

	Lecture 01	Mitä tarkoittaa fluidi? Mitkä lait pitää toteutua virtauksessa? Aineominaisuudet Viskositeetti, liukumattomuusehto Leikkausjännitys ja Newtonilainen fluidi	Intro Fluid Mechanics	Fluidin määritelmä Virtauksen luokittelu Liukumattomuusehto Viskoosi virtaus Laminaari virtaus Turbulentti virtaus Reynoldsin luku Machin luku Systeemi Suureet ja yksiköt Dimensiohomogeenisuus Yksikkömuunnokset Massa Newtonin toinen laki Painovoima Putoamiskiihtyvyys Paino Merkitsevät numerot
0. Johdatus virtausmekaniikkaan	Lecture 02	Viskositeetti (osittain sama kuin Lecture 01) Kahden kerroksen virtaus Ei-Newtonilainen fluidi Puristuvuus	Fluid Properties	Kontinuumi Tiheys Ominaispaino Ideaalikaasulaki Lämpötila (eri asteikot) Paine (eri määritelmät) Ilmapuntari Manometri Bourdon-kaarellinen painemittari Ilman paine renkaassa Paineen yksiköt Höyrypaino Kavitaatio Äännopeus Machin luku Newtonilainen fluidi Dynaaminen viskositeetti Pintajännitys Tensidi Kapillaariset ilmiöt
	Lecture 03	Hydrostaatiikka Fluidielementti Pascalin laki Painovoima Hydrostaattinen paine Puristuvan fluidin paine (ideaalikaasulla) Standardi-ilmakehän paine	Fluid Properties	Kontinuumi Tiheys Ominaispaino Ideaalikaasulaki Lämpötila (eri asteikot) Paine (eri määritelmät) Ilmapuntari Manometri Bourdon-kaarellinen painemittari Ilman paine renkaassa Paineen yksiköt Höyrypaino Kavitaatio Äännopeus Machin luku Newtonilainen fluidi Dynaaminen viskositeetti Pintajännitys Tensidi Kapillaariset ilmiöt
1. Levossa oleva fluidi ja paine	Lecture 04	Absoluuttinen paine, manometripaine Manometrin periaate Voima levossa olevassa fluidissa Voimakeskio levossa olevassa fluidissa Voima kaarevalla pinnalla	Fluid Statics 1	Hydrostaattinen paine Pascalin laki Hydrostaattinen voima vaakapinnalle Hydrostaattinen voima pystypinnalle Painekeskio Voimakeskio Hydrostaattinen voima tasopinnalle Pintahitus Yhdensuuntaisten akseleiden sääntö Laskuesimerkki (pystysuora levy) Voima kaarevalle pinnalle Laskuesimerkki (kaareva pinta)
	Lecture 05	Esimerkki voiman laskennasta upotetulle kappaleelle Uppouman nostovoima Kiinteän kappaleen liikkeen vaikutus paineeseen	Fluid Statics 2	Laskuesimerkki (kaareva astia) Uppouman nostovoima Laskuesimerkki (uppouman nostovoima) Hydrostaattinen paine kiihtyvässä liikkeessä Hydrostaattinen paine pyörivässä liikkeessä Laskuesimerkki (pyörivä astia)

	<p>Lecture 06 Virtaviivat Nopeuskenttä Ajastariippumaton virtaus Virtaviivakoordinaatit Bernoullin yhtälön johto Liiketyhtälö virtaviivan normaalin suuntaan</p>	<p>Fluid Kinematics 1</p>	<p>Lagrangen ja Eulerin kuvaustavat Paine-, nopeus- ja kiihtyvyydentilat Gradientti, divergenssi ja pistetulo Laskuesimerkkejä (nopeus ja kiihtyvyyt) Materiaaliderivaatta Laskuesimerkkejä (materiaaliderivaatta) Rataviiva, juovaviiva, virtaviiva Esimerkki (virtaviiva)</p>
	<p>Lecture 08 Kysymyksiä aiemmista aiheista Paine virtaviivojen poikki Venturi-putki ja virtaaman mittaaminen Bernoullin yhtälön käyttö (tankki ja vapaa suihku) Vena contracta -ilmiö Kavitaatio</p>	<p>Bernoulli 1</p>	<p>Massa- ja tilavuusvirta Keskimääräinen nopeus Laskuesimerkki (massavirta) Kokonaisenergian säilyminen Bernoullin yhtälön johtaminen Bernoullin yhtälön eri muodot Laskuesimerkkejä (Bernoullin yhtälön käyttö) Torricellin yhtälö Laskuesimerkki (Torricellin yhtälön soveltaminen)</p>
<p>2. Fluidin liike ja Bernoullin yhtälö</p>	<p>Lecture 09 Fluidin liike Virtaviiva Eulerin ja Lagrangen kuvaustavat Rataviiva, juovaviiva Kinematiikka Virtaviivat nopeuskentästä Rataviivat nopeuskentästä</p>	<p>Momentum CV</p>	<p>Työntövoima ja liikemäärän tase Laskuesimerkki (johdatus kulmaliikemäärään) Kulmaliikemäärän tase Laskuesimerkki (keskipakopumppu) Laskuesimerkki (sadetin) Laskuesimerkki (Torricellin soveltaminen) Laskuesimerkki (Laajennettu Bernoulli ja liikemäärän tase) Laskuesimerkki (materiaaliderivaatta) Laskuesimerkki (fluidialkion deformaatio)</p>
	<p>Lecture 10 Kysymyksiä aiemmista aiheista Reynoldsin luku Kriittinen Reynoldsin luku Partikkelikiikkyvyys (Lagrange vs. Euler) Materiaaliderivaatta Lokaali- ja konvektiikiikkyvyys</p>		
	<p>Lecture 11 Materiaaliderivaatan ominaisuuksia Epälineaarisuus Esimerkki: kiihtyvyyt diffuusioreissa Kontrollitilavuus ja systeemi Reynoldsin kuljetuslause Yksinkertainen muoto Yleinen muoto</p>		
	<p>Lecture 07 Kysymyksiä aiemmista aiheista Kertausta (virtaviiva, Bernoulli) Bernoullin termien nimet Painekorkeudet Pitot-putki Johdatus venturi-putkeen</p>	<p>Bernoulli 1</p>	<p>Massa- ja tilavuusvirta Keskimääräinen nopeus Laskuesimerkki (massavirta) Kokonaisenergian säilyminen Bernoullin yhtälön johtaminen Bernoullin yhtälön eri muodot Laskuesimerkkejä (Bernoullin yhtälön käyttö) Torricellin yhtälö Laskuesimerkki (Torricellin yhtälön soveltaminen)</p>
<p>3. Bernoullin yhtälön käyttö</p>	<p>Lecture 08 Kysymyksiä aiemmista aiheista Paine virtaviivojen poikki Venturi-putki ja virtaaman mittaaminen Bernoullin yhtälön käyttö (tankki ja vapaa suihku) Vena contracta -ilmiö Kavitaatio</p>	<p>Bernoulli 2</p>	<p>Kertaus (kokonaisenergian säilyminen) Laskuesimerkki (kokonaisenergia) Suutin ja Venturi-putki Laskuesimerkki (Venturi) Pitot-putki Bernoulli putkivirtauksille (profiili-korjaus) Lappo/imujuoksutin Laskuesimerkki (suihkun korkeus) Laskuesimerkki (pumpun vaikutus) Laajennettu Bernoullin yhtälö</p>
		<p>Momentum CV</p>	<p>Työntövoima ja liikemäärän tase Laskuesimerkki (johdatus kulmaliikemäärään) Kulmaliikemäärän tase Laskuesimerkki (keskipakopumppu) Laskuesimerkki (sadetin) Laskuesimerkki (Torricellin soveltaminen) Laskuesimerkki (Laajennettu Bernoulli ja liikemäärän tase) Laskuesimerkki (materiaaliderivaatta) Laskuesimerkki (fluidialkion deformaatio)</p>

	Lecture 11	Materiaaliderivaatan ominaisuuksia Epälineaarisuus Esimerkki: kiihtyvyyden diffuusiorissa Kontrollitilavuus ja systeemi Reynoldsin kuljetuslause Yksinkertainen muoto Yleinen muoto	Fluid Kinematics 2	Fluidialkion deformaatio Pyörteisyys Reynoldsin kuljetuslause Massan säilyminen Energian säilyminen Liikemäärän säilyminen
4. Kontrollitilavuusajattelu ja massan säilyminen	Lecture 12	Kertausta Reynoldsin kuljetuslauseen yleistämisestä Normaalinopeuden merkitys Massan säilyminen kontrollitilavuudessa ($B=m$) Esimerkki: suuttimen massavuo Newtonin II laki kontrollitilavuudelle	Bernoulli 1	Massa- ja tilavuusvirta Keskimääräinen nopeus Laskuesimerkki (massavirta) Kokonaisenergian säilyminen Bernoullin yhtälön johtaminen Bernoullin yhtälön eri muodot Laskuesimerkkejä (Bernoullin yhtälön käyttö) Torricellin yhtälö Laskuesimerkki (Torricellin yhtälön soveltaminen)
			Linear Momentum 1	Newtonin toinen laki ja liikemäärä Laskuesimerkkejä (voima ja kiihtyvyyden) Liikemäärän tase (kontrollitilavuus) Laskuesimerkkejä (liikemäärän tase) Liikemäärän korjauskerroin nopeusprofiilille Laskuesimerkki (keskimääräinen nopeus, energian korjauskerroin, liikemäärän korjauskerroin)
5. Liikemäärän ja kulmaliikemäärän säilyminen	Lecture 12	Kertausta Reynoldsin kuljetuslauseen yleistämisestä Normaalinopeuden merkitys Massan säilyminen kontrollitilavuudessa ($B=m$) Esimerkki: suuttimen massavuo Newtonin II laki kontrollitilavuudelle	Fluid Kinematics 2	Fluidialkion deformaatio Pyörteisyys Reynoldsin kuljetuslause Massan säilyminen Energian säilyminen Liikemäärän säilyminen
	Lecture 13	Kysymyksiä aiemmista aiheista Kertaus Newtonin II laista kontrollitilavuudelle RTT:n tyypilliset yksinkertaistukset Vakionopeus, -tiheys ja tasopinta Ajastariippumaton virtaus Massavirratt samat Esimerkki: yksinkertaistettu suihkumootori Esimerkki: suihku kaltevaa tasoa vasten	Momentum CV	Työntövoima ja liikemäärän tase Laskuesimerkki (johdatus kulmaliikemäärään) Kulmaliikemäärän tase Laskuesimerkki (keskipakopumppu) Laskuesimerkki (sadetin) Laskuesimerkki (Torricellin soveltaminen) Laskuesimerkki (Laajennettu Bernoulli ja liikemäärän tase) Laskuesimerkki (materiaaliderivaatta) Laskuesimerkki (fluidialkion deformaatio)
	Lecture 14	Esimerkki: Suihku ja kalteva taso loppuun RTT ja energia Energia-yhtälö vs. Bernoulli Tuotu energia ja häviöt Paine- korkeudet Esimerkki: altaat ja pumppu	Linear Momentum 1	Newtonin toinen laki ja liikemäärä Laskuesimerkkejä (voima ja kiihtyvyyden) Liikemäärän tase (kontrollitilavuus) Laskuesimerkkejä (liikemäärän tase) Liikemäärän korjauskerroin nopeusprofiilille Laskuesimerkki (keskimääräinen nopeus, energian korjauskerroin, liikemäärän korjauskerroin)
			Linear Momentum 2	Kertaus (liikemäärän tase kontrollitilavuudelle) Laskuesimerkkejä nopeusprofiilille (keskimääräinen nopeus, massavuo, liikemäärävuoto, liikemäärän korjauskerroin) Laskuesimerkkejä (liikemäärän tase) Kulmaliikemäärän tase kontrollitilavuudelle Laskuesimerkki (kulmaliikemäärän tase)

<p>Lecture 14</p> <p>6. Energiayhtälö, häviöt ja laajennettu Bernoulli</p>	<p>Esimerkki: Suihku ja kalteva taso loppuun</p> <p>RTT ja energia</p> <p>Energiayhtälö vs. Bernoulli</p> <p>Tuotu energia ja häviöt</p> <p>Painekorkeudet</p> <p>Esimerkki: altaat ja pumppu</p>	<p>Fluid Kinematics 2</p> <p>Bernoulli 2</p> <p>Bernoulli 3</p>	<p>Fluidiätkion deformaatio</p> <p>Pyörteisyys</p> <p>Reynoldsin kuljetuslause</p> <p>Massan säilyminen</p> <p>Energian säilyminen</p> <p>Liikemäärän säilyminen</p> <hr/> <p>Kertaus (kokonaisenergian säilyminen)</p> <p>Laskuesimerkki (kokonaisenergia)</p> <p>Suutin ja Venturi-putki</p> <p>Laskuesimerkki (Venturi)</p> <p>Pitot-putki</p> <p>Bernoulli putkivirtauksille (profiili-korjaus)</p> <p>Lappo/imujuoksutin</p> <p>Laskuesimerkki (suihkun korkeus)</p> <p>Laskuesimerkki (pumpun vaikutus)</p> <p>Laajennettu Bernoullin yhtälö</p> <hr/> <p>Laskuesimerkki (vesiturbiini)</p> <p>Kertausta (suihkun korkeus, pumpun vaikutus, laajennettu Bernoulli)</p> <p>Laskuesimerkki (häviöt ja pumppu)</p>
--	--	---	---

	<p>Lecture 15</p> <p>Johdatus differentiaalimuotoon Infinitesimaalinen alkio Kertausta matematiikasta Taylorin sarja Vektorimuotoiset differentiaalioperaattorit Fluidialkion deformaatio Venymä Leikkaus Rotaatio Miten rotaatiota syntyy seinällä</p>	<p>Fluid Kinematics 2</p>	<p>Fluidialkion deformaatio Pyörteisyys Reynoldsin kuljetuslause Massan säilyminen Energian säilyminen Liikemäärän säilyminen</p>
	<p>Lecture 16</p> <p>Kertausta pyörteisyyden syntymisestä seinällä Differentiaalimuotoisen jatkuvuusyhtälön johto Jatkuvuusyhtälön tulkinta Kokoonpuristumaton yhtälö Esimerkki annetun virtauskentän avulla Pyörteettömyys Massan säilyminen Virtafunktio Virtafunktion määrittelmä Virtafunktio ja virtaviiva Virtafunktio ja tilavuusvirta Esimerkki: annetun virtafunktion virtaviiva</p>	<p>Momentum CV</p>	<p>Työntövoima ja liikemäärän tase Laskuesimerkki (johdatus kulmaliikemäärään) Kulmaliikemäärän tase Laskuesimerkki (keskipakopumppu) Laskuesimerkki (sadetin) Laskuesimerkki (Torricellin soveltaminen) Laskuesimerkki (Laajennettu Bernoulli ja liikemäärän tase) Laskuesimerkki (materiaaliderivaatta) Laskuesimerkki (fluidialkion deformaatio)</p>
<p>7. Differentiaalimuotoinen jatkuvuusyhtälö</p>	<p>Lecture 17</p> <p>Esimerkki: edellisen luennon virtafunktion tilavuusvirta Kysymyksiä vektoreista ja deformaatiosta Newtonin toinen laki Kertaus Newtonin toisesta laista ilman kitkaa Jännitystensori (virhe kohdassa 38min paineessa) Newtonilaisen fluidin jännitystensori Navier-Stokes -yhtälö</p>	<p>Differential Fluid Analysis 1</p>	<p>Differentiaaliset virtausyhtälöt ja niiden termit Vektorimuotoiset differentiaalioperaatiot Laskuesimerkkejä operaatioista Divergenssilause Jatkuvuusyhtälön johto divergenssilauseen avulla</p>
		<p>Differential Fluid Analysis 2</p>	<p>Lyhyt kertaus differentiaalimuotoisista virtausyhtälöistä Laskuesimerkki (divergenssilause) Jatkuvuusyhtälön eri muotoja Jatkuvuusyhtälön johto differentiaalisella kontrollitilavuudella Virtafunktio Laskuesimerkki (virtafunktio) Liikemääräyhtälön johto divergenssilauseen avulla (Cauchyn yhtälö) Jännitystensori Navier-Stokes -yhtälöt Yhtälöiden komponenttimuoto Laskuesimerkki (yhdistetty Couette-Poiseuille -virtaus) Laskuesimerkki (Poiseuille-virtaus) Yhtälöt sylinterikoordinaatistossa Yhteenvedo differentiaaliyhtälöistä</p>
<p>8. Differentiaalimuotoinen liikemääräyhtälö</p>	<p>Lecture 17</p> <p>Esimerkki: edellisen luennon virtafunktion tilavuusvirta Kysymyksiä vektoreista ja deformaatiosta Newtonin toinen laki Kertaus Newtonin toisesta laista ilman kitkaa Jännitystensori (virhe kohdassa 38min paineessa) Newtonilaisen fluidin jännitystensori Navier-Stokes -yhtälö</p> <p>Lecture 22</p> <p>Kertausta Navier-Stokes yhtälöistä Couette-virtauksen ratkaiseminen Poiseuille-virtauksen ratkaiseminen Yhdistetyn Couette- ja Poiseuille-virtauksen ratkaiseminen</p> <p>Lecture 23</p> <p>Couette-Poiseuille -virtaus jatkuu Tilavuusvirta Hagen-Poiseuille -virtauksen ratkaiseminen Nopeusprofiili Tilavuusvirta Keskimääräinen nopeus Maksiminopeus Laadullinen kuvaus koaksiaaliseen putkivirtaukseen</p>	<p>Differential Fluid Analysis 2</p>	<p>Lyhyt kertaus differentiaalimuotoisista virtausyhtälöistä Laskuesimerkki (divergenssilause) Jatkuvuusyhtälön eri muotoja Jatkuvuusyhtälön johto differentiaalisella kontrollitilavuudella Virtafunktio Laskuesimerkki (virtafunktio) Liikemääräyhtälön johto divergenssilauseen avulla (Cauchyn yhtälö) Jännitystensori Navier-Stokes -yhtälöt Yhtälöiden komponenttimuoto Laskuesimerkki (yhdistetty Couette-Poiseuille -virtaus) Laskuesimerkki (Poiseuille-virtaus) Yhtälöt sylinterikoordinaatistossa Yhteenvedo differentiaaliyhtälöistä</p>

9. Kitkaton virtaus ja potentiaaliteoria	Lecture 18 Pyörteetön virtaus Pyörteettömyys ja nopeuspotentiaali Jatkuvuusyhtälö ja Laplacen yhtälö Laplace ja nopeudet eri koordinaatistoissa Potentiaali- ja virtafunktio Esimerkki: virtafunktio annetusta potentiaalista
10. Potentiaaliteorian perusratkaisut ja superponointi	Lecture 19 Kysymyksiä potentiaaliteoriasta Perusratkaisut Homogeenivirtaus Lähde/nielu ja massavuo Pyörre ja sirkulaatio Dipoli
	Lecture 20 Potentiaalivirtauksen perusratkaisut Dipoli Dipolin fysikaalinen tulkinta Ratkaisujen superpositio Homogeenivirtaus ja lähde Patovirtaviiva Ratkaisun fysikaalinen tulkinta
	Lecture 21 Ratkaisujen superpositio Rankinen ovaali lyhyesti Homogeenivirtaus ja dipoli Patovirtaviiva Fysikaalinen tulkinta Painejakauma ja voima Homogeenivirtaus, dipoli ja pyörre Virtaviivat ja patopisteet Nostovoima

11. Dimensioanalyysi	<p style="text-align: center;">Dimensional Analysis</p>	<p>Johdanto dimensioanalyysiin Perussuureet ja yksiköt Dimensiohomogenisuus Similaarisuus (geometrinen, kinemaattinen, dynaaminen) Toistuvien muuttujien menetelmä (Buckinghamin Pi-teoreema) Laskuesimerkkejä (toistuvien muuttujien menetelmä) Tyypilliset dimensiottomat kertoimet Laskuesimerkki (mallikoetulosten skaalaus) Tylppien kappaleiden vastus Laskuesimerkki (yksi Pi-termi)</p>
12. Mallikokeet	<p style="text-align: center;">Dimensional Analysis</p>	<p>Johdanto dimensioanalyysiin Perussuureet ja yksiköt Dimensiohomogenisuus Similaarisuus (geometrinen, kinemaattinen, dynaaminen) Toistuvien muuttujien menetelmä (Buckinghamin Pi-teoreema) Laskuesimerkkejä (toistuvien muuttujien menetelmä) Tyypilliset dimensiottomat kertoimet Laskuesimerkki (mallikoetulosten skaalaus) Tylppien kappaleiden vastus Laskuesimerkki (yksi Pi-termi)</p>

13. Putkivirtaukset	Internal Flow 1	<p>Laminaarinen nopeusprofiili ja keskimääräinen nopeus Laskuesimerkki laminaari profiili (keskimääräinen ja paikallinen nopeus) Laskuesimerkki turbulenti profiili (keskimääräinen nopeus) Laminaari ja turbulenti putkivirtaus sekä kriittinen Reynoldsin luku Putken poikkileikkausten mitat Laskuesimerkki (kriittinen Reynoldsin luku) Kehittymisvyöhyke ja täysin kehittynyt virtaus Laminaariprofiilin johtaminen Laminaarivirtauksen painehäviö ja kitkakerroin Laskuesimerkki (häviöt laminaarivirtauksessa) Laminaarivirtaus ei-pyöreissä putkissa Laskuesimerkki (häviön muutos, kun nopeus muuttuu) Turbulenti putkivirtaus ja pinnankarheus Turbulentin putkivirtauksen kitkahäviö Moody-diagrammi</p>
	Internal Flow 2	<p>Laskuesimerkkejä (Moody-diagrammi) Kitka-, kerta ja kokonaishäviö Laajennettu Bernoulli Laskuesimerkkejä (putkiston häviöt) Kertahäviö eri tilanteissa Laskuesimerkki (kertahäviö) Putkistojärjestelmä Laskuesimerkki (virtaama annetulla putkistolla)</p>
	Internal Flow 3	<p>Kertausta laskuesimerkeistä (virtaama annetulla putkistolla) Laskuesimerkkejä (virtaama annetulla putkistolla) Laskuesimerkki (pumpun teho annetulla putkistolla) Virtaaman mittaaminen Laskuesimerkki (virtaaman mittaaminen) Laskuesimerkki (laminaarivirtauksen painehäviö)</p>
14. Putkivirtausten ratkaiseminen	Internal Flow 2	<p>Laskuesimerkkejä (Moody-diagrammi) Kitka-, kerta ja kokonaishäviö Laajennettu Bernoulli Laskuesimerkkejä (putkiston häviöt) Kertahäviö eri tilanteissa Laskuesimerkki (kertahäviö) Putkistojärjestelmä Laskuesimerkki (virtaama annetulla putkistolla)</p>
	Internal Flow 3	<p>Kertausta laskuesimerkeistä (virtaama annetulla putkistolla) Laskuesimerkkejä (virtaama annetulla putkistolla) Laskuesimerkki (pumpun teho annetulla putkistolla) Virtaaman mittaaminen Laskuesimerkki (virtaaman mittaaminen) Laskuesimerkki (laminaarivirtauksen painehäviö)</p>
	Turbomachinery 1	<p>Pumput ja turbiinit Keskipakopumpu Rakenne Virtaus Suorituskykyyn liittyvät suureet Suorituskyvyn esittäminen ja pumppuperhe Laskuesimerkki (pumpun teho) Pumpun kavitaatio ja NPSH-arvot Laskuesimerkki (NPSH)</p>

15. Pyörivät virtauskoneet

Turbomachinery 2

Kertausta (pumput, turbiinit)
Esimerkkejä (pumpun moottoriteho, NPSH)
Laskuesimerkki (putkiston painehäviö tietyllä tilavuusvirralla)
Laskuesimerkki (putkiston painehäviö eri tilavuusvirroilla)
Putkistokäyrä ja pumpun toimintapiste
Esimerkki (venttiilin vaikutus putkistokäyrään)
Tilavuusvirran säätö taajuusmuuntajalla
Esimerkkejä putkistokäyrästä eri tilanteissa
Pumput sarjassa ja rinnan
Positiiviset syrjäytyspumput
Pumppujen dimensiottomat kertoimet
Pumppujen skaalaus
Laskuesimerkki (pumpun teho, pumpun skaalaus)
Pyörimisnopeuden vaikutus pumpun suorituskykyyn
Yhteenveto pumpuista

16. Rajakerros ja virtaus kappaleiden ympäri		External Flow 1	Johdanto ulkopuolisiin virtauksiin Vastus ja vastuskomponentit Virtauksen irtoamisen vaikutus vastukseen Aksiaalisymmetrinen virtaus Tylppä kappale Vastus- ja nostovoima Rajanopeus Virtuva virtaus (Stokesin virtaus) Kertaavia kysymyksiä vastuksesta Vastuskerroin eri nopeusalueilla Vastuskertoimia erilaisille kappaleille Kertaavia kysymyksiä vastuksesta Johdatus rajakerrosvirtauksiin Kysymyksiä rajakerrokseen liittyen
		External Flow 2	Kertausta rajakerroksesta Transitio Blasius-ratkaisu Tasolevyvirtauksen kitkavastus Laskuesimerkki (kitkavastuksen muutos) Virtaus ympyräsylinterin ympäri Virtauksen irtoaminen Irtoamisen ja karheuden vaikutus sylinterin vastukseen Kertaavia kysymyksiä vastuksesta Virtaus siiven ympäri Kysymyksiä nostovoimaan liittyen Nostovoima ja pyörimisliike
17. Kappaleen vastus ja nostovoima		External Flow 1	Johdanto ulkopuolisiin virtauksiin Vastus ja vastuskomponentit Virtauksen irtoamisen vaikutus vastukseen Aksiaalisymmetrinen virtaus Tylppä kappale Vastus- ja nostovoima Rajanopeus Virtuva virtaus (Stokesin virtaus) Kertaavia kysymyksiä vastuksesta Vastuskerroin eri nopeusalueilla Vastuskertoimia erilaisille kappaleille Kertaavia kysymyksiä vastuksesta Johdatus rajakerrosvirtauksiin Kysymyksiä rajakerrokseen liittyen
		External Flow 2	Kertausta rajakerroksesta Transitio Blasius-ratkaisu Tasolevyvirtauksen kitkavastus Laskuesimerkki (kitkavastuksen muutos) Virtaus ympyräsylinterin ympäri Virtauksen irtoaminen Irtoamisen ja karheuden vaikutus sylinterin vastukseen Kertaavia kysymyksiä vastuksesta Virtaus siiven ympäri Kysymyksiä nostovoimaan liittyen Nostovoima ja pyörimisliike
Kertausta	Lecture 24 Kertausta luvuista 4, 5 ja 6 (Varsinainen asia alkaa noin 5 minuutin kohdalla) Potentiaalivirtaus Pyörteettömyys ja potentiaali Potentiaali ja nopeus Perusratkaisut Ratkaisujen superpositio Puolikappale ja Rankinen ovaali Kaksi lähdeä Homogeenivirtaus ja dipoli Viskoosivirtaus Virtaus kahden levyn välissä		