

# Elektrostatisk vægt – breddeopgave 40 med didaktisk kommentar

Af Jens Højgaard Jensen, IMFUFA, NSM, RUC

Mit formål med artikelserien om breddeopgaver er – udover at gøre opmærksom på RUCs fysikuddannelse – dobbelt: Dels udvælger jeg opgaverne, så de kan have interesse som fysikproblemer i egen ret. Dels udvælger jeg dem med henblik på at kunne knytte didaktiske overvejelser til dem af interesse for fysikundervisere. I første omgang i forhold til universitetsundervisning. Men i anden omgang kunne der måske også trækkes paralleller til andre undervisningsniveauer.

Her bringes løsning og kommentar til opgaven fra forrige nummer samt en ny opgave. Opgaven i sidste nummer af KVANT var denne breddeopgave fra RUC (nr. 40 i rækken her i KVANT):

## Breddeopgave 40. Elektrostatisk vægt

Inden næste nummer af KVANT udkommer, kan læserne eventuelt overveje løsningen til denne opgave fra breddekurset på RUC (fra sommereksamen 1997, nr. 40 i rækken her i KVANT):

Figuren viser en principskitse af en såkaldt elektrostatisk vægt:



Hvordan er sammenhængen mellem massen på vægtskålen og ladningerne på kondensatorpladerne, når vægten er i balance? Begrund svaret.

## Løsning

Vi antager, at kondensatorpladernes udstrækning er stor i forhold til afstanden imellem dem. Så er det elektriske felt imellem pladerne tilnærmelsesvist homogent, idet der ses bort fra randeffekter. Ifølge Gauss lov anvendt på en flade omkransende en af pladerne fås feltet imellem pladerne da til at være:

$$E = \frac{Q}{\varepsilon_0 A}, \quad (1)$$

idet  $Q$  er størrelsen af ladningerne på de to kondensatorplader,  $A$  deres areal og  $\varepsilon_0$  dielektricitetskonstanten i vakuum. Og idet felterne fra ladningerne på de to plader ophæver hinanden uden for mellemrummet imellem pladerne.

Imellem pladerne forstærker felterne udgående fra de to plader hinanden med feltet givet ved ligning (1) som resultat. Styrken af det elektriske felt udgående fra hver enkelt af pladerne er derfor det halve af det i ligning (1). Hvorfor størrelsen af kraftpåvirkningen fra den ene plade på den anden er:

$$K = \frac{Q^2}{2\varepsilon_0 A} \quad (2)$$

Hvis massen der skal vejes kaldes  $M$ , tyngdefeltstyrken  $g$  og vægtens to arme  $l_M$  og  $l_Q$ , er svaret på

opgaven derfor:

$$l_M M g = \frac{l_Q Q^2}{2\varepsilon_0 A}; \text{ eller } M = \frac{l_Q}{l_M} \frac{Q^2}{2g\varepsilon_0 A} \quad (3)$$

## Kommentar

Jeg synes opgaven som breddeopgave betragtet er god af to grunde.

Den første grund er, at opgaven både lever op til at vedrøre en virkelig, ikke tænkt, problemstilling, og til at være formuleret i et nogenlunde dagligdags sprog, således at den nøjere præcisering af problemet i fysiske termer bliver et centralt punkt ved opgaveløsningen. Og det til trods for, at det er en opgave vedrørende elektrodynamik, hvor det erfaringsmæssigt er sværere end i f.eks. mekanik eller termodynamik at undgå at forfalde til internt formulerede problemer. Som det f.eks. er tilfældet for opgaven om telefonstrømme i sidste nummer af KVANT.

Den anden grund til, at jeg synes, at det er en god breddeopgave, er, at den lader sig besvare mindre rigtigt uden at besvarelsen er helt forkert. Mere hyppig end eksamensbesvarelser svarende til ovenstående var, at kraftpåvirkningen fra den ene plade på den anden fandtes ved at gange feltet fra ligning (1) med  $Q$ , således at svaret på opgaven kom til at afvige fra ligning (3) med en faktor 1/2. Og der var også forkerte, men dog meningsfulde besvarelser, hvor Coulombs lov blev anvendt for den gensidige tiltrækning pladerne imellem som om de var punktførmige. For mig at se er det med til at holde undervisningen på sporet, når de svagere eksamenspræstationer demonstreres ved ufuldstændige bud på løsning af problemer hørende til dagsordenen, frem for at den svagere gennemførsel finder sted ved besvarelse af hjælpespørgsmål delvis uden for dagsordenen og konstrueret med henblik på niveaudifferenciering.

## Breddeopgave 41. Rulning

Inden næste nummer af KVANT udkommer, kan læserne eventuelt overveje løsningen til denne opgave fra breddekurset på RUC (fra sommereksamen 2006, nr.41 i rækken her i KVANT):

En hul og en massiv cylinder med ens masser og ens radier ruller med samme fart hen imod et skråplan. Hvad er forholdet imellem, hvor langt de ruller op af skråplanet? Begrund svaret.

Løsning og kommentar bringes i et kommende nummer.