

# KONDENSATORER (DC)

- Princip og kapacitans
- Serie og parallel kobling
- Op- og afladning



**KELD DYRMOSE**



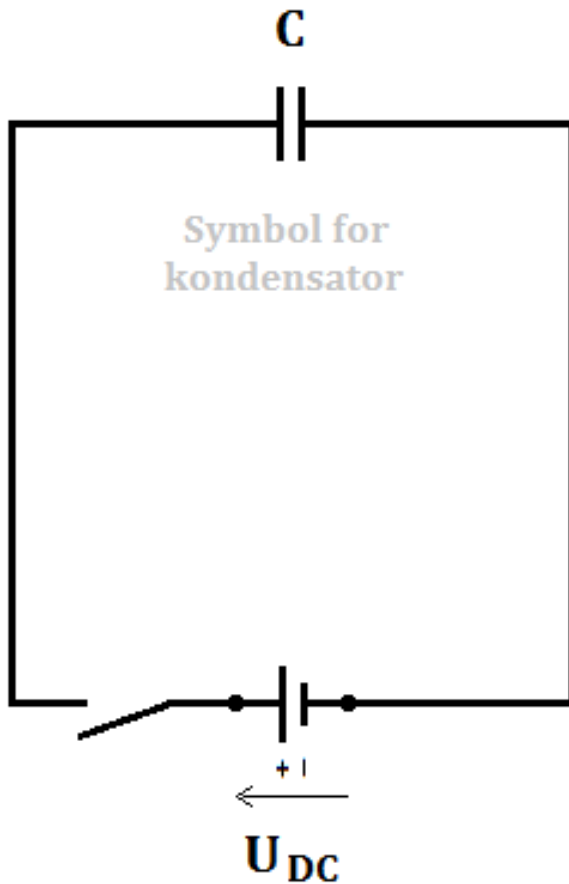
**AAMS**

Aarhus Maskinmesterskole  
Aarhus School of Marine and Technical Engineering

# DC Kondensatoren

## Ækvivalent skema:

Symbol for den fysiske størrelse "kapacitans"



# DC Kondensatoren

## Principkitse:

2 elektrisk ledende plader

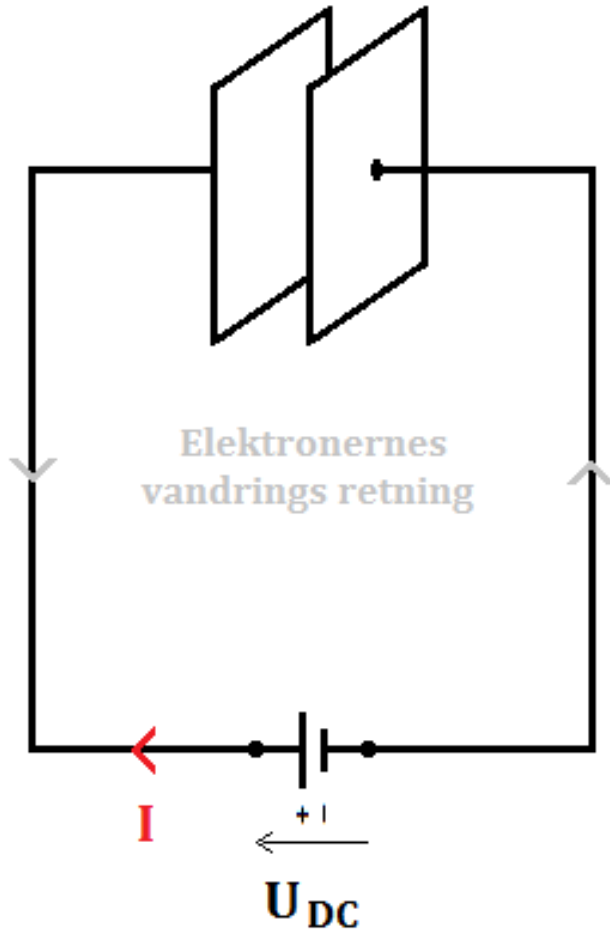


# DC Kondensatoren

Princippet:

Coulombs lov:

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$



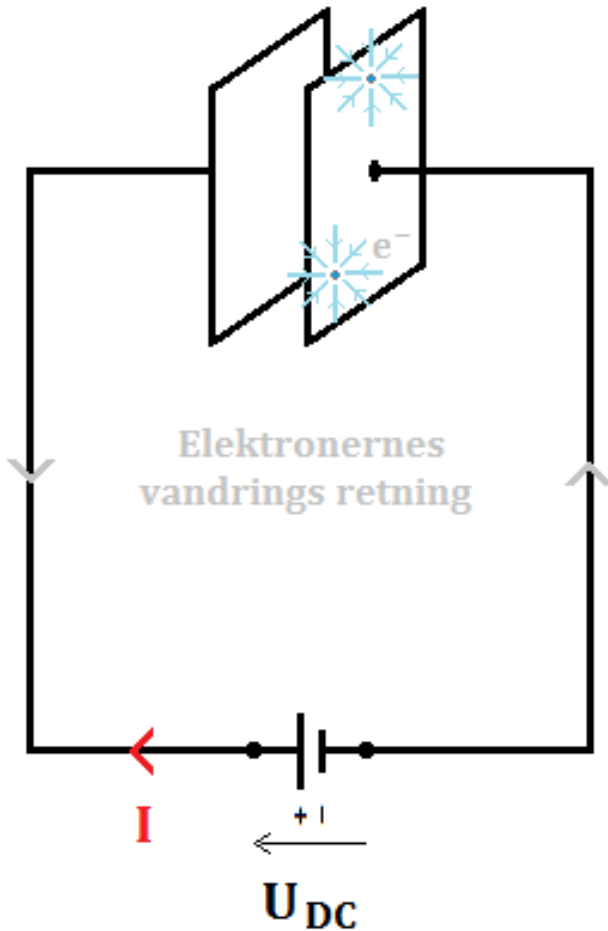
# DC Kondensatoren

Princippet:

Coulombs lov:

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Ladningerne vil flyde til den ene kondensatorplade, og det stigende felt herfra, vil få elektronerne på den anden kondensatorplade til at flyde mod spændingskilden.



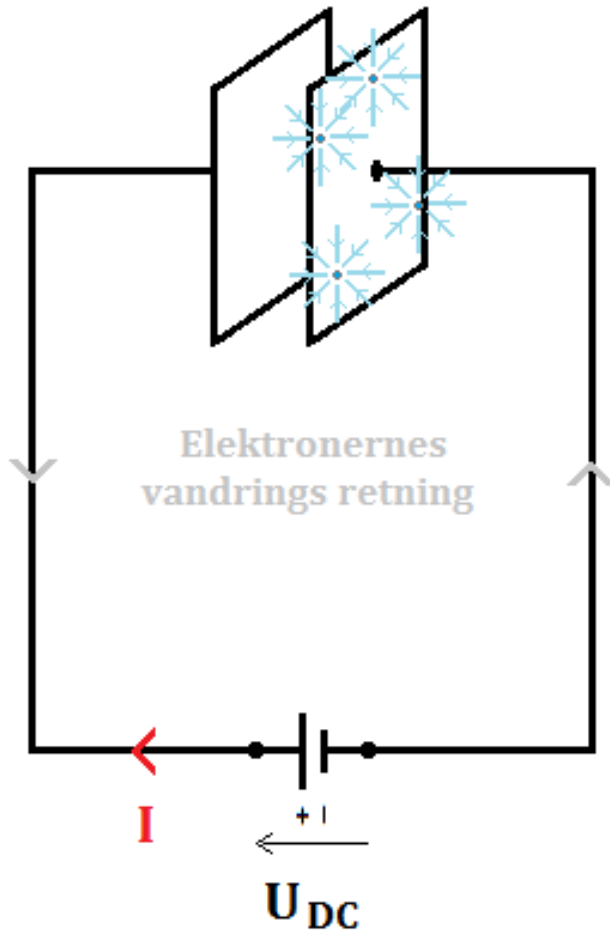
# DC Kondensatoren

Princippet:

Coulombs lov:

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Ladningerne vil flyde til den ene kondensatorplade, og det stigende felt herfra, vil få elektronerne på den anden kondensatorplade til at flyde mod spændingskilden.



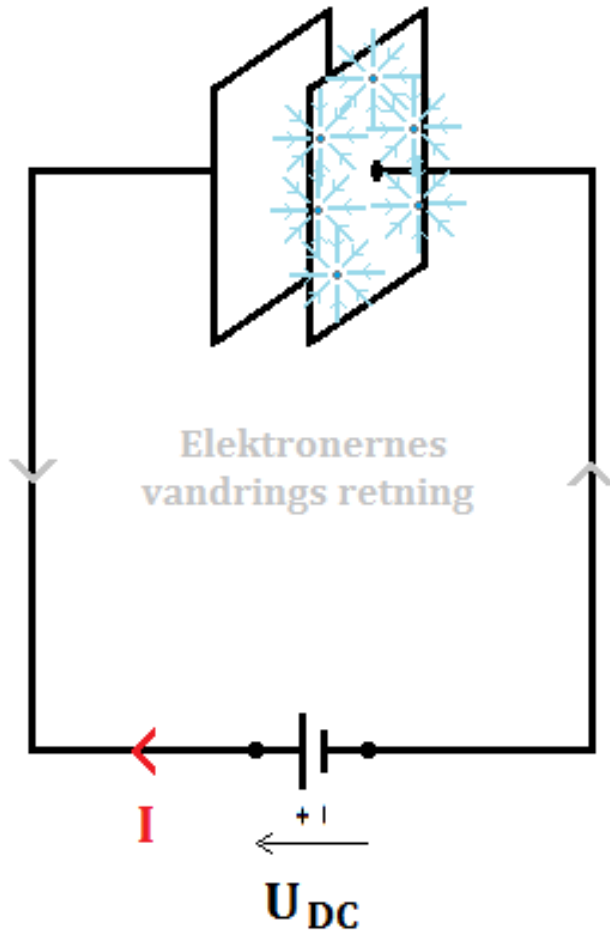
# DC Kondensatoren

Princippet:

Coulombs lov:

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Ladningerne vil flyde til den ene kondensatorplade, og det stigende felt herfra, vil få elektronerne på den anden kondensatorplade til at flyde mod spændingskilden.

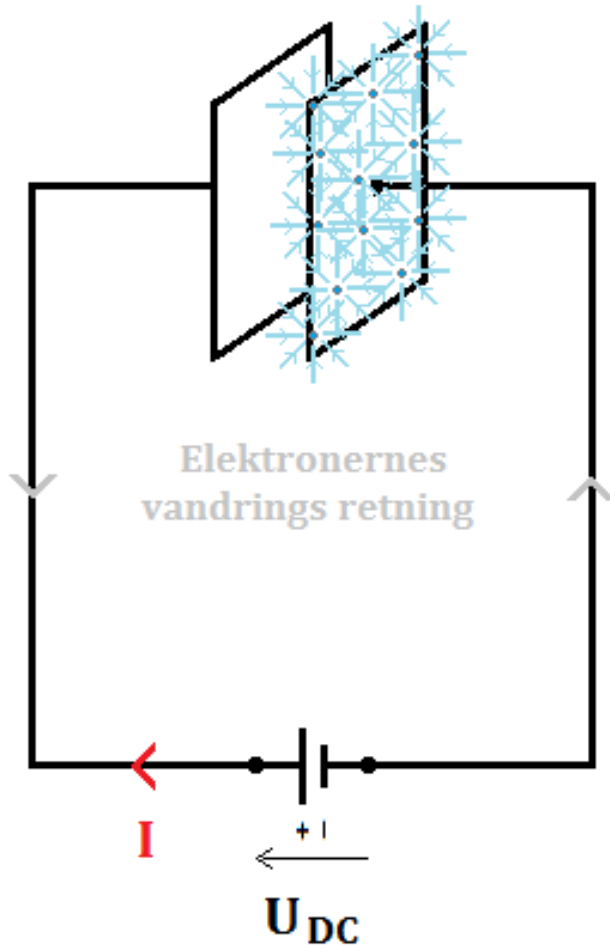


# DC Kondensatoren

Princippet:

Coulombs lov:

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

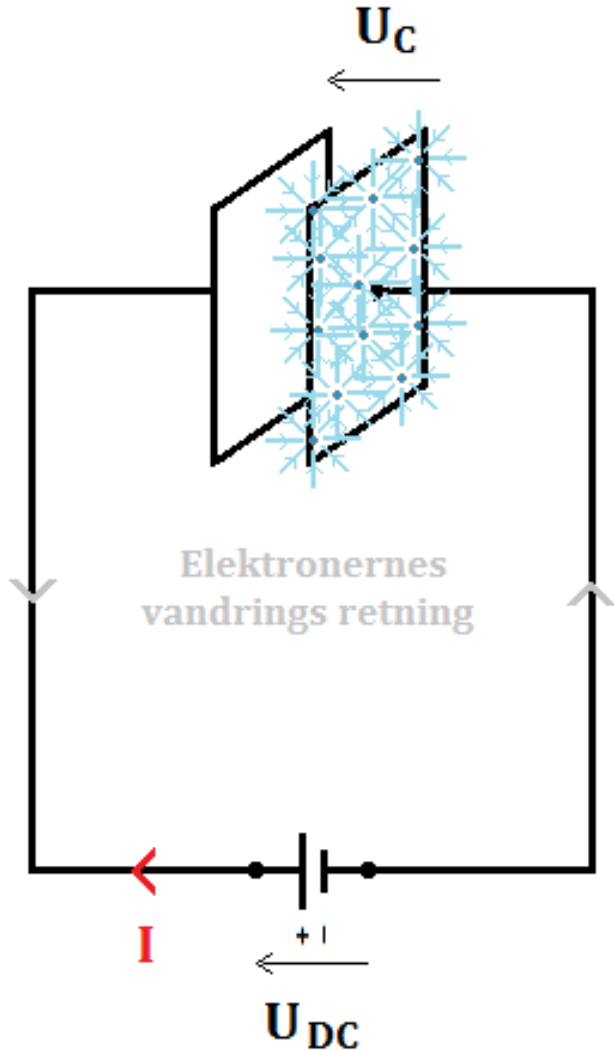


Ladningerne vil flyde til den ene kondensatorplade, og det stigende felt herfra, vil få elektronerne på den anden kondensatorplade til at flyde mod spændingskilden.

Denne proces vil fortsætte indtil den kraft som den opladede kondensatorplade påvirker de tilflydende ladninger med, er lige så stor og modsatrettet spændingskildens elektromotoriske kraft.



# DC Kondensatoren



Princippet:

Coulombs lov:

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Ladningerne vil flyde til den ene kondensatorplade, og det stigende felt herfra, vil få elektronerne på den anden kondensatorplade til at flyde mod spændingskilden.

Denne proces vil fortsætte indtil den kraft som den opladede kondensatorplade påvirker de tilflydende ladninger med, er lige så stor og modsatrettet spændingskildens elektromotoriske kraft.

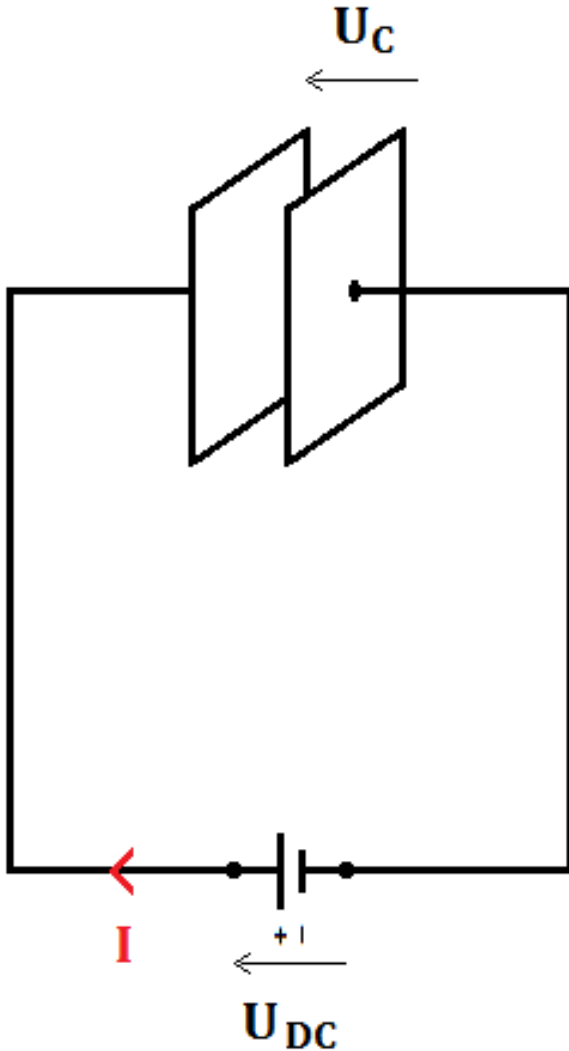
Kirchhoffs 2. lov er altså opfyldt!

# DC Kondensatoren

Kapacitans:

En kondensators kapacitans (C) defineres som:

$$C = \frac{Q}{U} \quad \left[ \frac{C}{V} \right] = [F] \quad \text{Farad}$$



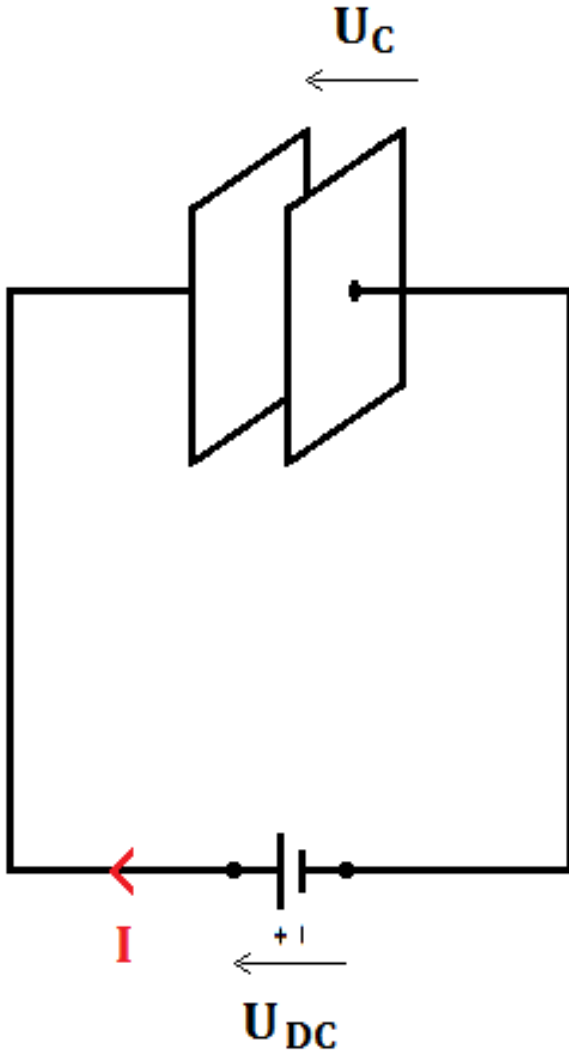
# DC Kondensatoren

## Kapacitans:

En kondensators kapacitans (C) defineres som:

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F] \quad \text{Farad}$$

Spændingen over kondensatoren vil efter opladning, altid være den samme som den påtrykte spænding (Kirchhoffs 2. lov).



# DC Kondensatoren

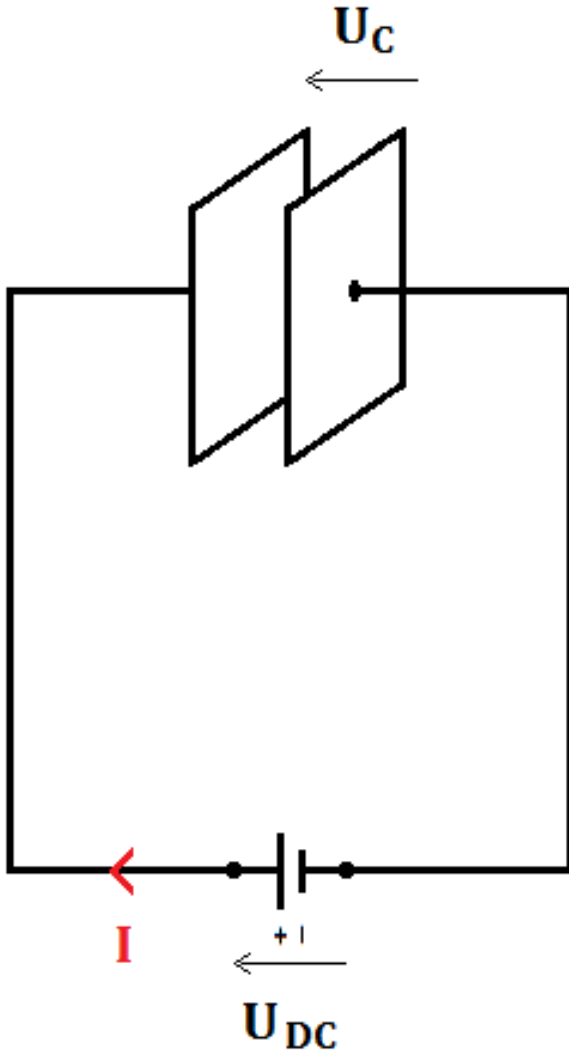
## Kapacitans:

En kondensators kapacitans ( $C$ ) defineres som:

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F] \quad \text{Farad}$$

Spændingen over kondensatoren vil efter opladning, altid være den samme som den påtrykte spænding (Kirchhoffs 2. lov).

Kondensatorens kapacitans er derfor alene et udtryk for hvor stor en ladningsmængde ( $Q$ ) man kan tilføre en given kondensator pr. Volt.



# DC Kondensatoren

## Kapacitans:

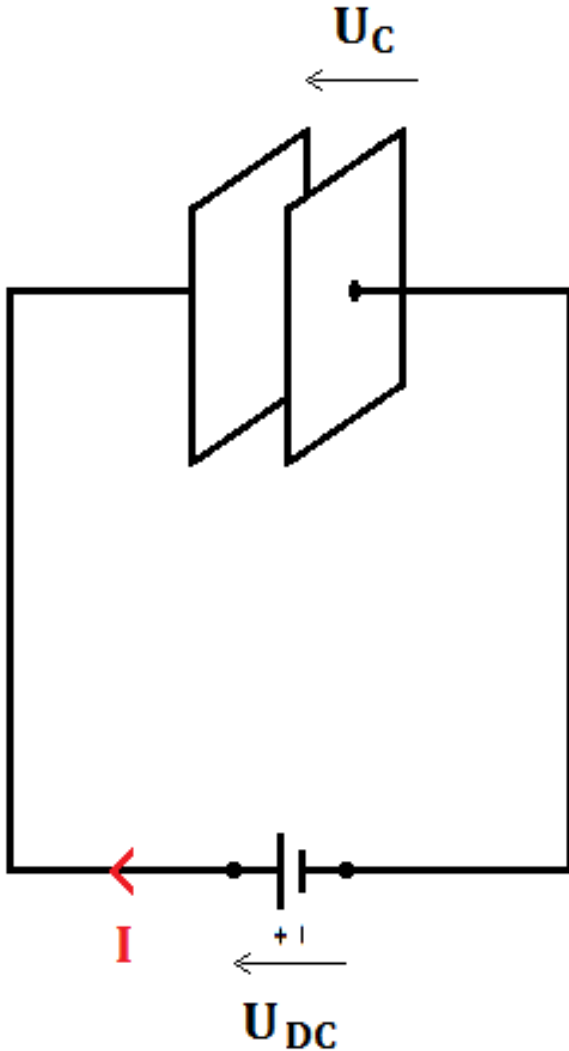
En kondensators kapacitans ( $C$ ) defineres som:

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F] \quad \text{Farad}$$

Spændingen over kondensatoren vil efter opladning, altid være den samme som den påtrykte spænding (Kirchhoffs 2. lov).

Kondensatorens kapacitans er derfor alene et udtryk for hvor stor en ladningsmængde ( $Q$ ) man kan tilføre en given kondensator pr. Volt.

Men lad os se nærmere på de egenskaber eller forhold som påvirker kapacitansen.



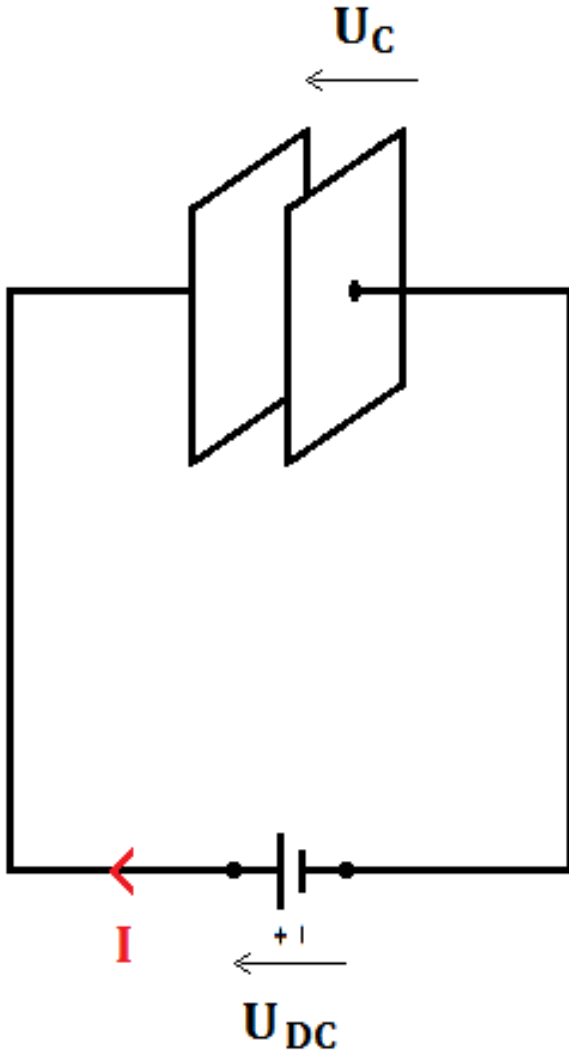
# DC Kondensatoren

**Kapacitans:**

En kondensators kapacitans (C) defineres som:

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Der er 2 forhold som har indflydelse på kapacitansen:



# DC Kondensatoren

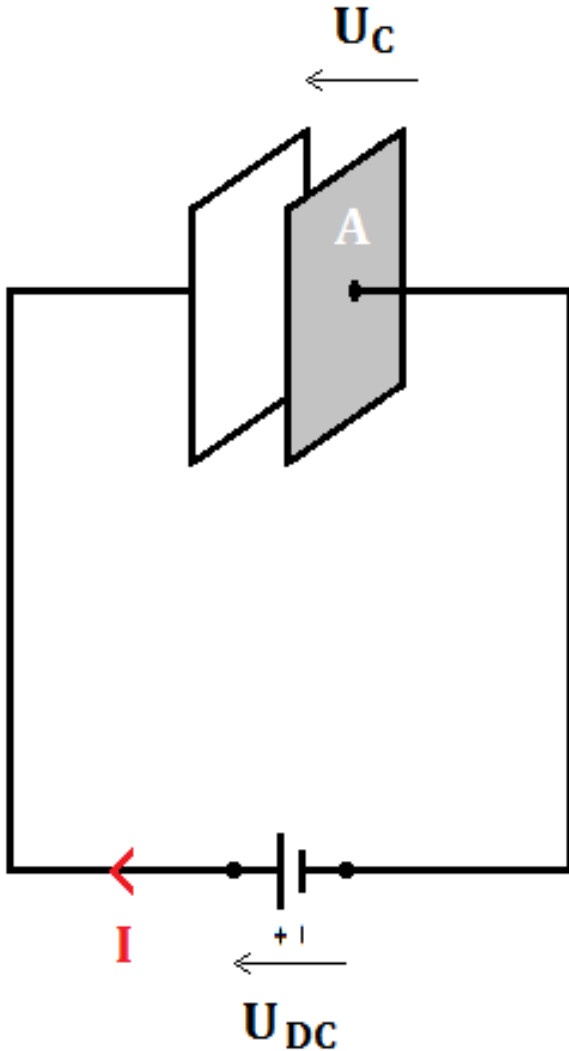
## Kapacitans:

En kondensators kapacitans (C) defineres som:

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Der er 2 forhold som har indflydelse på kapacitansen:

### 1. Arealet A



# DC Kondensatoren

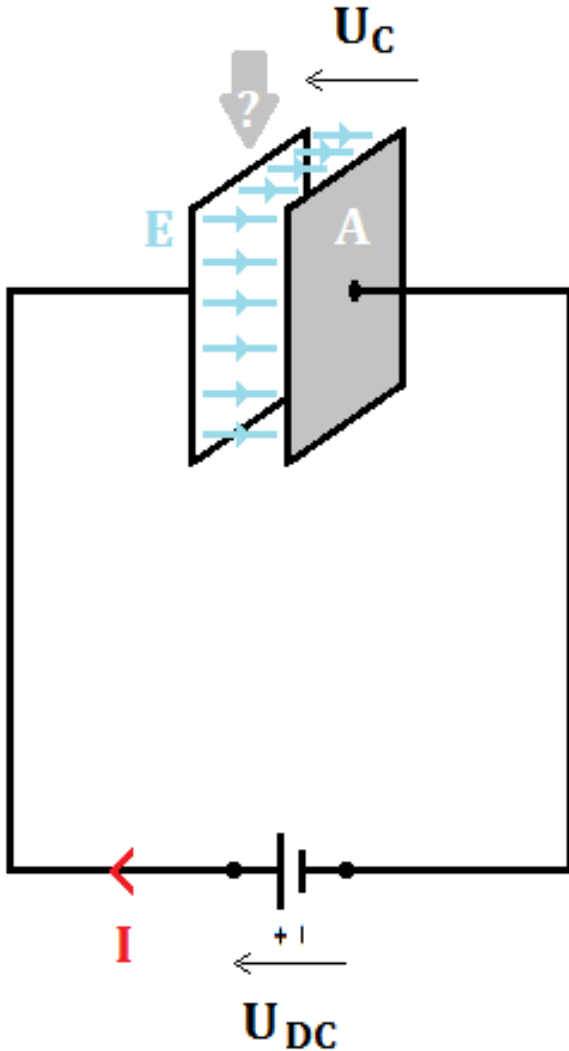
## Kapacitans:

En kondensators kapacitans (C) defineres som:

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Der er 2 forhold som har indflydelse på kapacitansen:

1. Arealet A
2. Den elektriske feltstyrke (E), som den modsatte kondensator plade udsættes for





# DC Kondensatoren

## Kapacitans:

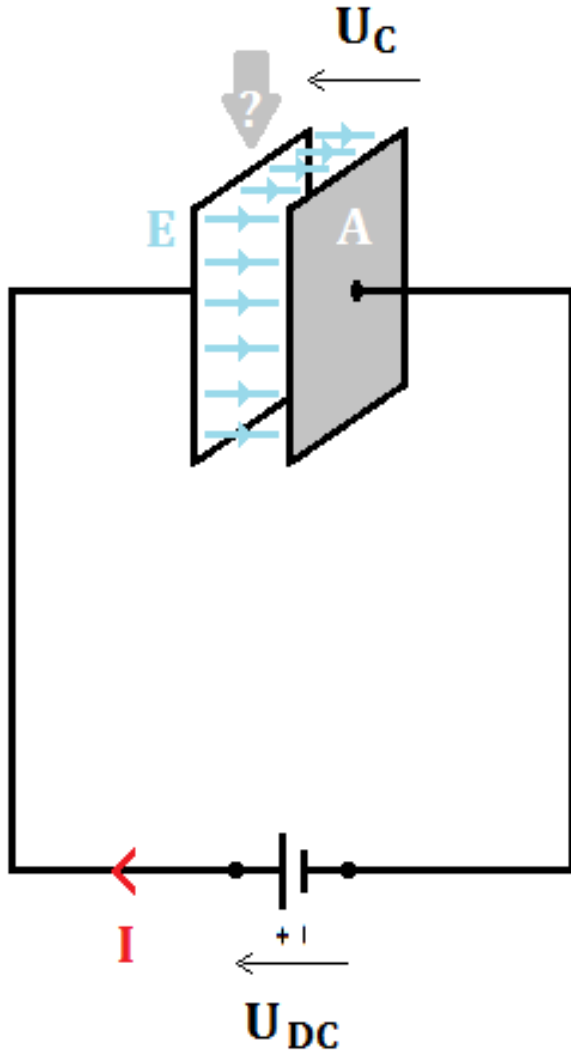
En kondensators kapacitans (C) defineres som:

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Der er 2 forhold som har indflydelse på kapacitansen:

1. Arealet A
2. Den elektriske feltstyrke (E), som den modsatte kondensator plade udsættes for

Lad os se nærmere på begrebet (elektrisk) feltstyrke, og hvorledes dette påvirker vore kapacitans



# DC Kondensatorer

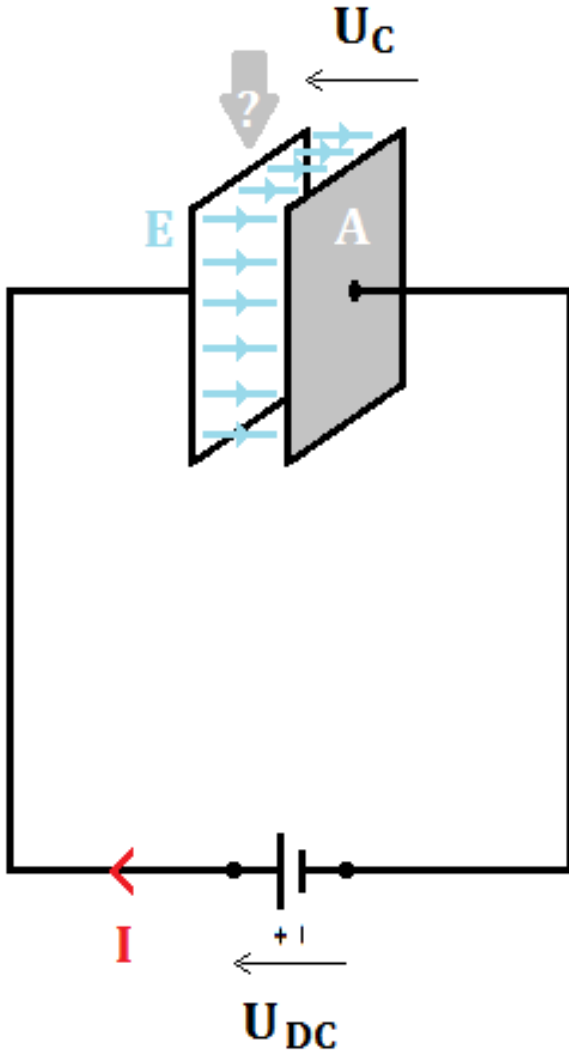
Kapacitans:

Kapacitans (C):

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Feltstyrke (E):

$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$



# DC Kondensatoren

Kapacitans:

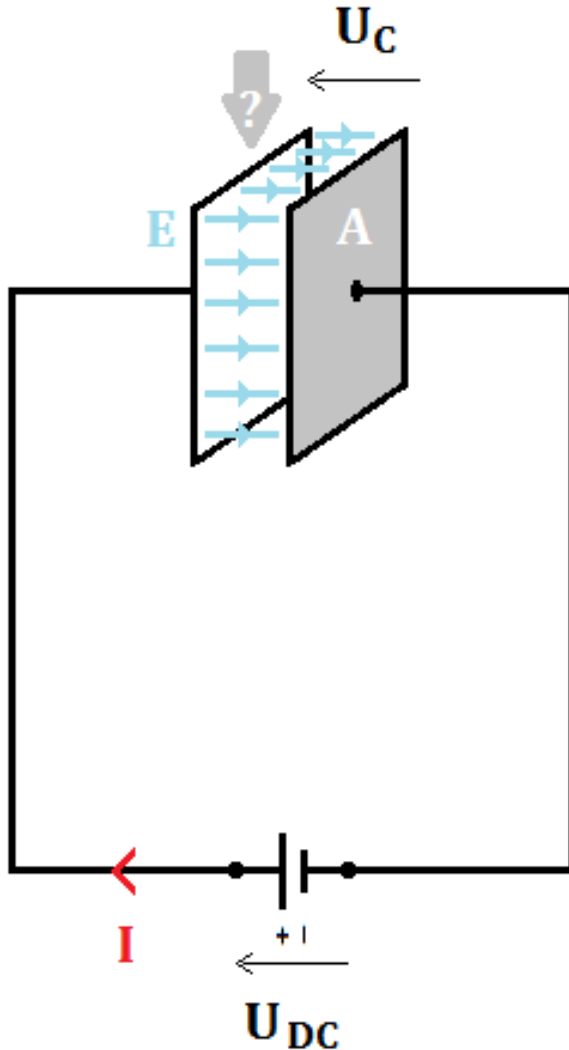
Kapacitans (C):

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Feltstyrke (E):

$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

Den elektriske feltstyrke (E), og dermed kapacitansen, må afhænge af to forhold:



# DC Kondensatoren

**Kapacitans:**

Kapacitans (C):

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Feltstyrke (E):

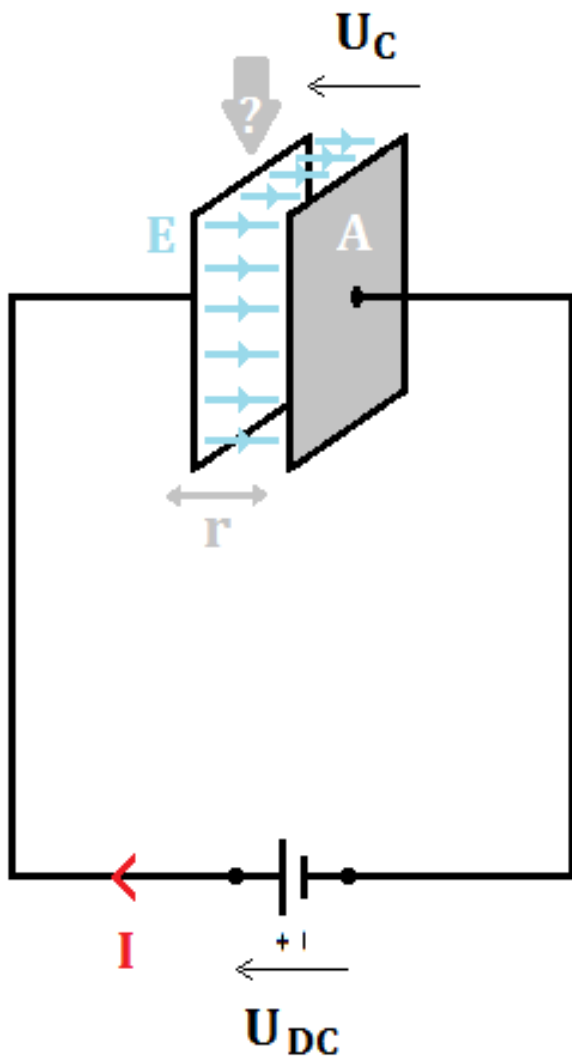
$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

Den elektriske feltstyrke (E), og dermed kapacitansen, må afhænge af to forhold:

## 1) Afstanden (r) mellem pladerne

Jo større afstanden er mellem pladerne, jo mindre må kraftpåvirkningen som ladningerne på modsatte plade være. Coulombs lov:

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \quad (\text{og dermed mindre feltstyrke})$$



# DC Kondensatoren

**Kapacitans:**

Kapacitans (C):

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

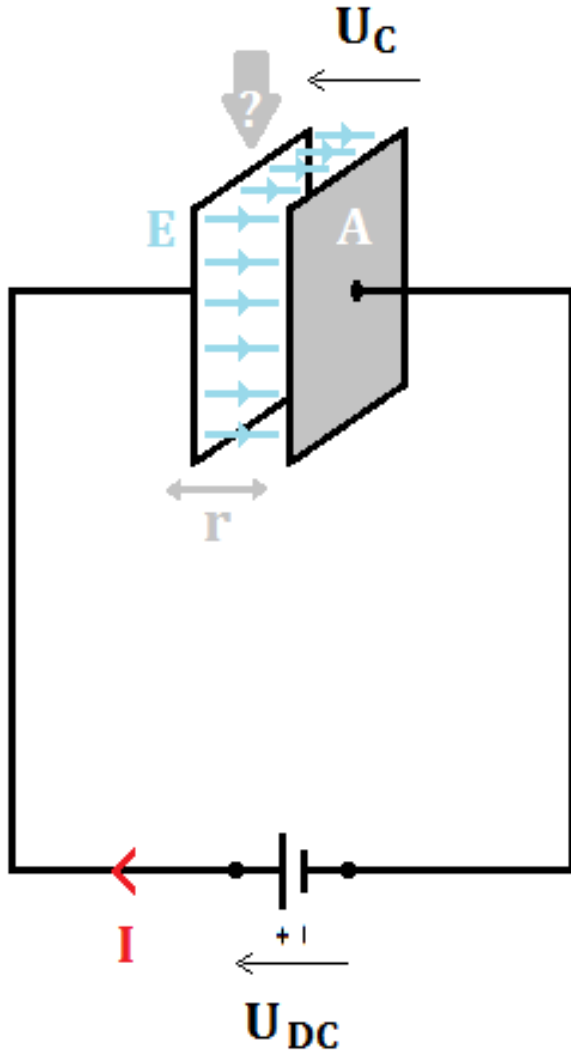
Feltstyrke (E):

$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

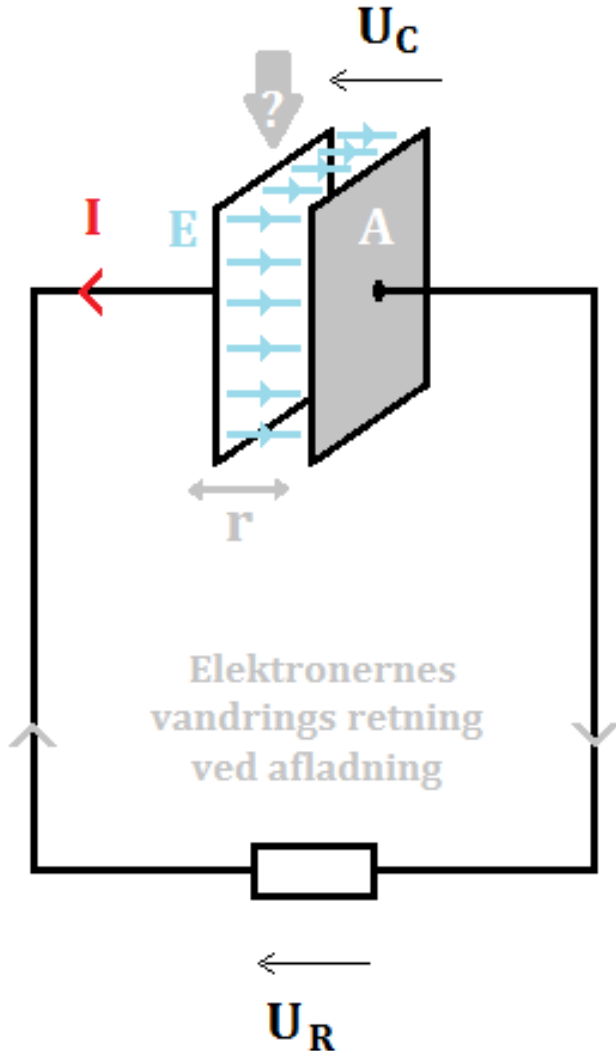
Den elektriske feltstyrke (E), og dermed kapacitansen, må afhænge af to forhold:

## 1) Afstanden (r) mellem pladerne

Dette medfører at færre ladninger flyttes væk fra modsatte plade, og dermed er forskellen i ladningsmængde (Q) mellem de to plader mindre



# DC Kondensatoren



**Kapacitans:**

Kapacitans (C):

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Feltstyrke (E):

$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

Den elektriske feltstyrke (E), og dermed kapacitansen, må afhænge af to forhold:

## 1) Afstanden (r) mellem pladerne

Ved afladning f.eks. Gennem en resistans, vil spændingen godt være den samme med en større afstand (r), men afladningen vil gå hurtigere, da der ikke kan flyttes ret mange ladninger før systemet er i ladningsmæssig balance.

# DC Kondensatoren

**Kapacitans:**

Kapacitans (C):

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

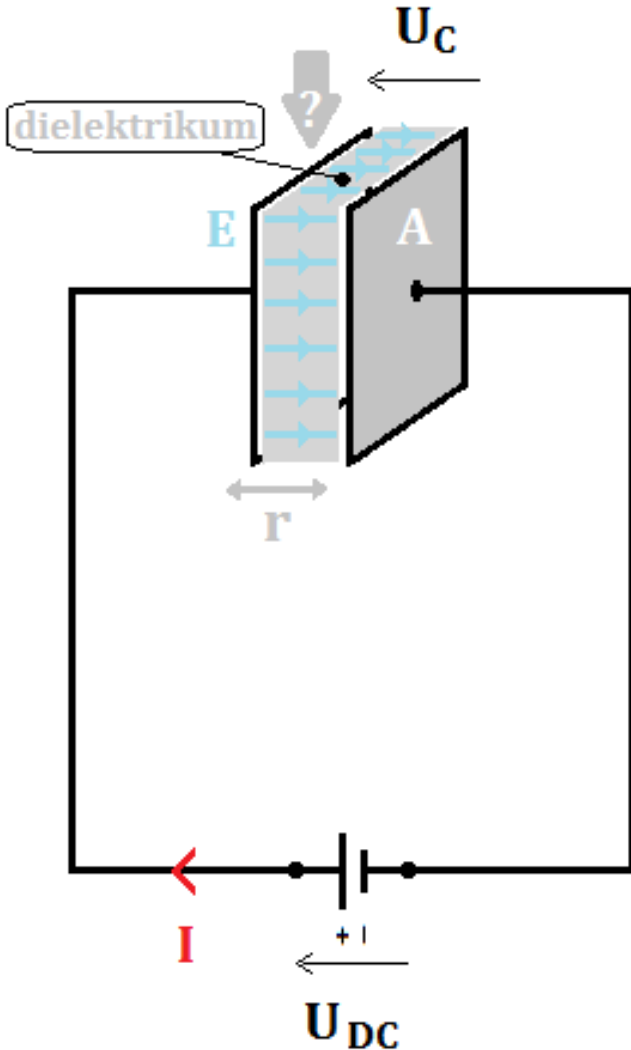
Feltstyrke (E):

$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

Den elektriske feltstyrke (E), og dermed kapacitansen, må afhænge af to forhold:

- 1) Afstanden (r) mellem pladerne
- 2) Dielektrikummet

Et dielektrikum defineres blot som "det" der nu måtte være placeret mellem to kondensatorplader (eller mellem andre systemer med en kondensatorvirkning)



# DC Kondensatoren

**Kapacitans:**

Kapacitans (C):

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Feltstyrke (E):

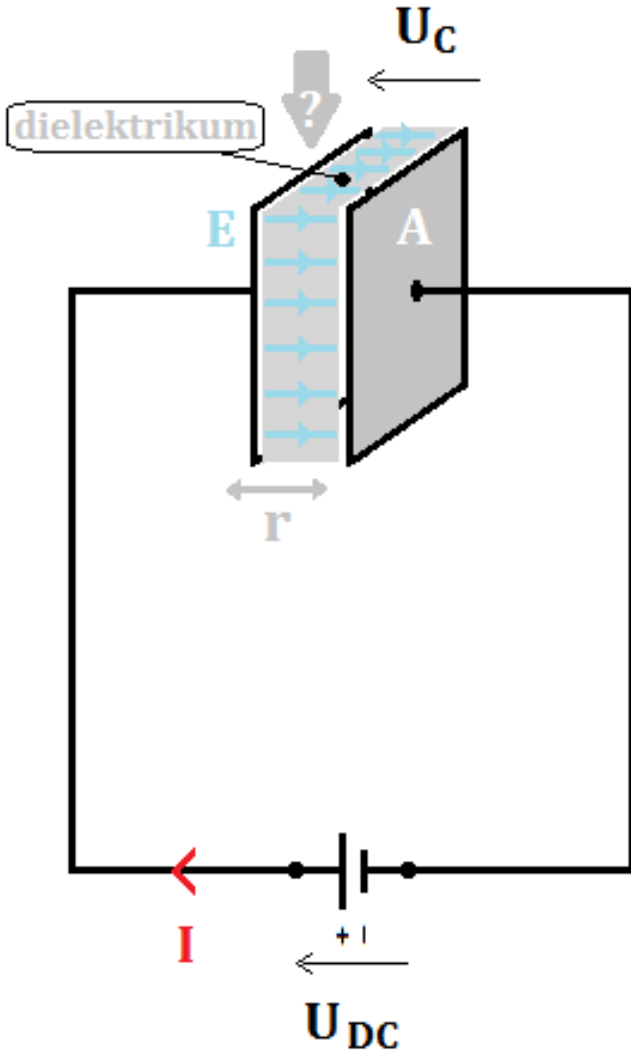
$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

Den elektriske feltstyrke (E), og dermed kapacitansen, må afhænge af to forhold:

- 1) Afstanden (r) mellem pladerne
- 2) Dielektrikummet

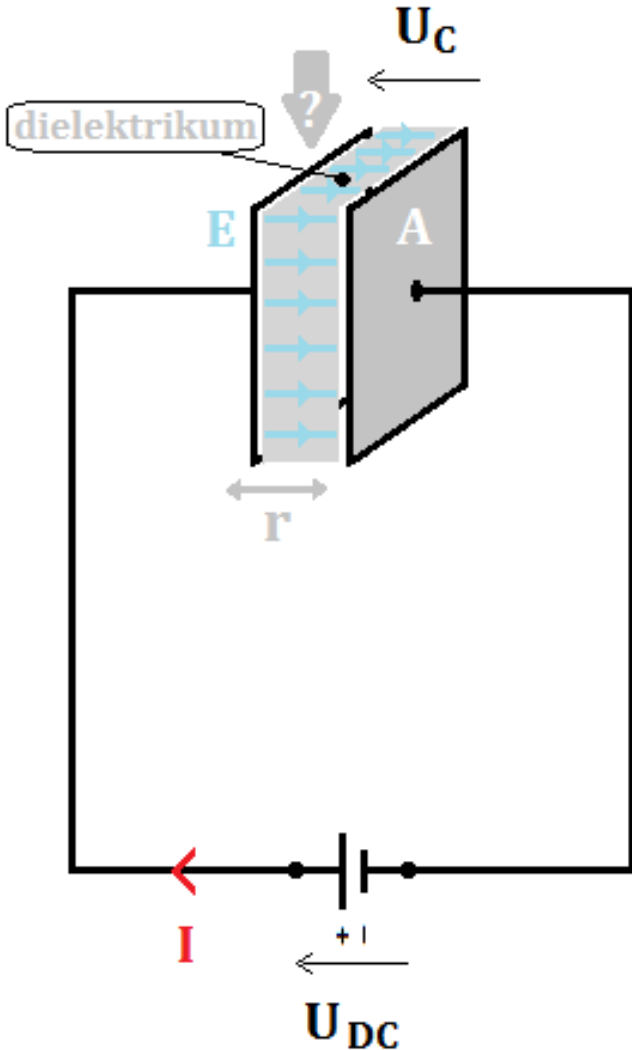
Lidt forenklet kunne man sige at elektromagnetiske felter ændres i styrke alt efter hvilket materiale det befinder sig i.

Optimalt er vakuum og det er derfor reference "materialet" for det man kalder dielektrikumets **permittivitet ( $\epsilon$ )**





# DC Kondensatoren



**Kapacitans:**

Kapacitans (C):

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Feltstyrke (E):

$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

Den elektriske feltstyrke (E), og dermed kapacitansen, må afhænge af to forhold:

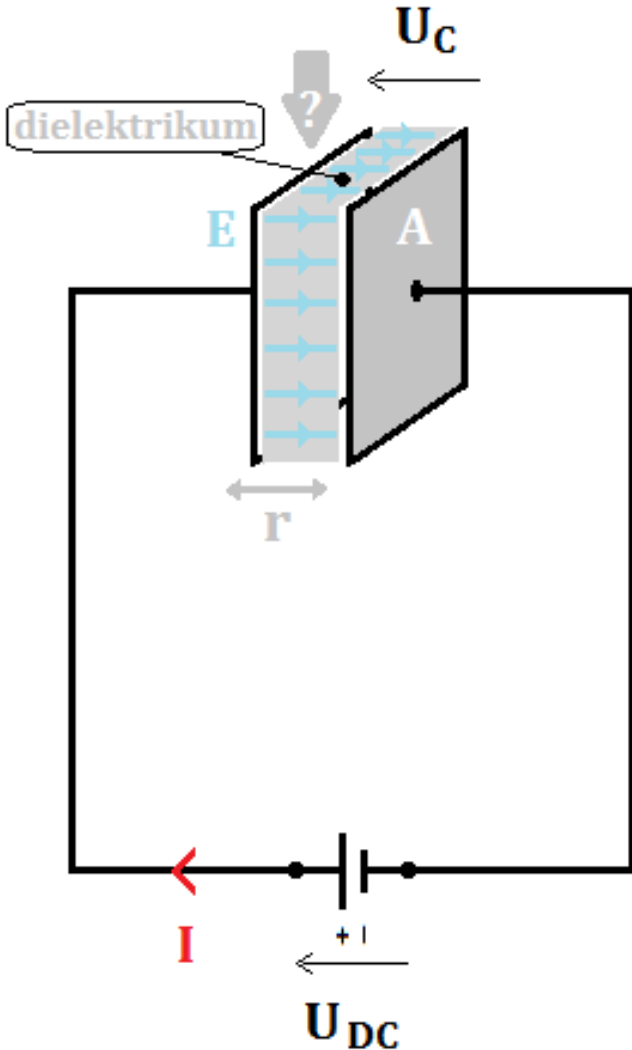
- 1) Afstanden (r) mellem pladerne
- 2) Dielektrikummet

Permittiviteten i vakuum ( $\epsilon_0$ ) defineres ved:

$$\epsilon_0 = \frac{1}{c^2 \cdot \mu_0} \quad \left[ \frac{F}{m} \right] \quad \epsilon_0 \cong 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$$

Permeabiliteten i vakuum:  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$

# DC Kondensatoren



**Kapacitans:**

Kapacitans (C):

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Feltstyrke (E):

$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

Den elektriske feltstyrke (E), og dermed kapacitansen, må afhænge af to forhold:

- 1) Afstanden (r) mellem pladerne
- 2) Dielektrikummet

Permittiviteten ( $\epsilon$ ) i en konkret situation er:

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_R$$

Hvor den relative permittivitet er en faktor for det givne materiale dielektrikummet er lavet af

# DC Kondensatoren

Kapacitans:

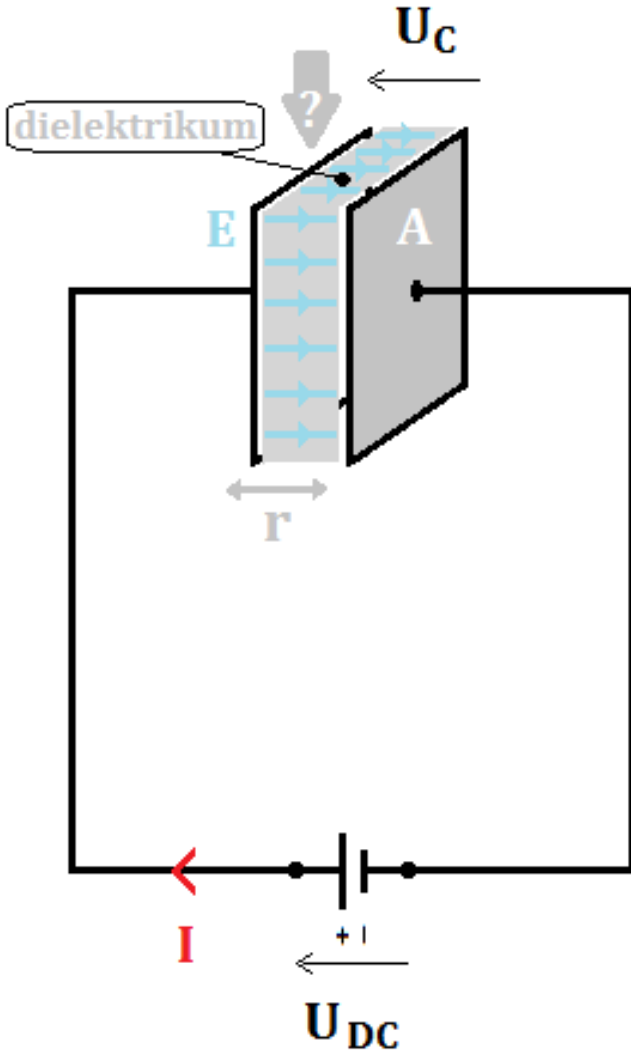
Kapacitans (C):

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Feltstyrke (E):

$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

I forhold til kondensatorens kapacitans kan vi sammenfattende konstatere at:



# DC Kondensatoren

Kapacitans:

Kapacitans (C):

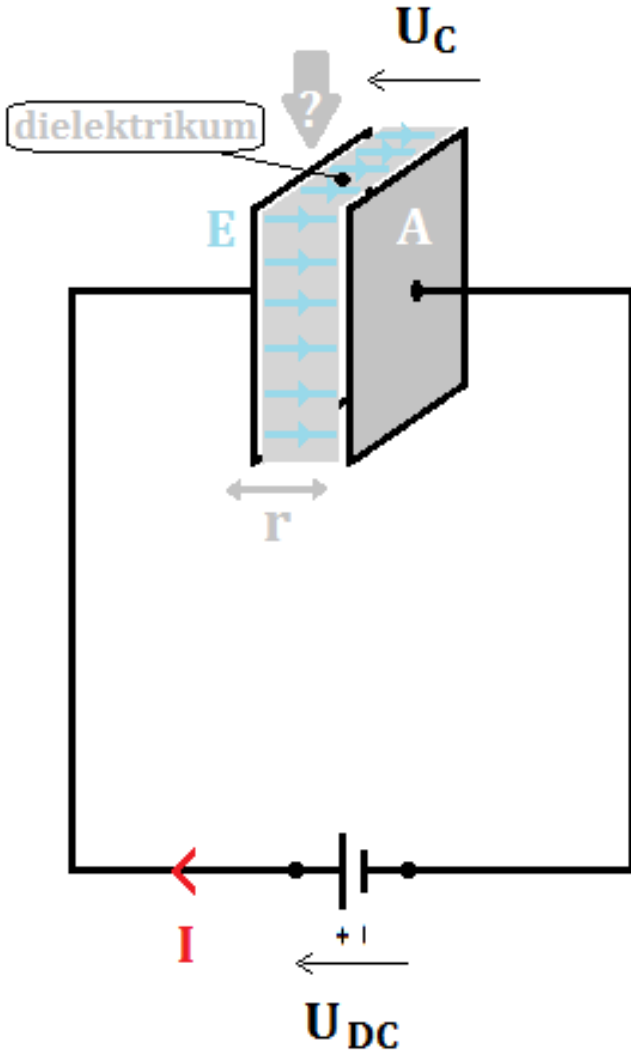
$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Feltstyrke (E):

$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

I forhold til kondensatorens kapacitans kan vi sammenfattende konstatere at:

- Jo større kondensatorareal (A), jo større kapacitans



# DC Kondensatoren

Kapacitans:

Kapacitans (C):

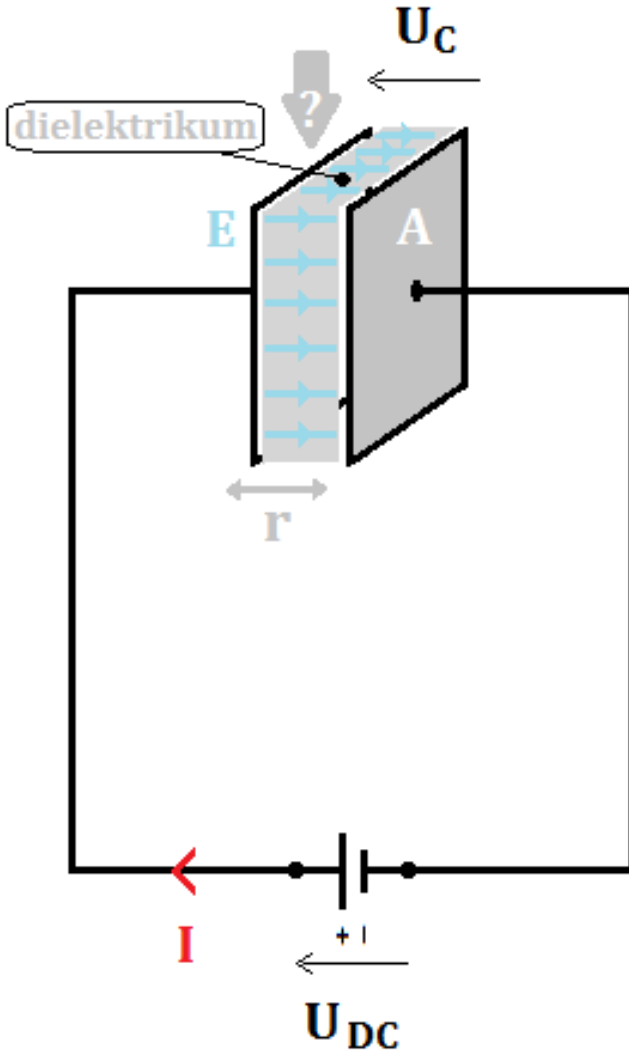
$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Feltstyrke (E):

$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

I forhold til kondensatorens kapacitans kan vi sammenfattende konstatere at:

- Jo større kondensatorareal (A), jo større kapacitans
- Jo større permittivitet dielektrikummet har, jo større kapacitans



# DC Kondensatoren

Kapacitans:

Kapacitans (C):

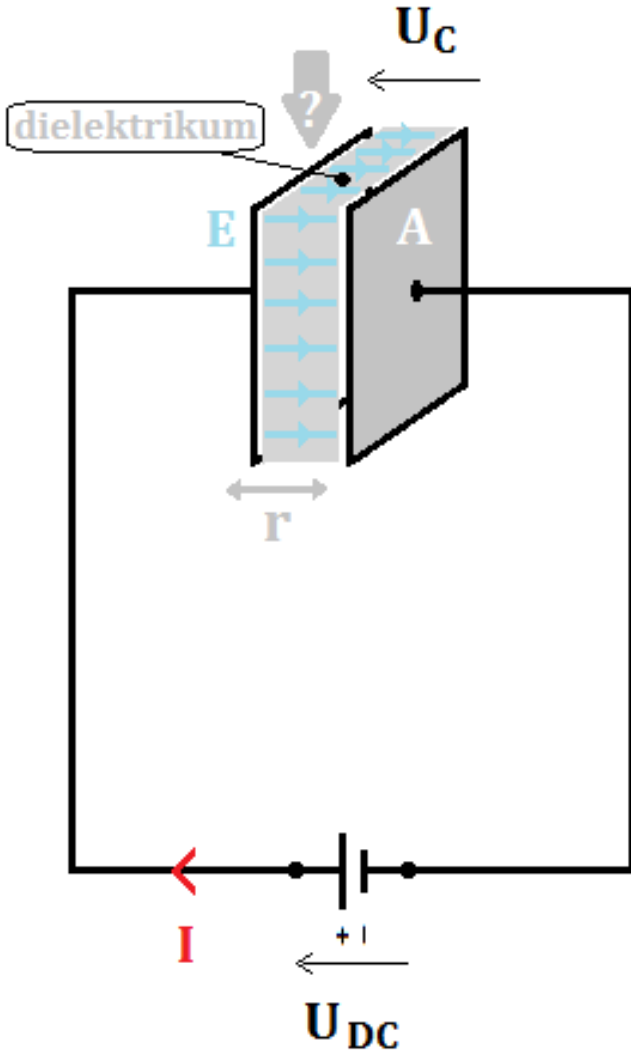
$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Feltstyrke (E):

$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

I forhold til kondensatorens kapacitans kan vi sammenfattende konstatere at:

- Jo større kondensatorareal (A), jo større kapacitans
- Jo større permittivitet dielektrikumet har, jo større kapacitans
- Jo større afstand mellem pladerne, jo mindre kapacitans



# DC Kondensatoren

**Kapacitans:**

Kapacitans (C):

$$C = \frac{Q}{U} \quad [F]$$

Feltstyrke (E):

$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

I forhold til kondensatorens kapacitans kan vi sammenfattende konstatere at:

- Jo større kondensatorareal (A), jo større kapacitans.
- Jo tættere sammen pladerne placeres (r mindre), jo større kapacitans
- Jo større permittivitet dielektrikummet har, jo større kapacitans

$$C = \frac{A \cdot \epsilon}{r} \quad [F]$$

