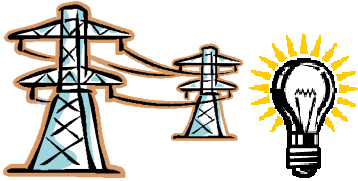


# FYSIIKAN KURSSIEN PÄÄKOHTIA:



## 1. KURSSI: Fysiikka luonnontieteenä:

- mittaustarkkuus ja virhearviointi
- **graafiset menetelmät**, tiheys,
- **nopeus, kiihtyvyys** (tasainen liike, tasaisesti kiihtyvä/hidastuva liike),
- **MEKANIIKAN PERUSLAIT** (NEWTONIN LAIT),
- perusvuorovaikutukset, säilymislait; liikemäärän säilymlaki,
- **MEKAANISEN ENERGIAN SÄILYMLAKI**, energian yleinen säilymlaki
- liikemäärä, työ, potentiaalienergia, liike-energia

## 2. KURSSI: Lämpö:

- **MEKAANISEN ENERGIAN SÄILYMLAKI** a) eristetyssä systeemissä, (= mekaniikan energiaperiaate) b) eristämättömässä systeemissä,
- **TYÖ, TEHO, HYÖTYSUHDE**, mekaaninen kone,
- termodynaamiset systeemit (eristetty, suljettu, avoin), **PAINE, HYDROSTAATTINEN PAINE, ILMANPAINE, NOSTE,**
- **ARKHIMEDEEN LAKI**, hydrauliset koneet (pumppu, hydraulinen puristin), paineen mittaaminen (esim. U-putkimanometri), lämpötila-asteikot, lämpötilan mittaaminen, [virtaus, suprajohtavuus],
- **LÄMPÖLAAJENEMINEN** (pituus, pinta-ala, tilavuus), veden lämpölaajeneminen, lämpölaajenemisen vaikutuksia, [nesteen puristuvuus],
- **KAASUJEN TILANYHTÄLÖT:**  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$   $pV = nRT$
- olomuodot: kiinteä, neste, kaasu, (plasma),
- faasikaaviot, kriittinen piste (kriittinen lämpötila), kolmoispiste, höyrynpaine, [absoluuttinen kosteus, kyllästyskosteus, suhteellinen kosteus], kylläinen höyry, kastepiste,
- **LÄMPÖENERGIA = LÄMPÖMÄÄRÄ = LÄMPÖ Q,**
- **Q = cmΔt**, lämmön säilyminen
- lämpökapasiteetti, **OMINAISLÄMPÖKAPASITEETTI**,
- ominaissulamislämpö, ominaishöyrystyslämpö, [olomuodot ja atomirakenne], [kineettinen kaasuteoria, Brownin liike],
- **LÄMPÖOPIN PÄÄSÄÄNNÖT**; 0,1,2,3 pääsääntö, joulen koe, sisäenergia, entropia,
- kaasun laajenemistyö, lämpö(voima)koneet, ideaalikoneen hyötysuhde,
- lämmön siirtyminen, [energia yhteiskunnassa]

### 3. KURSSI: Aallot:

- **HARMONINEN VOIMA** ja värähdysliike, heiluri, harmonisen värähtelyn energia,
- **resonanssi**, **INTERFERENSSI**, Huygensin periaate, **diffraktio**,
- **AALTOLIIKKEEN PERUSYHTÄLÖ**:  $v = \lambda f$ , heijastuminen, taittuminen, taitesuhde, **taittumislaki eli Snelliuksen laki**,
$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_1}{n_2}$$
- **KOKONAISHEIJASTUS**, VALOLLE: valon heijastumislaki ja taittumislaki, **taitekerroin**, valon kokonaisheijastus, **SESOVA AALTOLIIKE**, ominaisvärähtelyt, kangastukset, **ääni**, seisova ääniaalto, äänen voimakkuus ja intensiteetti, kuuloalue (MAOL s. 90(87)), Dopplerin ilmiö, **ultraääni**, [rakennus- ja huoneakustiikka],
- **sähkömagneettinen aaltoliike ja sen spektri** (MAOL s. 87(84)), (valaistus ja intensiteetti), **dispersio**, sironta, sateenkaaren synty, **valon interferenssi ja diffraktio**, kaksoisrako ja diffraktiohila, **Youngin koe eli kaksoisrakokoe**, **HILAYHTÄLÖ**:  $d \sin \alpha = k \lambda$ , **VALON POLARISAATIO**, [kahtaistaittuminen], Malusin laki, **Brewsterin laki**, [valon nopeuden määrittäminen], taittumislaki eli Snelliuksen laki, peilit (tasopeili, kovera, kupera), linssit (kupera, kovera), prismat, **todellinen kuva ja vaukeuskuva**, linssin taittokyky, **GAUSSIN KUVAUSLAKI eli kuvausyhtälö**, **kuvan piirtäminen**, linssisysteemit, kuvausvirheet, optiset laitteet (silmä, suurennuslasi, silmälasit, mikroskooppi, kiikarit, kaukoputket, kamera, spektrometriset laitteet)

### 4. KURSSI: Liikkeen lait

- **LIIKKEEN KUVAAMINEN JA GRAAFINEN ESITYS**, nopeus, kiihtyvyys,
- linearisointi, tasainen liike, tasaisesti kiihtyvä/hidastuva liike (MAOL s. 116(111)),
- hetkellinen ja keskimääräinen nopeus ja kiihtyvyys, [kaksiulotteinen liike], suhteellinen liike, [nopeus ja kiihtyvyys derivaattoina],
- **VOIMA, MEKANIIKAN PERUSLAIT** (Newtonin lait),
- voiman komponentit, **resultantti** eli kokonaisvoima, dynamiikan peruslaki eli liikeyhtälö (NII):  $\sum \vec{F} = m \vec{a}$ , tasapainoehto, voimien lait: **PAINOVOIMA** eli gravitaatiovoima, pinnan **tukivoima**, langan **jännitysvoima**, **KITKA**, **noste**, **väliaineen vastus**, (esim. ilman vastus), **harmoninen voima**,
- **kitkan lajit**: lepokitka, lähtökitka, liukukitka (liikekitka), vierimiskitka,
- **LIKEMÄÄRÄ, LIKEMÄÄRÄN SÄILYMLAKI, TÖRMÄYKSET**; kimmoisa ja kimmoton, **IMPULSSI**, **impulssiperiaate**, kuormittavat ja tasapainottavat voimat, **LIKKEYHTÄLÖ = dynamiikan peruslaki(NII)**: yksi kpl,
- kytketyt kpl:et (systeemin liikeyhtälö),
- **VOIMAN MOMENTTI, JÄYKÄN KAPPALEEN TASAPAINOEHDOT**:
$$\sum \vec{F} = \vec{0} \quad \text{ja} \quad \sum \vec{M} = \vec{0}$$
- painopiste, massakeskipiste, painopisteen ja massakeskipisteen määrittäminen, milloin kappale kaatuu?, tasapainon lajit, yksinkertaiset mekaaniset koneet

## 5. KURSSI: Pyörminen ja gravitaatio

- **KULMASUUREET**; kiertokulma  $\varphi$ , kiertymä  $\Delta\varphi$ , kulmanopeus  $\omega$ ,
- kulmakiihtyvyys  $\alpha$ , kierrostaajuus eli pyörimisnopeus  $n = \frac{1}{T}$ ,  $T$  = kierrosaika,
- $\omega = 2\pi n$ ,  $360^\circ = 2\pi \text{rad}$ , tasainen pyörminen, muuttuva pyörminen (= tasaisesti kiihtyvä/hidastuva pyörminen),
- ratasuuret; kulma- ja ratasuureiden väliset yhteydet:  
ratasiirtymä  $\Delta s = r\Delta\varphi$ , ratanopeus  $v = \omega r$ , tangenttikiihtyvyys  $a_t = r\alpha$ ,  
normaalikiihtyvyys  $\mathbf{a}_n = \mathbf{v}^2/r$ , kokonaiskiihtyvyys  $a$ , (MAOL s. 116(111))
- voiman momentti, pyörimisen jatkavuuden laki, tasapainoehdot,
- **PYÖRIMISEN LIIKEYHTÄLÖ eli peruslaki**  $\mathbf{M} = \mathbf{J}\alpha$
- **HITAUSMOMENTTI**  $\mathbf{J}$  (MAOL s. 118-119(113-114)), kitkamomentti,
- **PYÖRIMISEN LIIKE-ENERGIA eli ROTAATIOENERGIA**  $E_{rot} = \frac{1}{2} J \omega^2$ ,
- (Steinerin sääntö), momentin tekemä työ, momentin teho,
- **PYÖRIMISMÄÄRÄ eli liikemäärämomentti**  $\mathbf{L} = \mathbf{J}\omega$ ,
- **PYÖRIMISMÄÄRÄN SÄILYMSLAKI**: vapaan systeemin pyörimismäärä säilyy eli  $\mathbf{J}_1\omega_1 = \mathbf{J}_2\omega_2$ , **impulssimomenttiperiaate**  $I_M = \Delta L$ ,
- KAPPALE YMPYRÄRADALLA;
- keskeisvoima, keskeiskiihtyvyys eli normaalikiihtyvyys, heilurit;
- matemaattinen, fysikaalinen, kartioheiluri, heittoliike,
- KAPPALEEN YLEINEN LIIKE: **KAPPALE VIERII → etenee ja pyörii**,
- vierimisliikkeen liike-energia = etenemisen liike-energia + pyörimisen liike-energia,
- vieriminen (ehdot:  $v = \omega r$  ja  $a_t = r\alpha$ ), etenemisen ja pyörimisen liikeyhtälöt, kaarreaajo,
- **GRAVITAATIO**:
- **HEITTOLIIKE** (putoaminen, pystysuora heittoliike, vino heittoliike),  
*vino heittoliike: vaakaliike tasaista, pystyliike tasaisesti kiihtyvää ( $a = g$ )*
- Keplerin lait,
- **NEWTONIN PAINOVOIMALAKI eli gravitaatiolaki (yleinen vetovoimalaki)**,
- gravitaatiokenttä,
- sovelluksia: LIIKE GRAVITAATIOKENTÄSSÄ,
- **liikeyhtälö: gravitaatiovoima = keskeisvoima**,  
→ kiertolainen ympyräradalla, *taivaankappaleiden massojen määrittäminen*, kaksoistähdet,
- säilymislait taivaankappaleiden liikkeissä:
  - liikemäärän säilymlaki, pyörimismäärän säilymlaki, energian säilymlaki painovoimakentässä, pakonopeudet (1., 2. ja 3. pakonopeus)

## 6. KURSSI: Sähkö:

- *varaus = sähkövaraus = varautunut hiukkanen = varattu hiukkanen*
- sähkövaraus  $Q$ , sähkövarauksen säilymlaki, alkeisvaraus  $e$ , **COULOMBIN LAKI**,
- **sähkövirta = varausten liikettä**,  $I = dQ/dt$ , virrankuljettajat, virtapiiri,
- suljettu virtapiiri (virta kulkee), avoin virtapiiri (virta ei kulje),
- virran ja jännitteen mittaaminen: virtamittari eli ampeerimittari kytketään sarjaan ja jännitemittari eli volttimittari rinnan.
- **KIRCHHOFFIN I LAKI: tulevien virtojen summa = lähtevien virtojen summa**,
- $U = \text{napajännite}$ ,  $E = \text{lähdejännite}$ ,  $V = \text{potentiaali}$ ,
- **jännite = potentiaaliero eli  $U = \Delta V$** , maadoitus:  $V = 0$ ,
- **KIRCHHOFFIN II LAKI: jännitehäviöiden summa = lähdejännitteiden summa eli suljetulla kierroksella potentiaalimuutosten summa on nolla**,
- VASTUS = laite, jolla on resistanssia,
- **RESISTANSSI** = sähkön kulkua vastustava ominaisuus,  $R = U/I$ ,
- **OHMIN LAKI:  $U = RI$** ; *vakiolämpötilassa metallijohtimen pään välinen jännite on suoraan verrannollinen johtimessa kulkevaan virtaan eli  $U \sim I$* ,
- **RESISTIIVISYYS**  $\rho$  = materiaalin vaikutusta resistanssiin kuvaava ominaisuus,
- $R = \rho \frac{l}{A}$ , lämpötilan vaikutus resistanssiin,  $R = R_{20}(1 + \alpha \Delta t)$ ,
- **VASTUSTEN KYTKENNÄT: sarjakytkentä ja rinnankytkentä**,
  
- **JÄNNITELÄHTEET:** paristot, akut, kapasiteetti eli kuormituskyky ( $Ah$ ),
- **lähdejännite  $E$**  (piiri avoin: virta ei kulje,  $U = E$ ),
- **napajännite  $U$**  (piiri suljettu: virta kulkee,  $U < E$ ),
- **pariston kuormituskuorma** = jännite virran funktiona:  **$U = E - R_s I$** ,  
 $R_s$  = jännitelähteen (pariston) sisäinen resistanssi, oikosulkuvirta  $I_{\max}$  ( $U = 0$ ),
- **JÄNNITELÄHTEIDEN KYTKENNÄT: sarjakytkentä ja rinnankytkentä**,
- auton apukäynnistys --- rinnankytkentä !!,
  
- **ENERGIAN TUOTTO JA KULUTUS VIRTAPIIRISSÄ:**  $E = QU = I t \cdot U = UI t$ ,
- **$P = E/t = UI$ ,  $E = Pt$ ,  $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$ ,  $P = UI$  ja  $U = RI$**   
**→ JOULEN LAKI:  $P = RI^2$** ,
  
- sähkökenttä, **SÄHKÖKENTÄN VOIMAKKUUS:  $E = F/Q$** , kenttäviivaesitys,
- pistevarauksen sähkökenttä, homogeeninen sähkökenttä, johteet ja eristeet,
- **johte sähkökentässä:** influenssi ja johteen sisällä  $E = 0 \rightarrow$  Faradayn häkki,
- **eriste sähkökentässä:** polarisoituminen, permittiivisyys  $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ ,
- $\epsilon_0$  = tyhjiön permittiivisyys eli sähkövakio,  $\epsilon_r$  = väliaineen **suhteellinen permittiivisyys** (MAOL, s. 95(92)): suuruus ilmaisee kuinka paljon eriste heikentää ulkoista sähkökenttää, **SÄHKÖKENTÄN POTENTIAALI  $V = E_p/Q$** ,
- **potentiaalienergia  $E_p = QV$** ,
- **JÄNNITE = POTENTIAALIERO;  $U_{BA} = V_B - V_A$** , maadoitus:  $V = 0$ ,

- **SÄHKÖKENTÄN TEKEMÄ TYÖ  $W = QU$ ,**
- **homogeenisen sähkökentän potentiaali  $V = -Ex$ ,  $U = V_A - V_B = Ed$ ,** tasapotentiaalipinta:  $V$  sama,
- **kapasitanssi** = systeemin kyky varastoida sähkövarausta;  $C = Q/U$ , esim. kondensaattori,
- **VARATTU HIUKANEN SÄHKÖKENTÄSSÄ,**
- vaakasuora kenttä  $\rightarrow$  kiihtyys ( $a = F/m = QE/m = \text{vakio}$ )
- pystysuora kenttä  $\rightarrow$  liikkeen suunnan muutos:  $v_x = \text{vakio}$ ,  $v_y = at = QEt/m$  (vrt. vaakasuora heittoliike), ominaisvaraus =  $Q/m$ , Millikanin koe, **energiaperiaate**
- **homogeenisessa sähkökentässä:  $E_p^a + E_k^a = E_p^l + E_k^l \rightarrow$  SCHUSTERIN KAAVA:**
- $$QU = \frac{1}{2}mv^2 \quad (\text{sähkökentän kiihdytystyö} = \text{varauksen liike-energia}),$$
- elektronivoltti  $1 \text{ eV} = 1,6021773 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  (MAOL s. 68, 70),
- [dipoli, välittäjähiukkaset, pistevarauksen potentiaali, oskilloskooppi, katodisädeputki, Van de Graaf –kiihdytin, ukkonen ja salama],
- **KONDENSAATTORIT,**
- **kondensaattori = laite, johon voidaan varastoida sähkökentän energiaa,**
- koostuu kahdesta johdekappaleesta, joiden välissä on eriste,
- kondensaattorin varaaminen, **KAPASITANSSI = sähkövarauskyky;**
- **$C = Q/U$ ,** levykondensaattori:  $C = \epsilon_r \epsilon_o \frac{A}{d}$ , eristeen *polarisoituminen*,
- kondensaattorin läpilyöntikestävyys  $U_{\text{max}}$  = suurin jännite, jonka kondensaattori kestää, **KONDENSAATTORISYSTEEMIT; sarjakytkentä, rinnankytkentä,**
- **KONDENSAATTORIN SÄHKÖKENTÄN ENERGIA  $E_c = \frac{1}{2}CU^2$ ,**
- **TASAVIRTAPIIRIT**
- tasavirtapiirilaskut; periaatteet + merkisäännöt, Kirchhoffin lait,
- **JÄNNITTEEN, VIRRAN JA RESISTANSSIN MITTAAMINEN;**
- Wheatstonen silta, virran ja jännitteen samanaikainen mittaaminen, virtamittarin käyttöalueen laajentaminen sivuvastuksella, jännitemittarin käyttöalueen laajentaminen etuvastuksella, **VIRTAPIIRIN TEHONKULUTUS:**
- **Joulen laki:  $P = UI = RI^2$ ,**
- **PUOLIJOHTEET:**
- n-tyypin puolijohdeet ja p-tyypin puolijohdeet, puolijohdediodi  $\rightarrow$  tasasuuntaus,
- LED, fotodiodi, transistori, sähköturvallisuudesta

## 7. KURSSI: Sähkömagnetismi

- **MAGNETISMI:**
- magneettiset vuorovaikutukset, magneettien perusominaisuudet,
- sähkömagneettinen vuorovaikutus, MAGNEETTIKENTTÄ,
- **MAGNEETTIVUON TIHEYS**  $\vec{B}$ , yksikkö:  $[B] = Vs / m^2 = T (= tesla)$ ,
- magnetoituminen, väliaineen permeabiliteetti  $\mu = \mu_r \mu_0$ ,  
 $\mu_0$  = tyhjiön permeabiliteetti eli magneettivakio,  $\mu_r$  = **väliaineen suhteellinen permeabiliteetti** (MAOL s. 95-96(92-93)), magnetoitumisen atomaarinen selitys,
- magneettisuuden lajit: diamagneettiset aineet, paramagneettiset aineet, ferromagneettiset aineet (MAOL s. 96(93)), raudan magnetoituminen,
- **SÄHKÖVIRRRAN SYNNYTTÄMÄ MAGNEETTIKENTTÄ;**
- suoran virtajohtimen magneettikenttä, oikean käden sääntö (johdin),
- kahden suoran johtimen välinen magneettinen vuorovaikutus  $\rightarrow$  ampeerin määritelmä (MAOL s. 66),
- suoraan virtajohtimeen homogeenisessa magneettikentässä vaikuttava voima,  **$F = ILB\sin\alpha$** , oikean käden sääntö, johdesilmukan ja käämin magneettikenttä,
- johdesilmukka ja käämi magneettikentässä, oikean käden sääntö, momentti:  **$M = IBAsin\alpha$** ,  **$M = NIBAsin\alpha$** , käämin magneettikenttä,
- maan magneettikenttä (deklinaatio ja inkliinaatio),
- **VARATTU HIUKKANEN MAGNEETTIKENTÄSSÄ:**
- **magneettikentässä liikkuvaan varaukseen kohdistuva voima:**  
 **$F_m = QvB\sin\alpha$** , oikean käden sääntö,  **$F_m = QvB$** , kun  $v \perp B$ ,
- varatun hiukkasen rata magneettikentässä (liikeyhtälö eli rataehto):  
$$QvB = m \frac{v^2}{r} \quad (\text{ympyrä, kun } v \perp B)$$
- nopeuden valitsin:  $QvB = QE \rightarrow v = E/B$ ,
- [Hallin ilmiö], **syklotroni, massaspektrometri**,
- [magnetoiva kenttä eli magneettikentän voimakkuus H], hystereesi,
- **SÄHKÖMAGNEETTINEN INDUKTIO:**  
**johtimen ympärillä muuttuva magneettikenttä indusoi johteeseen jännitteen, joka aiheuttaa suljettuun virtapiiriin induktiovirran.**
- **LENZIN LAKI: induktiovirta on suunnaltaan sellainen, että sen vaikutukset vastustavat muutosta, joka aiheutti induktion,**
- **INDUKTIOLAKI suoralle johtimelle:  $e = lvB\sin\alpha$** ,  **$e = lvB$** , kun  $v \perp l$ ,
- **MAGNEETTIVUO:  $\Phi = BA\cos\alpha$** ,  **$\Phi = BA$** , kun kenttäviivat ( $\vec{B}$ ) ovat kohtisuorassa silmukan alaa vastaan,  
magneettivuo = kenttäviivojen lkm alaa kohti, yksikkö  $[B] = Vs = Wb (= weber)$ ,
- **INDUKTIOLAKI silmukalle ja käämille:**

$$e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad \text{ja} \quad e = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (N = \text{käämin kierrosluku})$$

**INDUKTIOLAKI** eli Faradayn Henryn laki: 
$$e = -\frac{d\Phi}{dt}$$

- kun johdinsilmukan läpäisevä magneettivuo  $\Phi$  muuttuu, silmukkaan indusoituu lähdejännite, joka on yhtä suuri kuin magneettivuon muutosnopeus eli magneettivuon derivaatta ajan suhteen,
- **negatiivinen etumerkki ilmaisee, että induktiojännitteen suunta on sellainen, että se vastustaa magneettikentän muutosta (Lenzin laki).**
- magneettivuo  $\Phi = BA\cos\alpha$  voi muuttua, kun
  - 1) magneettivuon tiheys B muuttuu,
  - 2) silmukan ala A muuttuu,
  - 3) silmukan asento muuttuu magneettikentässä,

### **ITSEINDUKTIO**

= **ilmiö, jossa johtimen muuttuva sähkövirta indusoi samaan johtimeen sähkövirran muutoksia vastustavan jännitteen,**

### **INDUKTANSSI L**

= **käämille ominainen suure, joka ilmaisee piirissä esiintyvän itseinduktioilmiön voimakkuuden eli käämin kyvyn vastustaa sähkövirran muuttumista,**  
(induktanssi on virtapiirin hitauden mitta),

→ käämin päiden välinen jännite 
$$E = RI + L\frac{dI}{dt}$$

### **KESKINÄISINDUKTIO**

= **ilmiö, joka esiintyy induktiivisesti kytketyissä käämeissä, jossa toisessa käämissä muuttuva sähkövirta aiheuttaa induktiojännitteen**

**toiseen käämiin:** 
$$E_2 = -M\frac{dI_1}{dt}$$

- **käämit ovat induktiivisesti kytketyt, jos toisen käämin magneettikenttä kulkee kokonaan tai osittain toisen käämin läpi,**
- **induktiovirran teho  $P = RI^2$ ,**

- **käämin MAGNEETTIKENTÄN ENERGIA** 
$$E_B = \frac{1}{2}LI^2,$$

### **INDUKTIOILMIÖN SOVELLUKSIA:**

- **generaattori, sähkömoottori, pyörrevirrat, magneettinen levitaatio, suprajohteet (MAOL s. 96(93)),**

- **pyörrevirrat = ovat johdekappaleissa esiintyviä pyörteisiä sähkövirtoja, joita syntyy kappaleen lävistävän magneettivuon muuttuessa,**

- **pyörrevirtojen suunta on sellainen, että niiden vaikutukset pyrkivät kumoamaan muutoksen, joka ne aiheuttaa (Lenzin laki),**

**pyörrevirtojen hyötykäyttö:**

1) *pyörrevirtojen voimavaikutus* → induktiojarrut (mittarit, vaa'at, junat), autojen ja moottoripyörien nopeusmittarit (induktiokytkin), induktiomoottorit, kWh-mittarit,

2) *pyörrevirtojen lämpövaikutus* → induktiouunit (metallien sulatus), induktioliedet, metallinilmaisimet,

**pyörrevirtojen haittoja:** tehohäviöt muuntajissa ja sähkömoottoreissa, magneettiset myrskyt,

- **VAIHTOVIRTA** = sähkövirta, jonka suunta muuttuu jaksollisesti,

$$u = \hat{u} \sin \omega t = \hat{u} \sin 2\pi ft \quad i = \hat{i} \sin \omega t = \hat{i} \sin 2\pi ft$$

- virran ja jännitteen TEHOLLISET ARVOT: 
$$U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} \quad I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$$

- Suomessa:  $U = 230 \text{ V}$ ,  $\hat{u} = 325 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ,

- **Vastus vaihtovirtapiirissä: virta ja jännite ovat samassa vaiheessa**

- **Kondensaattori vaihtovirtapiirissä: jännite on vaihe-eron  $\frac{\pi}{2}$  virtaa jäljessä**

Kondensaattorin kapasitiivinen reaktanssi 
$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$
,  $\omega = 2\pi f$ , yksikkö:  $|X_C| = \Omega$

= kondensaattorin vaihtovirtaa vastustava ominaisuus

- **Käämi vaihtovirtapiirissä: jännite on vaihe-eron  $\frac{\pi}{2}$  virtaa edellä**

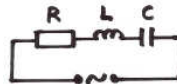
(ideaalinen käämi:  $R = 0$ )

Käämin induktiivinen reaktanssi 
$$X_L = \omega L$$
,  $\omega = 2\pi f$ , yksikkö:  $|X_L| = \Omega$

= käämin vaihtovirtaa vastustava ominaisuus (käämi = kuristin vaihtovirralla),

- vastus, käämi ja kondensaattori sarjassa vaihtovirtapiirissä (RLC-PIIRI);

- **IMPEDANSSI;** 
$$Z = \frac{\hat{u}}{\hat{i}} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$



= vaihtovirtapiirin sähkövirtaa vastustava ominaisuus, yksikkö:  $|Z| = \Omega$ .

- **induktiivinen reaktanssi;**  $X_L = \omega L$ , **kapasitiivinen reaktanssi;**  $X_C = \frac{1}{\omega C}$ ,

- (reaktanssi eli näennäisvastus;  $X = X_L - X_C$ ),

- **jännitteen ja sähkövirran välinen VAIHE-ERO  $\varphi$ ;** 
$$\tan \varphi = \frac{X_L - X_C}{R}$$
,

- **vastuksessa virta ja jännite ovat samassa vaiheessa, käämissä jännite on edellä virtaa ja kondensaattorissa jännite on jäljessä virtaa**

- tehollisille arvoille pätee:  **$U = ZI$**  (Ohmin lain yleistys), Kirchhoffin lait, (vastaavasti myös huippuarvoille)

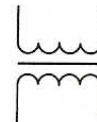
- **RESONANSSITAAJUUS;** 
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$
,  $L$  = käämin induktanssi.

$C$  = kondensaattorin kapasitanssi

- **VAIHTOVIRRRAN TEHO;**  **$P = UI \cos \varphi$**  (= pätöteho),  $\cos \varphi = \text{ns. tehokerroin}$  tai myös:  **$P = RI^2$**

- **ENERGIAN SIIRTO SÄHKÖVIRRRAN AVULLA:**

- **MUUNTAJA:** kaksi toisiinsa induktiivisesti kytkettyä käämiä yhteisen rautasydämen ympärillä



- sähköenergian siirto, **virran ja jännitteen muunto sopivaksi,**

**muuntajayhtälö;** 
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

- **Sähköenergian siirto** (suurilla jännitteillä, pienillä virroilla)

- kolmivaihevirta ja kolmivaihemoottori

- **SÄHKÖMAGNEETTINEN VIESTINTÄ**

- **Sähkömagneettinen säteily** (MAOL s. 87(84))  $c = \lambda f$   $E = hf$   
 = poikittaista aaltoliikettä, joka etenee valon nopeudella  
 ja jossa sähkökenttä ja magneettikenttä värähtelevät kohtisuorasti toisiaan vastaan

- **Sähkömagneettinen värähtelypiiri**

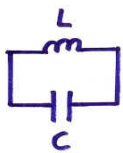
- 1) sarjaresonanssi      2) rinnakkaisresonanssi

$I = \frac{U}{Z}$  on minimissä  $\left( I = \frac{U}{R} \right)$ , kun  $Z$  on minimissä ( $Z=R, \varphi = 0$ )  $\rightarrow X_L - X_C = 0$

$\rightarrow \omega_o L = \frac{1}{\omega_o C} \rightarrow 2\pi f_o L = \frac{1}{2\pi f_o C}$

$\rightarrow$  **RESONANSSITAAJUUS;**  $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  (MAOL s. 126(121))

**LC-värähtelypiiri:**

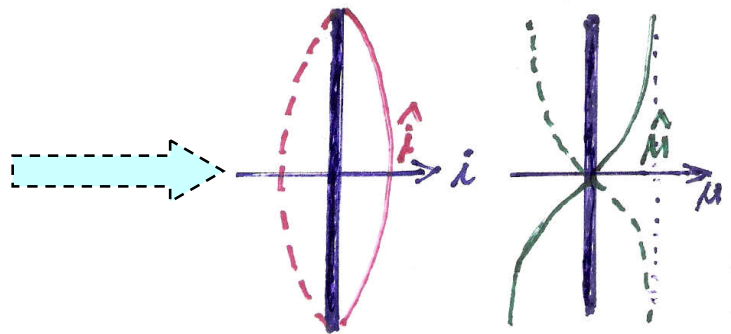
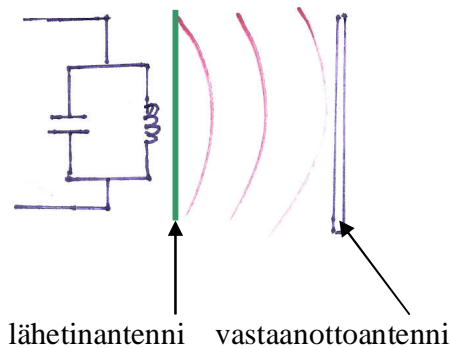


$E = \frac{1}{2}CU^2 + \frac{1}{2}LI^2 = \text{vakio}$

$\rightarrow \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}LI^2$

- **Avoin värähtelypiiri ja antennit**

- dipoliantenni eli puolialtoantenni;  $\lambda = 2L$ ,  $L$  = antennin pituus,  $\lambda$  = aallonpituus



virran ja jännitteen seisova aaltoliike dipoliantennissa

## **8. KURSSI: Aine ja säteily:**

- **Sähkömagneettinen säteily** (MAOL s. 87 (84)),  $c = \lambda f$ ,
- mustan kappaleen säteily,
- **Kvantittuminen**
- VALOSÄHKÖINEN ILMIO, Planckin kvanttihypoteesi (Planckin laki), FOTONI;
- fotonin energia, massa, liikemäärä, atomin energiatasokaavio, atomin energiatilat,
- atomin kuorimalli, fluoresenssi, resonanssifluoresenssi, fosforesenssi,
- vetyatomin spektriviivojen aallonpituudet,
- RÖNTGENSÄTEILY; synty, ominaisuudet, käyttö, Braggin laki,
- Comptonin ilmiö (sironta),
- **Suhteellisuusteoriaa**
- suhteellisuusteorian postulaatit,
- pituuden kontraktio, ajan dilataatio, massan kasvu, massan ja energian ekvivalenssi,
- systeemin sidosenergia, lepomassattomat hiukkaset, esim. fotonit,  $v = c$  !
- (SUHTEELLISUUSTEORIAN KAAVAT, (ks. MAOL s.128 (121)),
- klassinen mekaniikka on korvattava suhteellisuusteorialla, kun  $v \geq 0,1 \cdot c$
- **DUALISMI** ("kaksinaisuus"): hiukkasmalli ja aaltomalli
- valon dualistinen luonne,
- Louis de Broglie'n aineaaltohypoteesi (de Broglie'n yhtälöt) --->
- AINEAALLOT eli de Broglie'n aallot, (kaksoisrakokoe),
- Heisenbergin epämääräisyysperiaate, hiukkassuihkun diffraktio,
- **Atomimallit ja aineen rakenne:**
- Daltonin atomimalli, Thomsonin atomimalli, Rutherfordin atomimalli,
- BOHRIN ATOMIMALLI, Sommerfeldin atomimalli, (Franckin ja Hertzin koe),
- KVANTTIMEKAANINEN ATOMIMALLI, stationaariset tilat, tilafunktio,
- Schrödingerin yhtälö, todennäköisyystulkinta, kvanttiluvut, elektronikonfiguraatiot, (ks. MAOL s. 132-133 (128-129))
- kemiallinen sidos, kiinteän aineen rakenne,
- PUOLIOHTEET: n-tyypin ja p-tyypin puolijohteet, puolijohdediodi → tasasuuntaus,
- LED, fotodiodi, PTC- ja NTC-puolijohteet, transistori: pnp, npn, transistorin käyttö: kytkimenä ja vahvistimena, ...
- **YDINFYSIIKKA:**
- atomiytimen rakenne,
- massaluku A (= nukleoniluku,  $A = N+Z$ ), varausluku Z (= järjestysluku, protonien lukumäärä), N = neutroniluku, isotooppi, nuklidi, VAHVA VUOROVAIKUTUS,
- SIDOSENERGIA:  $E_B = \Delta m \cdot c^2$ , MASSAVAJE, SIDOSOSUUS, sidososuuskäyrä,
- FISSION, FUUSIO, ydinreaktiot, radioaktiivisuus, ydinreaktioiden säilymlakeja,
- RADIOAKTIIVISUUDEN LAJIT;
- alfahajoaminen, beetahajoaminen, gammäsäteily, reaktioenergia eli Q-arvo,
- (tunneli-ilmiö), neutriino, elektronisieppaus, hajoamissarjat, annihilaatio,
- parinmuodostus, neutronisäteily, HAJOAMISLAKI;
- puoliintumisaika, hajoamisvakio, aktiivisuus, (ks. MAOL s.102-106(99-103)),
- radioaktiivinen iänmääritys; radiohiiliajoitus (radiohiilimenetelmä),
- säteilyn vaimeneminen, HEIKKENEMISLAKI; puoliintumispaksuus,

- matkavaimennuskerroin eli heikennyskerroin, säteilysuojelu,
  - säteilysuojelu: ionisoiva ja ionisoimaton säteily,
  - säteilyn vaikutukset, säteilyn yksiköitä ja biologisia vaikutuksia;
  - (ks. MAOL s. 67,70,101(98)),
  - säteilyn hyötykäyttöesimerkkejä,
  - fissio ja energiantuotanto, ydinvoimalan toimintaperiaate,
  - ydinfysikaaliset ilmaisimet ja mittalaitteet,
  - hiukkasfysiikka: perushiukkaset, välittäjähiukkaset,
  - (MAOL s.107-108(104)),
- MIKÄ ON FYSIKAALINEN PERUSTA YDINENERGIAN VAPAUTTAMISELLE FISSIOSSA JA FUUSIOSSA ?