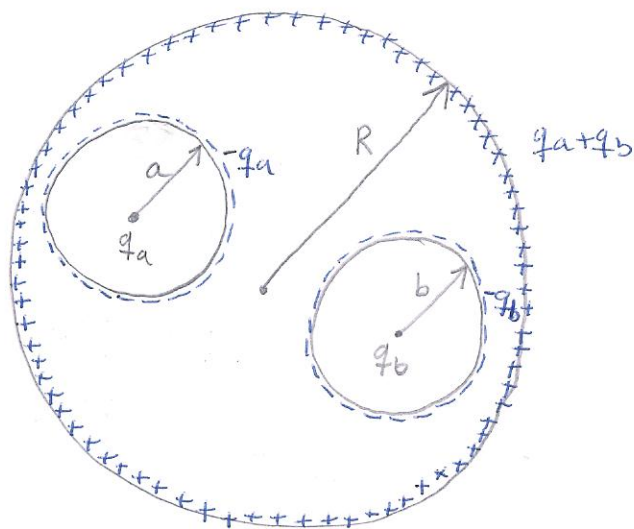


2.36 "revisited"

(1)

Vi har 2 sfäriska håligheter med radie a resp b , inuti en laddad solid sfär med radien R . I mitten av båda håligheterna placeras en punktladdning q_a resp q_b .



a) Laddningarna q_a och q_b drar till sig fria elektroner från den kringliggande metallen. De fria elektronerna vill komma så nära de positiva laddningarna som möjligt, men stoppas av luften och samlas därför enbart på håligheternas ytor. På dessa två ytor samlas därför totala laddningar $-q_a$ och $-q_b$, som fördelas uniformt över sin respektive sfäriska yta. Detta eftersom en överskottsladdning på en metallisk yta alltid fördelas uniformt om inte det finns någon extern laddning som förskjuter laddningsfördelningen. Därmed blir ytladdningstätheterna på håligheternas insidor:

$$\sigma_a = \frac{-q_a}{4\pi a^2}, \quad \sigma_b = \frac{-q_b}{4\pi b^2}$$

Eftersom de negativa laddningarna på håligheterna är avskärmade från varandra genom ett tjockt stycke metall, påverkar de inte varandra. Därmed påverkas inte de uniforma ytladdningstätheterna.

När de negativa laddningarna samlats på ytorna a och b , fördelas det överskott av positiva laddningar som då uppstår i metallen jämnt över den yttre ytan: $\sigma_R = \frac{q_a + q_b}{4\pi R^2}$

b) Sfärens inre struktur påverkar inte det yttre elektriska fältet, pga det är en ledare. Därmed blir:

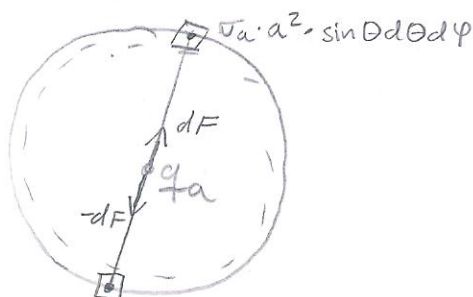
$$\vec{E}_{\text{utanför}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_a + q_b}{r^2} \cdot \vec{e}_r, \quad \text{där } \vec{e}_r \text{ går från centrum av den större sfären.}$$

Detta motsvarar det elektriska fältet för en uniformt laddad sfär.

c) Enligt Gauss lag, omfattas enbart q_a/q_b inom sin respektive hålighet, och vi får fältet från en vanlig punktladdning:

$$\vec{E}_a = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_a}{r_a^2} \vec{e}_{r_a}, \quad \vec{E}_b = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_b}{r_b^2} \vec{e}_{r_b}$$

d) Pga den sfäriska symmetrin av negativa laddningar på håligheternas ytor kring q_a/q_b (se bild):



tar alla kraftbidrag ut varandra, och $\vec{F} = 0$ på q_a, q_b .

e) Inget i de inre strukturerna ändras om vi får en laddning q_c nära ledaren, då de är helt avskärmade inuti ledaren. $\sigma_a, \sigma_b, \vec{F}$ i håligheterna, $\vec{E}_a$ och $\vec{E}_b$ kvarstår därmed. Däremot påverkar fältet och laddningstätheten på det yttre skalet, beroende på hur q_c är placerad. Tex kan σ_r förskjutas och bli vinkelberoende (istället för uniform), och då ändras även $\vec{E}_{\text{utanför}}$ -fältet som relateras till, σ , via $\sigma = \epsilon_0 \vec{E} \cdot \vec{n} = \epsilon_0 E_n$.