

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 (overenstemmelse 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 $d = 2,00 \text{ mm}$.

a) Hva er total masse?

b) 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?

c) 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?

d) 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?

e) 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?

f) 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)

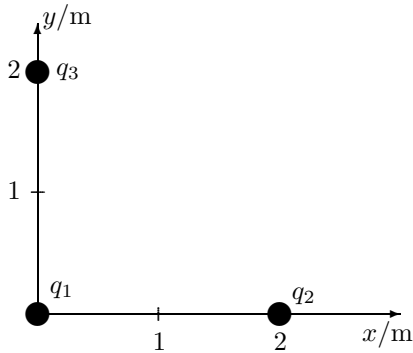
TIPS: En tynn ring med indre radius r og ytre radius $r + dr$ har areal $dA = 2\pi r \cdot dr$.

Oppgave 2. Gravitasjonskraft – elektrisk kraft.

OPPGITT FOR DENNE OPPGAVEN:

Tyngdens akselerasjon er $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Fluor har molmasse 19 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 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.

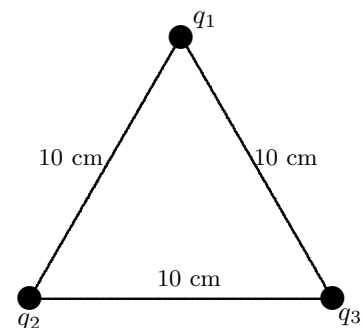
Tre punktladninger q_1 , q_2 og q_3 ligger i hvert sitt hjørne på en likesidet trekant med lengde på sidene lik 10 cm slik figuren viser. Størrelsene på de parvise kreftene mellom ladningene er observert til:

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

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

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

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