**Institutt for fysikk, NTNU**
**TFY4155/FY1003: Elektromagnetisme**
**Vår 2009**

# Øving 1

Veiledning: Mandag 19. januar
Innleveringsfrist: Fredag 23. januar kl 12.00

*Oppgave 1*

*a*) Komponentene av en vektor $\boldsymbol{A}$ er $A_x = -7.1$ og $A_y = -1.3$. Lengden $A = |\boldsymbol{A}|$ av denne vektoren er da
A) 6.0 B) 7.2 C) 8.4 D) 9.6

*b*) Vinkelen mellom $x$-aksen og vektoren $\boldsymbol{A} = -3.7\,\hat{x} - 2.3\,\hat{y}$ er (målt i grader mot urviseren; en hatt over $x$ og $y$ symboliserer enhetsvektor i den aktuelle retningen)
A) 38 B) 148 C) 212 D) 238

*c*) Komponentene av to vektorer $\boldsymbol{A}$ og $\boldsymbol{B}$ er henholdsvis $A_x = 4.1$, $A_y = -7$ og $B_x = -6.6$, $B_y = -3.1$. Lengden av vektoren $\boldsymbol{B} - \boldsymbol{A}$ er da
A) 11.4 B) 14.6 C) 19.5 D) 23.3

*d*) Komponentene av to vektorer $\boldsymbol{A}$ og $\boldsymbol{B}$ er henholdsvis $A_x = 6.1$, $A_y = -5.8$ og $B_x = -9.8$, $B_y = 4.6$. Skalarproduktet ("Prikkproduktet") $\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{B}$ er da
A) 9.7 B) 0 C) -33.1 D) -86.5

*e*) Integralet av funksjonen $x + x^2$ fra $x = 0$ til $x = 1$ er
A) 2/3 B) 3/4 C) 4/5 D) 5/6

*f*) Hvis $r = \sqrt{x^2 + 1}$ så er $dr/dx$ lik
A) $x$ B) $r/x$ C) $x/r$ D) $r$

*g*) Hvis $\boldsymbol{A} = (1, 0, 0)$ og $\boldsymbol{B} = (0, 1, 0)$, er "kryssproduktet" $\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}$ lik
A) $(1, 1, 0)$ B) $(0, 0, 1)$ C) $(0, 0, 0)$ D) $(1, 1, 1)$

*Oppgave 2*

*a*) En tynn kobbertråd med sirkulært tverrsnitt har lengde 1.0 m. Tråden har konstant masse pr lengdeenhet, $\mu = 0.20$ g/cm. Hva er trådens masse? Hva er trådens diameter?
Oppgitt: Massetetthet for kobber: $\rho = 8.92$ g/cm$^3$.

*b*) En annen kobbertråd, også denne 1.0 m lang, har variabelt tverrsnitt

$$t(x) = t_0 \left(1 - \left(\frac{x - L/2}{L}\right)^2\right)$$

der $x = 0$ og $x = L = 1.0$ m representerer trådens to ender og $t_0 = 3.0$ mm$^2$. Hvor er tråden tynnest, og hvor er den tykkest? Hva er trådens minimale og maksimale tykkelse? Regn ut trådens masse.
Tips: En liten (infinitesimal) bit av tråden med lengde $dx$, lokalisert mellom $x$ og $x + dx$, har masse $dm = \rho \cdot t(x) \cdot dx$. For å finne massen til hele tråden må vi *summere* slike små biter. Hvis hver bit er "uendelig liten", består tråden av uendelig mange biter, og summen utfører vi da ved å *integrere*.

*c*) I naturlig forekommende kobber har vi atomer som består av 29 elektroner og en kjerne med 29 protoner og enten 34 eller 36 nøytroner. Vi har med andre ord to ulike *isotoper* av kobber, og naturlig kobber inneholder 69.17 % av den lette isotopen og 30.83 % av den tunge isotopen. Hva blir da midlere masse pr kobberatom? Er det her nødvendig å ta hensyn til elektronene? Oppgitt: $m_p \simeq m_n \simeq 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg, $m_e \simeq 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg.

*d*) Hvor mange kobberatomer er det i tråden i punkt $a$? En mer passende antallsenhet i slike sammenhenger er *mol*, der 1 mol $\simeq 6.02 \cdot 10^{23}$ (Avogadros tall, etter Amedeo Avogadro, italiensk kjemiker, 1776 - 1856). Hvor mange mol kobberatomer er det i tråden i punkt $a$?

*e*) Et proton har elektrisk ladning $e$, et elektron har ladning $-e$, og et nøytron har null elektrisk ladning. Her er $e$ den såkalte elementærladningen, $e \simeq 1.6 \cdot 10^{-19}$ C, hvor vi har innført SI-enheten for elektrisk ladning, nemlig C (coulomb), etter den franske fysiker Charles Augustin de Coulomb (1736 - 1806). Hvor stor ladning har alle protonene i tråden i punkt $a$ tilsammen? Hva med alle elektronene? Hva er trådens *totale* ladning?

*Oppgave 3*

*a*) Ei tynn sirkulær skive har radius $R$ og uniform nettoladning $\sigma_0$ pr flateenhet. Hva blir skivas totale ladning?

*b*) Ei anna sirkulær skive har radius $R$ og netto ladning

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

pr flateenhet, dvs den avtar lineært med avstanden $r$ fra skivas sentrum. Hva blir skivas totale ladning?
Tips: En tynn ring med indre radius $r$ og ytre radius $r + dr$ har areal $dA = 2\pi r \cdot dr$, og følgelig ladning $dq = \sigma(r) \cdot dA = \sigma(r) \cdot 2\pi r \cdot dr$.

*Oppgave 4*

Bestem gravitasjonskraften $F_g$ som virker mellom to oksygenmolekyler ($O_2$) i innbyrdes avstand 300 Å. Er $F_g$ tiltrekkende eller frastøtende? De to oksygenmolekylene tilføres ett ekstra elektron hver. Hvor stor blir den elektriske kraften $F_e$ mellom de to ionene ($O_2^-$)? Er $F_e$ tiltrekkende eller frastøtende? Bestem forholdet mellom $F_e$ og $F_g$. Avhenger dette forholdet av avstanden mellom de to ionene?

Oppgitt: Molekylært oksygen har masse 32 g/mol, 1 mol = $6.02 \cdot 10^{23}$, gravitasjonskonstanten er $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ m$^3$/kg·s$^2$, $e$ = elementærladningen = $1.6 \cdot 10^{-19}$ C, $1/4\pi\varepsilon_0 \simeq 9 \cdot 10^9$ Nm$^2$/C$^2$ og 1 Å = 1 ångstrøm = $10^{-10}$ m.

*Oppgave 5*

*a*) Seks like store ladninger $q$ er plassert i hjørnene av en regulær sekskant. Hvor stor blir kraften på en "testladning" $Q$ i sentrum av sekskanten?

*b*) En av de seks ladningene fjernes. Hva blir nå kraften på $Q$? Tegn en figur og forklar hvordan du har tenkt.

*c*) Erstatt "seks" med "sju" og gjenta oppgave *a*!

Fasitsvar:

*Oppgave 1*:
*a*) B *b*) C *c*) A *d*) D *e*) D *f*) C *g*) B

*Oppgave 2*:
*a*) 20 g, 1.7 mm *b*) 25 g *c*) $1.06 \cdot 10^{-25}$ kg *d*) $1.89 \cdot 10^{23}$ atomer, 0.31 mol
*e*) ±877 kC

*Oppgave 3*:
*b*) $\pi\sigma_0 R^2/3$

*Oppgave 4*: $F_e/F_g \simeq 10^{33}$