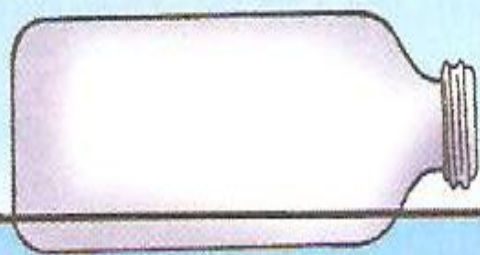


Úszás, lebegés, merülés

MA DG 2021

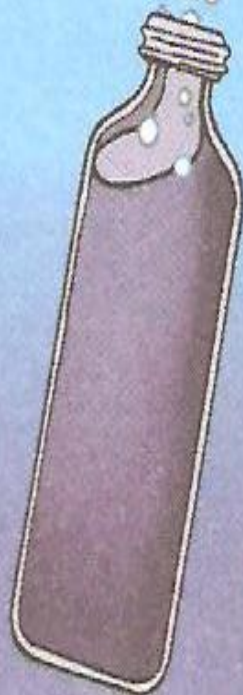




úszás



merülés



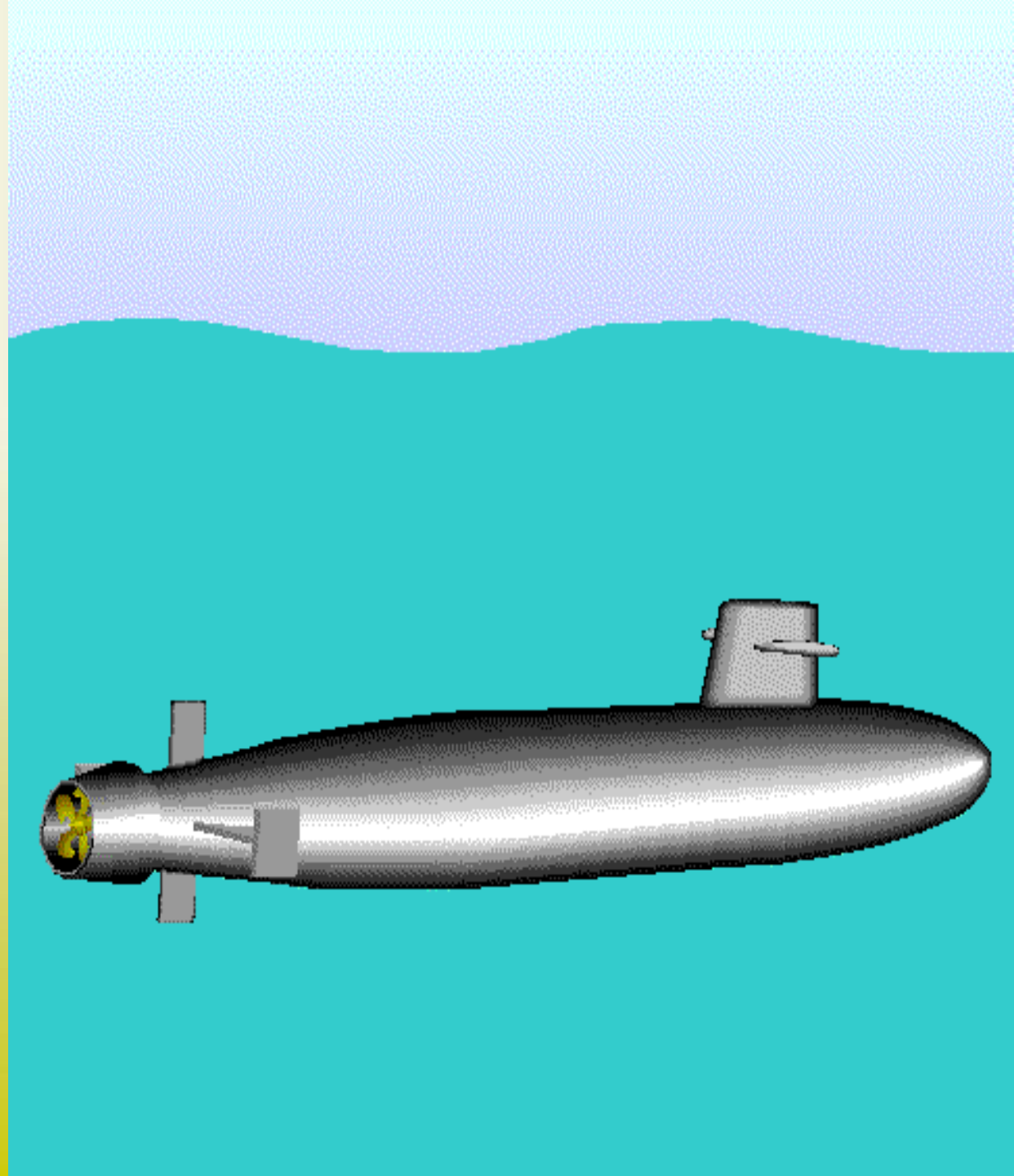
lebegés



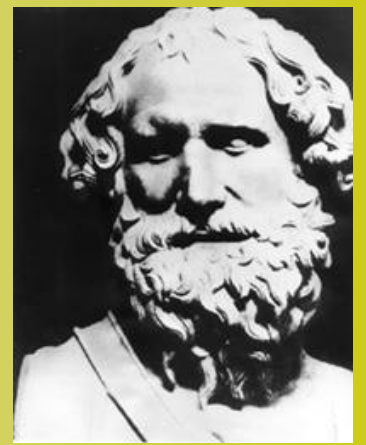
úszás

lebegés

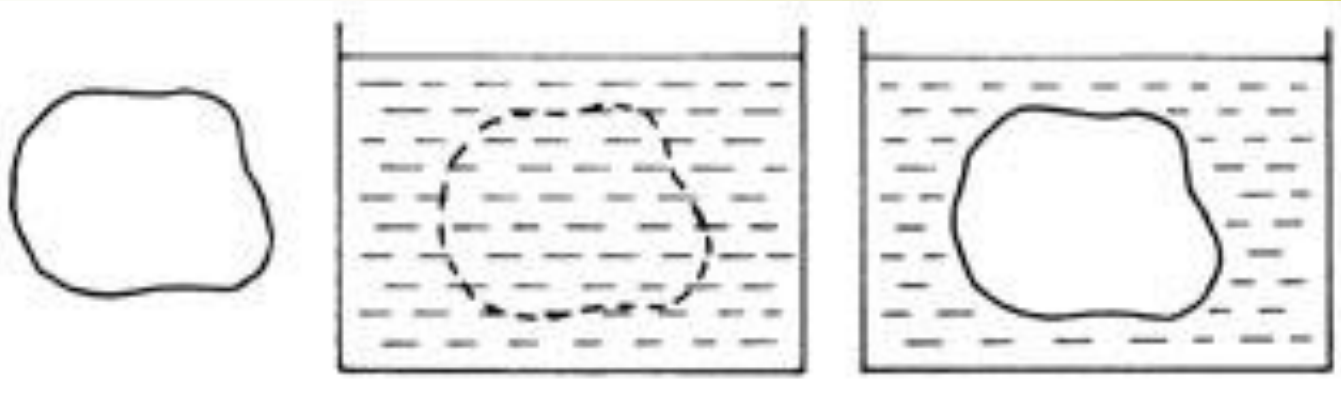
merülés



Arkhimédész törvénye



Archimédész görög
természettudós (i.e. 287-212).

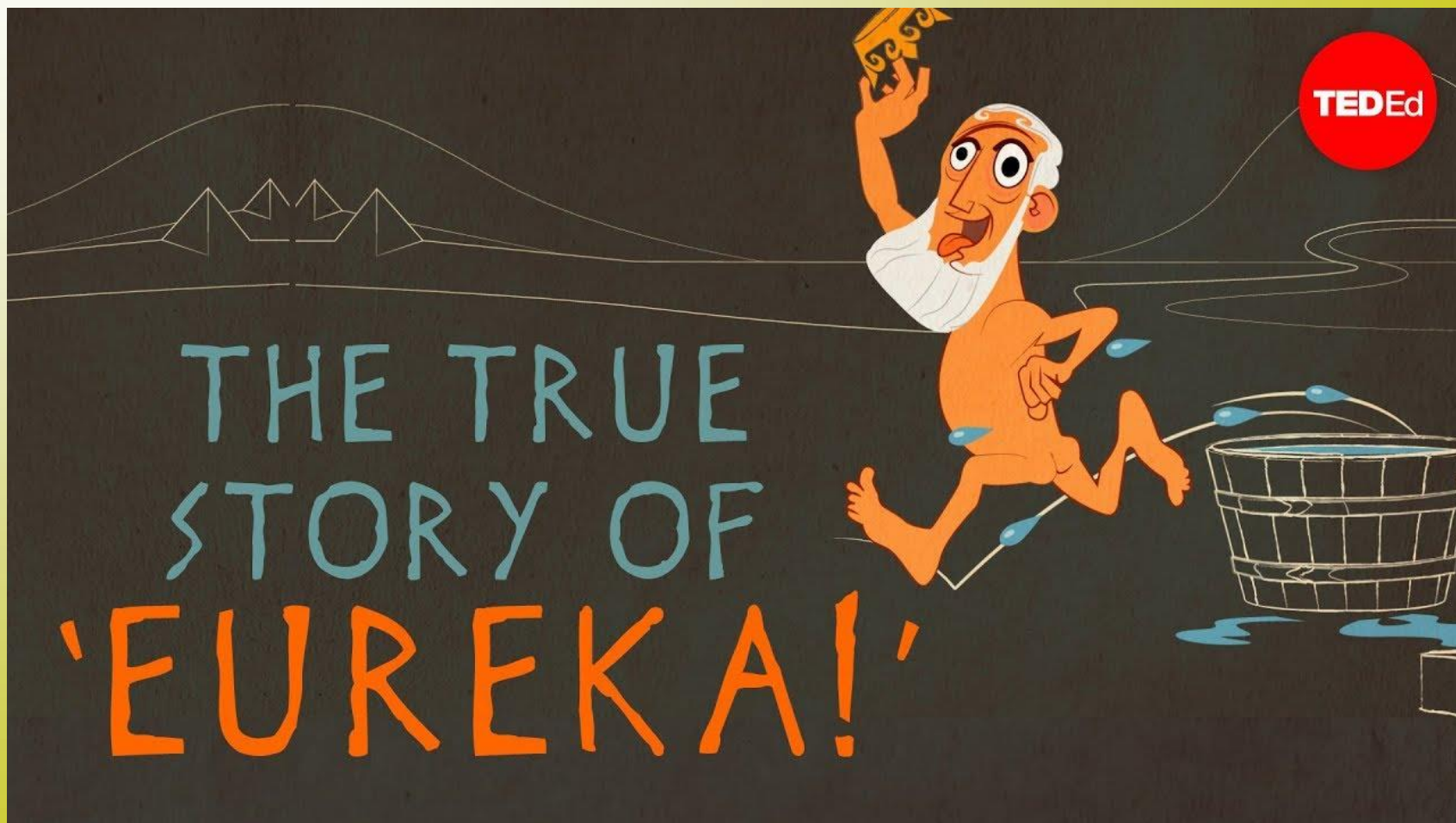


Minden folyadékba (gázba) merülő testre **felhajtóerő** hat. A felhajtóerő nagysága egyenlő a test által kiszorított folyadék (vagy gáz) súlyával.

- A kiszorított folyadék (gáz) súlya függ:
- test térfogtatól
- folyadék (gáz) sűrűségétől

$$F_{\text{felhajtóerő}} = \rho_{\text{folyadék}} \cdot V_{\text{bemerült test}} \cdot g$$

Arkhimédész története



Eureka (megtaláltam)

A legenda szerint fürdés közben fedezte fel a felhajtóerőt Arkhimédész, aminek öröme **kiugrott a kádból**, és meztelenül rohant végig az utcán **a palotáig azt kiáltozva, hogy Heuréka!**.

Vitruvius a *De architectura* című művében írja le azt a történetet:

Hieron király arra kérte a tudós-feltalálót, hogy állapítsa meg egy koronáról annak tönkretétele nélkül, hogy tiszta aranyból van-e?

Hogyan oldható meg a probléma?

A korona által kiszorított víz alapján meghatározható a térfogata. A térfogat és tömeg ismeretében pedig kiszámítható a sűrűség.

$$\text{sűrűség} = \frac{\text{tömeg}}{\text{térfogat}}$$

$$\text{képlettel: } \rho = \frac{m}{V}$$

Arany sűrűsége: $19300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$



Bár a csalás mértékének meghatározása Arkhimédész nevéhez fűződik, de valójában az ötlet térfogatmérésen alapul, és így módon nincs köze – a több helyen felbukkanó téves magyarázattal ellentétben – a felhajtóerőhöz, azaz Arkhimédész törvényéhez.

Felhajtóerő kiszámítása

Mekkora felhajtóerő hat egy víz alá merült kisbabára?

A baba testének térfogata $0,02 \text{ m}^3$, a víz sűrűsége $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



$$F_{\text{felhajtóerő}} = \rho_{\text{folyadék}} \cdot V_{\text{bemerült test}} \cdot g$$

Esetünkben:

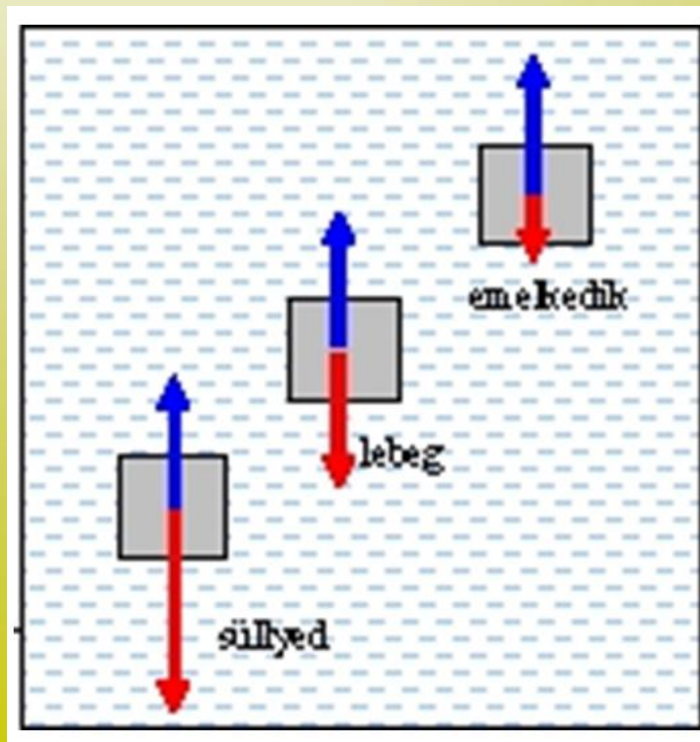
$$F_{\text{felhajtóerő}} = \rho_{\text{víz}} \cdot V_{\text{baba}} \cdot g$$

$$F_{\text{felhajtóerő}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,02 \text{ m}^3 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 200 \text{ N}$$

Felhajtóerő, gravitációs erő

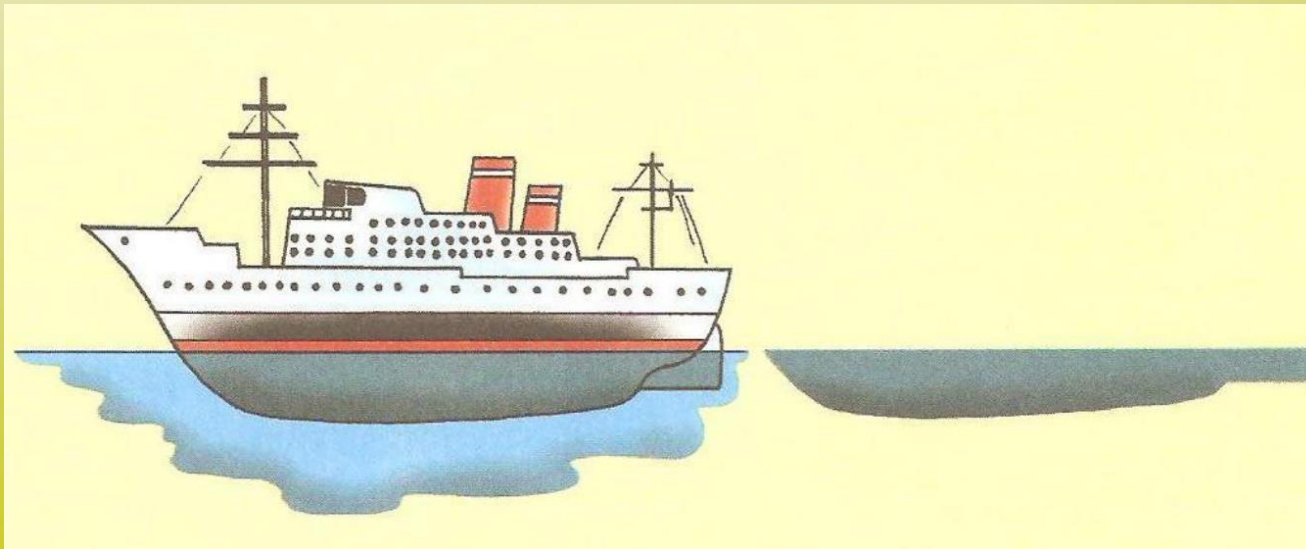
Egy víz alá nyomott test vagy süllyed, vagy lebeg, vagy emelkedik a folyadékban.

Mindezt a testre ható **gravitációs erő** és a **felhajtóerő** egymáshoz viszonyított nagysága határozza meg.



ÚSZÁS

Egy test úszik a folyadék tetején, ha a test átlagos sűrűsége kisebb, mint a folyadék sűrűsége.



$$\rho_{\text{foly}} > \rho_{\text{test}}$$

és

$$F_f = F_g$$

A felhajtóerő a hajó folyadékba merülő részére hat.

Holt-tenger érdekessége



A Holt-tenger kb. **nyolcszor annyi sót** (nem csak nátrium kloridot) **tartalmaz, mint az óceánok vize.** Vizének sűrűsége nagyobb, mint az emberitest sűrűsége, emiatt az ember mozdulatlanul is úszik a felszínén lemerülni még pár métert sem tud, mert feldobja a nagy felhajtóerő.

A Holt-tenger lefolyástalan tó Izrael és Jordánia határán

Nevét onnan kapta, hogy a magas sókoncentráció miatt nem élnek meg magasabb rendű élőlények benne. A Biblia a *Pusztá tengerének* is nevezi élettelen, sivár környezete miatt, továbbá *Sós-tengernek*, a nagy mennyiségű sótartalma miatt.

Az ókori görögök és rómaiak *Aszfalt-tónak* hívták, mert felületén szurokdarabok úszkálnak.

LEBEGÉS

Egy test lebeg a folyadékban, ha a test átlagos sűrűsége megegyezik a folyadék sűrűségével.



$$\rho_{\text{foly}} = \rho_{\text{test}}$$

és

$$F_f = F_g$$

MERÜLÉS

Egy test elmerül, ha a test sűrűsége nagyobb, mint a folyadék sűrűsége.

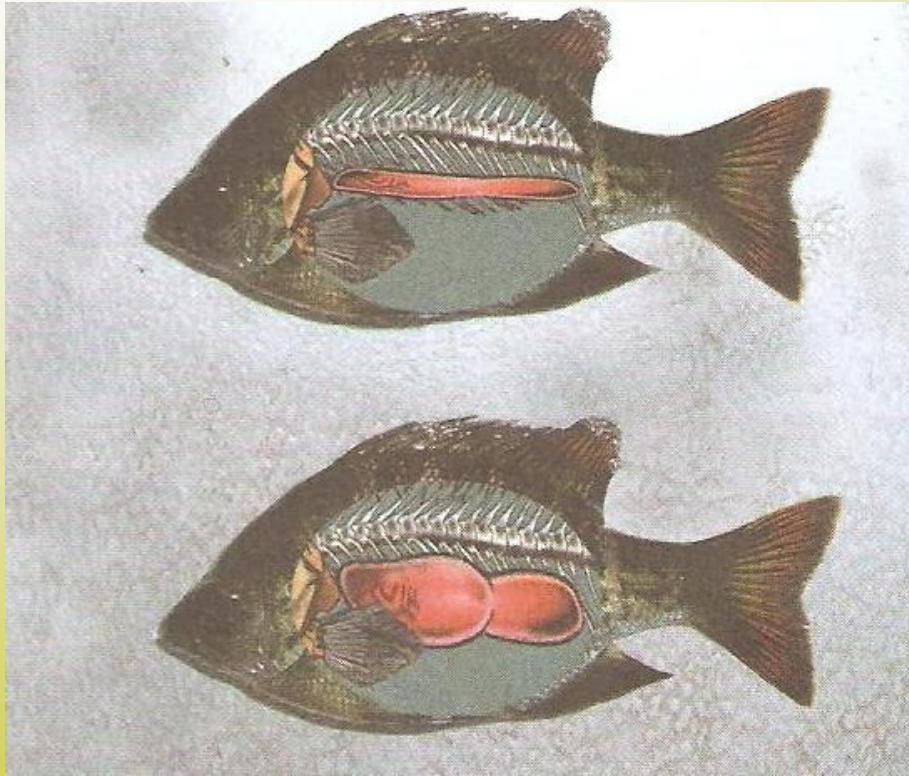


$$\rho_{\text{foly}} < \rho_{\text{test}}$$

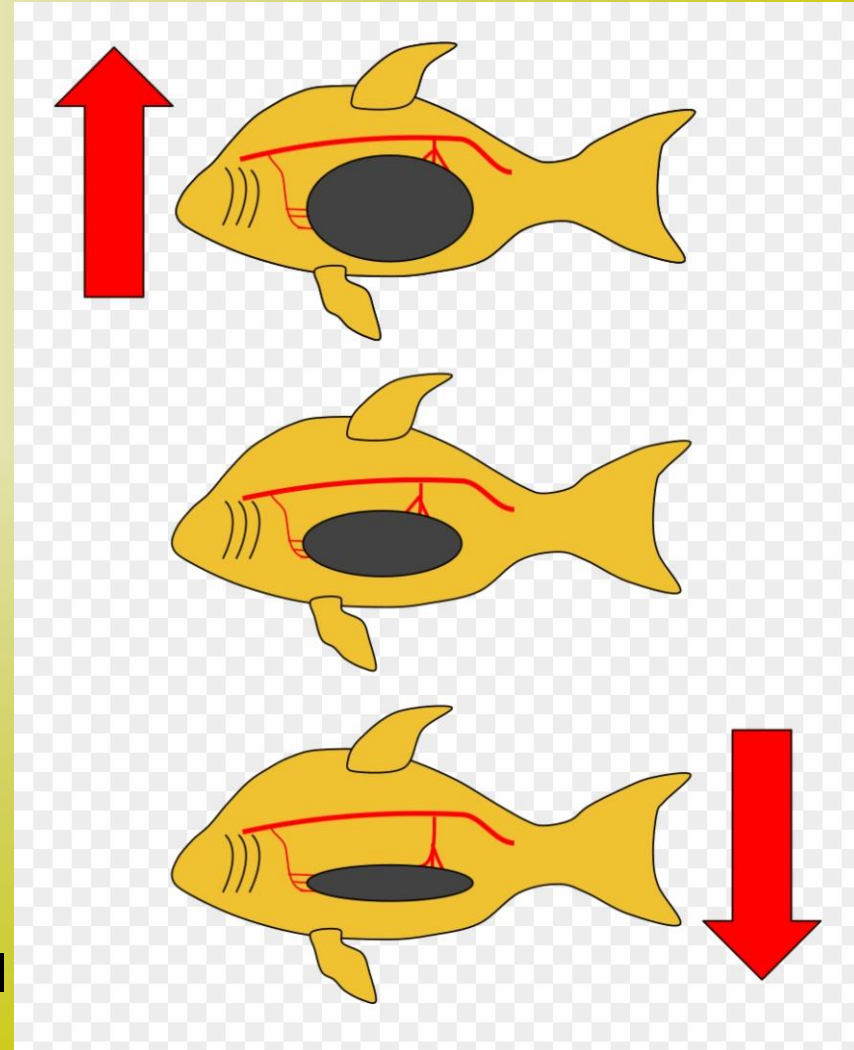
és

$$F_f < F_g$$

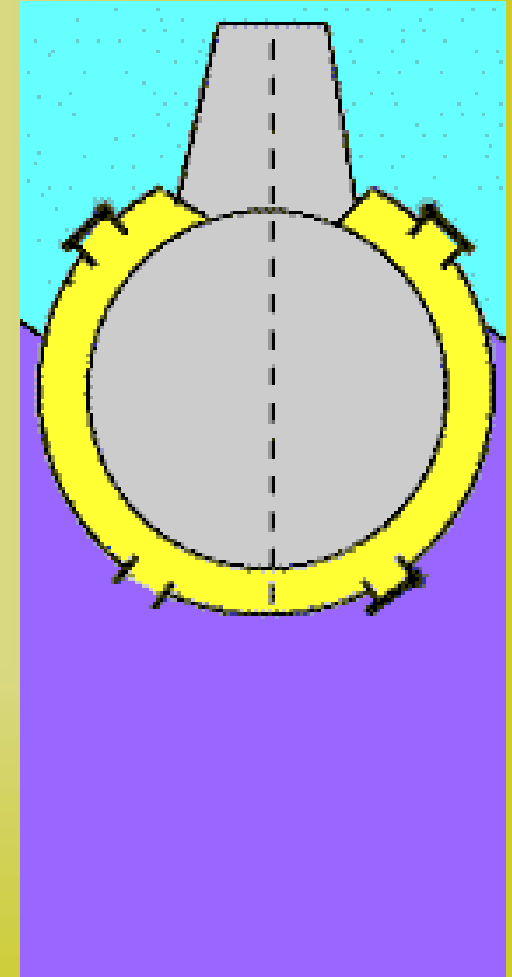
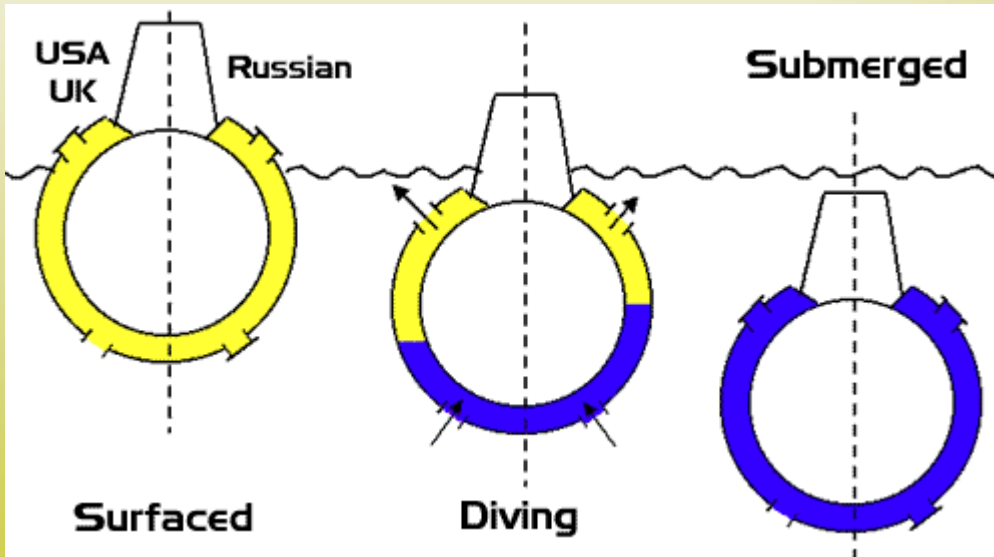
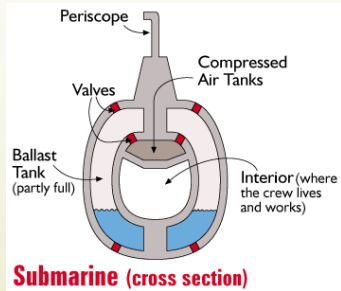
Hogyan tudnak emelkedni, süllyedni a halak?



A halak valójában fizikai értelemben lebegnek a vízben. Az úszóhólyagjukban lévő levegő mennyiségének változtatásával tudnak fel-le mozogni.

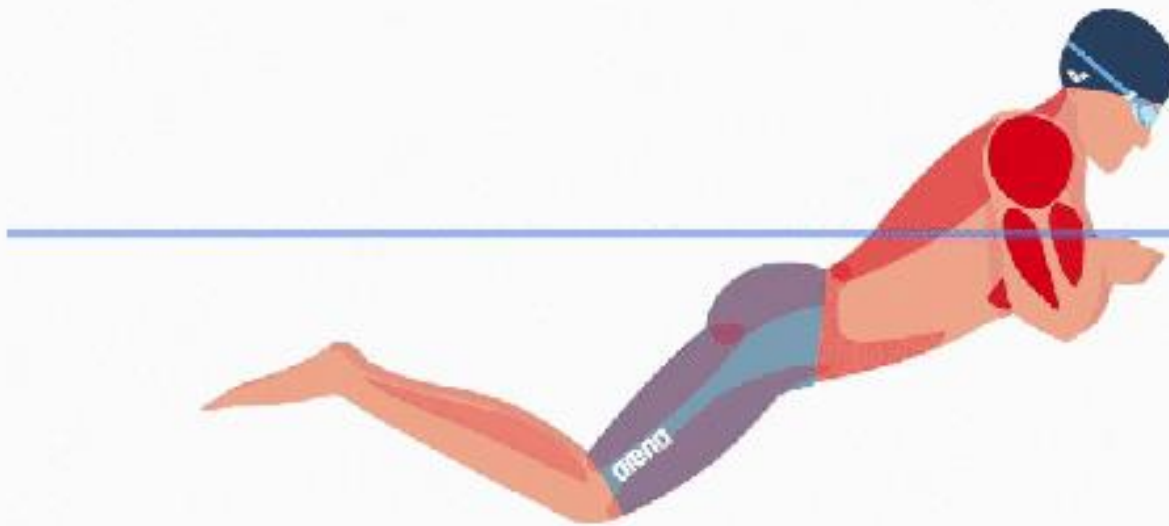


Hogyan változtatja a tengeralattjáró a sűrűségét?



A tengeralattjáró víztartály feltöltésével és ürítésével változtatja a sűrűségét.

Hogyan kell szabályosan úszni?



A levegőt akkor kell venni, amikor felsőtestünk kiemelkedik a vízből, kifújni pedig a víz alá merülve kell (használjuk ki, hogy ebben segít a víz nyomása is).

Bermuda-háromszög rejtélye



A Bermuda-háromszög, vagy más néven az Ördög-háromszöge egy terület neve az Atlanti-óceánon, ami hajók különös eltűnéséről vált ismertté.

Sok legenda született a Bermuda háromszöggel kapcsolatban



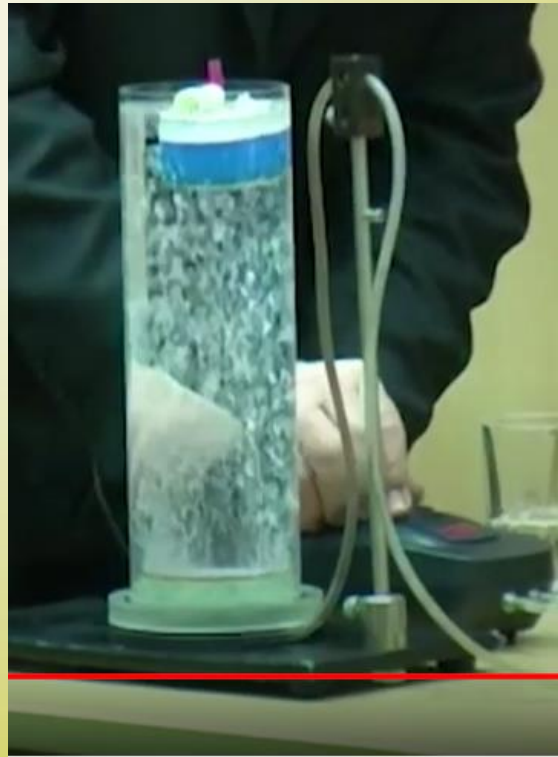
Bermuda-háromszög rejtélye

A különleges időjárási körülmények mellett mindenképpen szerepe van a vízsűrűség változásának is:
Amikor a hajó úszik a gravitációs erő és a felhajtóerő megegyezik.

A tenger alatti vulkanikus tevékenység **gázokat fejleszt** (pl.: metánt), amelyek a víz felszíne felé mozognak.

A gázbuborékok miatt víz sűrűsége a hajó sűrűségénél kisebbé válik, **csökken a felhajtóerő**, ami eddig fenntartotta a hajót a vízen, ezért a hajó lesüllyed, majd megtelik vízzel és elsüllyed.

Bermuda-háromszög rejtélyének szemléltetése



A henger vizébe - akvárium levegőztetőjével - levegőt juttatva a víz sűrűsége csökken. A kishajó elkezd süllyedni.

Az ember repülni kezdett

A Montgolfier-fivérek 1783 szeptember 19-én a királyi pár (XVI. Lajos és Marie Antoinette) szeme láttára engedték útjára az első olyan hőlégballont, amely kosarában már élőlények is utaztak: egy kacsa, egy juh és egy kakas lettek az első utasok. A kis hősök túléltek a kísérletet, be is kerültek a király udvartartásába.



1783. november 21-én az első ember is léghajóba szállt.

Hogyan emelkedik fel a hőlégballon?



A hőlégballon belsejében a meleg levegő sűrűsége kisebb, mint a légköri levegő sűrűsége. A felhajtóerő felemeli a léggömböt.

Az alsó légkörben a hőlégballonra ható felhajtóerő - a levegő sűrűségének csökkenése miatt - minden 1000-es emelkedésnél néhány %-kal csökken.

A hőlégballon repülését szigorú szabályok befolyásolják, emelkedési magasságát a ballonban lévő levegő melegítésének mértékével lehet szabályozni. Hazánkban - az előírás szerint - az 1200 méteres magasság az engedélyezett maximum, ennél magasabbra tilos az emelkedés, a légiközlekedés akadályozása miatt.

Felhajtóerő a levegőben. Léghajók



A légballonban, léghajóban lévő gáz (hidrogén, hélium) sűrűsége kisebb, mint a levegő sűrűsége.

Léghajók



Az első világháború alatt a konkurens Schütte-Lanz Luftschiffbau vállalat fejlesztéseinek eredményeképpen a zeppelinek alakja a jól ismert cseppformát vette fel, és azóta kereszt alakú vezérsíkot alkalmaznak majdnem minden léghajón. Ezen a külső héjon belül több elkülönített, **a levegőnél könnyebb gázzal (hidrogénnel, héliummal) töltött ballon, vagy „cella” helyezkedett el.** A nem merev léghajók csak egyetlen ballonnal rendelkeznek.

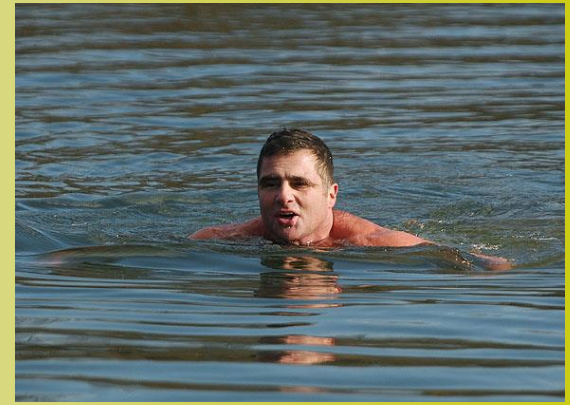
Léghajózás vége.

Érdekesség

A Hindenburg katasztrófája (1937. május 6)



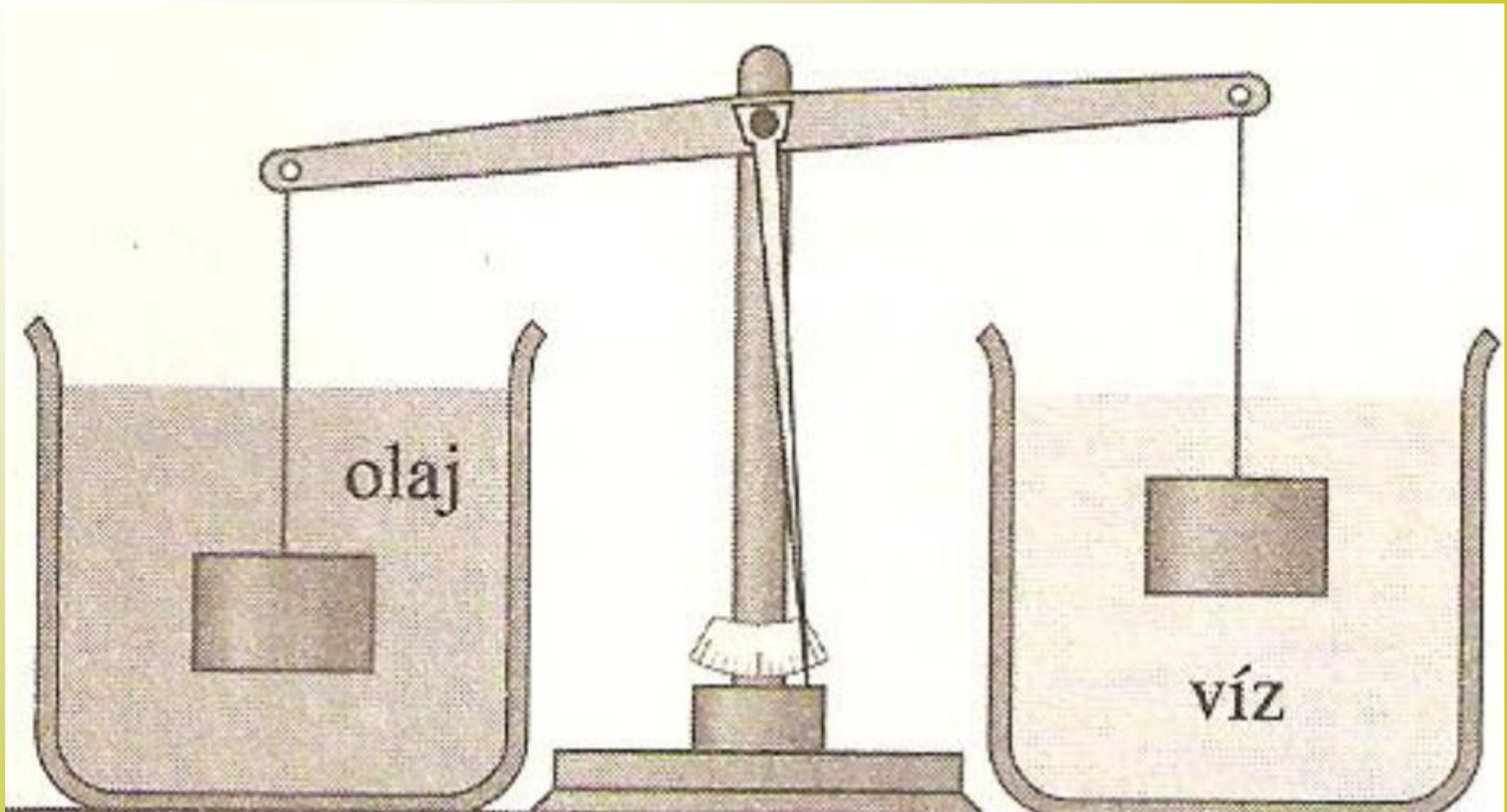
A Hindenburg építésekor a tervezők már próbálták kiküszöbölni a zeppelinek leggyengébb pontját, az erősen gyúlékony és robbanásveszélyes hidrogént, mellyel a hajó ballonját töltötték meg. Helyette a kevésbé reaktív héliumgázt ajánlották, de ebből Németországban nem állt rendelkezésre kellő mennyiség, a katonai embargó pedig nem tette lehetővé az importot, így **a Hindenburgot végül hidrogénnel töltötték meg.**



Feladatok



Hogyan magyarázzuk az ábrát?



Az olaj sűrűsége kisebb, mint a vízé, ezért az ugyanolyan térfogatú testre kisebb felhajtóerővel hat.

$$F_{\text{felhajtó}} = \rho_{\text{folyadék}} \cdot V_{\text{bemerült test}} \cdot g$$

Felhajtóerő nagysága

Egy 50 kg tömegű gyerekre

- Mekkora felhajtóerő hat levegőben?
- Mekkora felhajtóerő hat vízben, ha teljesen elmerül?

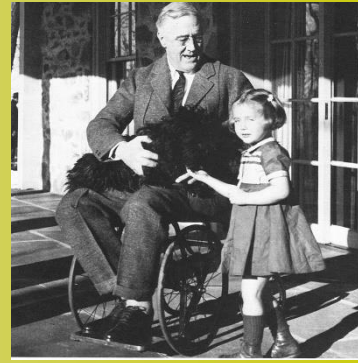
Adatok:

emberi test sűrűsége: 1070 kg/m^3

víz sűrűsége: 1000 kg/m^3

levegő sűrűsége: $1,3 \text{ kg/m}^3$

$g = 10 \text{ m/s}^2$



Roosevelt a víz felhajtóerjének segítségével tanult meg újra járni.

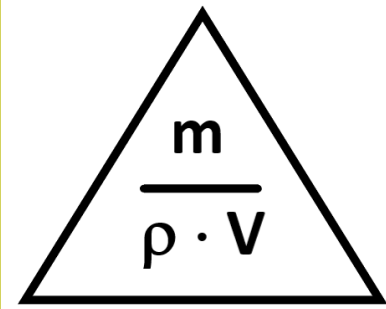


Megoldás:

Esetünkben:

$$F_{\text{felhajtóerő}} = \rho_{\text{levegő}} \cdot V_{\text{gyerek}} \cdot g$$

$$F_{\text{felhajtóerő}} = \rho_{\text{víz}} \cdot V_{\text{gyerek}} \cdot g$$



Nem tudjuk a gyerek testének térfogatát!

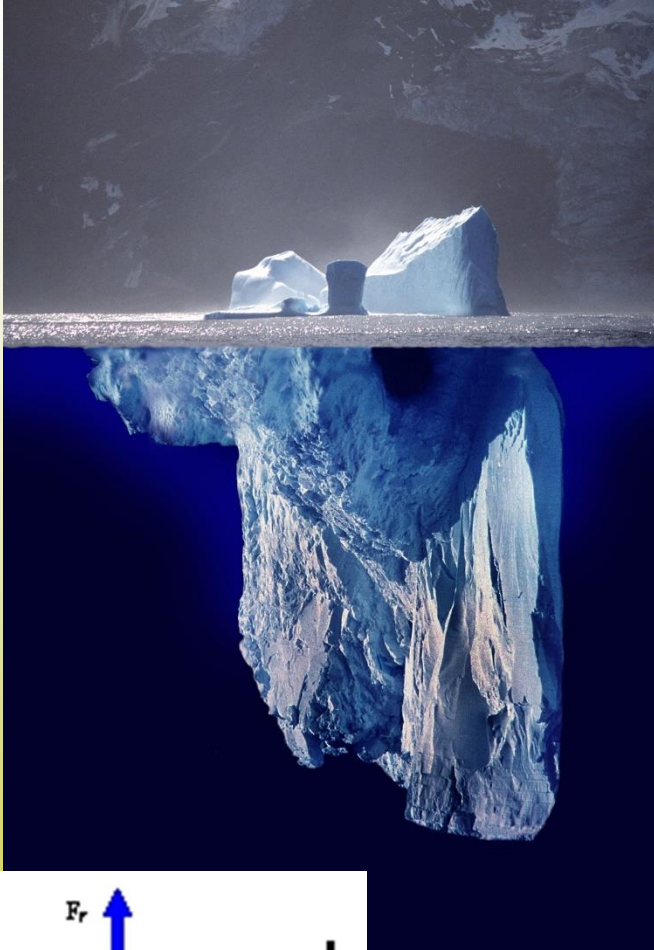
Mivel a test tömege a sűrűség és a térfogat szorzata ($m = \rho \cdot V$), a gyerek testének térfogata

$$V_{\text{gyerek}} = \frac{m_{\text{gyerek}}}{\rho_{\text{test}}} = \frac{50 \text{ kg}}{1070 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,047 \text{ m}^3$$

$$\text{Levegőben: } F_{\text{felhajtóerő}} = 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,047 \text{ m}^3 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,611 \text{ N}$$

$$\text{Vízben: } F_{\text{felhajtóerő}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,047 \text{ m}^3 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 470 \text{ N}$$

Jéghegy a vízben



Egy 10000 kg tömegű jég tömb úszik a vízben.

a) Mennyi lesz a felhatóerő nagysága?

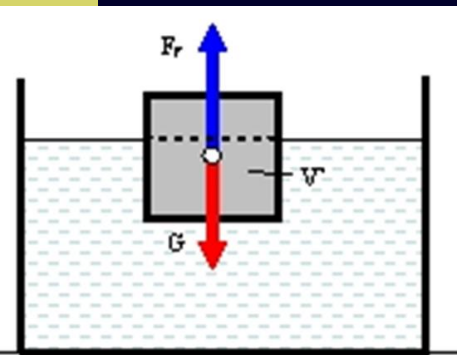
b) Mekkora térfogata lesz a víz alatt és a víz fölött?

Adatok:

A víz sűrűsége: 1000 kg/m^3

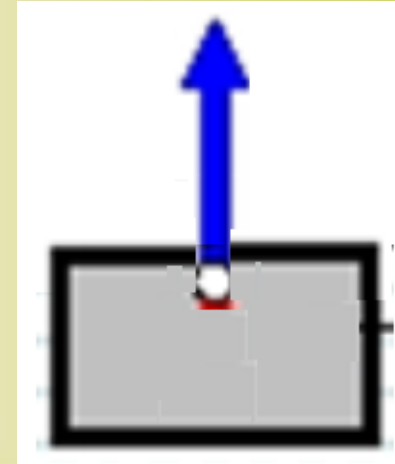
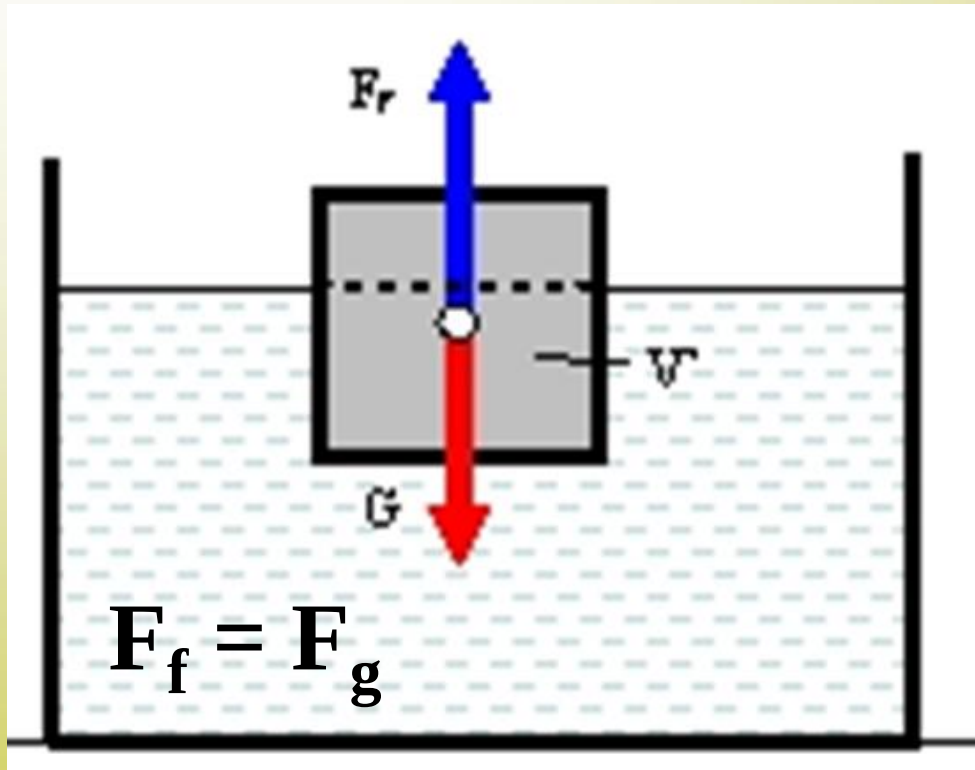
A jég sűrűsége: 900 kg/m^3

$g = 10 \text{ m/s}^2$



a)

Mekkora lesz a jégtömbre ható felhajtóerő?

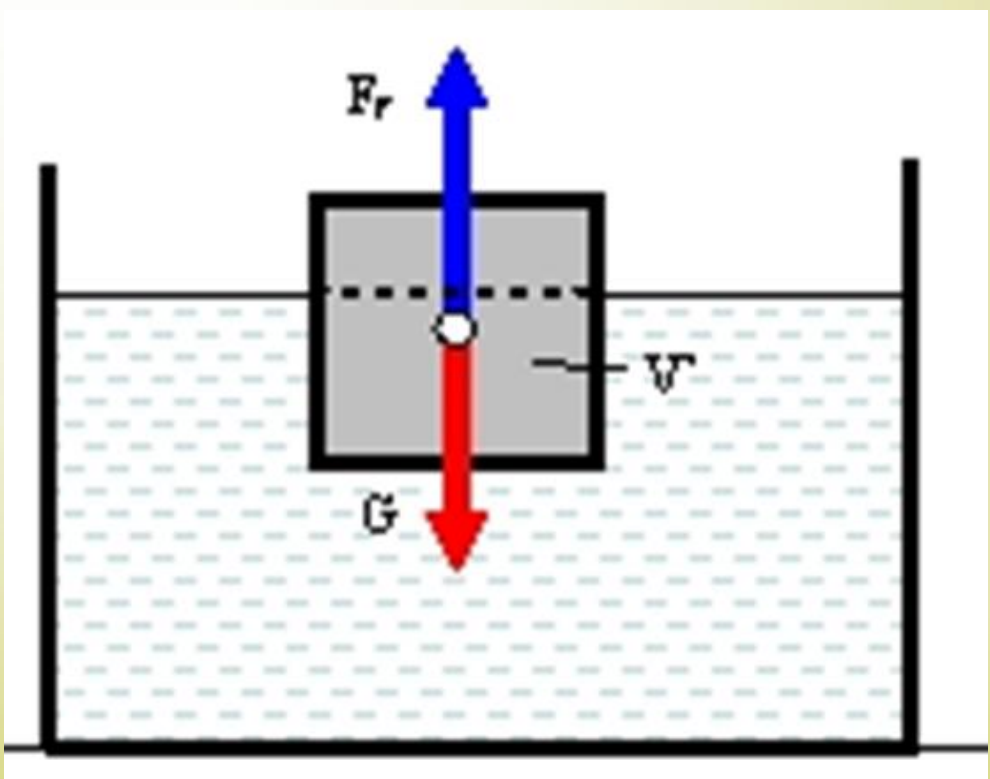


A jégre ható **gravitációs erő** (piros nyíl). $G = m_{jég} \cdot g = 10000 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 100000 \text{ N}$

Mivel a jégtömb nem mozdul a **bemerült részre ható felhajtóerő** (kék nyíl) nagysága megegyezik a gravitációs erővel $F_{felhajtó} = 100000 \text{ N}$

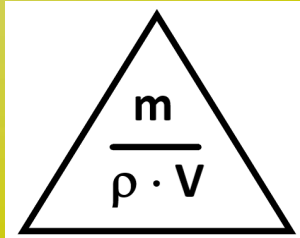
b)

Mennyi lesz a jégtömb térfogata?



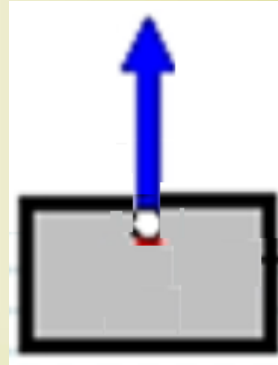
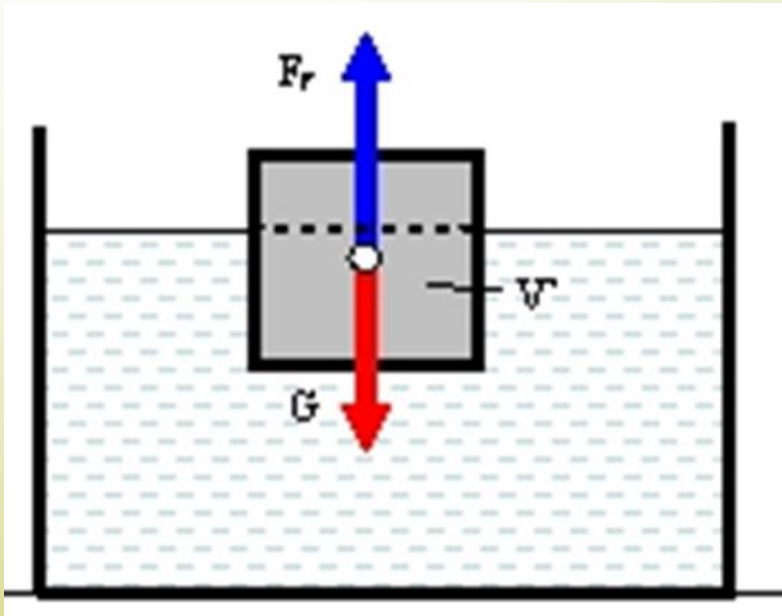
A jégtömb tömege 10000 kg , a jég sűrűsége $900\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ezek ismeretében kiszámítható a jégtömb térfogata az $m = \rho \cdot V$ képletből kifejezve V -t.

$$V_{\text{jég}} = \frac{m_{\text{jég}}}{\rho_{\text{jég}}} = \frac{10000\text{ kg}}{900\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 11,11\text{m}^3$$



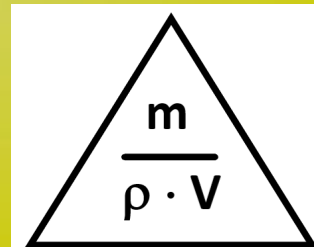
b)

Mennyi lesz a vízbe merült rész térfogata?



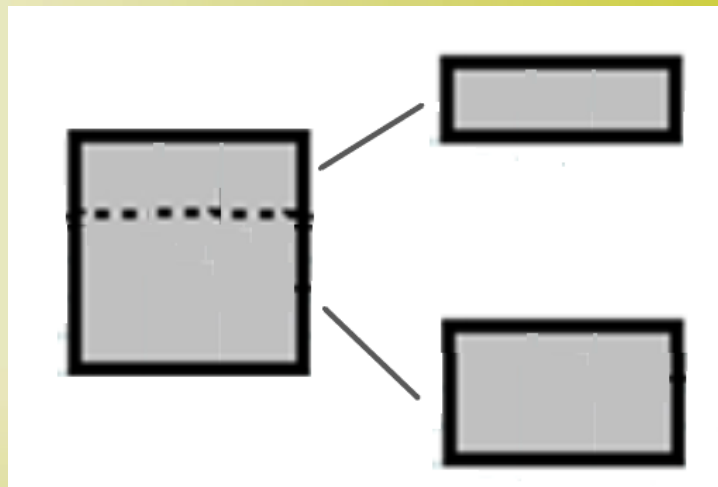
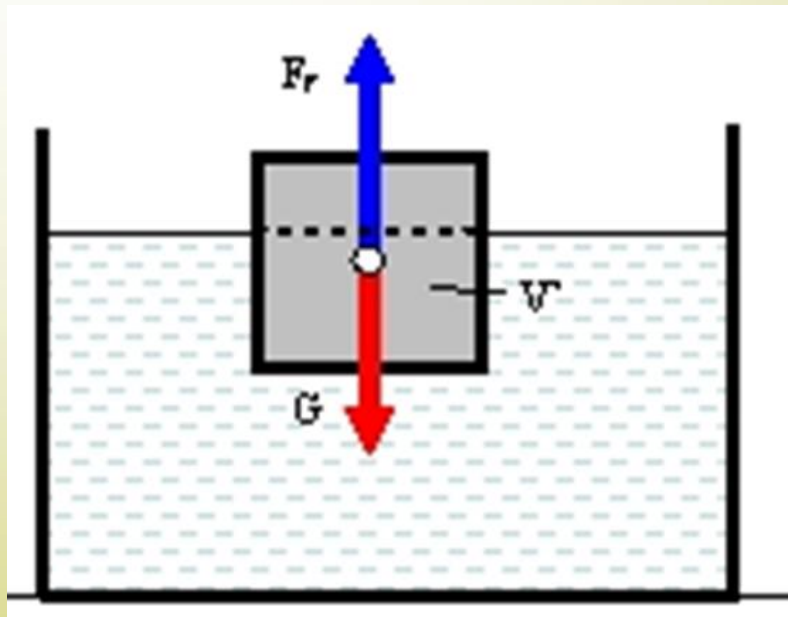
A víz által kifejtett felhajtóerő csak vízbe merült részre hat.
Mennyi a bemerült rész térfogata? Vagyis mekkora térfogatú víznek lesz 10000 kg a tömege?

$$V_{\text{víz}} = \frac{m}{\rho_{\text{víz}}} = \frac{10000 \text{ kg}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 10 \text{ m}^3$$



b)

Mekkora rész lesz a víz fölött?



A víz fölött $11,11\text{m}^3 - 10\text{m}^3 = 1,11\text{m}^3$ lesz. Ez $\frac{1,11}{11,11} = 0,1$,
azaz a jéghegy 10% -a lesz a víz fölött.