

# Øving 1.

## Ladninger og Coulombs lov.

*Veiledning:* Uke 4 ifølge nettsider.

*Innlevering:* Onsdag 23. jan. kl. 14:00

Lever øvinger i bokser utenfor R1.

*Innledende bemerkninger:*

For å spare skrivearbeid brukes i utstrakt grad konstanten  $k$ :

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{1}{4\pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}} = 8,988 \cdot 10^9 \text{ m/F} \approx 9,0 \cdot 10^9 \text{ m/F}.$$

Denne har flere mulige enheter:  $[k] = \text{m/F} = \text{Vm/C} = \text{Jm/C}^2 = \text{Nm}^2/\text{C}^2$ .

For krefter mellom ladninger anbefales følgende notasjon:

$\vec{F}_{12}$  = kraft på punktladning 1 fra punktladning 2,  $\vec{F}_1$  = total kraft på punktladning 1. Osv. for andre indekser.  
 $\hat{r}_{12}$  = enhetsvektor i retning fra punktladning 2 til 1 (overenstemmelse med  $\vec{F}_{12}$ ), etc.

### Oppgave 1. Ladning i kopper.

OPPGITT FOR DENNE OPPGAVEN: Massetetthet for kopper:  $\rho = 8,92 \text{ g/cm}^3$ . Atomvektenhet:  $u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ . Andre tallverdier som proton- og nøytronmasse, elektronmasse og elementærladning fra f.eks. Angell & Lian.

Ei tynn sirkulær skive av kopper har radius  $R = 0,100 \text{ m}$  og tykkelse  $d = 2,00 \text{ mm}$ .

- Hva er total masse?
- I naturlig forekommende kopper har atomet 29 elektroner, 29 protoner og i snitt 34,54 nøytroner (blanding av isotoper med 34 og 36 nøytroner). Hva er midlere masse per kopperatom? Er det her nødvendig å ta hensyn til elektronene?
- Hvor mange kopperatomer er det i skiva? En mer passende antallsenhet i slike sammenhenger er mol, der 1 mol  $\simeq 6,02 \cdot 10^{23}$  (Avogadros tall,  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ). Hvor mange mol kopperatomer er det i skiva?
- Et proton har elektrisk ladning  $e$ , et elektron har ladning  $-e$ , og et nøytron har null elektrisk ladning. Hvor stor ladning har alle protonene i skiva tilsammen? Hva med alle elektronene? Hva er skivas *totale* ladning?
- Skiva gis så en uniform nettoladning  $\sigma_0 = +25 \mu\text{C/m}^2$  per flateenhet. Hva blir skivas totale ladning? Sammenlikn denne ladningen med ladningen for alle elektroner i uladd skive (svaret over). Hvor stor andel av elektronene er fjernet fra skiva?
- Ei anna sirkulær skive har radius  $R$  og netto ladning

$$\sigma(r) = \sigma_0 (1 - r/R)$$

per flateenhet, dvs. den avtar lineært med avstanden  $r$  fra skivas sentrum.

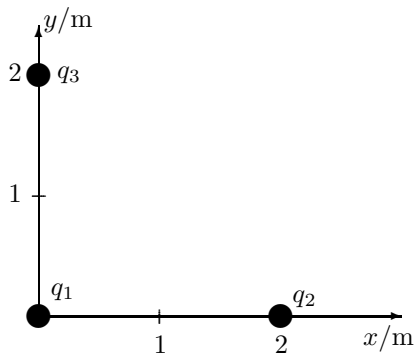
Hva blir skivas totale ladning? (Finn uttrykk, ikke tallverdier)

TIPS: En tynn ring med indre radius  $r$  og ytre radius  $r + dr$  har areal  $dA = 2\pi r \cdot dr$ .

## Oppgave 2. Gravitasjonskraft – elektrisk kraft.

OPPGITT FOR DENNE OPPGAVEN: Fluor har masse 19 g/mol. Tyngdens akselerasjon settes til  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Se ellers Angell & Lian (Avogadros tall, elementærladningen, gravitasjonskonstant).

- Beregn hvor stor elektrisk feltstyrke  $E$  det må være ved jordoverflata for at den elektriske krafta på et fluoridion,  $F^-$ , akkurat skal balansere tyngden av ionet. Peker  $E$  oppover eller nedover?
- Pga. jordklodens ladning er det under normale forhold ved jordoverflata et elektrisk felt med verdi ca. 100 N/C og retning inn mot kloden. Hva vil skje med et fluoridion som "svever" i lufta ved jordoverflata?
- Hvis det elektriske feltet i a) hadde sin opprinnelse i et annet fluoridion plassert rett under det første, hva ville da avstanden mellom ionene ha vært?
- Finn uttrykk for elektrisk kraft  $F_e$  og gravitasjonskraft  $F_g$  mellom to fluoridioner i avstand  $r$  og beregn verdien for forholdet  $F_e/F_g$ .



## Oppgave 3. Punktladninger I.

Vi har tre punktladninger  $q_1 = q_2 = 2,0 \text{ nC}$  og  $q_3 = -3,0 \text{ nC}$  som er plassert som vist i figuren (avstanden mellom  $q_1$  og  $q_2$  er 2,0 m).

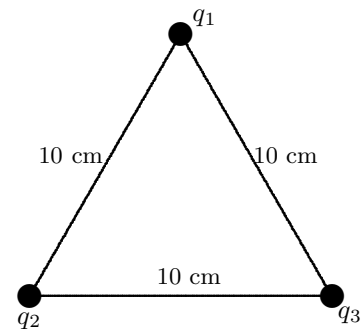
Beregn kreftene på  $q_1$  og  $q_3$ . Angi kreftene både som vektor på komponentform og vektor med lengde og retning (vinkel med koordinataksene).

## Oppgave 4. Punktladninger II.

Tre punktladninger  $q_1$ ,  $q_2$  og  $q_3$  ligger i hvert sitt hjørne på en likesidet trekant med lengde på sidene lik 10 cm slik figuren viser. Størrelsene på de parvise kreftene mellom ladningene er observert til:

$$\begin{aligned} |F_{12}| &= 5,40 \text{ N, tiltrekkende} \\ |F_{13}| &= 15,0 \text{ N, frastøtende} \\ |F_{23}| &= 9,0 \text{ N, tiltrekkende.} \end{aligned}$$

- Hvilken verdi har de tre ladningene når det er oppgitt at  $q_1$  er negativ?
- Hvor vil du plassere en fjerde positiv punktladning  $q_4$  slik at nettokrafta på ladning  $q_2$  blir null?



Utvalgte fasitsvar:

- b)  $1,06 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$  d)  $2,45 \cdot 10^7 \text{ C}$  e)  $0,785 \mu\text{C}$ .
- a)  $1,9 \mu\text{N/C}$ , c)  $2,7 \text{ cm}$
- $F_1 = (-9,0 \cdot \hat{i} + 14 \cdot \hat{j}) \text{ nN}$ ,  $F_3 = (4,8 \cdot \hat{i} - 18 \cdot \hat{j}) \text{ nN}$ ,
- a)  $-3,16 \mu\text{C}$ ,  $1,90 \mu\text{C}$ ,  $-5,27 \mu\text{C}$ .