilspån, så ordna sig dessa på grund av den magnetiska kraften i bestämda linjer, de s. *kraftlinjerna*, såsom bild 2 utvisar. Dessa angiva i varje punkt av planet riktningen av den magnetiska kraften.

Även om styrkan av den magnetiska kraften ger försöket med järnfilspånen en ungefärlig föreställning. Filspånen samla sig nämligen tätast där kraften är störst.

D. Permanenta magneter.

9. Genom bestrykning med en naturlig eller konstgjord magnet kan varje stålbit förvandlas till en magnet, utan att den förstnämnda förlorar

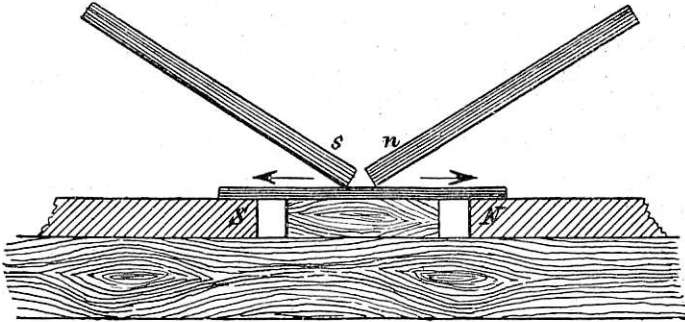


Bild 3.

något av sin kraft. Med en magnet kan man sålunda frambringe huru många andra magneter som helst. Det enklaste sättet att framställa en permanent magnet är följande. Med en magnet strykes stålstaven, som skall magnetiseras, från mitten till ändan upprepade gånger med den ena magnetpolen, och sedan den andra hälften lika många gånger med den andra magnetpolen. Eller också användas två magneter, bild 3, vilkas motsatta magnetpoler samtidigt nedsättas på stålstavens mitt, varefter magneterna föras mot stavens ändar. Alltid gäller det, att den ända av staven, vid vilken den strykande magnetpolen upplyftes, blir en pol av motsatt slag mot denna.

10. Ofta giver man magneten formen av en hästsko, bild 4, varigenom de båda polerna komma att ligga bredvid varandra. Detta är lämpligt, om man vill använda magnetens förmåga att bära en kropp av mjukt järn, det s. k. *ankaret*.

11. Önskas mycket kraftiga magneter, så lägger man flera plana hästskomagneter på eller bredvid varandra med liknämiga poler åt samma håll och för-
enar dem till ett s. k. *magnetiskt magasin*, bild 4. Detta är t. ex. fallet vid induktorn i telefonapparaten.

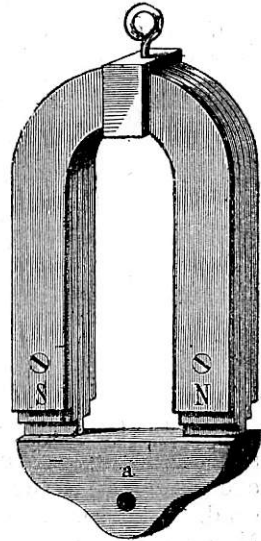


Bild 4.

KAP. II.

Elektricitet.

A. Olika sätt att framställa elektricitet.

12. Vissa kroppar såsom bernsten, lack, glas, ebonit, svavel m. fl. erhålla genom gnidning mot andra kroppar såsom skinn, ylle, siden o. s. v. egenskapen att draga till sig lätta föremål och därefter åter bortstöta dem. Kropparna sägas ha blivit *elektriska*, och *fenomenet* benämnes *elektricitet*. Namnet elektricitet härrör av det grekiska ordet elektron, vilket betyder bernsten, emedan de gamle grekerna först funno nämnda egenskap hos bernsten.

Om en kropp befinner sig i elektriskt tillstånd, säges, att den är *ladad* med elektricitet.

13. Vad elektricitet är, har ännu ej utrönts, utan har man, för att kunna förklara de elektriska fenomenen, måst uppställa vissa teorier över elektricitetens natur.

Man antager att hos alla kroppar finnes elektricitet bunden, vilken hos en del blir fri genom *gnidning*; hos andra genom *beröring* eller genom *kemisk* inverkan.

En del kroppar visa elektriska egenskaper, då de uppvärmas på en punkt: *termoelektricitet*.

Slutligen kan elektricitet uppstå hos en sluten ledare genom inverkan från en magnet eller genom en elektrisk ström, som går genom en i ledarens närhet befintlig annan ledare, s. k. *induktion*.

Allt efter sättet för elektricitetens framställning skiljer man därför på:

- 1) *Gnidningselektricitet*, då elektriciteten uppstår genom att tvänne kroppar gnidas mot varandra.
- 2) *Berörings- eller galvansk elektricitet*, då elektriciteten alstras genom beröring och kemiska processer.
- 3) *Induktionselektricitet*, då elektriciteten uppstår genom inverkan av magnetism eller elektriska strömmar.
- 4) *Termoelektricitet*, då elektriciteten uppstår genom temperaturskillnader.

B. Gnidningselektricitet.

14. Såsom förut nämnts, erhåller bernsten vid gnidning egenskapen att draga till sig och strax därefter stöta ifrån sig lätta kroppar. Denna egenskap erhålla de flesta ämnen, då de gnidas, ehuru i större och mindre grad. Glas, lack, ebonit och svavel m. fl. äro särdeles lämpliga härför. Man upptäckte snart, att den elektricitet, som erhöles, då t. ex. glas gneds mot ylle, ej var av samma slag som då lack gneds mot ylle. För att uppvisa denna olikhet hos elektriciteten användes den elektriska pendeln, bild 5, som består av en flädermargskula upphängd medelst en silkestråd på ett stativ. Föres en gniden glasstång i närheten av kulan, drages denna först till stängen för att strax därefter bortstötas, sedan den blivit mättad med elektricitet. Någon ytterligare beröring med stängen är nu fruktlös; kulan viker ständigt undan. Däremot drages den så mycket starkare av den gnidna lackstången. Samma företeelse upprepas, om först lackstången och därpå

glasstången närmas flädermärgskulan. Glas- och lackelektricitet yttra sig sålunda olika. Man söker förklara detta genom att antaga, att det finnes två sorters elektricitet, *positiv*- eller glaselektricitet och *negativ*- eller lackelektricitet, vilka finnas förenade i lika stora mängder hos alla kroppar. Då elektricitetssorterna så att säga hålla varandra i jämvikt, förefaller kroppen oelektrisk. Genom gnidning eller på något annat sätt åtskiljas de, men sträva på alla möjliga sätt att återförenas och återvända därmed i det overksamma tillståndet. Mellan en positivt och en negativt laddad kropp råder därför alltid dragning, d. v. s. strävan hos elektricitetssorterna att återförenas. Skulle däremot tvänne kroppar vara laddade med samma slags elektricitet, så äger i stället för en dragning en bortstötning rum, och härpå grundar sig satsen: *Oliknämninga elektricitetssorter draga varandra till sig, liknämninga bortstöta varandra*. Observera den härmed analoga lagen i läran om magnetism.

15. Enligt en annan teori antagas de elektriska fenomenen bero av en enda sorts elektricitet, som finnas i alla kroppar. Är tätheten hos den i en viss kropp förekommande elektriciteten lika med densamma i kroppens omgivning, så visar sig kroppen oelektrisk. Är däremot tätheten hos den i kroppen förekommande elektriciteten större eller mindre än tätheten i omgivningens elektricitet, så visar sig kroppen vara elektriskt laddad. Överskott av elektricitet antages motsvara positiv laddning, brist antages motsvara negativ laddning.

C. Elektriska ledare och oledare.

16. I början på 1700-talet indelades kropparna i sådana, som läto elektricera sig, och sådana, som trots all gnidning förblevo oelektriska. Till de senare hörde särskilt metallerna. Engelsmannen Grey visade emellertid år 1726 att även en metallstång kunde lätt bliva elektrisk genom gnidning, blott man ej berörde den direkt, utan försåg den med ett handtag av trä. Det visade sig nu, att visserligen alla kroppar läto elektricera sig, men att de, som hittills visat sig omöjliga härtill, därvid visade ett olikartat förhållande. Dessa avgiva nämligen vid beröring all sin elektricitet, men upptaga den även mycket lätt och utbreda den över hela sin yta. Meddelar man elektricitet till ena ändan av en metalltråd, så ledes denna ögonblickligen till trådens andra ända, den må vara huru lång som helst.

Sådana ämnen, som tillåta elektriciteten att framströmma genom sig, kallas *ledare*. Till dessa ämnen räknas metallerna, kol, vatten och alla av vätskor genomdränkta kroppar, sålunda djur, växter och jorden. I motsats till ledarna stå *oledarna* eller *isolatorerna*, till vilka räknas glas, porslin, kautschuk, ebonit, svavel, silke, ylle, torra växtämnen, torr luft m. fl.

17. För att få en ledare att behålla den elektricitet, som meddelats den, söker man avbryta hans förbindelse med andra ledare, således omgiva honom med oledare. Ledaren säges då vara *isolerad*. Det vanligaste sättet att isolera en ledare är att hänga den på knoppar av porslin eller glas, eller överdraga den med ett lager silke, ylle eller kautschuk.

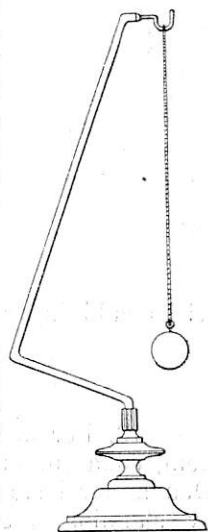


Bild. 5.

D. Elektrisk fördelning (influens).

18. Genom att en elektriskt laddad kropp berör en oelektrisk eller endast föres i närheten av denna, kan elektricitet uppväckas i den sistnämnda. Detta sätt att framkalla elektricitet kallas *fördelning* eller *influens*. Detta kan lätt åskådliggöras genom elektroskopet, bild 6. Det består av en glasflaska, genom vars propp en messingsstav är stucken.

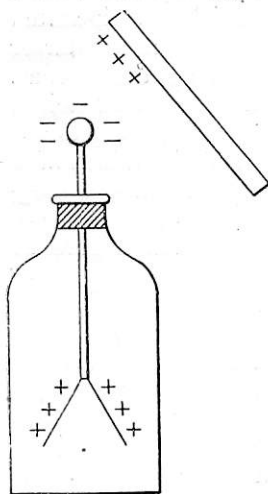


Bild 6.

Denna uppbär i sin övre ända en kula av messing och i sin nedre ända tvänne smala remsor av bladguld. Närmas intill elektroskopet en kropp, laddad t. ex. med positiv elektricitet, så verkar denna fördelande på de av varandra bundna elektricitetssorterna i instrumentet, så att den negativa elektriciteten drages upp i kulan, under det att den positiva stötes ned till guldbladen. Dessa erhålla då samma slags elektricitet, varför de skiljas åt. Avlägsnas den laddade kroppen, förena sig den positiva och negativa elektriciteten i instrumentet. Det upphör därmed att vara elektriskt, vilket visar sig genom att guldbladen falla tillsammans.

Den verkan, som en elektriskt laddad kropp, vilken hålles på något avstånd från en oladdad kropp utövar på denna senare, benämnes elektrisk *fördelning* eller *influens*. Den består däri, att den laddade (*influera*nde) kroppen drager till sig den andra kroppens oliknämnda elektricitet och stöter bort den liknämnda.

Elektroskopet användes i övrigt att påvisa elektriska laddningar och bestämma laddningarnas art.

E. Kondensatorn.

19. För att kunna uppsamla och magasinera större elektricitetsmängder än dem, vilka kunna erhållas av t. ex. en gniden glasstav, användes kondensatorn. Den består i sin enklaste form av tvänne metallskivor, s. k. belägg (vanligen av stanniol), åtskilda av en tunn glas-skiva eller annat isolerande ämne, bild 7.

Tillföres kondensatorns ena metallskiva t. ex. positiv elektricitet från en elektricitetskälla, under det att dess andra skiva sättes i förbindelse med jorden, så kommer den positiva elektriciteten i den förra skivan att verka fördelande på elektricitetssorterna i den senare skivan, varvid dess negativa elektricitet bindes av den förra skivans positiva laddning, under det att dess positiva elektricitet genom ledningen bortstötes till jorden. Fortsättes laddningen en stund, kan en mängd

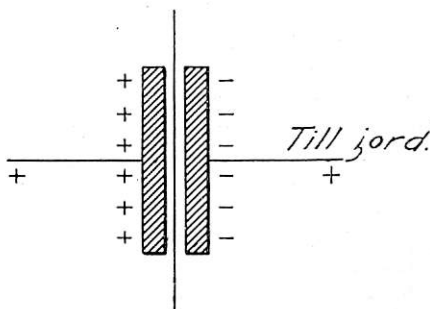


Bild 7.

av de båda genom glaset skilda elektricitetsmängderna hopas, och en hög spänning uppnås, ty med mängden stiger även strävandet att återförenas. Avbrytas förbindelserna med elektricitetskällan och med jorden, kunna de å skivorna hopade elektricitetsmängderna, som hålla varandra bundna, förbli där en längre tid, om ingen överledning förekommer, d. v. s. om skivorna äro väl isolerade från varandra. Sättes ena ändan av en metall-

tråd i förbindelse med en laddad kondensators ena skiva och trådens andra ända föres intill den andra skivan, så sker redan före beröringen en urladdning med sprakande gnista. De båda elektricitetssorterna hava därvid återförenats.

20. En mycket vanlig form av kondensatorn är den s. k. *leydner-* eller *laddflaskan*. Den består av en glasflaska, som är ut- och invändigt beklädd med stanniol till omkring $\frac{2}{3}$ av sin höjd. Det inre beläggat står i ledande förbindelse med en metallstav, som är förd genom en ebonitpropp i flaskans hals och vanligen upptill slutar med en kula. Laddningen sker i allmänhet så, att flaskan, som hålles i handen, varvid dess yttre beläggning får förbindelse med jorden, föres intill en elektricitetskälla, varifrån elektriciteten tillföres den inre beläggningen genom metallstaven.

21. Den mängd elektricitet en kondensator förmår magasinera är beroende på metallskivornas storlek och det isolerande skiktets tjocklek samt ämnet, varav det består. Ju större metallskivor, samt ju tunnare och bättre isolerande mellanlägg, desto större förmåga har kondensatorn att uppsamla elektricitet. Kondensatorns förmåga att magasinera elektricitet benämnes *kapacitet*.

22. För telegraf- och telefonändamål förekommer ofta, att kondensatorer sammankopplas med varandra. Detta kan utföras på tvänne sätt, antingen så, att de kopplas parallellt eller också i serie. Bild 8 A framställer hur parallellkoppling, bild 8 B hur seriekoppling av tvänne kondensatorer C_1 och C_2 utföres.

Den totala kapacitet, som erhålles då de båda kondensatorerna äro parallellkopplade, blir lika med summan av deras kapaciteter. Detta kopplingssätt innebär nämligen en ökning av beläggens yta, varför en större laddning elektricitet i dylikt fall kan upptagas. Äro kondensatorerna seriekopplade, blir däremot den totala kapacitet, man då erhåller, på grund av det sammanlagda större isolationsskiktet mindre än kapaciteten hos endera av dem. För tvänne alldeles lika kondensatorer blir sålunda den totala kapaciteten endast hälften så stor som vardera kondensatorns.

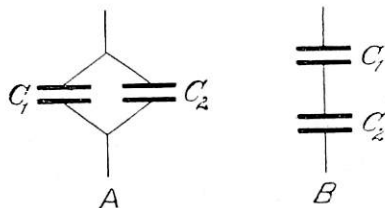


Bild 8.

F. Elektricitetens utströmning i luften från laddade kroppar.

23. En väl isolerad ledare kan ganska länge behålla en svag elektrisk laddning, vilken dock så småningom bortledes dels genom luften, dels genom ledarens stöd. Äro ledarens ytor dessutom avrundade, kan den behålla en större laddning under relativt lång tid. Är ledaren däremot försedd med skarpa hörn och spetsar, så är dess förmåga att kvarhålla laddningen särdeles ringa. I dessa blir nämligen tätheten (spänningen) synnerligen stor, varför elektriciteten lätt utströmmar genom dem. Härpå grundar sig konstruktionen av åskledaren.

24. Då elektricitet utströmmar från en laddad ledare, förnimmes ett susande ljud och en egendomlig lukt, vilken härrör från luftens syre, som genom elektricitetens inverkan förvandlats till *ozon*. Ofta uppstår ljusfenomen, då elektricitet utströmmar. Då positiv elektricitet utströmmar, synes en svag kvast av violetta stålar, vid utströmning av negativ elektricitet synes svagt lysande punkter. Närmast t. ex. handen till en laddad ledare, öfverhoppas en gnista av blåviolettfärg med ett sprakande ljud.

G. Åskfenomenet.

25. Betraktar man formen och färgen av de urladdningar, som en leydnerflaska ger ifrån sig, måste man ovillkorligen tänka på blixten, och lika nära ligger jämförelsen mellan det sprakande ljudet och åskdundret. Amerikanaren Benjamin Franklin var den förste, som genom försök visade, att blixten utgjordes av en stor elektrisk gnista.

26. Man har uppställt följande teori för åskfenomenet. Ett elektriskt laddat moln uppväcker genom influens elektricitet av motsatt art hos jordytan. Då spänningen emellan dem blivit tillräckligt stor, sker en urladdning och blixten slår ned. Åskdundret uppkommer genom dallringarna av den våldsamt skakade luften.

27. Skyddsmedlet mot åskans förstörande verkan är åskledaren. Den utgöres av en stång med spets, en lina och en jordledningsplåt. Vanligen göres åskledaren av koppar eller järn. Stången med spetsen fästes t. ex. vid taket å en byggnad och sättes medelst en koppar- eller järnlina i förbindelse med jordplåten, som nedgräves på ett fuktigt ställe. Åskledarens verkan synes vara tvåfaldig. Dels neutraliserar den åskmolnets elektricitet, genom att jordevlektriciteten utströmmar genom spetsen, dels gör den blixtslaget oskadligt genom att erbjuda urladdningen en god väg till jorden.

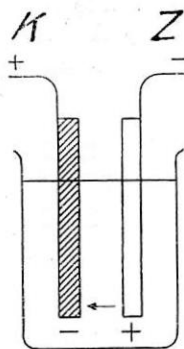


Bild 9.

H. Beröringselektricitet.

28. Om i ett kärl med utspädd svavelsyra nedställes en koppar- och en zinkskiva, försedda med fastlödda koppartrådar, som bild 9 utvisar, kan man med ett känsligt elektroskop påvisa, att den vid kopparskivan K fästade tråden erhåller en högre elektrisk spänning än tråden vid zinkskivan Z. Denna anordning benämnes ett *galvaniskt element*. Skivorna, som äro nedsänkta i vätskan eller *elektrolyten* benämnas *elektroder*. Metalltrådarna, som äro fästade vid skivorna kallas *poltrådar* eller *poler*. Elektroden Z, från vilken den positiva elektriciteten går in i vätskan, kallas *positiv elektrod*, elektroden K åter, där den positiva elektriciteten går ut ur vätskan, benämnas *negativ elektrod*. Detta är inuti vätskan, men ovan densamma är förhållandet omvänt. Förenas K och Z genom en ledare utanför elementet, så är K nu den elektrod, från vilken positiv elektricitet drives ut i yttre ledningen, varför K kallas elementets *positiva pol*, under det att Z, till vilken den positiva elektriciteten strömmar, benämnas dess *negativa pol*.

29. Flera element, förenade med varandra, kallas ett *galvaniskt batteri*. Sammankopplas elementen så, att t. ex. kopparskivan i ett element förbindes med zinkskivan i ett annat o. s. v. sägas elementen vara ordnade i *serie*. Förenar man däremot elementens alla kopparskivor med varandra och likaså alla zinkskivor, sägas elementen vara ordnade *parallellt*.

I. Den galvaniska strömmen.

30. Förenas poltrådarna i ett element eller batteri med varandra, uppstår en elektrisk ström, som utgår från zinken genom vätskan till kopparn och härifrån genom de förenade poltrådarna tillbaka till zinken. Elementet säges nu vara *slutet*, eller ock säges, att *strömkretsen är sluten* eller

att *strömmen är sluten*. Då förbindelsen mellan poltrådarna avbrytes, säges, att elementet eller strömkretsen *öppnas*, eller att *strömmen brytes*. Den *positiva* strömmens väg genom elementet, då detsamma slutet, är den nyss beskrivna, vilken även kallas *strömmens riktning*.

J. Strömstyrka, elektromotorisk kraft och ledningsmotstånd.

31. Den mängd elektricitet, som varje sekund passerar ett tvärsnitt av ledningen, benämnes *strömstyrka*. Liksom den mängd vatten, som varje sekund rinner genom en rörledning, som förenar tvänne kärl, beror på höjd-, d. v. s. tryckskillnaden, så beror strömstyrkan på spänningsskillnaden. Det är denna, som är den drivande kraften och kallas därför *elektromotorisk kraft*. Men den framdrivna vattenmängden är icke ensam beroende på höjdskillnaden, utan även av ledningsrörets beskaffenhet, likaså är den i en ledning framströmmande elektricitetsmängden beroende av dennas beskaffenhet. Elektriciteten röner nämligen mer eller mindre *motstånd* i ledningen. Detta blir större ju längre ledningen är, och större ju tunnare den är. Dessutom beror motståndet av det ämne, av vilket ledningen består. Ju bättre ledare, dess mindre motstånd. Ju större motståndet är, dess svårare har den elektriska strömmen att komma fram, och dess mindre blir strömstyrkan. *Strömstyrkan växer alltså med spänningsskillnaden, men avtager med motståndet.*

Spänningen och följaktligen den elektromotoriska kraften mätes i ett mått, som kallas *volt*.

Ledningsmotståndet mätes i ett mått, som benämnes *ohm*.

Den elektricitetsmängd, som varje sekund strömmar genom en ledning med ett motstånd av 1 ohm och med en spänningsskillnad mellan ledningens ändar av 1 volt, har tagits till enhet för strömstyrkan och benämnes *ampère*. Tusendedelen av en ampère kallas *milliampère* och användes vid mätning av små strömstyrkor.

Mellan strömstyrka, elektromotorisk kraft och motstånd finnes följande samband, vilket kallas Ohms lag

$$\text{Strömstyrkan} = \frac{\text{elektromotoriska kraften}}{\text{motståndet.}}$$

K. Den elektriska strömmens verkningar.

32. Den elektriska strömmen har bl. a. följande verkningar.

Ljus och värme. Förses poltrådarna till ett större galvaniskt batteri med kolspetsar, vilka först närmas och sedan avlägsnas något från varandra, uppstår en ljusbåge mellan dem, vilken besitter hög temperatur. Ledes en elektrisk ström genom en ledare med stort motstånd, uppvärms denna.

Kemiska verkningar. Den elektriska strömmen har ofta en sönderdelande inverkan på kemiska föreningar (*elektrolys*).

Magnetiska verkningar. Ledes en elektrisk ström över en rörlig magnetnål parallellt med denna, avviker nålen från strömriktningen. Ledes en elektrisk ström genom en isolerad metalltråd, som lindats omkring en järnstav, blir denna magnetisk så länge strömmen varar.

Fysiologiska verkningar. Muskler och nerver påverkas av elektriska strömimpulser.

Den elektriska strömmens kemiska och magnetiska verkningar spela en stor roll inom telegrafien och telefonien. På den förstnämnda beror elementens verkningar, som lämna drivkraften, och på den senare beror telegraf- och telefonapparaternas konstruktion.

L. Obeständiga och beständiga element.

33. Det förut beskrivna elementet, bild 9, är ganska obeständigt, i det att strömmen snart försvagas. På kopparskivan avsätta sig nämligen genom strömmens verkan vätgasblåsor, vilka avskiljas från den utspädda svavelsyran och, genom det isolerande lager de bilda, hindra skivan att komma i beröring med vätskan. Genom denna företeelse, som kallas *polarisation*, ökas motståndet inom elementet och minskas dess elektromotoriska kraft. Denna försämring hos elementet måste bero på de förändringar, som uppkomma, då elementet arbetar.

34. För att kunna förklara det elektrokemiska förloppet hos ett element, som är i verksamhet, må här anföras, att de beståndsdelar i en elektrolyt, som under inverkan av den elektriska strömmen vandra i ena eller andra riktningen, kallas *joner*.

35. I ovannämnda element avskiljas positiva zinkjoner från zinkskivan och gå ut i svavelsyran. Hos denna, som delvis är sönderdelad (dissocierad) i negativa sulfatjoner och positiva vätejoner, trycka zinkjonerna ut de positiva vätejonerna, vilka gå till kopparskivan, där de stanna och avgiva sin positiva elektricitet. De övergå härvid från joner till vanligt väte, varför vätgasblåsor avsätta sig på kopparen. Detta är orsaken till polarisationen. Elementets elektromotoriska kraft är beroende på spänningsskillnaden mellan zink och koppar. Då kopparskivan därför överdragits med vätgasblåsor, har elementets elektromotoriska kraft minskats, emedan spänningsskillnaden mellan zink och väte är mindre än mellan zink och koppar. Emedan vätgasblåsorna avsatt sig på kopparskivan har elementets inre motstånd ökats, i det att de positiva vätejonerna träffa vätgasblåsorna, som äro dåliga ledare för elektriciteten, i stället för kopparen, som är en god ledare.

36. Skall ett elektriskt element bli praktiskt användbart, måste polarisationen upphävas. Detta kan ske på två sätt nämligen:

a) genom att omgiva elementets negativa elektrod med en elektrolyt, vars positiva jon är av samma ämne som den negativa elektroden, eller

b) genom att omgiva elementets negativa elektrod med ett kraftigt oxidationsmedel, s. k. *depolarisationsmedel*, vilket borttager vätgasblåsorna, då de vilja avsätta sig på den negativa elektroden.

Element, som under en längre tid kunna alstra en beständig ström, emedan ingen eller endast en svag polarisation förekommer, benämnas *beständiga* eller *konstanta element*.

37. Av konstanta element finnas många olika slag. Här må endast anföras ett exempel på vardera av ovannämnda sätt att undvika polarisation.

Meidingers element, som tillhör den under a) omnämnda gruppen, består av en blyplatta försedd med en stav och klämskruv samt en zinkcylinder, nedsatta i ett glaskärl. Elementets anordning framgår av bild 10. Zinkcylindern, som hänger på glaskärllets kant, är endast något mer än hälften så hög som kärlet. Kärlet fylles med vatten och förses med några kopparvitriolkristaller. Sedan kopparvitriolen löst sig, börjar elementets verksamhet.

Det elektrokemiska förloppet i elementet är följande. Kopparvitriol-lösningen sönderdelas i kopparjoner och svavelsyrejoner. Kopparjonerna gå till blyplattan, där metallisk koppar avsätter sig. Svavelsyrejonerna gå till zinkcylindern, angripa denna och bilda zinksulfat, ett salt, som löser sig i den zinken omgivande vätskan. Någon vätgasutveckling med åtföljande polarisation förekommer således icke. Detta element användes mycket för telegrafändamål vid Statens järnvägar.

Som exempel på element tillhörande den under b) omnämnda gruppen anföres Leclanché- eller salmiakelementet, bild 11. Detta element består av en kolskiva, omgiven av tvänne något kortare brunstensplattor samt en zinkstav, isolerad från de övriga skivorna medelst ett porslinsstycke. Allt sammans är hopbundet med paraffinerade snören och nedsänkt i ett glas-

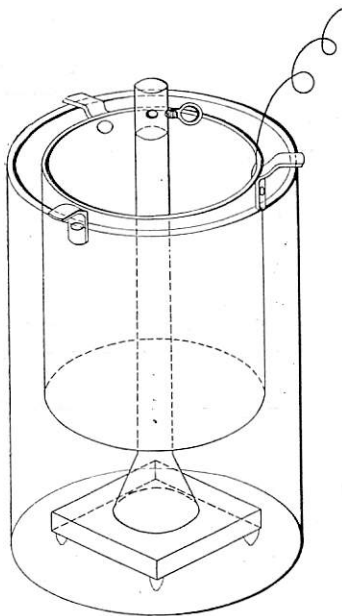


Bild 10.

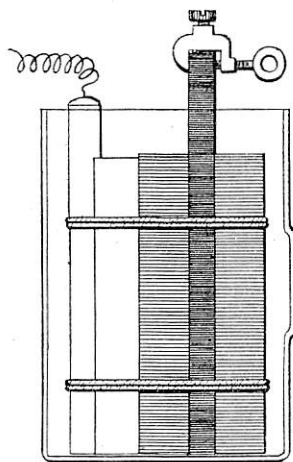


Bild 11.

kärl innehållande en salmiaklösning. Brunstensskivorna tjänstgöra som depolarisationsmedel.

Det elektrokemiska förloppet inom elementet är följande. Salmiak-lösningen sönderdelas bland annat i joner bestående av väte och kväve, vilka tryckas ut av zinkjonerna, som avsöndras från zinkstaven. Dessa väte- och kvävejoner gå till kolskivan, till vilken de avlämna sin elektriska laddning, varefter de övergå till vanligt väte och kväve. Därvid bildas ammoniak och väte. Detta väte tager brunstensplattorna hand om i det de avge syre, som tillsammans med vätet bilda vatten, varigenom polarisation undvikas.

Genom att torrgöra salmiaklösningen medelst tillsats av gips eller gelantin m. m. ha s. k. torrelement framställts, vilka användas i stor utsträckning för telegraf- och telefonändamål vid Statens järnvägar.

M. Ackumulatorer.

38. Ackumulatören användes för att magasinera elektricitet. Den grundar sig på att genom stark polarisation under medverkan av oxidation vid två i syra nedsänkta metallplattor samla elektricitet såsom *kemisk energi* och sålunda magasinera densamma.

Den vanligaste är den s. k. blyackumulatören, bild 12, som består av två eller flere nätformiga blyplattor, överdragna med mönja (blyoxid) och nedsänkta i svavelsyra.

Förloppet vid laddning och urladdning är följande:

Laddningen. Då ackumulatören skall laddas, kopplas en strömkälla, vanligen belysningsström (likström), till plattorna. Härvid sönderdelas svavelsyran i vätejoner och svavelsyrejoner (bestående av svavel och syre). Vätejonerna gå till den negativa plattan (de båda yttre plattorna, se bilden) och reducerar dess mönja till bly. Svavelsyrejonen går till den positiva plattan (den mellersta plattan) och oxiderar dess mönja till blysuperoxid. Hos den laddade ackumulatören är alltså den ena skivan beklädd med en porös massa av metalliskt bly och den andra med blysuperoxid.

Urladdningen. Avbrytes laddningsströmmen, och ackumulatorns skivor förbindas med varandra, erhålles en polarisationsström eller urladdningsström i motsatt riktning mot laddningsströmmen. Härvid bildas blysvlfat å båda plattorna.

Då ackumulatören är urladdad, kan den omladdas, varvid åter bly erhålles å ena skivan och blysuperoxid å den andra.

Ackumulatorer användas till telegrafändamål vid Statens järnvägar å större stationer, där belysningsström finnes tillgänglig för laddning.

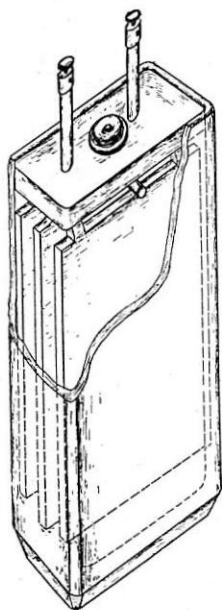


Bild 12.

KAP. III.

Elektromagnetism.

A. Elektriska strömmens inflytande på magnetnålen.

39. År 1820 upptäckte den danske fysikern Örsted, att om en elektrisk ledning föres över eller under en fritt rörlig magnetnål, så avviker nålen ur sitt läge, då strömmen slutes, bild 13. Som regel för att bestämma åt vilket håll magnetnålen avviker gäller följande sats. *Om den högra handen hålles i strömmens riktning med handens insida vänd mot magneten, så avviker dennas nordända åt tummen.*

Utslagets storlek hos nålen är beroende på strömmens styrka och det antal varv, som tråden är lindad omkring magnetnålen. Varje sär-

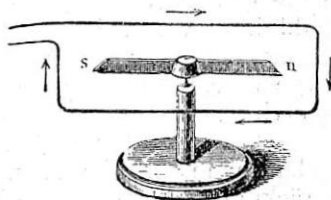


Bild 13.

skilt varv kommer då att verka avledande på nålen, så att även helt svaga strömmar utöva en märkbar vridning av densamma. Ett så konstruerat instrument användes bland annat inom telegrafien under namn av *galvanoskop*.

B. Elektromagneten.

40. Av vad ovan sagts, synes framgå, att den elektriska strömmen har samma verkan på en magnetnål, som en magnet, vilken föres i nålens

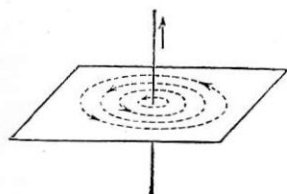


Bild 14.

närhet. Man kan därav sluta, att den elektriska strömmen alstrar ett magnetiskt fält. Stickas en strömledare genom ett papper, vilket beströms med järnfilspån, bild 14, och strömmen därpå slutes, så ordna sig filspånen i koncentriske ringar omkring ledaren, utvisande de magnetiska kraftlinjerna, bilderna 14 och 15. Kring varje stycke av en strömkrets äro de magnetiska kraftlinjerna ordnade cirkelformigt. En tråd, som genomflytes av en elektrisk

ström, omgives i hela sin längd av ett magnetiskt kraftlinjefält, bild 16. Som av bild 15 framgår, ligga kraftlinjerna tätast invid ledaren och avtaga i täthet ju längre från denna de befinna sig. I praktiken komma endast de ställen, där kraftlinjerna äro tätast, i betraktande som verksamma fält.

41. Lindas en *isolerad* tråd spiralformigt omkring en mjuk järnstav, och en elektrisk ström slutes genom tråden, blir staven magnetiserad. Järnstaven har nu blivit en *elektromagnet*, bild 17. Magneten erhåller nordändan åt tummens sida, då högra handen hålles i strömriktningen, med insidan mot järnstaven.

Öppnas strömmen, upphör järnstaven att vara magnetisk. Något av magnetiseringen kvarbliver dock. Den kallas *remanent magnetism*. I mycket mjukt (utglödgat) järn är den remanenta magnetismen jämförelsevis ringa.

Den utvecklade magnetismens styrka beror på strömstyrkan och trådvarvens antal. Då endast de kraftlinjer, som ligga närmast tråden äro praktiskt verksamma, följer härav, att de yttre trådvarven ej böra ligga för långt från järnkärnan, vilket man undviker genom att använda tunn tråd.

Den vanligaste formen på elektromagneten framgår av bild 18. Järnkärnan är här böjd i hästskoform. I stället för att linda tråden direkt på järnkärnan användes härtill spolar av trä eller papp, vilka trädas på densamma. Kraftlinjerna tänkas utgå vid nordpolen och komma in vid sydpolen. Anbringas ett stycke mjukt järn framför magnetens poler, så gå de flesta kraftlinjerna genom detta.

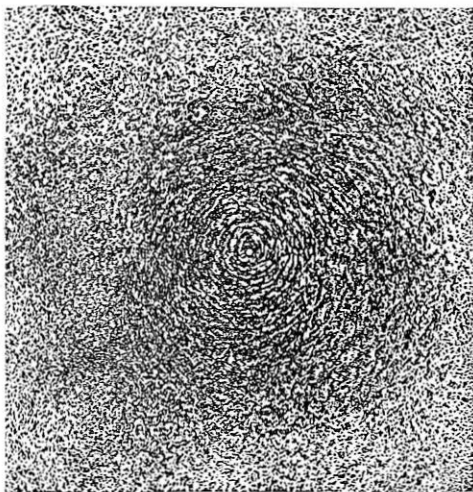


Bild 15.

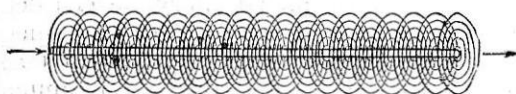


Bild 16.

Elektromagneten har funnit en vidsträckt användning, bl. a. inom telegrafien och telefonien.

C. Solenoiden.

42. Om en ledare lindas i form av en spiral och slutes genom en ström, så kommer den att utöva en liknande verkan som en elektromagnet.

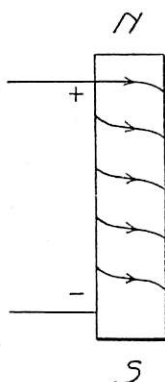


Bild 17.

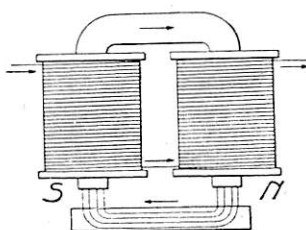


Bild 18.

Anbringas sålunda en järnstav vid en av dess ändar, så att dess längdaxel sammanfaller med solenoidens, kommer den att dragas mot och in i spiralen.

D. Polariserad elektromagnet.

43. För vissa ändamål användes s. k. polariserade elektromagneter, vilkas mjuka järnkärnor äro förbundna med permanenta stålmagneter, varigenom järnkärnorna bliva magnetiska. Alltefter riktningen hos den ström, som passerar trådlindningarna, blir magnetismen i järnkärnorna förstärkt eller försvagad. (Se vidare avdelningen Telefoni, växelströmsringklockan.)

KAP. IV.

Induktion.

A. Elektroinduktion.

44. Om tvänne ledare anordnas så som bild 19 utvisar, och den ena ledaren A är försedd med ett galvaniskt batteri samt strömbrytare och den andra B med ett galvanoskop, så uppstår, i samma ögonblick då strömmen i A slutes, en strömstöt genom B i motsatt riktning mot strömmen i A. Öppnas strömmen i A, erhålles åter en strömstöt i B, men nu i samma riktning som strömmen i A. Strömstöterna kunna observeras på galvano-

skopet i B. Strömmen i A benämnes *huvudström* eller *primärström* och den erhållna strömmen i B för *induktionsström* (elektroinduktionsström) eller *sekundärström*.

Induktionsströmmarna kunna även uppväckas genom den primära strömmens förstärkning eller försvagning eller, vid konstant primärström, om de båda ledarnas avstånd sinsemellan ökas eller minskas. Förstärkning av primärströmmen ävensom ledarnas närmande intill varandra uppväcker en induktionsström, som går i motsatt riktning mot primärströmmen, varemot försvagning av primärströmmen liksom ledarnas avlägsnande från varandra alstrar en induktionsström, som går i samma riktning som primärströmmen. Induktionsströmmen varar så länge som förflyttningen av ledningarna eller förändringen i huvudströmmens styrka varar.

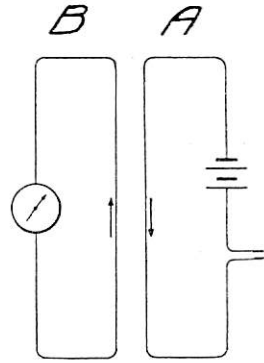


Bild 19.

B. Induktionsrullen eller transformatorn.

45. En apparat, som är avsedd att alstra elektroinduktionsströmmar, benämnes induktionsrulle, bild 20. Denna består av tvänne rullar av papp eller dylikt, vilka kunna skjutas den ena in i den andra. På den mindre rullen B upplindas grov isolerad koppartråd i några få varv, *primära ledningen*. Genom denna ledes huvudströmmen, vilken således endast röner litet motstånd. På den större rullen upplindas fin, väl isolerad tråd i många varv, ofta uppgående till flera tusen, *sekundära ledningen*. Den sekundära trådens ändar utmynna i klämskruvarna p och q. Förbindes den primära ledningens ändar x och y med ett galvaniskt batteri och förses med en strömbrytare, varigenom huvudströmmen i rask följd kan slutas och öppnas, erhållas induktions- eller växelströmmar

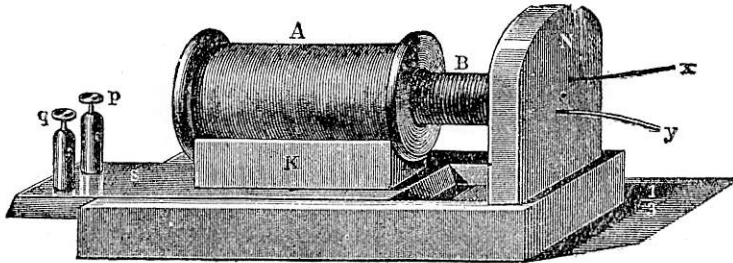


Bild 20.

i samma takt i den sekundära ledningen, då denna slutes. Samma resultat ernås även i sistnämnda ledning, om en växelström genomsläppes den primära ledningen, då naturligtvis ingen strömbrytare här är behöfvlig.

Induktionsströmmarnas spänning (styrka) är beroende på: 1) den primära strömmens styrka, 2) den sekundära ledningens varvantal och 3) den hastighet, med vilken strömslutningarna och öppningarna i den primära ledningen följa på varandra.

Ofta införes ett knippe mjuka järntrådar i den primära spolen, varigenom induktionsströmmarna förstärkas.

Närmas den sekundära ledningens ändar till varandra, så uppstå gnistor mellan dem. Dessas längd kunna redan hos tämligen små apparater

uppgå till 10 à 20 mm. Härav framgår, att spänningen, som hos den primära ledningens batteri endast uppgår till några få volt, genom induktionsapparaten förvandlats till ström med mycket hög — stundom ända till flera tusen volts — spänning. Vinsten i spänning motsvaras dock av en förlust i strömstyrka. På grund av den långa och tunna tråden i den sekundära ledningen är motståndet ganska avsevärt, varigenom strömstyrkan betydligt försvagas.

Genom den nu beskrivna induktionsrullen kan således en elektrisk ström efter behag *omformas* eller *transformeras*. En stark ström med ringa spänning kan förvandlas till en svagare ström med hög spänning och tvärt om. Den möjlighet, som förefinnes att efter behag transformera strömmarna, är orsaken till den stora användning, som induktionsströmmarna erhållit.

46. Utom transformatorer i ovan beskrivna utföringsform förekommer även sådana, där magnetkretsen i motsats till de förras är sluten. Dessa

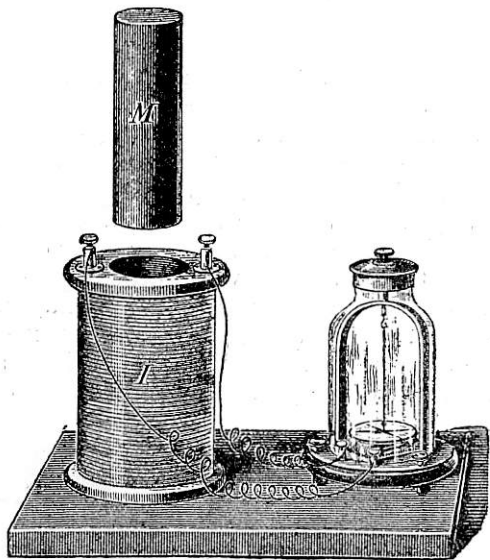


Bild 21.

bestå då vanligen av en rektangel- eller ringformig järnkärna, på vilken trådspiraler äro upplindade på eller bredvid varandra. Det senare slaget transformatorer lämnar en betydligt högre verkningsgrad än de förra. Transformatorer med järnkärna kunna endast användas för växelströmmar med låg frekvens (mindre antal växlingar), enär järnkärnan motsätter sig en snabb ommagnetisering av densamma, och detta i än högre grad då magnetkretsen är sluten än öppen.

C. Magnetinduktion.

47. Införes i stället för den primära spolen med tillhörande batteri en magnetstav i induktionsrullens sekundära spole, bild 21, så erhålles i sekundärspolen, då den slutes, en induktionsström. Urtages magneten, erhålles en induktionsström i en riktning motsatt den förra strömmens. Dylika induktionsströmmar kallas *magnetinduktionsströmmar*.

Samma verkan som magnetens närmande eller avlägsnande har, åstad-

kommes även av en förstärkning resp. försvagning av magnetens magnetism. Vid magnetinduktion varar också induktionsströmmen så länge förändringen av magnetens läge eller styrka varar.

Närmas den sekundära spolens tråändar till varandra, överhoppa gnistor liksom fallet var vid elektroinduktion.

Magnetinduktionsströmmarnas styrka är beroende på: 1) det magnetiska fältets styrka, 2) antalet varv i spolen samt 3) den hastighet varmed magnetfältet närmas till och avlägsnas från spolen ifråga.

Liksom magnetinduktionsströmmar uppstå då en magnet närmas eller avlägsnas från en trådspole, erhålles även sådana strömmar i spolen, om magneten i stället är fast och spolen rör sig i förhållande till magneten. Härpå grundar sig magnetinduktorns konstruktion.

48. Magnetinduktorn, bilderna 22 och 23, består av några permanenta

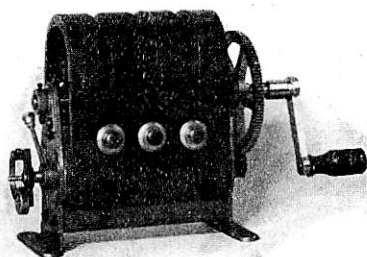


Bild 22.

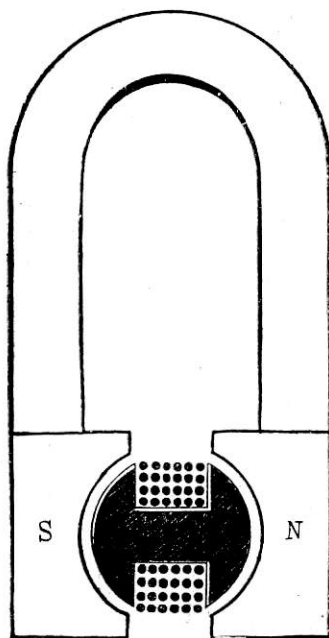


Bild 23.

hästskomagneter, sammanfogade till ett s. k. magasin. Dessa äro försedda med kraftiga polskor S och N, bild 23, vilka äro kretsformigt utskurna och bilda en cylindrisk hålighet.

I denna hålighet befinner sig en långsträckt järnkärna, det s. k. ankaret, rörligt kring sin längdaxel. I ankarets längdriktning äro spår upp-tagna och i dessa spår är en överspunnen koppartråd lindad i många varv, så att järnkärnan och trådlindningarna tillsammans bilda cylinderform. Den ena ändan av denna tråd står i direkt förbindelse med ankarets axel den andra med ett metallstift, som är insatt i samma axels kärnlinje och medelst ebonit isolerat från densamma. Induktionsströmmarna uttagas genom tvänne ledningar, varav den ena fästes vid en fjäder, som ligger an mot nyssnämnda metallstift, och den andra vid apparatens metallstomme, till vilken strömmen övergår från metallaxeln. Med tillhjälp av ett kugg-drev, som är fäst på ankarets axel och ett däri gripande större kugg-hjul försett med vev, kan ankaret bringas i hastig rotation.

Strömmarna i ankarlindningen, som uppstå genom dennas närmande eller avlägsnande från magneternas poler under rotationen, bliva växelströmmar, som ändra riktning tvänne gånger under det ankaret roterar ett varv.

D. Självinduktion, extraströmmar.

49. Ändras strömstyrkan i en ledare, ändras även det ledaren omgivande magnetiska kraftlinjefältets styrka, men genom denna ändring uppkommer i ledaren själv en elektromotorisk kraft, som återigen giver upphov till en ström. Denna ledarens inducerande verkan på sig själv kallas självinduktion och den av den elektromotoriska kraften framkallade strömmen självinduktions- eller extraström. För storleken av denna ström gäller, att den blir större ju kraftigare magnetfältet är och ju snabbare förändringen i detta försiggår. Är ledningen upplindad på en spole med många och tätt på varandra liggande varv, blir sålunda självinduktionen på grund av det då bildade kraftiga magnetfältet särdeles stor och ännu större, om spolen förses med en järnkärna. Riktningen hos självinduktionsströmmen är, då huvudströmmen slutes eller ökas, motsatt dennas. Minskas eller brytes huvudströmmen, får däremot induktionsströmmen samma riktning som huvudströmmen. Självinduktionsströmmen strävar sålunda att motverka såväl huvudströmmens uppkomst och ökning som även dess minskande eller upphörande.

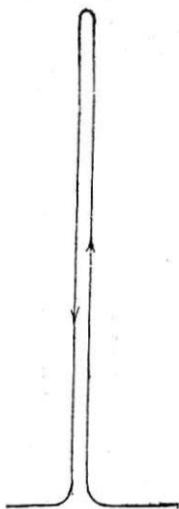


Bild 24.

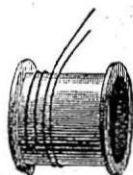


Bild 25.

E. Virvelströmmar.

50. Utöver de i det föregående beskrivna induktionsströmmarna finnes slutligen ett slag induktionsströmmar, som kallas virvelströmmar. Dessa strömmar uppstå i metallföremål, som befinna sig i närheten av en ledning, då strömmen i ledningen brytes, slutes, ökas eller minskas. Deras uppkomst i ett föremål kan förhindras, om föremålet uppdelas i tunna skivor eller trådar.

F. Induktionsfria motstånd.

51. För att vid konstruktion av motståndsspolar undvika självinduktion, förfares på följande sätt. Ledningstråden böjes eller vikes på mitten, varefter den hoplägges till en dubbeltråd, bild 24, som sedan upprullas på en spole så, att lindningen börjar vid trådens mitt, och så, att båda trådarna komma att ligga bredvid varandra, bild 25. Spolen säges då vara *bifilariskt lindad*. Det kring ledningstrådens ena halva alstrade kraftlinjefältet upphäver verkan av det kring ledningstrådens andra halva alstrade kraftlinjefältet, varför ingen induktion uppkommer. (Dylika spolar benämnas induktionsfria spolar.)