

HFST 24 Elektrostatistische energie en capaciteit

Wanneer we een puntlading q van ver weg naar een gebied brengen met andere ladingen, dan moeten we arbeid leveren qV , waar V = de potentiaal op de uiteindelijk positie tgv de andere ladingen in de buurt. De geleverde arbeid is opgeslagen als elektrostatistische potentiele NRG. De elektrostatistische potentiele NRG van een systeem van ladingen is de totale arbeid die nodig is om het systeem samen te stellen.

Wanneer een positieve lading op een geïsoleerde geleider geplaatst wordt, stijgt de potentiaal van de geleider. De verhouding lading/potentiaal noemt men de capaciteit van de geleider. Een nuttig toestel om lading en NRG op te slaan is de condensator., welke uit twee geleiders bestaat dicht bij elkaar gebracht maar van elkaar geïsoleerd.

Wanneer een condensator in contact gebracht wordt met een bron met een potentiaalverschil, zoals een batterij, krijgen de geleiders gelijke maar tegengestelde ladingen. De verhouding van de grootte van de lading op elke geleider tot het potentiaalverschil tussen de geleiders is de capaciteit van de condensator.

Condensators kennen vele toepassingen: flash van camera, in radios, televisies, gsm's,...

Elektrostatistische potentiele NRG

Wanneer we een lading q_1 in punt 1 hebben, dan is de potentiaal V_2 in punt 2 op een afstand $r_{1,2}$ gegeven door:

$$V_2 = \frac{kq_1}{r_{12}}$$

Om een puntlading q_2 van oneindige afstand naar een punt 2 te brengen moeten we arbeid $W_2 = q_2 V_2$ leveren:

$$W_2 = \frac{kq_1 q_2}{r_{12}}$$

De potentiaal in een punt 3, een afstand $r_{1,3}$ van q_1 en een afstand $r_{2,3}$ van q_2 is dan:

$$V_3 = \frac{kq_1}{r_{13}} + \frac{kq_2}{r_{23}}$$

Om een extra puntlading q_3 van rust op oneindig naar punt 3 te brengen moeten we extra arbeid leveren:

$$W_3 = q_3 V_3 = \frac{kq_1 q_3}{r_{13}} + \frac{kq_2 q_3}{r_{23}}$$

De totale arbeid die geleverd moet worden om de drie ladingen samen te brengen = de elektrostatistische potentiele NRG U van het systeem van de drie puntladingen:

$$U = \frac{kq_2 q_1}{r_{12}} + \frac{kq_1 q_3}{r_{13}} + \frac{kq_2 q_3}{r_{23}} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 q_i V_i$$

Dit bewijzen/uitrekenen: zie tipler p. 750

Deze hoeveelheid arbeid is onafhankelijk van de volgorde waarin de ladingen samengebracht worden.

In het algemeen:

De elektrostatistische potentiele NRG van een systeem van puntladingen is de arbeid die geleverd moet worden om de ladingen vanop oneindige afstand naar hun uiteindelijke posities te brengen.

Beschouw een sferische geleider met straal R. wanneer de sfeer de lading q heft, dan is de potentiaal relatief tot $V=0$ op oneindig:

$$V = \frac{kq}{R}$$

In het algemeen geldt voor een geleider die lading q heeft dat de potentiaal evenredig is met de lading q: $V = \alpha q$ (geen bewijs)

De arbeid die we moeten leveren om een extra lading dq op de geleider te brengen is V dq. Deze arbeid = de verhoging in potentiële NRG van de geleider:

$$dU = Vdq = \alpha q dq \Rightarrow U = \alpha \int_0^Q q dq = \frac{1}{2} QV$$

Totale NRG van geleider: arbeid die geleverd moet worden om volledige lading Q op geleider te brengen vanuit oneindig.

Met $V = kQ/R$ is de potentiaal op het oppervlak van de volledig geladen sfeer. Als we U schrijven als:

$U = Q \times \frac{1}{2} V$ dan kunnen we $\frac{1}{2} V$ beschouwen als de gemiddelde potentiaal van de sfeer gedurende het ladingsproces. Merk op dat tijdens het ladingsproces, het geen arbeid kost om het eerste ladingselement van oneindig op de geleider te brengen (die dan nog niet geladen is). Maar naarmate er meer NRG op de geleider zit, moet men meer arbeid leveren om een extra lading dq aan de geleider toe te voegen.

De gemiddelde potentiaal van de geleider tijdens het ladings proces is $\frac{1}{2}$ zijn uiteindelijke V. dus de totale arbeid die geleverd moet worden om de totale lading op de geleider te brengen is $\frac{1}{2} QV$.

Hoewel we deze vergelijkingen afgeleid hebben voor een sferische geleider, zijn ze van toepassing op elke geleider.

Samengevat:

de potentiaal van eenders welke geleider is proportioneel tot zijn lading q, zodat we kunnen schrijven: $V = \alpha q$ ($\alpha = \text{cste}$)

De arbeid die geleverd moet worden om een extra lading dq vanop oneindig op de geleider te brengen is $V dq = \alpha q dq$.

En de totale arbeid die nodig is om een lading Q op de geleider te brengen is $\frac{1}{2} \alpha Q^2 = \frac{1}{2} QV$.

Als we een set van n geleiders hebben met de i-de geleider op een potentiaal V_i en een lading Q_i , dan is de elektrostatistische potentiële NRG:

$$U = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Q_i V_i$$

De capaciteit

De potentiaal V tgv een lading Q op een enkele geïsoleerde geleider is proportioneel tov Q en hangt af van de grootte en vorm van de geleider. Typisch, hoe groter de oppervlakte van de geleider, hoe meer lading de geleider kan dragen voor een gegeven V.

Vb: de V van een sferische geleider met straal R en lading Q is:

$$V = kQ/R$$

De verhouding van de lading Q tov de potentiaal V van een geïsoleerde geleider is de capaciteit C:

$$C = Q/V$$

Anders gezegd:

De capaciteit van een geïsoleerde **geleider** die op een potentiaal V staat heeft en een lading Q heeft wordt gedefinieerd als

$$C = \frac{Q}{V}$$

Capaciteit is een maat voor de hoeveelheid lading die kan opgeslagen worden bij een gegeven potentiaal.

Aangezien de potentiaal proportioneel is met de lading, hangt deze verhouding (van C) noch van Q noch van V af, maar enkel van de grootte en vorm van het materiaal en van de (kristal)structuur van de geleider.

Bijvoorbeeld: de capaciteit van een geladen metalen bol met straal R :

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R} \Rightarrow C = 4\pi\epsilon_0 R$$

De SI eenheid van capaciteit is [Coulomb/Volt] = [Farad] $\rightarrow 1 \text{ F} = 1 \text{ C/V}$

De Farad is een grote eenheid, daarom wordt dikwijls gebruik gemaakt van de nanofarad = nF = 10^{-9} F of de picofarad = pF = 10^{-12} F

(Andere uitdrukking voor ϵ_0 dmV F: $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m} = 8.85 \text{ pF/m}$)

De condensator

- Een condensator bestaat uit twee **geleiders** gescheiden door een **diëlektricum** (i.e. isolator), waarbij de geleiders een gelijke maar tegengestelde lading Q dragen.

Een condensator wordt meestal geladen door een lading Q over te dragen van de ene geleider naar de andere, waarbij de ene geleider de lading $-Q$ krijgt en de andere $+Q$.

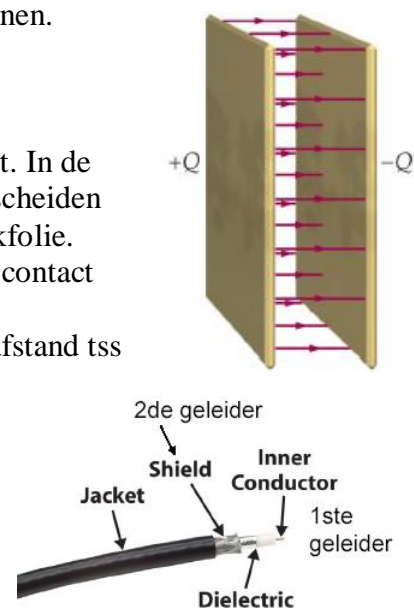
De capaciteit C van de condensator wordt gedefinieerd als $C = Q/V$ waarbij Q de grootte van de lading op de geleiders is en V het potentiaalverschil tussen de geleiders. We noteren V voor het potentiaalverschil ipv. ΔV voor de eenvoud.

Om C te berekenen plaatsen we gelijke en tegengestelde ladingen op de geleiders en zoeken we dan het V door eerst het Eveld tgv de ladingen te berekenen.

Parallele-platen condensator

Een veel voorkomende condensator is de parallelle platen condensator, welke twee vlakke evenwijdige platen gebruikt. In de praktijk zijn deze platen vaak van dunne metaalfolie die gescheiden en geïsoleerd zijn van elkaar door een andere dunne plasticfolie. Deze “sandwich” wordt dan opgerold, zodat men een groot contact oppervlak krijgt in relatief kleine ruimte.

Stel A = opp (opp van de kant van iedere plaat), en d is de afstand tss de platen, welke klein is vergeleken met de lengte en breedte van de platen. We plaatsen een lading $+Q$ op een plaat en $-Q$ op de andere. Deze ladingen trekken elkaar aan en worden uniform verdeeld over de binnenkant oppervlakken van de platen. Aangezien de platen dicht bij elkaar zijn, is het Eveld tussen hen ongeveer gelijk aan het Eveld tussen twee oneindige platen met gelijke en tegengestelde lading.



Elke plaat draagt een gelijk veld van grootte $E = \sigma/(2\epsilon_0)$ bij. De totale veldsterkte is $E = \sigma/\epsilon_0$, met $\sigma = Q/A$ = de grootte van de lading per oppervlakte eenheid op elke plaat. Aangezien E uniform is tussen de platen, is het potentiaal verschil tussen de platen:

$$V = E d = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d = \frac{Qd}{\epsilon_0 A}$$

indien we de platen als oneindig groot kunnen beschouwen is het veld **tussen** de platen :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

De capaciteit van de parallelle-plaat condensator is dan:

$$C = \frac{Q}{V} = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

Merk op dat V proportioneel is tov Q , de capaciteit hangt dus niet af van Q of V . voor een parallelle plaat condensator is de capaciteit proportioneel tot de oppervlakte van de platen en is invers proportioneel tot de afstand tss de twee platen.

In het algemeen, de capaciteit hangt af van grootte, vorm en geometrische schikking van de geleiders en de eigenschappen van het isolerende medium tussen de geleiders.

Cilindrische condensator

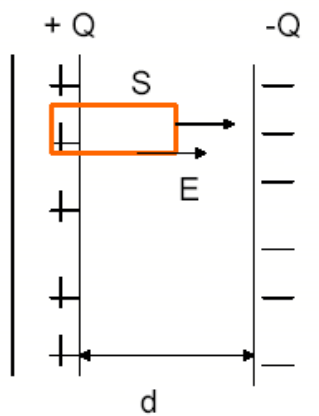
Een cilindrische condensator bestaat uit een kleine geleidende cilinder of draad met straal R_1 en een grotere, concentrische cilindrische geleidende schil vna straal R_2 .

De capaciteit van een cilindrische condensator w gegeven door:

$$C = (2\pi\epsilon_0 L) / \ln(R_2/R_1)$$

Bepaling van Elektrisch veld en potentiaal tussen twee geleidende platen (niet in boek)

alle lading zit aan de "binnenzijde" van de platen. Kies cilinder als Gaussopp. zoals aangegeven (A zijvlak cilinder).



Uit symmetrie weten we dat E loodrecht op de platen staat en in de plaat is $E = 0$

Gauss op S : $0 \times A + 0 + E \times A = \sigma A / \epsilon_0$

$$\Rightarrow E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

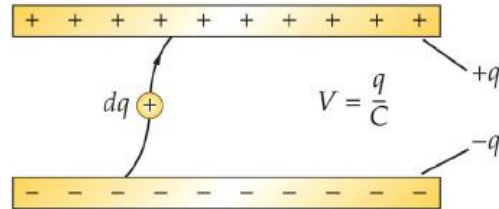
maw. E is constant tussen de platen, dus :

$$V \equiv \Delta V = V_+ - V_- = \int_0^d E dx$$

$$V = E d$$

Het opslaan van Elektrische NRG

Wanneer een condensator opgeladen wordt, worden er e- van de positieve geleider naar de negatieve geleider overgebracht. Zo blijft de positieve geleider met een elektronen tekort achter en de negatieve geleider met een elektronen overschot. Omgekeerd, als we positieve ladingen van de negatieve geleider naar de positieve geleider overbrengen kunnen we ook condensators opladen. Hoe dan ook, er moet arbeid geleverd worden om een condensator op te laden en tenminste een deel van deze arbeid wordt opgeslagen als elektrostatische potentiele NRG. Stel q = positieve lading die overbracht is tijdens het ladingsproces. Het potentiaal verschil is dan $V = q/C$.



Als een kleine hoeveelheid extra positieve lading overgebracht wordt van de negatieve naar de positieve geleider tgv een potentiaal verhoging V , dan vermeerderd de potentiele NRG van de lading, en dus ook van de condensator, met: $dU = V dq = q/C dq$

de totale verhoging in potentiele NRG U si dan de integraal van dU als q verhoogt van 0 tot zijn uiteindelijke waarde Q :

$$U = \int_0^Q \frac{q}{C} dq = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

We maken gebruik van $C = Q/V$ dan kunnen we deze uitdrukking ook schrijven als:

$$U = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2$$

Stel dat we een condensator opladen door ze te koppelen aan een batterij. Het potentiaalverschil V wanneer de condensator volledig geladen is met lading Q is juist het potentiaal verschil tussen de twee polen van de batterij voordat we de batterij aansloten op de condensator. De totale arbeid die geleverd is door de batterij bij het opladen van de condensator is QV , welke twee keer de energie is die opgeslagen is in de condensator. De extra arbeid geleverd door de batterij is ofwel verspild als thermische NRG in de batterij of bij het aansluiten van de draden of is uitgezonden als elektromagnetische NRG via een elektromagnetische golf.

Energie opgeslagen in een condensator / Elektrische veld NRG

In het proces van het opladen van een condensator wordt een elektrisch veld geproduceerd tussen de platen. De arbeid die nodig is om de condensator op te laden kan beschouwd worden als de arbeid die nodig is om het E-veld te creëren. Dat is, we kunnen NRG die opgeslagen is in een condensator beschouwen als energie die opgeslagen is in een elektrisch veld, genaamd de elektrostatische veld NRG.

Beschouw een parallelle plaat condensator. We kunnen de opgeslagen NRG in de condensator in verband brengen met de elektrische veld sterkte E tussen de platen. Het potentiaal verschil tussen de platen staat tot het elektrische veld als $V = Ed$ (d = afstand tussen de platen)

De capaciteit is gegeven door $C = \epsilon_0 A/d$.

De opgeslagen NRG is dan:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} (\epsilon_0 A/d) (Ed)^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 (Ad)$$

De hoeveelheid Ad is het volume van de ruimte tussen de platen van de condensator waar het Eveld zit. De NRG per eenheid volume = energetische dichtheid = u_e
 Deze energetische dichtheid in een elektrisch veld met sterkte E is dus:
 $u_e = \text{energie/volume} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$

Hoewel we deze vergelijking bekomen zijn door het Eveld tussen twee platen van een parallelle plaat condensator te beschouwen, geldt dit resultaat voor elke elektrisch veld!

gebruik van condensatoren :

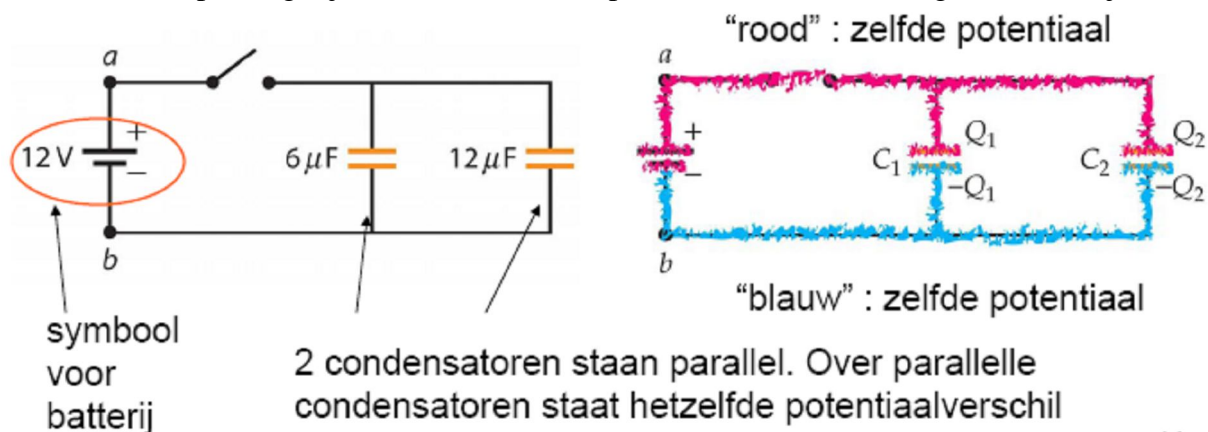
- (1) opslag van elektrische energie en lading
- (2) selecteren van bepaalde frequenties in elektronische circuits (zie hoofdstuk wisselstromen).

Condensators, batterijen en circuits.

We onderzoeken wat er gebeurt wanneer een oorspronkelijk ongeladen condensator aangesloten wordt op de poolen van een batterij. Het potentiaal verschil tussen de twee poolen van een batterij noemt men “terminal voltage”.

De ene pool van de batterij is positief geladen, de andere pool negatief, deze ladingsscheiding wordt onderhouden door een chemische actie binnen de batterij.

Binnen in de batterij is een elektrisch veld dat weg van de positieve en naar de negatieve pool gericht is. Wanneer een plaat van een ongeladen condensator aan de negatieve pool van de batterij gekoppeld wordt, dan wordt de negatieve lading van die pool gedeeld met de plaat. Zo krijgt de plaat een kleine negatieve lading en vermindert tijdelijk de negatieve lading in die pool van de batterij. Als de tweede condensator plaat dan gekoppeld wordt aan de positieve pool, dan wordt de lading van die positieve pool met de plaat gedeeld en wordt de positieve lading van de pool tijdelijk gereduceerd. Deze lading verminderingen bij de batterij poolen resulteren in een afname van de “terminal voltage” van de batterij. Deze afname lokt chemische reacties uit binnen de batterij die lading overdraagt van de ene pool naar de andere in een poging om de “terminal voltage” op zijn oorspronkelijk peil te houden, welke men de “open-circuit terminal voltage” noemt. Deze chemische reactie stopt wanneer de batterij voldoende lading van de ene condensator plaat naar de andere heeft overbracht om het potentiaal verschil tussen de twee platen gelijk te maken aan de “open-circuit terminal voltage” van de batterij.



Parallele condensatoren

Wanneer twee condensatoren verbonden worden, zodanig dat de bovenste platen van de twee condensatoren verbonden zijn door een geleidende draad en daarom dus hetzelfde potentiaal hebben, en de onderste platen ook verbonden zijn zodat ook zij hetzelfde potentiaal hebben, dan zegt men dat de condensatoren in parallel zijn.

Apparaten die parallel geschakeld zijn delen een gelijk potentiaal verschil over elk apparaat enkel tgv de manier waarop ze verbonden zijn.

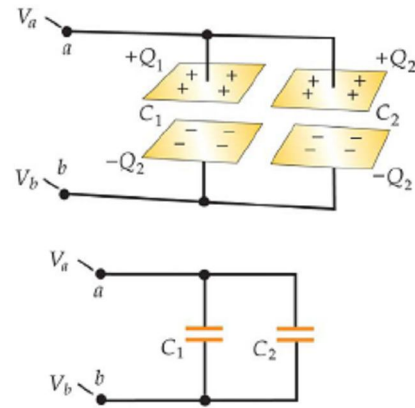
Neem aan dat in de figuur de punten a en b met de batterij verbonden zijn en dat die batterij een potentiaal verschil

$V = V_a - V_b$ levert tussen de platen van elke condensator. Als de capaciteiten C_1 en C_2 zijn, dan zijn de ladingen Q_1 en Q_2 opgeslagen op de platen gegeven door:

$$Q_1 = C_1 V$$

$$Q_2 = C_2 V$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = (C_1 + C_2) V$$



een combinatie van condensatoren kan soms vervangen worden door een equivalente condensator die operationeel dezelfde werking heeft. In het geval van parallelle condensatoren wordt de capaciteit van die substitutie condensator gegeven door :

$$C_{eq} = \frac{Q}{V} = \frac{Q_1 + Q_2}{V} = C_1 + C_2$$

Analoog voor meerdere condensatoren!

Condensatoren in serie

Wanneer twee condensatoren zo verbonden zijn dat het potentiaal verschil over het paar gelijk aan de som van de potentiaalverschillen over de individuele condensatoren, dan zegt men dat ze in serie geschakeld zijn.

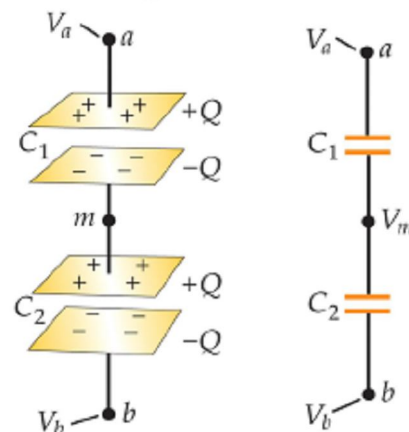
In de figuur zijn de condensatoren C_1 en C_2 in serie geschakeld en oorspronkelijk hebben ze geen lading. Als men dan punten a en b aan de poolen van een batterij verbindt, zullen e- van de bovenste plaat van C_1 naar de onderste plaat van C_2 gepompt worden. Zo blijft de bovenste plaat van C_1 met een positieve lading $+Q$ achter en de onderste plaat van C_2 krijgt een negatieve lading $-Q$.

Wanneer een lading $+Q$ op de bovenste plaat van C_1 komt, dan induceert het elektrische veld tgv die lading een even grote negatieve lading $-Q$ op de onderste plaat van C_1 . Deze lading komt van e- die onttrokken worden van de bovenste plaat van C_2 .

Dus, er zal een even grote lading $+Q$ op de bovenste plaat van C_2 komen en een corresponderende lading $-Q$ op de onderste plaat.

Het potentiaal verschil over de eerste condensator is:

$$V_1 = \frac{Q}{C_1}$$

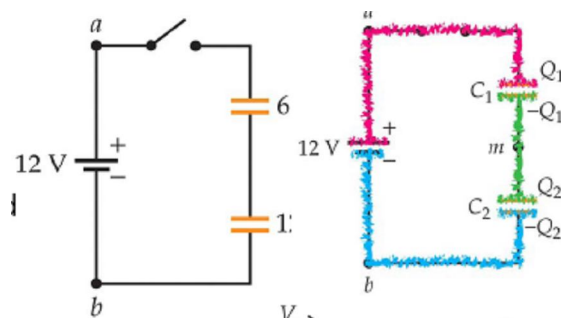


Het potentiaal verschil over de tweede condensator:

$$V_2 = \frac{Q}{C_2}$$

Het potentiaal verschil over de twee condensatoren:

$$V = V_a - V_b = V_1 + V_2 = Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$$



De equivalente capaciteit van de twee condensatoren in serie is:

$$C_{eq} = \frac{Q}{V} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

Merk op dat de equivalente capaciteit van de twee condensatoren in serie lager is dan de capaciteit van iedere condensator. Toevoeging van een condensator in serie verhoogt $1/C_{eq}$, wat wil zeggen dat C_{eq} afneemt.

!!! de formule voor C_{eq} mag enkel gebruikt worden indien de condensatoren in serie geschakeld zijn EN wanneer de totale lading op elk paar van condensator platen die verbonden zijn door een draad nul is!!!

Diëlektrica

Een niet geleidende stof (elektrische isolator) noemt men een diëlektricum.

Wanneer de ruimte tussen twee geleiders van een condensator ingenomen wordt door een diëlektricum, dan is de weerstand verhoogt met een factor κ die karakteristiek is voor het diëlektricum. De reden achter de verhoging van de capaciteit is dat het elektrische veld tussen de platen van een condensator afgezwakt is door het diëlektricum. Dus, voor een geven lading op de platen, is het potentiaal verschil gereduceert en de capaciteit verhoogd.

Beschouw een geïsoleerde condensator zonder een diëlektricum tussen de platen. Een diëlektricum wordt dan tussen de platen gebracht, zodat dit heel de ruimte tussen de platen vult. Als het Elektrische veld E_0 is voordat het diëlektricum ingevoegd is, dan is het veld tussen de platen nadat het diëlektricum ingebracht is:

$$E = \frac{E_0}{\kappa}$$

κ = diëlektrische cste

voor een parallelle-plaat condensator met tussneruimte d , is het potentiaal verschil tss de platen:

$$V = Ed = \frac{E_0 d}{\kappa} = \frac{V_0}{\kappa}$$

V = potentiaal verschil met diëlektricum

V_0 = potentiaalverschil zonder diëlektricum

De nieuwe capaciteit is dan:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{V_0 / \kappa} = \kappa C_0$$

$C_0 = Q/V_0$ = capaciteit zonder diëlektricum

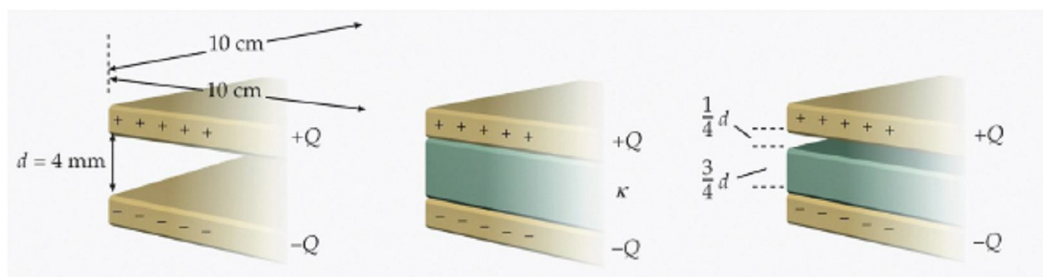
De capaciteit van een vlakke-plaat condensator met diëlektricum met cste κ is dan:

$$C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d} = \frac{\epsilon A}{d}; \quad \epsilon \equiv \kappa \epsilon_0 \text{ permittiviteit van het diëlektricum}$$

In de vorige discussie werd ondersteld dat bij het inbrengen van het diëlektricum de lading op de platen niet veranderde. Dit kan indien men na het opladen van de platen en voor het inbrengen v/h diëlektricum de platen isoleert van de batterij die de condensator oplaadde. Indien met dit **niet** doet dan zal de lading veranderen bij het aanbrengen van het diëlektricum. De batterij zal dan extra lading naar de platen doen stromen om het oorspronkelijke potentiaalverschil V_0 te behouden. De totale lading op de platen wordt dan κQ_0 . Maar ook dan wordt de capaciteit $C = \kappa C_0$.

In elk geval, de capaciteit (Q/V) wordt dus vermeerderd met een factor κ .

voorbeeld condensator met/zonder diëlektricum



Diëlektrica verhogen niet allen de capaciteit van een condensator, ze leveren ook de middelen voor het gescheiden houden van parallelle geleidende platen en ze verhogen het potentiaal verschil waarbij dielektrische doorslag plaats vindt.

Beschouw een vlakke-plaat condensator gemaakt van twee stukken metaal folie die gescheiden zijn door een dunne plastic folie. De plastic folie zorgt ervoor dat de metaalfolies dicht bij elkaar gebracht kunnen worden zonder dat ze eigenlijk elektrisch contact maken. En omdat de dielektrische kracht van plastic groter is als die van lucht, kan een hoger potentiaal verschil bereikt worden voordat diëlektrische doorslag plaats vindt.

Dielectric Constants and Dielectric Strengths of Various Materials

Material	Dielectric Constant κ	Dielectric Strength, kV/mm
Air	1.00059	3
Bakelite	4.9	24
Glass (Pyrex)	5.6	14
Mica	5.4	10–100
Neoprene	6.9	12
Paper	3.7	16
Paraffin	2.1–2.5	10
Plexiglas	3.4	40
Polystyrene	2.55	24
Porcelain	7	5.7
Transformer oil	2.24	12

diëlektrische sterkte

Energie opgeslagen in de aanwezigheid van een diëlektricum.

De energie opgeslagen in een vlakke-plaat condensator met diëlektricum:

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

We kunnen C uitdrukken in termen van oppervlakte en ruimte tussen de platen, en het potentiaal verschil V kunnen we uitdrukken in termen van E en ruimte tussen de platen:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \epsilon E^2 (Ad)$$

De hoeveelheid Ad is het volume tussen de platen waar het Eveld zit. De energie per volume-eenheid is dus:

$$u_e \equiv U / Vol = \frac{1}{2} \epsilon E^2$$

(met $\epsilon = \epsilon_0 \kappa$)

Een gedeelte van deze NRG is de NRG die geassocieerd is met het Eveld en de rest is de NRG die geassocieerd is met de polarisatie van het diëlektricum.

Moleculaire beschrijving van een diëlektricum

een diëlektricum verzwakt het E-veld tussen de platen van een condensator omdat de moleculen/atomen in het diëlektricum een E-veld creëren dat tegengesteld is aan het E-veld tgv. lading op de platen.

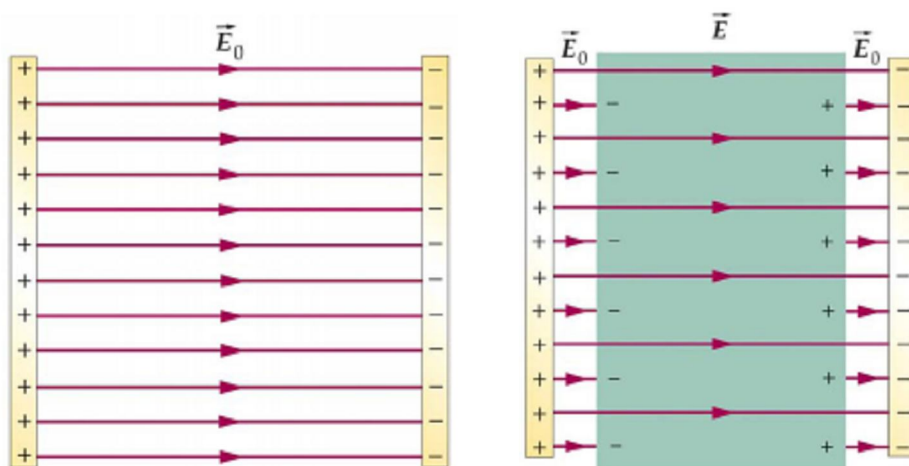
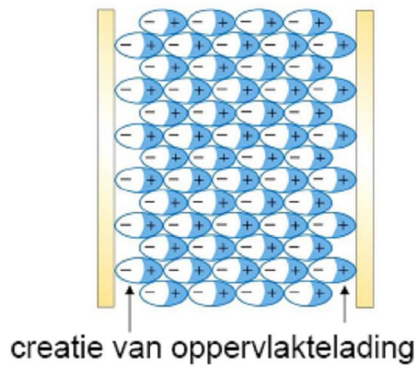
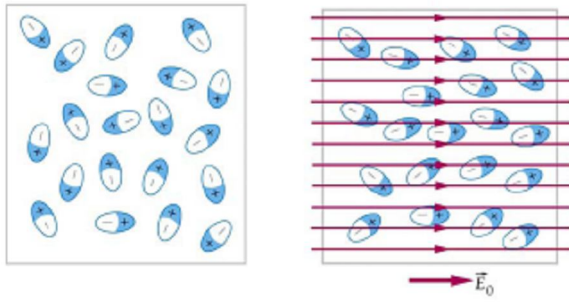
•Het E-veld tgv. de ladingen op de platen zorgt ervoor dat de moleculen/atomen polariseren omdat positieve (aankern) en negatieve (elektronen) ladingen een verschillende (tegengestelde) kracht ondervinden. In de moleculen/atomen wordt een dipool geïnduceerd. Hoewel atomen en moleculen elektrisch neutraal zijn, worden ze toch beïnvloed door Evelden omdat ze positieve en negatieve ladingen hebben die kunnen reageren op externe velden. We kunnen atomen beschouwen als een zeer kleine, positief geladen kern omgeven door een negatief geladen elektronen wolk. In sommige atomen en moleculen is de elektronen wolk sferisch zodat het middelpunt van de negatieve lading samenvalt met het middelpunt van het atoom of molecuul, botsend met het middelpunt van de positieve lading. Een atoom of molecuul zoals deze heeft dipool moment = 0 en men noemt deze niet polair. Maar in de aanwezigheid van een extern elektrisch veld, ondervinden de positieve en negatieve ladingen krachten in tegengestelde richtingen zodat de positieve en negatieve ladingen gescheiden worden tot het punt dat hun onderlinge aantrekkingskracht in evenwicht zijn met tgv het uitwendig veld.

In sommige moleculen vallen de middelpunten van positieve en negatieve lading niet samen, zelfs niet in de afwezigheid van een elektrisch veld. Zulke moleculen hebben een permanent elektrisch dipool moment en noemen we polair.

Wanneer een diëlektricum in het veld van een condensator geplaatst wordt, dan worden de moleculen van de condensator zo gepolariseerd dat er een netto dipool moment is parallel met het veld.

•Bij moleculen die een permanente dipool hebben en tussen de platen van een condensator geplaatst worden gaan deze permanente dipolen zich richten volgens het E-veld.

Als moleculen niet polair zijn, dan induceert het veld dipool momenten die evenwijdig zijn aan het Eveld. In beide gevallen zijn de moleculen gepolariseerd in de richting van het uitwendig veld.



$$E = \frac{E_0}{\kappa}$$