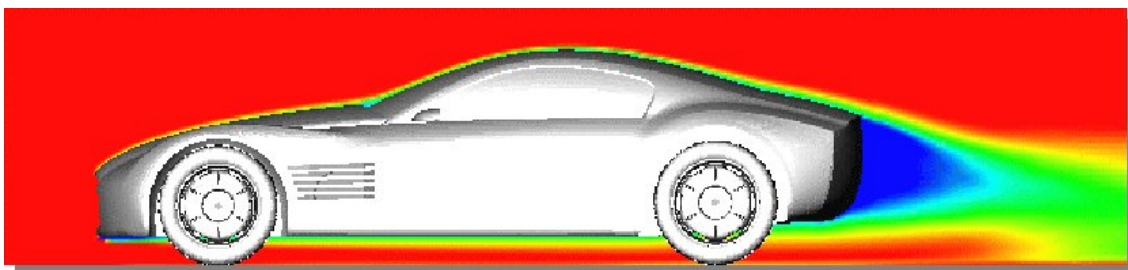


5. KANPOKO FLUXUEN ERRESISTENTZIA

- 5.1. Muga-geruza
 - 5.1.1. Muga-geruzaren garapena
 - 5.1.2. Muga-geruzaren kalkulua
 - 5.1.3. Muga-geruzaren jaulkipena
- 5.2. Erresistentzia
 - 5.2.1. Gainazal-erresistentzia
 - 5.2.2. Forma-erresistentzia
 - 5.2.3. Erresistentzia osoa
- 5.3. Arrastea eta sustentazioa
 - Ariketak

Fluxua sailkatzeko modu desberdinak daudela ikusi dugu. Hala ere, fluxua non gertatzen den kontuan hartzen badugu, sailkapen berri bat egin daiteke. Fluxua gorputz itxi baten barruan gertatzen bada, *barneko fluxua* dela esango dugu. Adibidez, hodi baten barruko fluxua, barneko fluxua da. Beste aldetik, ez badago inolako gorputzik fluxua erabat mugatzeko, *kanpoko fluxua* dela esango dugu. Adibidez, hegazkin batek jasotzen duen aire-fluxua kanpoko da.

Barneko fluxuetan biskositateak sortzen dituen efektuak jadanik aztertu ditugu. Kanpoko fluxuetan murgildutako gorputzek ere biskositatearen efektuak izango dituzte. Efektu horiek aztertuko ditugu atal honetan.



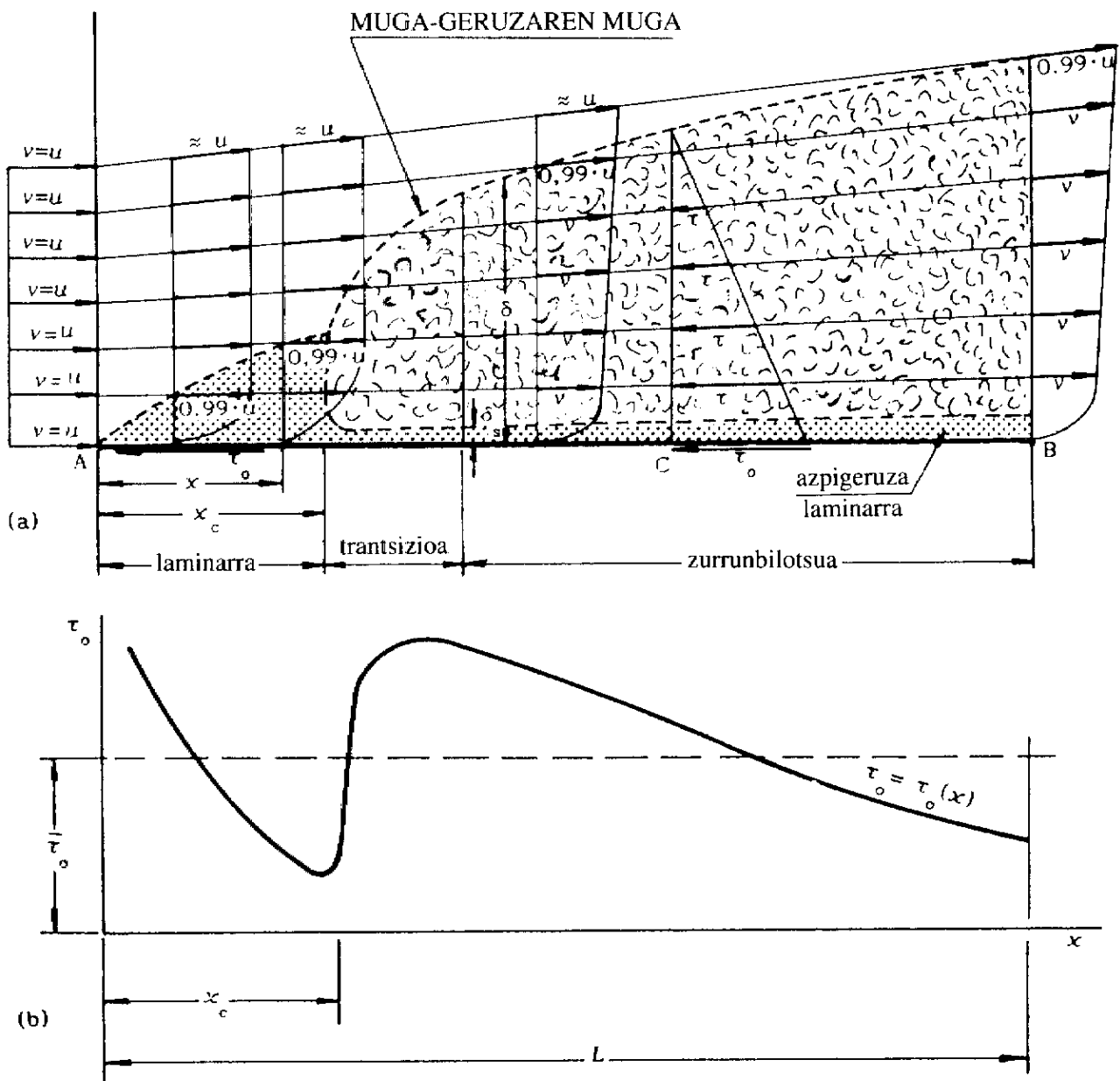
5.1. Muga-geruza

Gorputz bat fluido ideal batean mugituz gero ($\mu = 0$), ez luke inolako erresistentziarik jasoko. Hau da, ez genuke inolako energiarik gastatu beharko gorputza fluido idealean mugitzeko. Teknikaren ikuspuntutik biskositate txikiko fluidorik interesgarrienak ura eta airea dira. Hauen kasuan, gorputzei erresistentzia txikia eragin beharko liekete, baina esperientziak hau horrela ez dela erakusten digu. Honi *D'Alambert-en paradoxa* deritzen. Paradoxa honen azalpena emateko garrantzi handiko *muga-geruza* kontzeptua erabili behar da. Ludwig Prandtl-ek (1875-1953), zientzialari alemaniarra, 1904. urtean muga-geruzaren teoria aurkeztu zuen. Hau fluidomekanika modernoaren hasieratzat jotzen da.

Dakigunez, muga-geruza gorputzekin kontaktuan dagoen fluido-geruza da. Muga-geruzaren lodiera fluxuaren egoeraren arabera da, baina normalean nahiko txikia da, mikra edo milimetro batzuetako lodiera dauka. Dakigunez, geruza honetan abiaduraren gradiente guztia gertatzen da, eta laminarra zein zurrunbilotsua izan daiteke. Abiaduraren gradienteagatik ebakidura tentsioak ere ageri dira, eta hortik dator gorputzak jasotzen duen erresistentzia. Muga-geruzatik kanpo fluidoa ideala izango balitz moduan jokatzeko du, biskositaterik gabekoa alegia.

Aerodinamikan fluxu azpisonikoetan baino ezin da erabili muga-geruzaren teoria. Fluxu hipersonikoetan gorputzak jasotzen duen erresistentzia nagusiki konprimagarritasunagatik sortzen da eta ez biskositateagatik.

5.1.1. Muga-geruzaren garapena



Jarraian kasu simple batean muga-geruza zelan garatzen den ikusiko dugu. Horretarako, xafla leun eta finko bat hartuko dugu. Fluxu errealetan askotan honen moduko egoerak daude: itsasontzien eta urpekuentzien kaskoetan, hegazkinen hegaletan, eta abar... Xaflaren muturra, A

puntua (ikus alboko irudia), oso zorrotza izan behar da, sisteman perturbazioak sor ez daitezen. Fluxua iraunkorra izango da, eta infinitutik etorriko da tangentialki u abiadurarekin.

A puntuan muga-geruzaren lodiera zero da. Hortik aurrera, fluidoaren geruzen artean balaztapena gertatzen da, eta ondorioz, muga-geruza handitzen hasten da. Hasiera tartean, bere lodiera txikia izango da, eta horregatik, abiaduraren gradientea eta indar ebakitzaila oso handiak izango dira. Zati honetan, indar ebakitzailaren balio handiagatik, muga-geruza laminarra da, zurrunbiloak indar ebakitzaila handiagatik desagertzen baitira.

Fluxua A puntutik urruntzen den heinean gero eta fluido-geruza gehiago balaztatuak izaten dira. Horrela, muga-geruza etengabe handituko da, eta ondorioz, abiaduraren gradientea eta indar ebakitzaila txikituko dira. Prozesu hau ertzetik urruntzerakoan areagotuko da. Hala ere, x_c distantzian indar ebakitzailak, horrenbeste txikitzeagatik, ezin izango du ekidin zurrunbiloen sorrera. Horrela, x_c distantziaz aurrera muga-geruza zurrunbilotsua bilakatuko da, eta horregatik, distantzia honi *luzera kritikoa* deritzo.

Holako sistemetan fluxu laminarra eta zurrunbilotsua ezin ditugu bereiztu hodietarako definitu dugun Reynoldsen zenbakiaren bitartez. Horregatik, xaflaren edozein puntutan *Reynolds-en zenbaki lokala* definitzen da era honetan:

$$Re = \frac{ux}{\nu},$$

non x ertzetik dagoen distantzia den, u fluidoaren abiadura eta ν fluidoaren biskositate zinematikoa. Luzera kritikoa Reynoldsen zenbaki lokalerako balio kritiko bat finka daiteke $Re_c \approx 5 \cdot 10^5$. Hodietan bezala, zenbaki hau ez da muga zehatza, eta tarte zabal batean bi motatako fluxuak aurki daitezke ($10^5 - 6 \cdot 10^5$).

Muga-geruza zurrunbilotsua bilakatzen denean, zurrunbiloen eraginez elkarrakzio handiagoa dago geruzen artean. Horrela, abiadura eskualde zurrunbilotsuan nahiko homogenea bilakatuko da, eta bere gradientea nagusiki hormaren alboan gertatuko da. Hori dela eta, x_c distantzian indar ebakitzaila bat-batean handitu egiten da. Hala ere, muga-geruza zurrunbilotsuak etengabe handituz jarraituko du, eta indar ebakitzaila txikituz.

Beste aldetik, muga-geruza zurrunbilotsuan eskualde zurrunbilotsuaren azpian *azpigeruza laminar* bat azaltzen da. Azpigeruza hau oso garrantzitsua da. Azpigeruzaren lodieraren arabera zurrunbiloak xaflaren zimurtasunekin kontaktuan egongo dira ala ez, eta horrek eragina izango du indar ebakitzailan.

5.1.2. Muga-geruzaren kalkulua

Muga-geruzaren teorian ageri diren magnitudeen balioak zehaztea interesgarria izan daiteke. Horregatik, magnitude horien kalkulurako adierazpenak aurkeztuko ditugu. Muga-geruzaren garapenean bi eremu desberdinak dauzkagu: eremu laminarra eta zurrunbilotsua. Ikusi dugunez, bi eremu hauetan muga-geruzak desberdin jokatzen du, eta horregatik, adierazpen desberdinak erabili behar izango ditugu. Muga-geruzaren lodiera, δ , eremu laminarrean kalkulatu nahi baldin badugu, ondoko formula erabili behar izango dugu:

$$\frac{\delta}{x} = \frac{4.91}{Re^{1/2}},$$

non x A ertzetik dagoen distantzia den. Berriz, muga-geruzaren lodiera eremu zurrunbilotsuan kalkulatu nahi badugu, honako beste formula hau erabiliko dugu:

$$\frac{\delta}{x} = \frac{0.377}{Re^{1/5}}$$

Beste aldetik, luzera kritikoa kalkulatu nahi badugu, beste formula honetaz baliatuko gara:

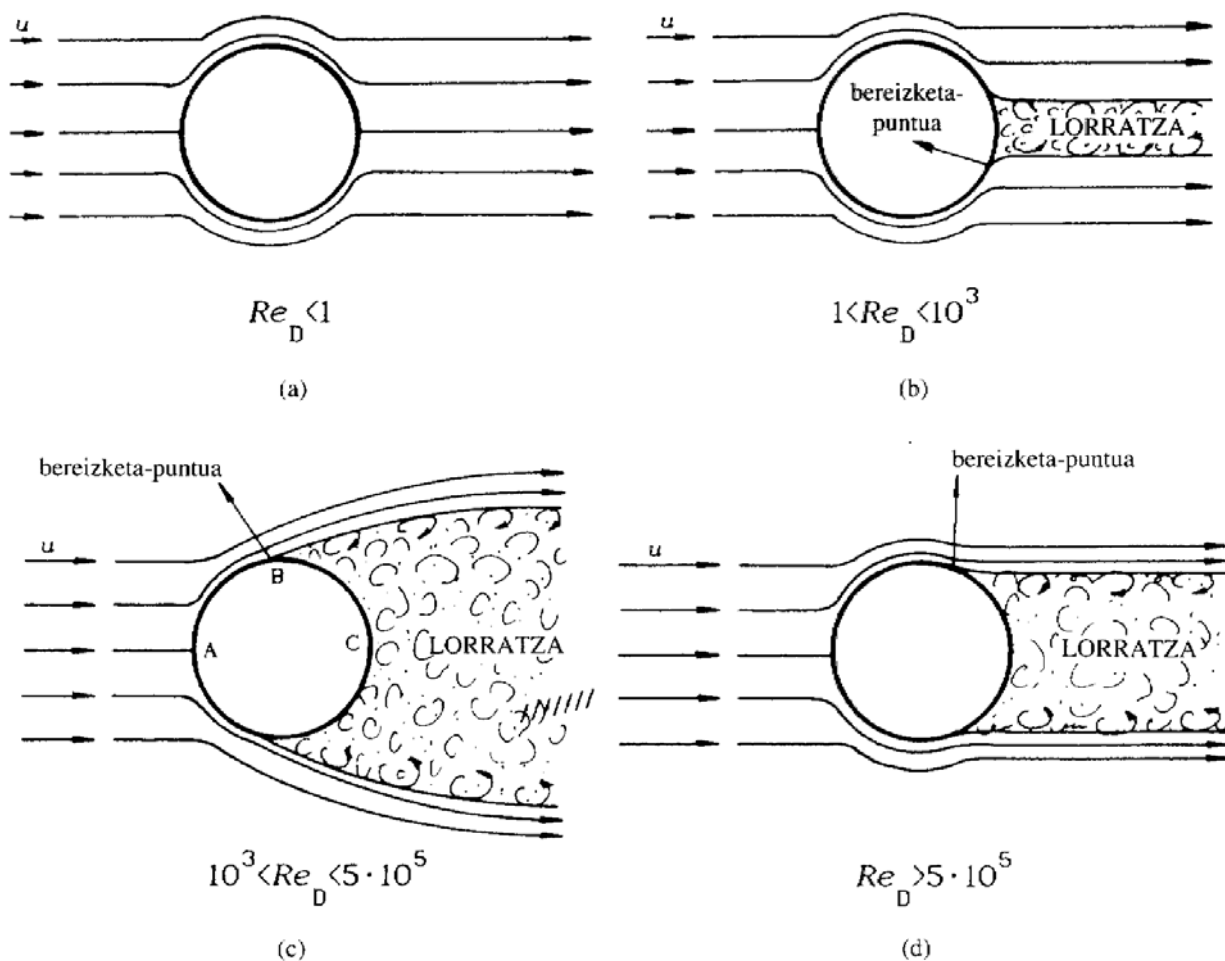
$$x_c \approx \frac{V}{u} \cdot 5 \cdot 10^5$$

Azkenik, azpigeruza laminarraren lodiera, δ_s , formula honen bidez kalkulatu dugu:

$$\frac{\delta_s}{x} = \frac{29}{Re^{9/10}}$$

5.1.3. Muga-geruzaren jaulkipena

Esan bezala, eraso-ertzetik urruntzen garen heinean ebakidura tentsioa txikituz doa. Gerta daiteke puntu batean ebakidura tentsioa zero bihurtzea. Hori gertatzen bada, puntu horretan muga-geruzak gorputzaren gainazalarekiko kontaktua galduko luke. Muga-geruzaren jaulkipena edo bereizketa izango litzateke. Horregatik, puntu horri *bereizketa-puntua* deritzo. Bereizketa-puntutik aurrera indar ebakitzaila zero izango da gainazalean. Muga-geruzaren bereizketa gertatzen denean, *lorratza* deituriko presio txikiko eskualde bat sortzen da.



5.2. Erresistentzia

Aurretik esan dugun moduan, higitzen ari den (geldi dagoen) fluido biskoso batek bere barruan geldirik dagoen (mugitzen ari den) gorputz baten gainean indar bat eragiten du. Indar honi *erresistentzia* deituko diogu, eta bi fenomeno fisiko desberdinengatik sortzen da.

5.2.1. Gainazal-erresistentzia

Fluxu baten barruan kokatutako gainazal batek ebakidura tentsioaren eragina izango du. Horrela, τ_0 ebakidura tentsioak indar bat eragingo du gainazalaren gainean, eta indarra honela kalkula dezakegu:

$$F = \int \tau_0 dS ,$$

non integrala gainazal guztira zabaldu behar dugun. Adibidez, l eta b neurrietako xafla errektangeluar bat kontuan hartzen badugu, eta fluxua gainazalarekiko paraleloa dela suposatzen badugu, integrala honela geratuko zaigu:

$$F = \int_0^l \tau_0 b dx = \overline{\tau_0} bl ,$$

non $\overline{\tau_0}$ batezbesteko tentsio ebakitzaila den. Batezbesteko tentsio ebakitzailaren balioa ordezkatzen badugu, jasotako indarraren balioa honako hau izango da:

$$F = C_f \frac{\rho}{2} Su^2 ,$$

non ρ fluidoaren dentsitatea den, S gainazalaren azalera, u gainazala eta fluxuaren abiadura erlatiboa, eta C_f konstante dimentsiogabea.

5.2.2. Forma-erresistentzia

Gorputz bat fluido batean astiro mugitzen bada, bere aurreko eta atzeko presioak berdinak izango dira, eta elkar konpentsatuko dira. Hala ere, fluxuan muga-geruzaren bereizketa gertatzen bada, gorputzaren atzeko partean lorratza sortuko da. Lorratza gorputzaren formaren eta fluxuaren ezaugarrien arabera izango da, eta bertan zurrunbiloak sortuko dira. Zurrunbilo horiek energia barreiatuko dute, eta ondorioz, atzeko partean presioa txikituko da. Horrela, aurreko presioa atzekoa baino handiagoa denez atzerantzko indar bat azalduko da. Honi *forma-erresistentzia* deritzo.

5.2.3. Erresistentzia osoa

Aurreko bi fenomeno fisikoen ondorioz, gorputzak aurrera jarraitzeko bi indarren erresistentzia jasango du. Gainazaleko erresistentzia eta forma-erresistentziaren baturari *erresistentzia osoa* deritzogu. Erresistentzia osorako gainazaleko erresistentziaren moduko adierazpena lortzen da. Horrela, erresistentzia osoa kalkulatzeko ondoko adierazpena erabiliko dugu:

$$F = C_x \frac{\rho}{2} Su^2 .$$

Adierazpen hau analisi dimentsionalaren bitartez ere lor daiteke.

5.3. Arrastea eta sustentazioa

Ikusi dugunez, geldi dagoen fluido batean higitzen den gorputzaren gainean aurrera ez jarraitzeko indar bat azaltzen da, erresistentzia alegia. Fluxu batean geldi dagoen gorputzaren gainean ere indar bera azaltzen da. Fluxuaren norabidean agertzen den erresistentziari ere *arrastea* deitzen zaio, eta ikusi dugunez, formula honen bidez kalkula daiteke:

$$F_x = C_x \frac{\rho}{2} S u^2,$$

non C_x *arraste-koefizientea* den.

Hala ere, hau ez da gorputzak jasango duen indar bakarra. Fluxuaren norabidearekiko elkartuta den beste indar bat ere ageri da. Gorputzaren forma eta fluxuarekiko orientazioaren arabera indarra izango da. Indar honi *sustentazioa* deritzo, eta honako ekuazio honen bidez kalkula daiteke:

$$F_z = C_z \frac{\rho}{2} S u^2.$$

non C_z *sustentazio-koefizientea* den.

Bi ekuazio hauetan, S *erreferentzia-gainazala* da, eta gorputzaren arabera da. Gainera, arraste- eta sustentazio-koefizienteak adimentsionalak dira eta esperimentalki finkatzen dira. Normalean fluidoaren biskositatea eta konprimagarritasunaren menpekotasuna izango dute. Hala ere, fluxua konprima ez bada, Reynolds-en zenbakiaren menpekotasuna baino ez dute izango.

Jarraian askotan erabiltzen den adibidea aztertuko dugu. Demagun esfera bat daukagula eta ingurune biskoso batean higitzen dela. Abiadura txikietarako ($Re < 0.2$) arraste-koefizientea era honetan adierazi daiteke: $C_x = 24/Re$. Balio hau aurreko formularen ordezkatzeko badugu, ondoko adierazpena lor daiteke:

$$F = 6\pi\mu r u,$$

non r esferaren erradioa den, μ fluidoaren biskositate dinamikoa, eta u esfera eta fluidoaren arteko abiadura erlatiboa. Adierazpen honi *Stokes-en legea* deritzo, George Stokes-ek (1819-1903), fisikari irlandarrak, garatu baitzuen 1845. urtean.

Orain, demagun fluxuarekiko zeharka jarritako zilindro bat hartzen dugula. Abiadura txikietarako ($Re < 0.2$) arraste-koefizientea era honetan adierazi daiteke:

$$C_x = \frac{4\pi}{Re(1.309 - \log Re)}.$$

Adierazpen honi *Lamb-en formula* deritzo.

6. taula. Bi dimentsioko gorputzen erresistentzia $Re = 10^5$ ean*

Forma	C_D Aurreko aurpegi-azaleran oinarritua
Plaka:	
	2,0
Ebakidura karratuko zilindroa:	
	2,1
	1,6
Tutuerdia:	
	1,2
	2,3
Zilindroerdia:	
	1,2
	1,7
Triangelu aldekiea:	
	1,6
	2,0
Zilindro eliptikoa	
1:1	laminarra 1,2 zurrumbilotsua 0,3
2:1	0,6
4:1	0,35
8:1	0,25

* *Fluidoan Mekanika*, Frank M. White, McGraw-Hill argitaletxea, 1983.

7. taula. Hiru dimentsioko gorputzen erresistentzia $Re = 10^5$ era*

Forma	C_D Aurreko aurpegi-azaleran oinarritua
Kuboa:	
	1,07
	0,81
60°ko konoa:	
	0,5
Diskoa:	
	1,17
Kopa:	
	1,4
Paratxuta (porotasun baxukoa):	
	0,4
Plaka laukizuzena:	
	1,2
Lente-erako ebakidura duen zilindroa:	
b/h erlazioa	
1	1,18
5	1,2
10	1,3
20	1,5
∞	2,0
L/d erlazioa	
0,5	1,15
1	0,90
2	0,85
4	0,87
8	0,99
L/d erlazioa	
0,75	0,5
1	0,47
2	0,27
4	0,25
8	0,2
laminarra	zurrumbilotsua
0,2	0,2
0,13	0,1
0,08	0,08

* *Fluidoan Mekanika*, Frank M. White, McGraw-Hill argitaletxea, 1983.

ARIKETAK

5.1.- Hegazkin bat 970 km/h abiadura konstantez higitzen ari da. Bere arraste-koefizientea 0,04 da, eta sustentazio-koefizientea 0,92. Hegoen azalera 115 m²-koa bada, zein da hegazkinaren pisua eta potentzia?. (Datua: $\rho_{\text{airea}} = 1,25 \text{ kg/m}^3$).

Emaitzak: $4,8 \cdot 10^6 \text{ N}$; 76464 ZP.

5.2.- Diseinu aerodinamiko duen tren batek 110 m-ko luzera du, 2,75 m-ko altuera eta 2,75 m-ko zabalera. Bere erresistentzia 110 m-ko luzera eta 9,25 m-ko zabalera plaka lau leun baten baliokidea da. 160 km/h-ko abiaduraz higitzen bada, zein izango da bere amaierako puntu bateko muga-geruzaren lodiera?

Emaitza: 0,82 m.

5.3.- Plaka lau leun baten inguruan eta 5 m/s-ko abiaduran honako fluido hauek igarotzen ari dira: a) airea ($\nu = 1,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$), b) ura ($\nu = 1,14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) eta c) merkurioa ($\nu = 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$). Kalkulatu muga-geruzaren lodiera eraso-ertzetik $x_1 = 0,5 \text{ m}$ eta $x_2 = 10 \text{ m}$ distantzietara. Kalkulatu baita ere azpigeruza laminarraren lodiera ere.

Emaitzak: (airea) $\delta_1 = 5,9 \text{ mm}$; $\delta_2 = 18,6 \text{ cm}$; $\delta_{S2} = 0,38 \text{ mm}$.
 (ura) $\delta_1 = 10,2 \text{ mm}$; $\delta_{S1} = 0,028 \text{ mm}$; $\delta_2 = 11,2 \text{ cm}$; $\delta_{S2} = 0,038 \text{ mm}$.
 (merkurioa) $\delta_1 = 6,2 \text{ mm}$; $\delta_{S1} = 0,003 \text{ mm}$; $\delta_2 = 6,9 \text{ cm}$; $\delta_{S2} = 0,004 \text{ mm}$.

5.4.- 125 mm-ko altuera eta 0,75 m-ko zabalera dituen hegal-eredua haize-tunel batean ($\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$) frogatu behar da 100 km/h-ko abiaduran eraso angelu jakin batekin. Aurrera jarraitzearen aurka jasotako erresistentzia neurtu da, eta 1,8 N-ekoa da. Kalkulatu arraste koefizientea C_D .

Emaitza: 0,0406.

5.5.- Alderatu 15 cm-ko diametro duen esfera batek eta diametro bereko disko batek, azken honen biraketa-ardatza fluxuarekiko paraleloki ipinita, aurrera egiteko jasotzen duten erresistentzia. Fluxua airezkoa da ($\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$) eta 60 m/s-ko abiadura du.

Emaitza: 5,85.

5.6.- Kalkulatu paraxutaren diametroa, baldin eta 90 kg baino gutxiagoko pertsona batentzako bada eta lurrera 6 m/s-ko abiadura baino handiagoa iritsi behar ez badu ($\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$).

Emaitza: 6,51 m.

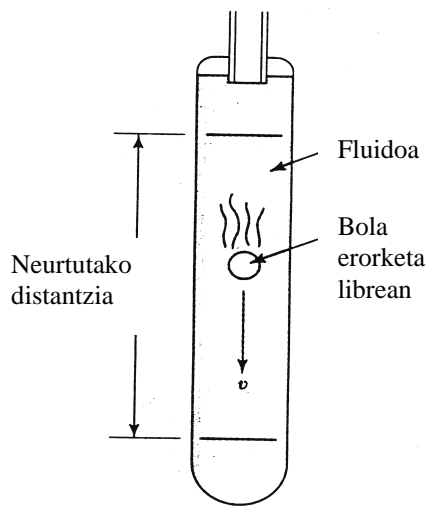
5.7.- Banaketa egiten duen kamioi baten kasuan ondoko erlazioa betetzen da: $C_D A_D = 3,15 \text{ m}^2$, non A_D kamioiaren zeharkako azalera den. Kalkulatu 90 km/h abiaduran kamioiak beharko duen potentzia, baldin eta errodadura-erresistentzia 670 N-ekoa bada. Kamioiaren gainean aurrez aurre 2 m-ko zabalera eta metro bateko altuera duen kartela jartzen bada, zein izango da kartelak kontsumitzen duen potentzia? ($\rho_{\text{airea}} = 1,225 \text{ kg/m}^3$).

Emaitzak: 63,76 ZP; 30,71 ZP.

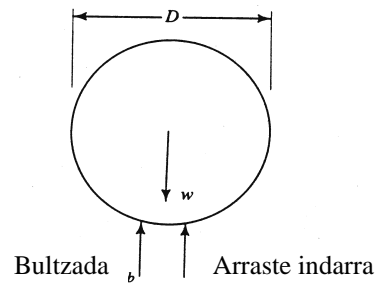
5.8.- Bola-erorketako biskosimetroa daukagu beheko irudian. Bola fluidoaren barruan erorketa librean eroraraziz eta distantzia ezagun bat egiteko behar duen denbora neurtuz biskositatea neurtzen da. Erorketa-abiadura konstanterako, kalkula ezazu:

- Arraste-koefizientea $c_D = \frac{3\pi}{\text{Re}}$ bada, zein da bolaren gaineko arraste-indarra?
- Bolaren pisu espezifikoa, bolaren diametroa, bolaren abiadura eta fluidoaren pisu espezifikokoaren funtzioan fluidoaren biskositate dinamikoa.

Emaitzak: $\frac{3}{8} \mu \pi^2 D v$; $\frac{4 (\gamma_B - \gamma_F) D^2}{9 \pi v}$.



Bola erorketako biskosimetroa



Gorputz askearen indar-diagrama

BIBLIOGRAFIA

TEORIA

(Euskeraz)

- 1.- *Jariakin konprimaezinen mekanika eta turbomakina hidraulikoak*; J. Agüera Soriano; EHU/UPV-ko argitarapen zerbitzua, Bilbo, 1994.
- 2.- *Fisika Orokorra*; UEU-ko Fisika saila; Udako Euskal Unibertsitatea, Bilbo, 1992.
- 3.- *Forma eta fluxua. Arrastearen fluido-dinamika*; A. H. Shapiro, Itzul.: J. R. Etxebarria, J. M. Igartua, J. I. Urresti; Udako Euskal Unibertsitatea, Bilbo, 2000.

(Espainolez)

- 4.- *Mecánica de fluidos aplicada*; R. L. Mott; Prentice Hall, 1996.
- 5.- *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*; C. Mataix; Castillo Arg., Madril, 1997.
- 6.- *Mecánica de fluidos*; J. B. Franzini, E. J. Finnemore; Mac Graw Hill, 1999.
- 7.- *Mecánica de fluidos*; F. M. White; Mac Graw Hill, 1988.
- 8.- *Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas*; J. Agüera Soriano; Ciencia 3 Arg., Madril, 1996.
- 9.- *Mecánica de fluidos*; V. L. Streeter, E. B. Wylie, K. W. Bedford; Mc Graw Hill, 1999.
- 10.- *Mecánica vectorial para ingenieros: Dinámica*; E. Russell Johnston; Mc Graw Hill.
- 11.- *Mecánica de fluidos*; I. H. Shames, Mc Graw Hill, 1995.
- 12.- *Introducción a la mecánica de fluidos*; R. W. Fox, A. T. McDonald, McGraw Hill, 1997.
- 13.- *Ingeniería Fluidomecánica*; N. García Tapia, Universidad de Valladolid, Valladolid, 1998.
- 14.- *Aire comprimido*; E. Carnicer, Paraninfo, Madrid, 1991.
- 15.- *Manual de oleohidráulica industrial*; Blume Arg., 1979.
- 16.- *Training hidráulico*; A. Schmitt, Mannesmann Rexroth.

17.- *Física universitaria*; F. W. Sears, M. W. Zemansky, H. D. Young; Addison-Wesley Iberoamericana.

18.- *La génesis de la mecánica de fluidos*; J. S. Calero; UNED, Madril, 1996.

ARIKETAK

(Euskeraz)

19.- *Ingeniaritza fluidomekanikoa: ariketa-bilduma*, X. Almandoz, B. Mongelos, I. Pellejero, F. Santos; Elhuyar; Usurbil; 1998.

20.- *Fisika orokorra: ariketak*, UEU-ko Fisika saila; Udako Euskal Unibertsitatea, 1989.

(Espainolez)

21.- *Mecánica de los Fluidos e Hidráulica*; R. V. Giles, J. B. Evett, C. Liu; Schaum Seriea; McGraw Hill, 1994.

22.- *Problemas resueltos de mecánica de fluidos (I/II)*; J. F. Douglas; Bellisco Arg.; Madrid; 1991.

23.- *Problemas de Física (vol. II): Mecánica de fluidos y acústica*; E. Gullon de Senespleda, M. Lopez Rodriguez; Libreria internacional de Romo; Madrid, 1969.

(Ingelesez)

24.- *2500 solved Problems in Fluid Mechanics and Hydraulics*; J. B. Evett, C. Liu; Schaum's solved Problems Series; McGraw Hill, 1989.

BESTELAKOAK

25.- *Zientzia eta teknikarako euskara. Zenbait hizkuntza-baliabide*; M. Ensunza, J. R. Etxebarria, J. Iturbe, Udako Euskal Unibertsitatea, Bilbo, 2002.

26.- *Fisika jostagarri*; E. De Campos Valadares, Elhuyar, 2007.

27.- *Manual de matemáticas para ingenieros y estudiantes*; I. Bronshtein, K. Semendiaev, Mir argitaletxea, Mosku, 1982.

28.- *Fórmulas y tablas de matemática aplicada*; M. R. Spiegel, L. Abellanas, Schaum seriea, McGraw-Hill, Madril, 1988.