

# Øving 1.

## Ladninger og Coulombs lov.

*Veiledning:* Mandag 16. jan. ifølge nettsider.

*Innlevering:* Tirsdag 17. jan. kl. 14:00      Lever øvinger i bokser utenfor R4.

*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 alternative enheter:  $[k] = \text{m/F} = \text{Vm/C} = \text{Jm/C}^2 = \text{Nm}^2/\text{C}^2$ .

For krefter mellom ladninger foreslås følgende bruk av indekser:

$\vec{F}_{12}$  = 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 (overensstemmelse med  $\vec{F}_{12}$ ), etc.

Lykke til med øvingene!

### 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 svært 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  $1 \text{ mol} \simeq 6,02 \cdot 10^{23}$  (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?
- Den tynne skiva gis så en uniform nettoladning  $\sigma_0 = +20 \mu\text{C/m}^2$  per flateenhet (totalt for overside og underside). 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)

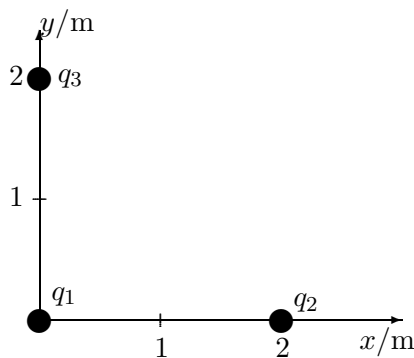
TIPS: En tynn ring med indre radius  $r$  og ytre radius  $r + dr$  har areal  $dA = 2\pi r \cdot dr$ .

## Oppgave 2. Gravitasjonskraft – elektrisk kraft.

OPPGITT FOR DENNE OPPGAVEN:

Tyngdens akselerasjon er  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Fluor har molmasse  $19 \text{ g/mol}$ . Newtons gravitasjonslov:  $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ . Andre nødvendige konstanter som Avogadros tall, elementærladningen og gravitasjonskonstant finner du f.eks. i Angell & Lian.

- a) I Millikans oljedråpeforsøk fra 1909 måler man elementærladningen  $e$  ved å observere bevegelsen av små oljedråper i et vertikalt elektrisk felt. Oljedråpene har en eller flere elementærladninger, og hvis det elektriske feltet har den rette størrelsen, vil den elektriske krafta på oljedråpen balansere tyngdekrafta og holde den svevende i lufta. Anta at oljedråpen har radius  $1,00 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$ , massetetthet  $0,80 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  og at den har én positiv elementærladning. Hva er den elektriske feltstyrken,  $E$ , når feltet balansere vekta til oljedråpen? Og hvilken retning har  $\vec{E}$ ?
- b) Betrakt nå et fluoridion,  $F^-$ , hva må den vertikale  $\vec{E}$  være for å balansere vekta av ett fluoridion?
- c) Pga. jordklodens ladning er det under normale forhold ved jordoverflata et elektrisk felt med verdi ca.  $100 \text{ N/C}$  og retning inn mot kloden. Hva vil skje med et fluoridion som "svever" i lufta ved jordoverflata? Og hva med oljedråpen i a)?
- d) 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  $2,0 \text{ m}$ ).

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.

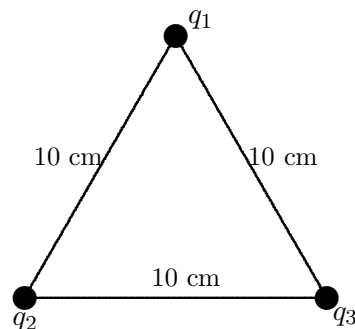
Tre punktladninger  $q_1$ ,  $q_2$  og  $q_3$  ligger i hvert sitt hjørne på en likesidet trekant med lengde på sidene lik  $10 \text{ cm}$  slik figuren viser. Størrelsene på de parvise kreftene mellom ladningene er observert til:

$$|F_{12}| = 5,40 \text{ N, tiltrekkende}$$

$$|F_{13}| = 15,0 \text{ N, frastøtende}$$

$$|F_{23}| = 9,0 \text{ N, tiltrekkende.}$$

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



---

Utvalgte fasitsvar:

1. b)  $1,06 \cdot 10^{-25}$  kg d)  $2,45 \cdot 10^7$  C e)  $0,628 \mu\text{C}$ .

2. a) 205 kN/C, b)  $1,9 \mu\text{N/C}$ , d)  $3,5 \cdot 10^{33}$ .

3.  $F_1 = (-9,0 \cdot \hat{\mathbf{i}} + 14 \cdot \hat{\mathbf{j}})$  nN,  $F_3 = (4,8 \cdot \hat{\mathbf{i}} - 18 \cdot \hat{\mathbf{j}})$  nN,

4. a)  $-3,16 \mu\text{C}$ ,  $1,90 \mu\text{C}$ ,  $-5,27 \mu\text{C}$ .