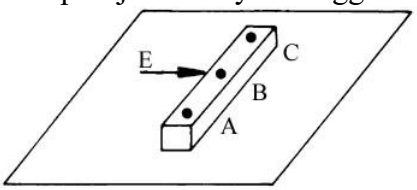
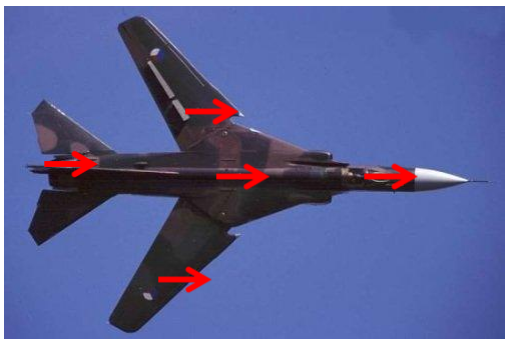
Gyakorlati javaslatok az új érettségi követelmények beépítésére a gimnáziumi alap órakeret és a tehetséggondozó foglalkozások tanmenetébe

Forgómozgás

Pontszerű testre ható erő, vagy az erők eredője gyorsuló mozgást, vagy egyensúlyt eredményez az erők nagyságától és irányától függően.
Kiterjedt testnél már az erő támadáspontjának helyétől függően más módon mozog a test.

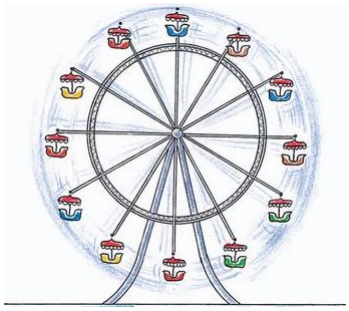


Ha a kiterjedt test pontjai azonos nagyságú és irányú sebességgel mozognak, akkor haladó mozgást végeznek.

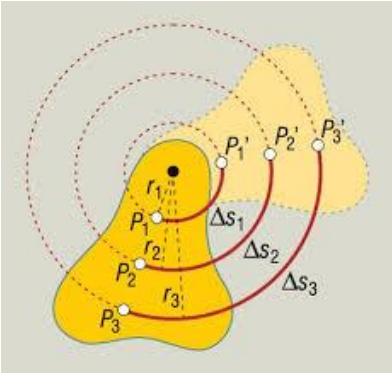


Ha a kiterjedt test egy pontját rögzítjük, akkor a többi pont pályája egy gömb felületén marad.
Ha kettő pontot rögzítünk, akkor a test a két pont által rögzített tengely körül forgómozgást végez.

Egyenletes forgómozgást végeznek



Egyenletes forgómozgás vizsgálata:

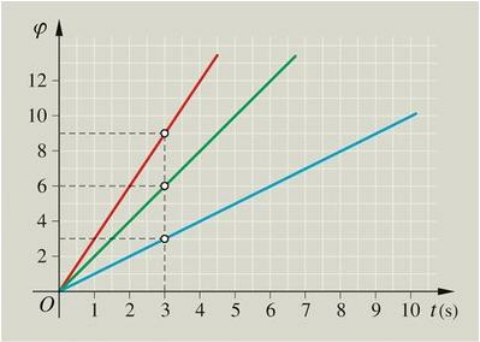


A forgómozgást végző test minden pontja körmozgást végez.
A pontok szögelfordulása és szögsebessége azonos, a befutott ívhossza és a kerületi sebesség különböző, mivel értékük függ a sugártól.

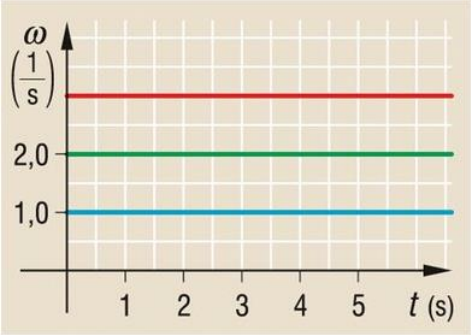
$$\alpha = \omega \cdot t \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad i = v_k \, t$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad v_k = \frac{2r\pi}{T}$$

Szögelfordulás-idő diagram

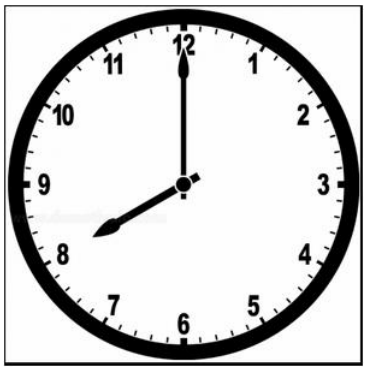


Szögsebesség- idő diagram



Feladat:

Határozzuk meg, hogy 8 óra után mennyi idő telik el, míg az óra mutatói fedik egymást?



$$\alpha = \omega_{rel}\, t$$

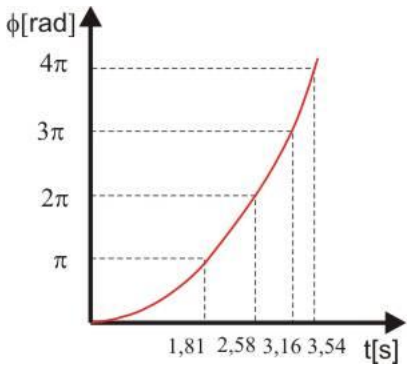
$$\frac{4}{3}\pi = \left(\frac{2\pi}{1\ \mathrm{h}} - \frac{2\pi}{12\ \mathrm{h}}\right) t$$

$$t = \frac{8}{11}\ \mathrm{h}$$

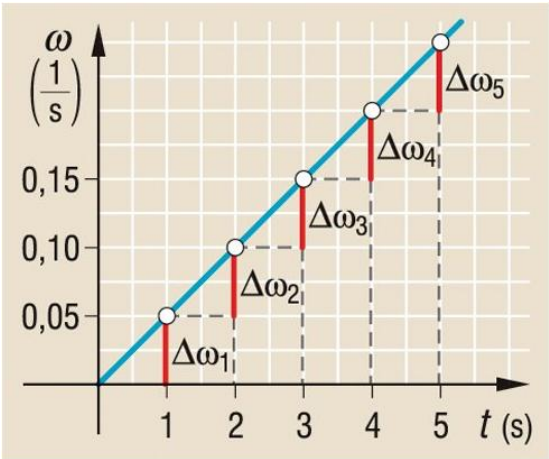
Az óra mutatói 0,73 óra, vagy 43,6 perc múlva fedik egymást.

Egyenletesen változó forgómozgás lehet a kísérleti eszközzel tanulmányozni.

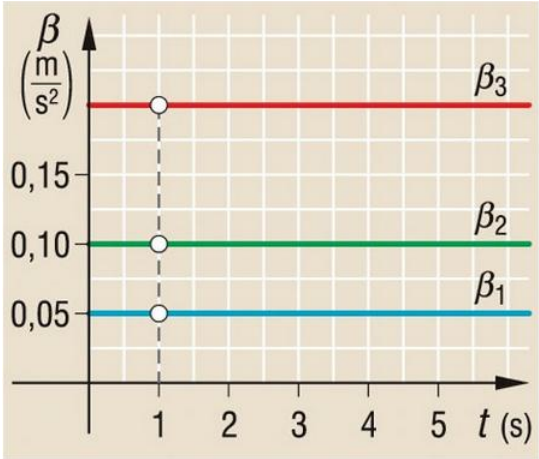
Szögelfordulás- idő diagram



Szögsebesség-idő diagram



Szöggyorsulás-idő diagram



A szögelfordulás

$$\alpha = \frac{\omega + \omega_o}{2} \cdot t$$

$$\alpha = \frac{\omega^2 - \omega_o^2}{2 \cdot \beta}$$

$$\alpha = \omega_o \cdot t + \frac{\beta}{2} \cdot t^2$$

Szöggyorsulás

$$\beta = \frac{\omega - \omega_o}{t}$$

Mértékegysége: $\frac{1}{s^2}$

A szöggyorsulás a szögsebesség-változás és az idő hányadosa.

Feladat:

Egy motor tengelye álló helyzetből indulva, egyenletesen gyorsuló forgómozgással, 5 s alatt éri el a 3000/perc állandó fordulatszámot. Mekkora volt a szöggyorsulása és hányat fordult ezen idő alatt?

$$\beta = \frac{\omega - \omega_0}{t} \qquad \omega = 2\,\pi\,n$$

$$\beta = \frac{314\frac{1}{s}}{5s}$$

$$\beta = 62{,}8\,\frac{1}{s^2}$$

$$\alpha = \frac{\beta}{2}\,t^2$$

$$\alpha = \frac{62{,}8\frac{1}{s^2}}{2}\,(5\ s)^2$$

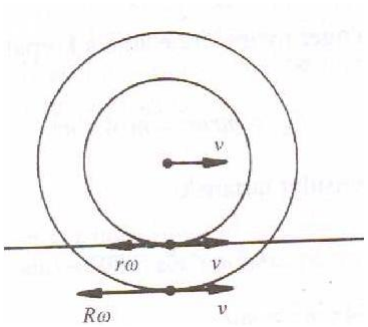
$$\alpha = 785\ \text{rad}$$

$$z = \frac{785}{2\ \pi} = 125$$

A motor tengelyének szöggyorsulása 62,8 $1/s^2$ volt a felpörgés során, és 5s alatt 125 fordulatot tett meg.

Merev test síkmozgása lehet összetett, egy haladó és egy forgómozgás.

Tanulmányozzuk egy vasúti kocsi kerekének mozgását.



Tiszta gördülésnél a talajjal érintkező pont a talajhoz képest áll. A test egyes pontjainak sebességét a talajhoz képest a tengely sebességének és a tengely körüli forgás kerületi sebességének vektori összege adja meg.

A tengely sebessége legyen : v_{kp}

A kerületi pont sebessége: $v_k = r\,\omega$

Ha a talajjal érintkező pont sebessége nulla, akkor:

$$v_{kp} = r\,\omega$$

Tiszta gördülés esetén ennek a feltételnek minden pillanatban teljesülni kell.

Egyenletesen·változó·forgómozgásnál:¶

$v_{kp} = v_o + a \cdot t$¶

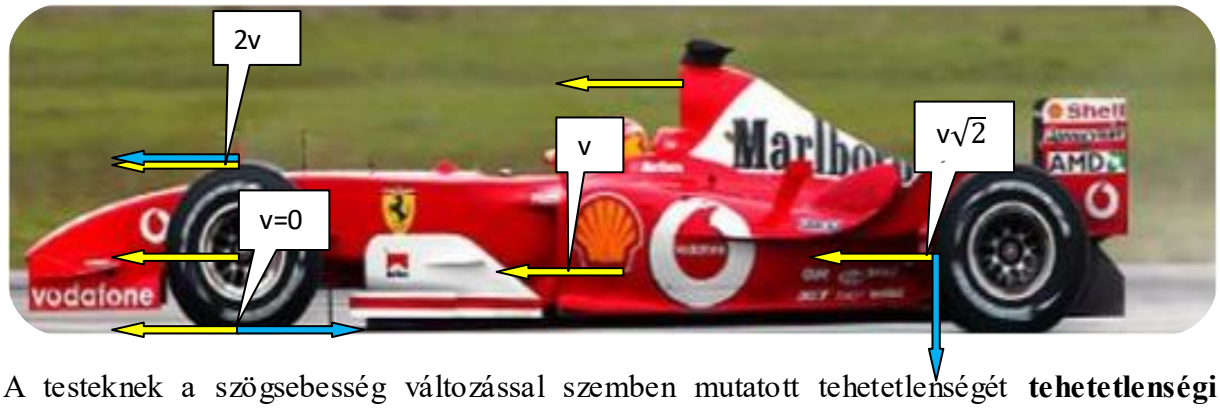
$\omega = \omega_o + \beta \cdot t$¶

Tiszta·gördülésnél:¶

$v_o + a \cdot t = (\omega_o + \beta \cdot t) \cdot r$ → mivel $v_o = r \cdot \omega_o$¶

$a = r \cdot \beta$¶

Járművek kerekeinek sebessége különböző.



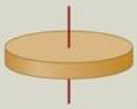
A testeknek a szögsebesség változással szemben mutatott tehetetlenségét **tehetetlenségi nyomatékkal** jellemezzük.

Anyagi pont tehetetlenségi nyomatéka: $\Theta = m\,r^2$

Mértékegysége: 1 kg m^2

Anyagi pont tehetetlenségi nyomatéka egyenesen arányos a test tömegével és a forgástengelytől mért távolság négyzetével.

Kiterjedt testek tehetetlenségi nyomatéka függ a test alakjától és a forgástengely helyétől.

Test	Tengely	Tehetetlenségi nyomaték	Test	Tengely	Tehetetlenségi nyomaték
m tömegű, r sugarú **gyűrű** (vagy vékony falú cső)		$\Theta = m \cdot r^2$	m tömegű, l hosszúságú vékony **pálca**		$\Theta_1 = \frac{1}{12} m \cdot l^2$
m tömegű, r sugarú **gyűrű** (vagy vékony falú cső)		$\Theta = \frac{1}{2} m \cdot r^2$	m tömegű, l hosszúságú vékony **pálca**		$\Theta_2 = \frac{1}{3} m \cdot l^2$
m tömegű, r sugarú tömör **henger**		$\Theta = \frac{1}{2} m \cdot r^2$	m tömegű, a élű **kocka** középpontján átmenő bármely tengelyen		$\Theta = \frac{1}{6} m \cdot a^2$
m tömegű, r sugarú tömör **gömb**		$\Theta = \frac{2}{5} m \cdot r^2$	m tömegű egyenes **kúp** alaplapjának r sugara		$\Theta = \frac{3}{10} m \cdot r^2$

Kiterjedt test esetén a tehetetlenségi nyomaték egyenlő az egyes tömegpontok tehetetlenségi nyomatékainak összegével.

Rögzített tengely körül forgó test forgásállapotát a **perdülettel** (forgásmennyiséggel, impulzus momentummal) jellemezhetjük.

$$N = \Theta\ \omega$$

mértékegysége: kg m^2 1/s

A perdület egyenesen arányos a tehetetlenségi nyomatékkal és a szögsebességgel.

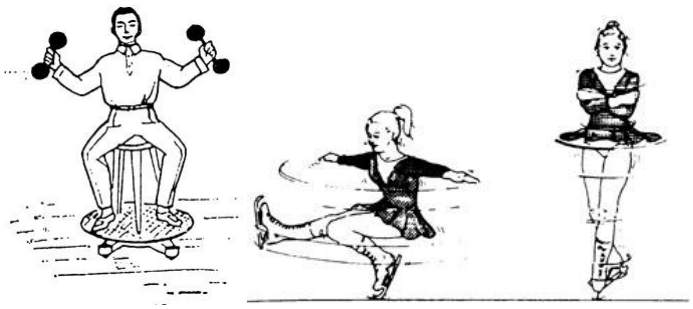
Perdületmegmaradás törvénye:

Ha egy pontrendszerre nem hatnak külső erők, vagy a külső erők forgatónyomatékainak eredője egy választott vonatkoztatási pontra nézve zérus, akkor a rendszer ezen pontra vonatkoztatott perdülete nem változik.

$$\sum_{i=1}^{n} N_i = \text{állandó}$$

Zárt rendszerek perdülete állandó

Kísérlet forgózsámollyal Piruettező



Ha nincs lehetőség a kísérleteket elvégezni, akkor javaslom Härtlein Károly tanár úr kísérleteit.

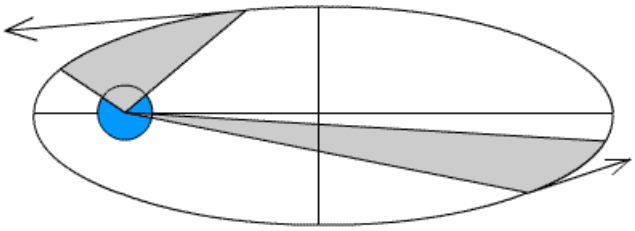
fizipedia.bme.hu

Bolygómozgásra a perdületmegmaradás törvénye

$$\Theta_1\omega_1 = \Theta_2\omega_2$$

$$mr_1^2\omega_1 = mr_2^2\omega_2$$

$$r_1v_1 = r_2v_2$$



Feladat:

A Föld körül ellipszis pályán keringő űrhajó legkisebb távolsága a Föld középpontjától 6870 km. Sebessége ekkor 10 km/s. A Föld tömege 5,98 10^{24} kg. Mekkora az űrhajó legnagyobb távolsága a Föld középpontjától és mekkora az űrhajó legkisebb sebessége?

Megoldás:

$$\frac{1}{2}mv_1^2 - f\frac{mM}{r_1} = \frac{1}{2}mv_2^2 - f\frac{mM}{r_2}$$

$$r_1v_1 = r_2v_2$$

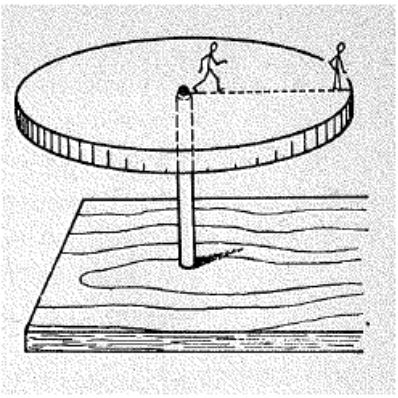
$$r_2 = 4{,}3\ 10^7 \text{ m}$$

$$v_2 = 1{,}6\ 10^3 \text{ m/s}$$

Az űrhajó legnagyobb távolsága a Föld középpontjától 4,3 10^7 m, és az űrhajó legkisebb sebessége 1,6 10^3 m/s.

Feladat:

Az ábrán látható 2 m sugarú 200 kg tömegű jól csapágyazott korong függőleges tengely körül 0,2 1/s fordulatszámmal magára hagyva forog. Egy 50 kg tömegű ember a korong középpontjától kimegy a korong szélére. Mennyi lesz ezután a korong fordulatszáma?



Megoldás:

$$\Theta_1\ \omega_1 = \Theta_2\ \omega_2$$

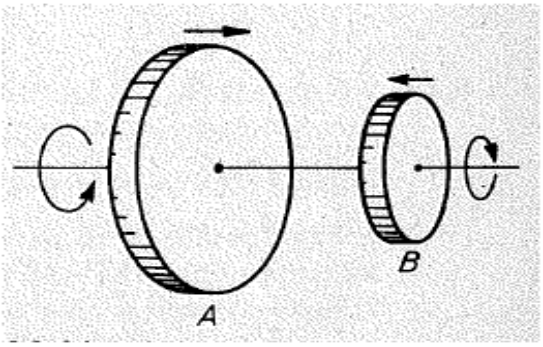
$$\frac{1}{2}\ m_k\ r^2\ 2\ \pi\ n_1 = \left(\frac{1}{2}\ m_k\ r^2 + m_e\ r^2\right)\ 2\ \pi\ n_2$$

$$n_2 = 0{,}133\ \frac{1}{s}$$

A korong fordulatszáma 0,133 1/s-ra változott.

Feladat:

Két ellentétes értelemben forgó tömör korong szögsebessége azonos abszolút értékű. Mindkét korong tömege 0,2 kg, az egyik sugara 10 cm, a másiké 20 cm. Mekkora és milyen forgásértelmű lesz a szögsebességük, ha forgásukat nem fékezve egymáshoz szorítjuk őket?



Megoldás

$$N_1 - N_2 = N$$

$$\Theta_1\ \omega - \Theta_2\ \omega = (\Theta_1 + \Theta_2)\ \omega_k$$

$$\frac{1}{2}\ m_1\ r_1^2\ \omega - \frac{1}{2}\ m_2\ r_2^2\ \omega = \left(\frac{1}{2}\ m_1\ r_1^2 + \frac{1}{2}\ m_2\ r_2^2\right)\ \omega_k$$

$$\omega_k = -\ 0{,}6\ \omega$$

A szögsebesség 0,6-szeresére változik a nagyobb sugarú korong forgási irányába.

A szögsebesség változást olyan erő hozza létre, amelynek hatásvonala nem megy át a forgástengelyen.
A szöggyorsulást forgatónyomaték hozza létre.
A forgómozgás alapegyenlete:

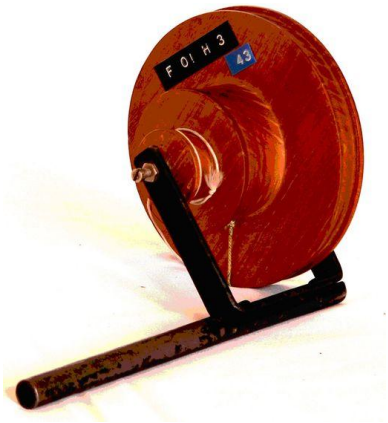
$$\sum M = \Theta \cdot \beta ¶$$

Az egyenletes forgómozgás dinamikai feltétele, hogy a testre ható erők forgatónyomatékainak összege nulla legyen.

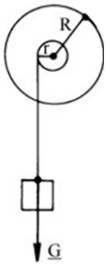
Az egyenletesen változó forgómozgás dinamikai feltétele, hogy a testre ható erők forgatónyomatékainak összege állandó legyen.

Tanulókísérlet:

A tehetetlenségi nyomaték kísérleti meghatározása



A tárcsa kerületére fonalat csavarunk és arra egy m tömegű testet függesztünk.



Ha a fonál végére akasztott test ***t*** idő alatt ***h*** úton esik, akkor a gyorsulása:

$$a = \frac{2h}{t^2}$$

A szöggyorsulása az $a = r \cdot \beta$ összefüggésből

$$\beta = \frac{a}{r} = \frac{2h}{t^2 r}$$

A mozgásegyenletekből:

$$m \cdot g - K = m \cdot a$$

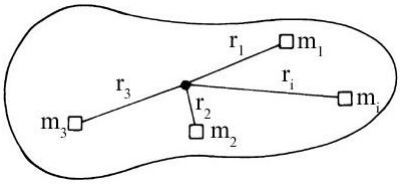
$$K \cdot r = \Theta \beta$$

A tehetetlenségi nyomaték:

$$\Theta = \frac{m g r}{\beta} - m \cdot r^2$$

A kísérlet elemzéséhez: m r h t értékei mérhetők.

A forgómozgást végző test mozgási energiáját **forgási energiának** nevezzük.
Bontsuk fel a testet olyan kicsi részekre, amelyek már pontszerűnek tekinthetők. A test összes energiája:



Forgási energia a tömegpontok mozgási energiájának összege:

$$E=\frac{1}{2}\, m_1\, v_1^2 + \frac{1}{2}\, m_2\, v_2^2 + .. + \frac{1}{2}\, m_n\, v_n^2$$

$$E=\frac{1}{2}\, m_1\, r_1^2\omega^2 + \frac{1}{2}\, m_2\, r_2^2\omega^2 + .. + \frac{1}{2}\, m_n\, r_n^2\, \omega^2$$

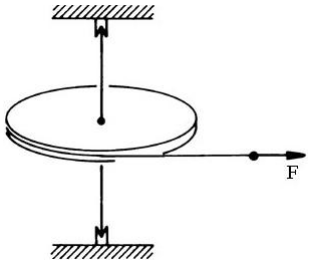
$$E = \frac{1}{2}\omega^2\, (m_1\, r_1^2 + m_2\, r_2^2 + .. + m_n\, r_n^2\,)$$

$$E = \frac{1}{2}\, \Theta\, \omega^2$$

Θ a pillanatnyi tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomaték.

Forogva haladó testnél az összes energia: $E = \frac{1}{2}\, \Theta\, \omega^2 + \frac{1}{2}\, m\, v^2$

A **munkatétel** forgómozgásra



Egy m tömegű r sugarú korongot F erővel húzunk.

A munka: $W = F\, \Delta s$

$$\Delta s = r\, \Delta\alpha$$

$$W = F\, r\, \Delta\alpha$$

$$W = M\, \alpha$$

$$W = \Theta\, \beta\, \frac{\beta}{2}\, t^2$$

$$W = \frac{1}{2}\, \Theta\, \beta^2\, t^2$$

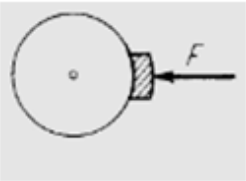
$$W = \Delta E_{forg}$$

A forgási energia megváltozása egyenlő a rá ható erők eredőjének munkájával.

Forogva haladó testre: $W = \Delta E_{forg} + \Delta E_{mozg}$

Feladat:

50 kg tömegű, 50 cm sugarú korong szögsebessége 10 s^{-1}. Mekkora sugár irányú erővel kell a féktuskót a kerékhez szorítani, hogy 20 másodperc alatt lefékezzük azt, ha a féktuskó és a korong pereme között a súrlódási együttható 0,5?



$$M = \Theta\, ß$$

$$S\, r = \frac{1}{2}\, m\, r^2\, \frac{\omega}{t}$$

$$\mu\, F\, r = \frac{1}{2}\, m\, r^2\, \frac{\omega}{t}$$

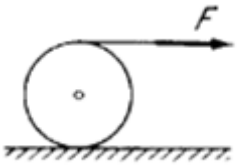
$$F = \frac{m\, r}{2\mu}\, \frac{\omega}{t}$$

$$F = 12{,}5\ N$$

12,5 N nagyságú erővel kell a féktuskót a kerékhez szorítani, hogy 20 s alatt lefékezzük.

Feladat:

Legfeljebb mekkora vízszintes F erővel lehet az 5 cm sugarú, 1 kg tömegű, tömör hengerre tekert fonalat húzni, hogy a henger a talajon ne csússzék meg? A tapadási súrlódási együttható 0,3.



$$F + S = m\, a$$

$$F\, r - S\, r = \frac{1}{2}\, m\, r^2\, \frac{a}{r}$$

$$F = 0{,}9\ N$$

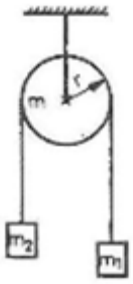
0,9 N nagyságú erővel lehet a fonalat húzni, hogy a henger a talajon ne csússzék meg.

Feladat:

0,5 m sugarú, 26 kg tömegű tömör hengeren átvetett fonál végein testek lógnak, amelyeknek együttes tömege 12 kg. A testeket elengedve a henger 3,2 1/ s^2 szöggyorsulással indul el. A kötél a hengeren nem csúszik meg.

a.) Mekkora a két test tömege külön-külön?

b.) Az indulástól számított 3 s múlva mennyi az összes mozgási energia?



$$m_1\, g - K_1 = m_1 r\, ß$$

$$K_2 - m_2\, g = m_2\, r\, ß$$

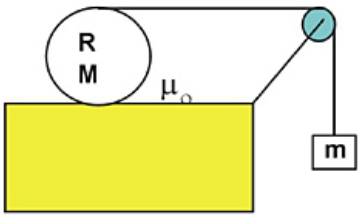
$$K_1\, r - K_2\, r = \frac{1}{2}\, m\, r^2\, ß$$

$$E_{öss.} = \frac{1}{2}\, m_1\, (r\, ß\, t)^2 + \frac{1}{2}\, m_2\, (r\, ß\, t)^2 + \frac{1}{2}\,\frac{1}{2} m\, (r\, ß\, t)^2$$

Az m_1 = 4 kg, az m_2 = 8 kg és 3 s múlva az összes mozgási energia 288 J.

Feladat:

Az ábrán látható elrendezésben az M tömegű henger és a sík között olyan nagy a tapadási súrlódási együttható, hogy a henger tisztán gördül. A csiga és a kötél elhanyagolható tömegű. Határozza meg a hasáb a_2 és a henger súlypontjának a_1 gyorsulását és a kötelet feszítő erőt! ($\Theta = \frac{1}{2}\, M\, R^2$)



Végeredmény:

$$F = \frac{3\, M\, m}{3M+8m}\, g$$

$$a_1 = \frac{4m}{3M+8m}\, g$$

$$a_2 = \frac{8\, m}{3M+8m}\, g$$

Feladat:

3 méter sugarú, 13 tonna tömegű vékony falú acélhenger gördül vízszintes síkon úgy, hogy súlypontja 10,8 m/min sebességgel halad. Mekkora munkát kell végezni a megállításhoz?

Megoldás: $W = \Delta E_{forg} + \Delta E_{mozg}$

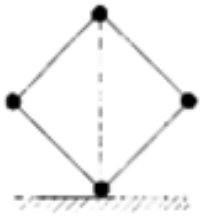
$$W = \frac{1}{2}\, m\, r^2\, \frac{v^2}{r^2} + \frac{1}{2}\, m\, v^2$$

$$W = m\, v^2$$

Az acélhenger megállításához 421,2 J munkát kell végezni.

Feladat:

3 m él hosszúságú négyzet csúcsaiban 50 kg-os tömegek vannak. A négyzet átlója függőleges helyzetű. Ezután a négyzet saját síkjában eldől. Mekkora az egyes tömegek sebessége, amikor a négyzet egyik oldala földet ér?



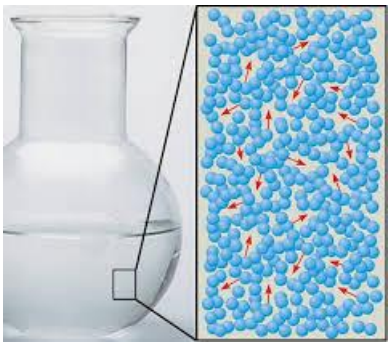
$$2\, m\, g\, \frac{a\sqrt{2}}{2} + m\, g\, a\, \sqrt{2} = 2\, m\, g\, a + \frac{1}{2}\, m\, 2\, a^2 \omega^2 + 2\, \frac{1}{2}\, m\, a^2\, \omega^2$$

$$v_1 = a\, \omega \qquad\qquad v_2 = a\, \omega\, \sqrt{2}$$

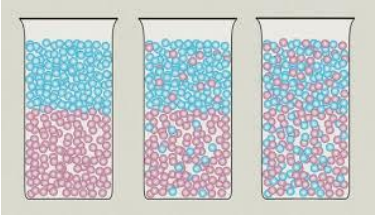
A szélső tömegek sebessége 3,525 m/s, a felső tömeg sebessége 4,985 m/s.

Folyadékok és gázok mechanikája

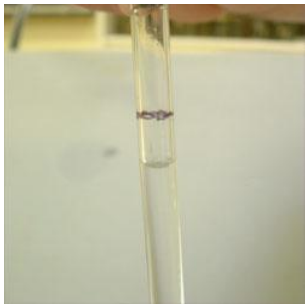
Folyadék modell:



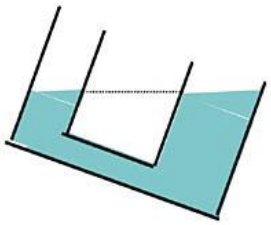
A folyadékok nagy számú, kicsi méretű részecskék halmaza, amelyek állandó mozgásban vannak, elgördülnek egymáson. Diffúzióra képesek.



A részecskék között hézag van. Ezt a víz és alkohol térfogatcsökkenésével lehet bemutatni.
Folyadékok kontrakciója



A folyadékok felveszik az edény alakját, a szabad felszín mindig vízszintes.



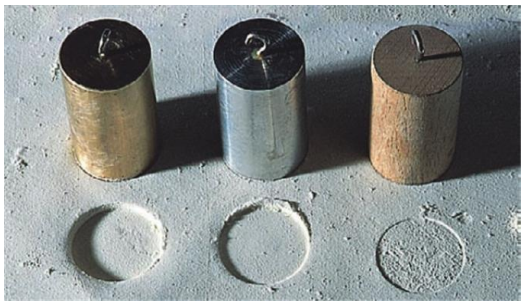
A nyomás: A nyomóerő és a nyomott felület hányadosa.

$$p = \frac{F}{A}$$

$$\text{Mértékegysége: } \frac{1\ \text{N}}{\text{m}^2} = 1\text{Pa}$$

Blaise Pascal (1623-1662)
Francia matematikus, fizikus és filozófus. Behatóan foglalkozott a folyadékok fizikájával, megfogalmazta a közlekedőedények fizikai törvényét. Vizsgálta a gázok nyomásviszonyait, a légnyomásváltozásokat. A nyomás mértékegysége az ő munkásságának tiszteletére lett pascal. Mechanikus számológépet szerkesztett, megalapozta a projektív geometriát, kidolgozta másokkal közösen a valószínűség matematikai elméletét.

A nyomás függ a nyomóerőtől:

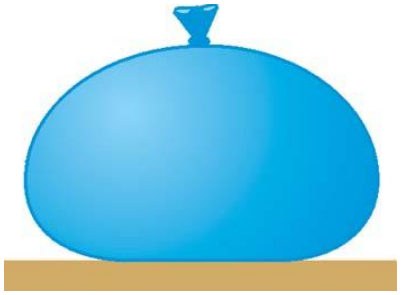


A nyomás függ a nyomott felület nagyságától:

A nyomás csökkentése

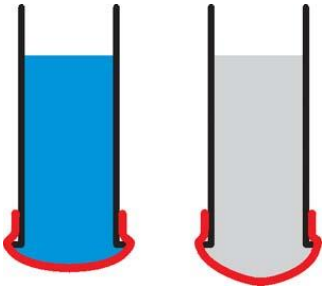
Nyomás növelése

Folyadék súlyából származó nyomás ezzel az egyszerű kísérlettel bevezethető.

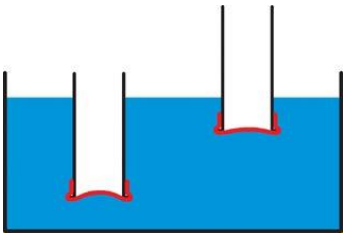


A folyadék súlyából származó nyomást hidrosztatikai nyomásnak nevezzük, amelyet a következő kísérletekkel tanulmányozhatunk.

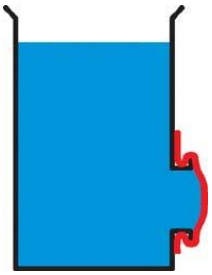
Hidrosztatikai nyomás függ a folyadék sűrűségétől. Vékony gumihártyával bevont üvegcsőbe vizet, illetve sós vizet töltünk.



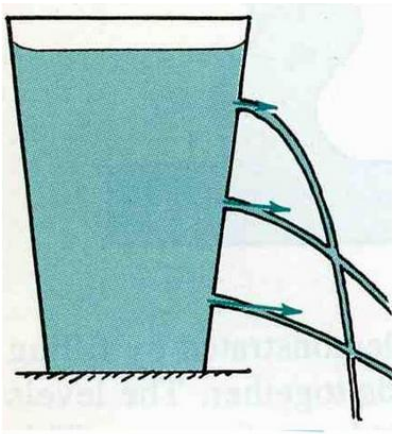
Függ a bemerülés mélységétől



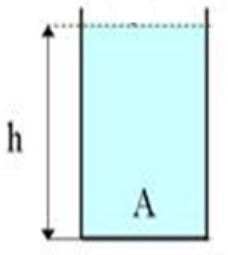
A hidrosztatikai nyomás minden irányú



Töltsük meg vízzel az oldalt lyukas műanyag poharat



Határozzuk meg, hogy mekkora nyomás nehezedik egy A alapterületű hasáb aljára, ha abban h magasságú folyadék van?



$$p = \frac{F}{A}$$

$$p = \frac{m\,g}{A}$$

$$p = \frac{\rho\,V\,g}{A}$$

$$p = \frac{\rho\,A\,h\,g}{A}$$

$$p = \rho\,h\,g$$

A hidrosztatikai nyomás egy adott folyadékban egyenesen arányos a folyadék mélységével, függ a folyadék sűrűségétől, de ugyanakkora mélységben minden irányban ugyanakkora. Például a búvárt a felette lévő vízoszlop és a levegő nyomja.

$$p = \rho\,h\,g + p_o$$

Az egyiptomi Ahmed Gabr 332,4 m-re ereszkedett Dahab közelében.

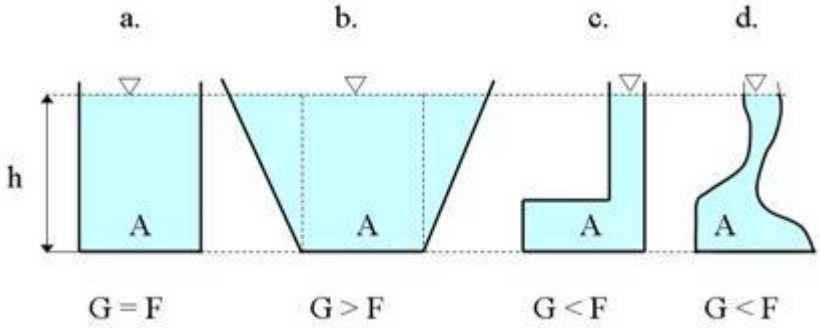
Kiszámítható, hogy 10,33 m magas vízoszlop nyomása tart egyensúlyt a levegő nyomásával.

A lefelé növekvő oldalnyomás miatt a folyók gátjainak alsó részeit szélesebbre kell építeni. A gát belső függőleges falára ható oldal nyomóerők eredőjének támadáspontja a fal alsó harmadában van.

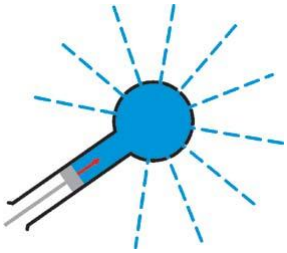
Az oldalnyomás átlagértéke:

$$p_o = \frac{\rho\, h\, g}{2}$$

Szabadon eső edényben a hidrosztatikai nyomás nulla.
(Vízzel töltött több lyukkal ellátott labda röptetésével lehet bemutatni.)
A **hidrosztatikai nyomóerő**: F = ρ h g A
Hidrosztatikai paradoxon: A folyadék súlyából származó nyomóerő nem azonos a betöltött folyadék súlyával, függ az edény alakjától.



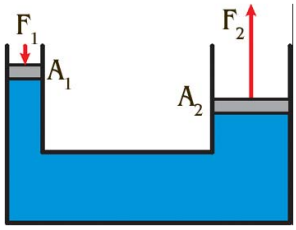
A vízi buzogánnyal elvégzett kísérlettel látványossá tehető a **Pascal törvény.**



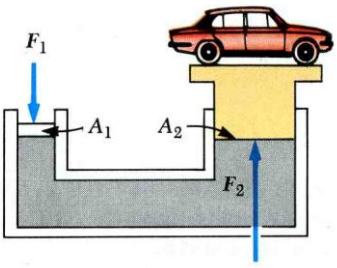
Folyadékra vagy gázra ható külső felületi erő által létrehozott nyomás a folyadékban vagy a gázban minden irányban gyengítetlenül tovaterjed.

Alkalmazható a hidraulikus emelőknél, ahol az erők aránya megegyezik a dugattyúk keresztmetszetének arányával.

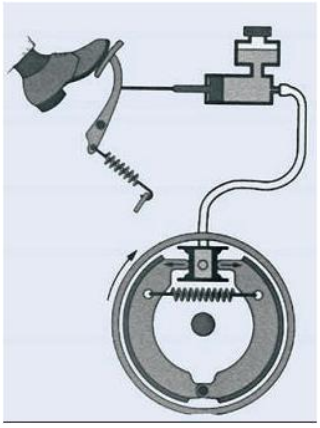
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$



Hidraulikus emelő



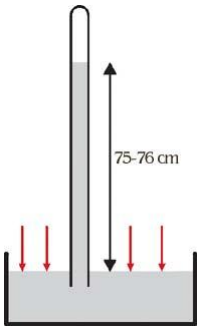
Hidraulikus fék



A levegő súlyából származó nyomást **légnyomásnak** nevezzük.

Evangelista Torricelli (1608-1647)

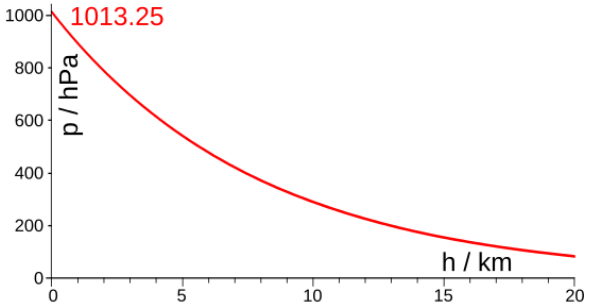
Torricelli kísérlete



A kísérletből fogalmazható meg, hogy a légnyomás nagysága a tengerszinten megfelel 760 mm magas 0 Celsius fokos higanyoszlop hidrosztatikai nyomásával.

Magdeburgi félteke 1654 (Otto Guericke)

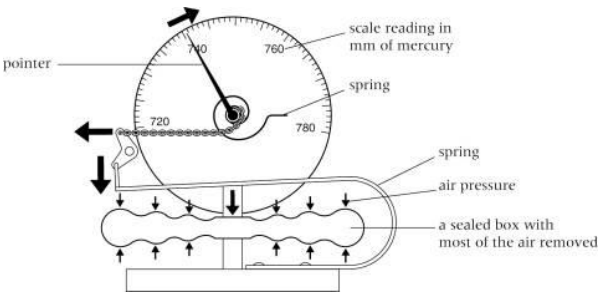
Otto Guericke 1650-ben feltalálta a légszivattyút. A félgömbökből kiszivattyúzta a levegőt és bemutatta, hogy a külső levegő mekkora erővel nyomja össze a félgömböket.
A légnyomás a magassággal csökken, 5,5 kilométerenként feleződik.



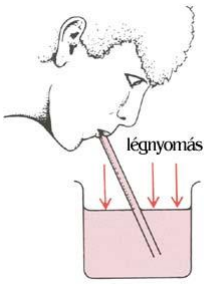
A levegő nyomását barométerrel mérik.

Goethe féle barométer

Aneroid barométer

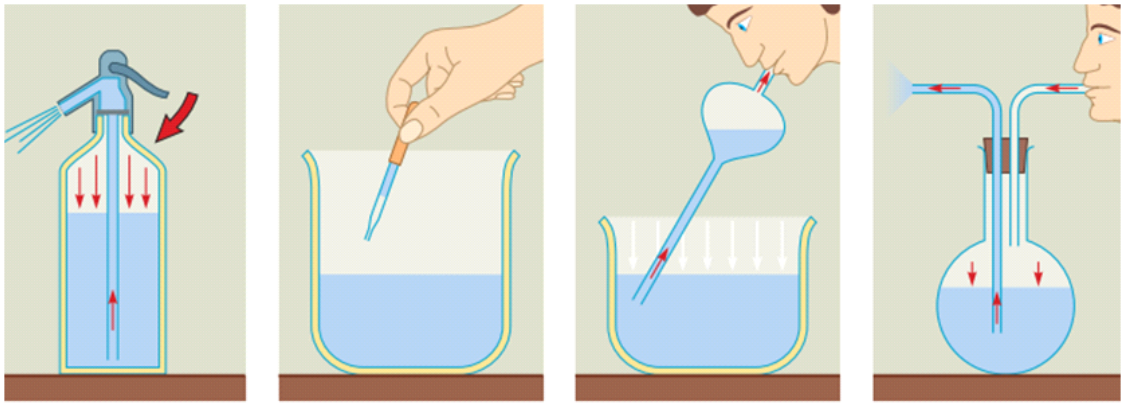


Légnyomáson alapuló eszközök: pipetta, szívószál



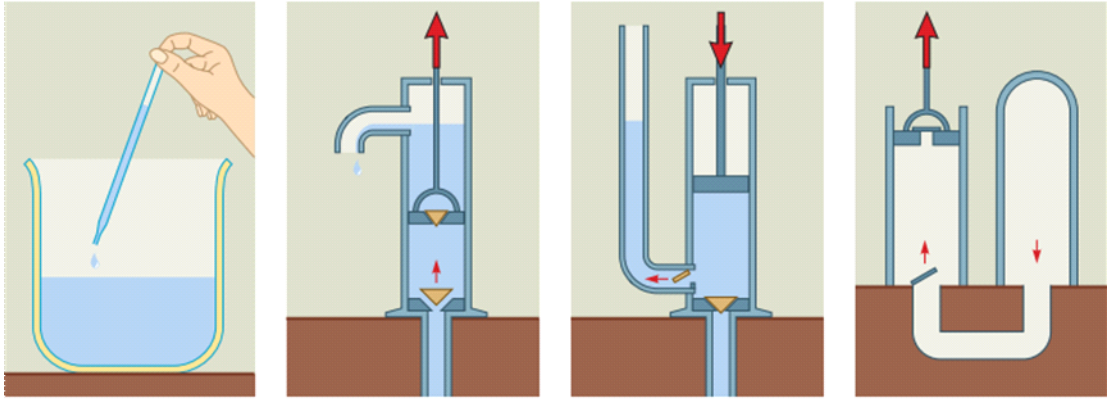
Zárt térben a gázok nyomása a gázrészecskék rendezetlen mozgásából fakad.
Ez a nyomás növelhető:
-A részecskék számával
-A térfogat csökkentésével
-A hőmérséklet növelésével

Zárt térben a gázok nyomása hogyan változik?



szódásüveg szemcseppentő lopó fecskendőüveg

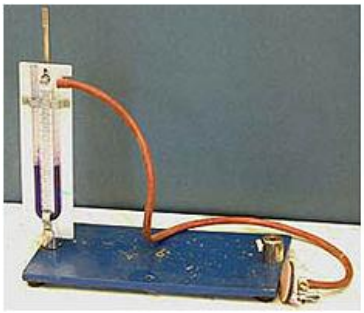
Nyomáskülönbségen alapuló eszközök:



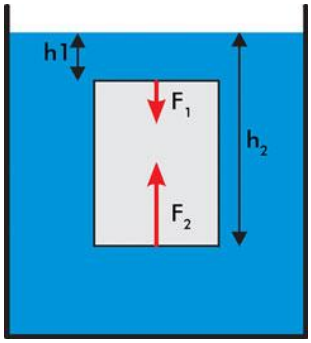
pipetta szívókút nyomókút dugattyús légritkító

A bezárt gáz nyomása manométerrel mérhető.

Az ábra egyszerű manométert mutat be.



A folyadékba merülő testre minden irányból hat a hidrosztatikai nyomóerő. Az oldalirányú erők kiegyenlítik egymást. A függőleges irányú erők eredője felfelé mutat és ez a **felhajtóerő**.



$$\sum F = F_2 - F_1$$

$$\sum F = \rho\, h_2\, g\, A - \rho\, h_1\, g\, A$$

$$\sum F = \rho\, g\, A\, (h_2 - h_1)$$

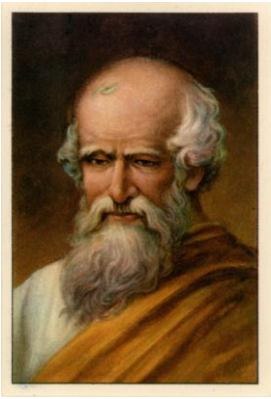
$$F_f = \rho_f\, g\, A\, h$$

$$F_f = \rho_f\, g\, V_{bem}$$

Archimédesz törvénye

Minden folyadékba, vagy gázba merülő testre akkora felhajtóerő hat, amely egyenlő a test által kiszorított folyadék, vagy gáz súlyával.

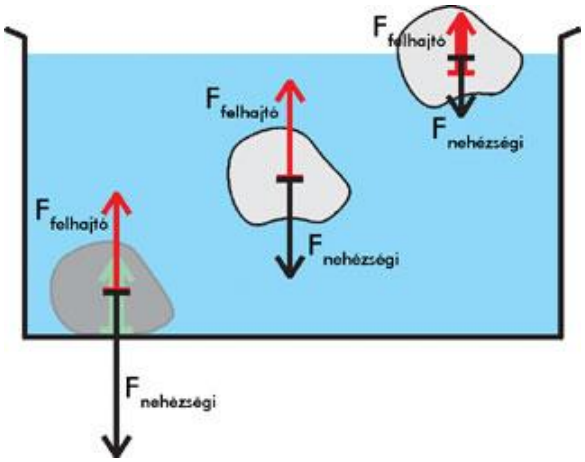
Archimédesz (Kr.e.287-212)



A görög ókor egyik legnagyobb matematikusa és fizikusa. A második pún háború idején Szirakuza városát Arkhimédész két évnél tovább védelmezte gépezeteivel. Amikor a várost árulás következtében Marcellus seregei bevették, a hadvezér utasítást adott, hogy a nagy tudós életét kíméljék. Egy római harcos mégis leszúrta a 75 éves tudóst, aki matematikai problémáiban volt elmerülve. Talán felingerelte a katonát azzal, hogy amikor az a homokba rajzolt ábrát összetaposta, Arkhimédész rászólt: "Noli turbare circulos meos!" (Ne zavard köreimet!)

Arkhimédész ismert művei
A síkidomok egyensúlyáról, A parabola területéről, A gömbökről és hengerekről, A körmérésről, A csigavonalakról, Az úszó testekről. Kiemelkedő eredményeket ért el a geometriában. A kör kerületének és átmérőjének arányára, a pí-re jó közelítést adott. Közelítő módszereket talált a négyzetgyök kiszámítására. A felhajtóerőre vonatkozó, róla elnevezett törvénnyel is megörökítette a nevét. Több mint 40 mechanikai gépet talált fel, őt tartják a csigasor felfedezőjének is.

Egyensúlyi állapotok a folyadékokban



Egy test akkor **merül** le, ha a sűrűsége nagyobb a közeg sűrűségénél.
Egy test akkor **lebeg**, ha a sűrűsége egyenlő a közeg sűrűségével.
Egy test akkor **úszik**, ha a sűrűsége kisebb a közeg sűrűségénél.

A Titanic 1912. április 14-én süllyedt el. 3800 m mélyen van.

Héliummal töltött léggömbök lebegnek. Mivel a hélium sűrűsége kisebb a levegőnél, ezért a léggömbök felfelé szállnak. A léggömb belsejében a nyomás egyensúlyt tart a külső nyomással, amit úgy ér el, hogy folyamatosan tágul, amíg az anyaga engedi. Ha a léggömb eldurran, utána a maradék lehull a Földre.

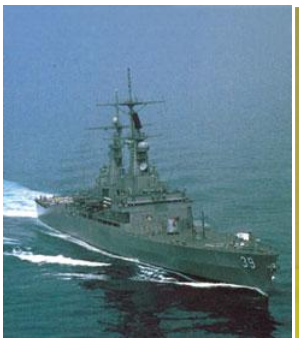
Hőlégballont is a benne lévő levegő sűrűségének változtatásával mozgatják. Montgolfier testvérek 1783-ban készítettek léghajót.

A cápamáj a mindenkori átlagos sűrűség beállításához használt szerv.

A csontos halak érdekes szerve az úszóhólyag, amellyel az úszás mélységét szabályozzák.

A tintahalnál a szépiacsont legfontosabb feladata az úszóképesség beállítása, mely a csont víztartalmának változtatásával valósul meg.

Úszás



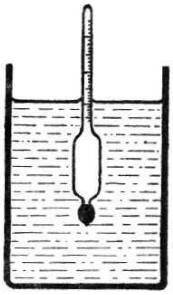
A hajók vízvonala jelezve van.

A vas úszik a higanyban.

A vízi madarak tollukat zsírozzák, a vízzel nem nedvesedő tollak között levegőt tudnak tárolni, ettől az átlagsűrűségük csökken.

A jéghegy 1/9-ed része áll ki a vízből, mivel a víz jég sűrűségek aránya 10:9, ezért ha a jég elolvad a vízszint nem változik.

Sűrűségmérő, areométer, attól függően merül az adott folyadékba, hogy mennyi a folyadék sűrűsége.



Cartesius búvár

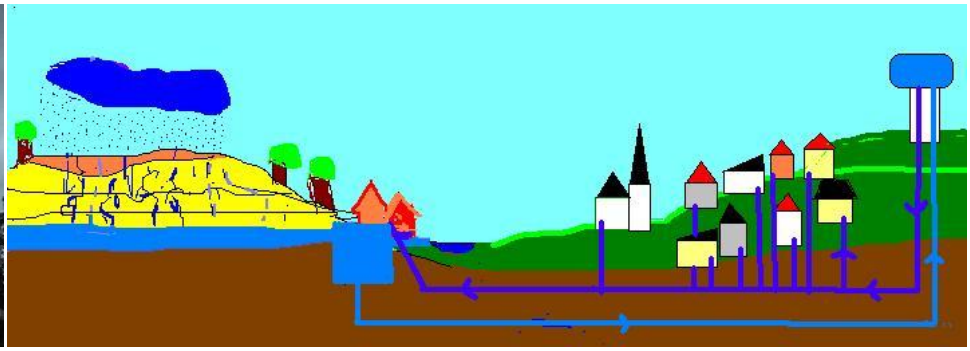
A búvár működtetésével bemutatható az úszás, lebegés, merülés, illetve Pascal törvénye.

Közlekedőedények azok a felül nyitott edények, amelyeknek összekötött száraiban a folyadék szabadon áramolhat. Nyugalom esetén ugyanabban a vízszintes síkban nincs nyomáskülönbség.

$$\rho_1 h_1 g = \rho_2 h_2 g$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

Víztorony



A víztorony működése, illetve a víz körforgása jól mutatható be az ábrákon.

Zsilipelés a Majnán

<u>Sűrűség meghatározása közlekedőedénnyel.</u>

U alakú közlekedő edénnyel nem keveredő folyadékok sűrűsége összehasonlítható. A két folyadék közös érintkezési felületétől számított folyadékoszlop magasságok a folyadék sűrűségével fordítottan arányosak.

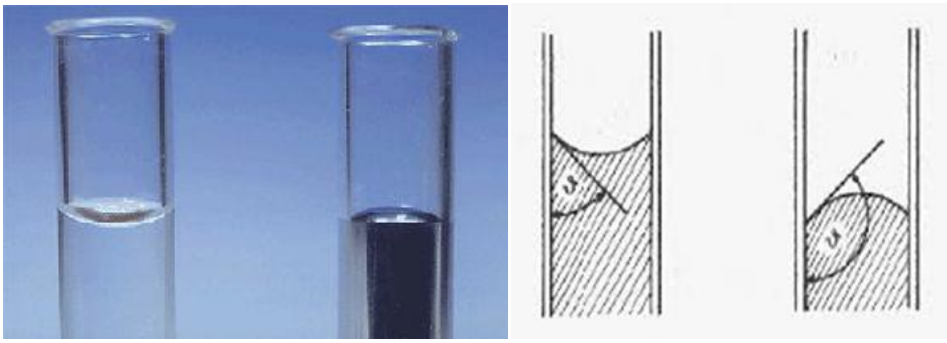
$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

Az anyag részecskéi között fellépő kölcsönhatásokat **molekuláris erő**knek nevezzük.

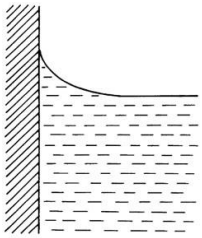
A különböző egymással érintkező testek molekulái között fellépő vonzást **adhézió**nak nevezzük.

Az azonos anyagi minőségű egymással érintkező testek molekulái között fellépő vonzást **kohézió**nak nevezzük

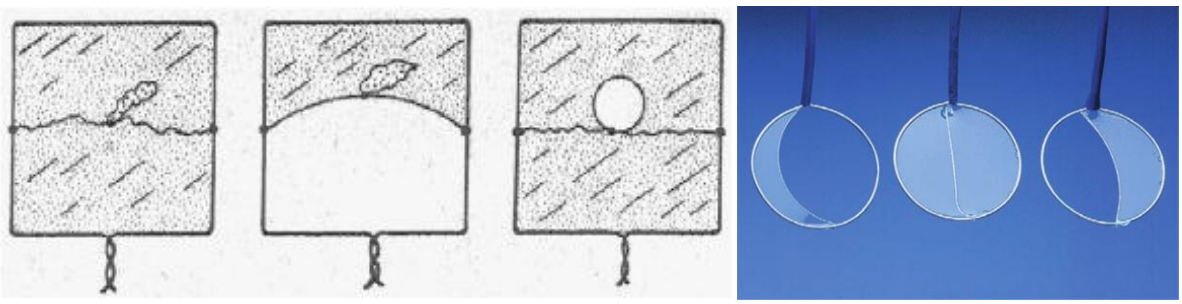
Molekuláris erők határozzák meg a meniszkusz alakját.



Nedvesítő folyadékoknál: az adhézió nagyobb, mint a kohézió.
A **nem nedvesítő** folyadékoknál: a kohézió nagyobb, mint az adhézió
Nedvesítő folyadék pl. víz üveg kölcsönhatásánál a víz.



A vékony hártyák a minimál felületre törekednek.



A folyadék felszíni rétege a felületet határoló keret minden részére befelé húzó erőt fejt ki. A keret valamely szakaszán a kifejtett erő arányos a szakasz hosszával. A két mennyiség hányadosát **felületi feszültség**nek nevezzük.
A felületi feszültség a felületet határoló vonal egységnyi hosszú darabjára kifejtett erő számértékét adja meg.

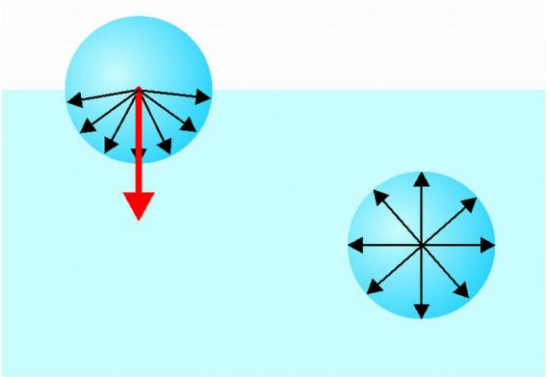
$$\alpha = \frac{\Delta F}{\Delta l}$$

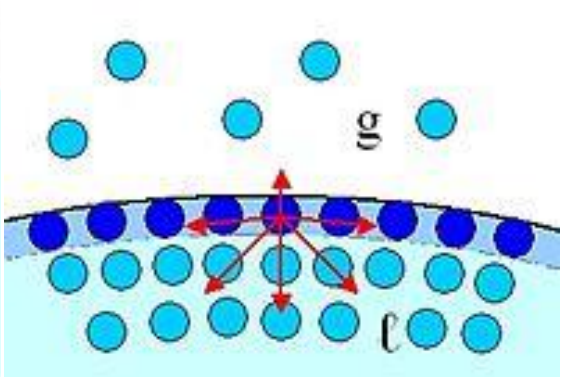
Mértékegysége: $1\,\frac{N}{m}$

Felületi feszültség miatt maradnak a víz felszínén.

Felületi feszültség bemutatható ezzel az egyszerű kísérlettel.

A felületi feszültség a kohéziós erő miatt jön létre, jól szemlélteti az ábra az összetartó erőt.

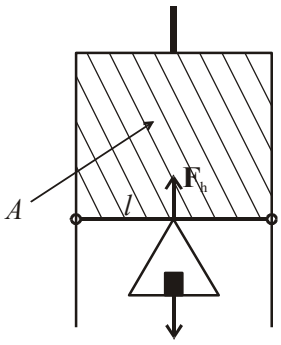




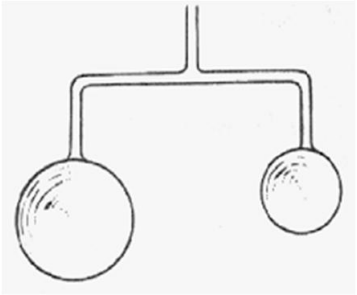
Ha egy U alakú drótkeret egyik oldala mozgatható, akkor jól szemléltethető a felületi feszültség. Ha a hártya felületét megnöveljük, akkor az általunk végzett munka növeli a folyadék energiáját. Azok a folyadék részecskék, amelyek a felszínre kerülnek nagyobb az energiájuk, mint a folyadék belsejében lévő részecskék energiája.

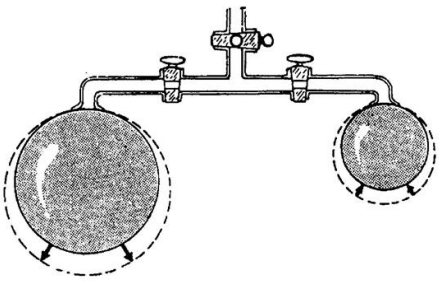
$$\Delta E = \Delta W$$

$$\Delta E = \alpha \Delta A$$

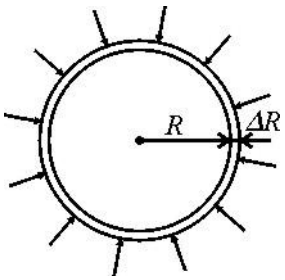


Érdemes megvizsgálni mi történik, ha különböző méretű buborékokat kötünk össze.



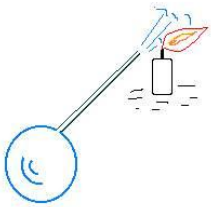


A kisebb buborék felfújja a nagyobbat.
A buborék felszín belseje felé mutató nyomás a görbületi nyomás.

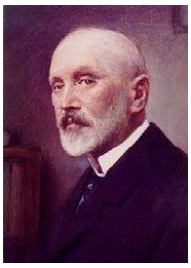


$$p_g = 2\,\frac{\alpha}{R}$$

A görbületi nyomás fordítottan arányos a buborék sugarával.
A buborékból kiáramló levegő elfújja a gyertyát.



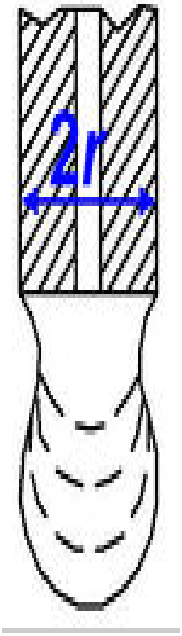
A csepp mérete a cső keresztmetszetétől függ.



A felületi feszültség függ a hőmérséklettől, **Eötvös Lóránd** (1848 – 1919) határozta meg.

Eötvös József író és kultúrpolitikus fia, nagyhírű tudós, az MTA elnöke, egyetemi tanár, művelődési miniszter (1895), a főrendiház tagja, az Eötvös-inga feltalálója, kitűnő hegymászó.

A **felületi feszültség meghatározása** csepegtetéses módszerrel.
Osztott pipettából cseppenként engedjünk le 1 cm^3 folyadékot. Számoljuk le a cseppek számát. Tolómérővel mérjük le a pipetta átmérőjét.



A folyadékcsepp lecseppenése akkor következik be, amikor a csepp súlya meghaladja a leszakadási felületnél a felületi feszültségből származó erőt. A csepp felszíne az r külső sugarú csővel 2r π hosszú darabon érintkezik. Ekkor a felületi feszültségből származó erő legfeljebb mg súlyú cseppet tud megtartani.

$$V_{csepp} = \frac{1cm^3}{N}$$

$$\alpha = \frac{F}{L}$$

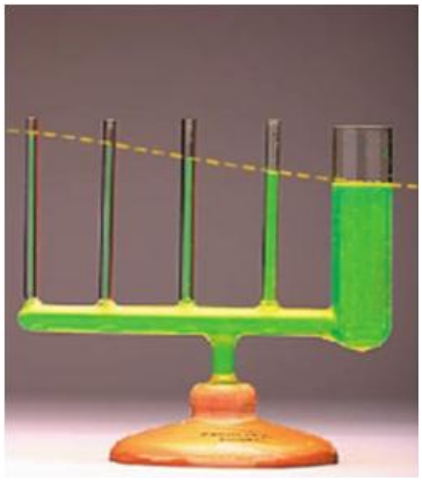
$$\alpha = \frac{m\,g}{d\,\pi}$$

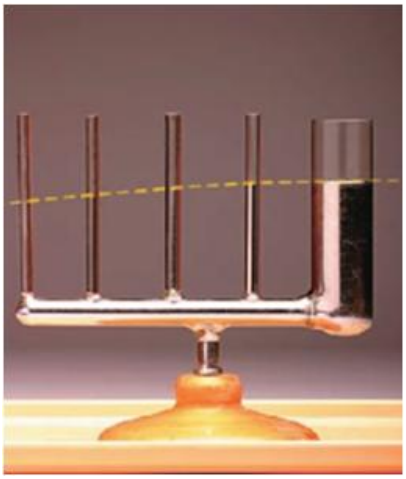
$$\alpha = \frac{\rho\,V_{csepp}\,g}{d\,\pi}$$

Hajszálcsövek a kicsi belső átmérőjű csövek.

Nedvesítő folyadékoknál a hajszálcsőben magasabb a folyadékszint, a nem nedvesítő folyadékoknál alacsonyabb a folyadékszint, mint a vastagabb csőben.

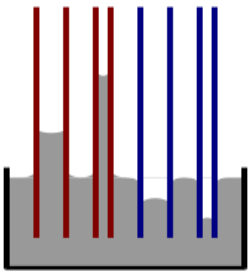
Nedvesítő folyadékoknál a kölcsönhatási energia csökkenése fedezi a helyzeti energia növekedését



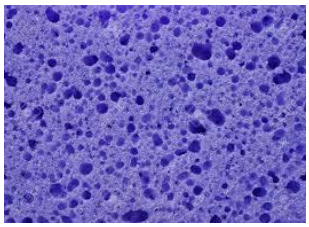


A nem nedvesítő folyadékoknál a kölcsönhatási energia növekedését fedezi a helyzeti energia csökkenése

Különböző keresztmetszetű kapillárisokban ahogy csökken a cső keresztmetszete úgy nő, illetve csökken a folyadék szintje.



Hajszálcsövek a szivacs belsejében.



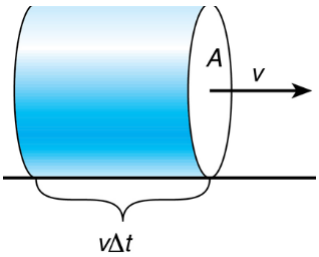
A kávéba mártott kockacukor a szivacshoz hasonló szerkezete miatt hajszálcsövek hálózatának tekinthető ezért szívódik tele kávéval.

A pamutból készült ruha is azért kellemesebb viselet nyáron, mert szabad szemmel nem is látható hajszálcsövekből áll.

A rosszul szigetelt épületek is a hajszálcsövesség miatt szívják fel a nedvességet. Az alapozásnál ha megfelelő kátrányréteget használnak, akkor megakadályozzák a víz szivárgását.

A folyadékok és a gázok részecskéinek rendezett mozgását **áramlás**nak nevezzük.
Azonos keresztmetszetű csőben stacionáriusan (időben állandó sebességgel) áramló gáz, vagy folyadék áramlási erőssége a cső minden keresztmetszetén azonos.
Ha a cső A keresztmetszetén t idő alatt V térfogatú folyadék, vagy gáz áramlik át akkor az áramerősség:

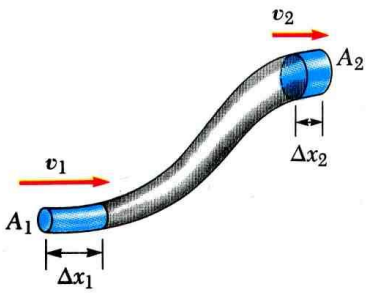
$$I = \frac{V}{t} = \frac{A\,s}{t} = \frac{A\,v\,t}{t} = A\,v$$



Stacionárius áramlás esetén a cső különböző keresztmetszetű helyén is egyenlő az áramerősség. A cső keresztmetszete és az áramlás sebessége egymással fordítottan arányos.

$$v_1 A_1 = v_2 A_2$$

Ez a kontinuitási egyenlet.



Feladat:

Egy 4 cm belső átmérőjű csövön keresztül 1 perc alatt 15 l víz ömlik egy tartályba. Mekkora az áramlás sebessége a csőrendszer 3 cm átmérőjű helyén?
Megoldás:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2$$

$$\frac{V}{t} = \frac{d_2^2\,\pi}{4}\,v_2$$

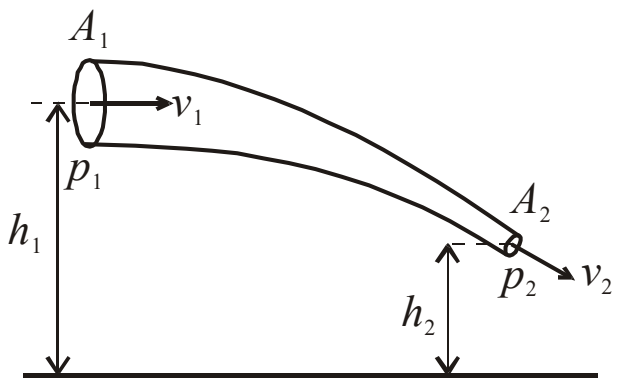
$$v_2 = \frac{4\,V}{t\,d_2^2\,\pi}$$

$$v_2 = 35{,}37\,\frac{cm}{s}$$

Az áramlás sebessége 35,37 cm/s.

Súrlódásmentes áramlás esetén az állandó keresztmetszetű vízszintes csőben áramló folyadék és gáz sztatikai nyomása a cső bármely helyén ugyanakkora.

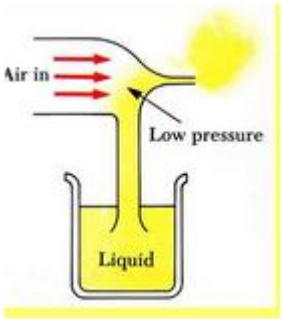
Bernoulli egyenlet



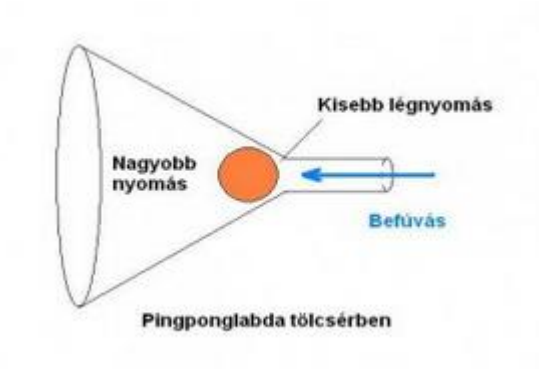
$$p_1 + \rho g h_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \rho g h_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$

A sztatikus nyomás, a hidrosztatikus nyomás és a dinamikus nyomás összege állandó.

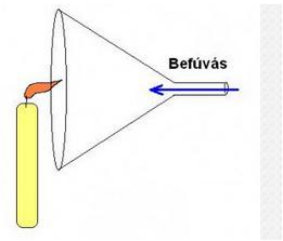
Porlasztó



Pingponglabdát érő nyomás így alakul, ezért nem lehet a labdát a tölcsérből kifújni.

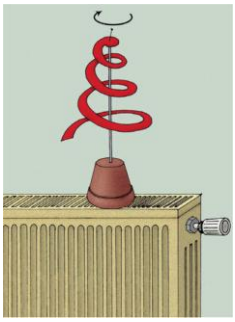


Ezzel az egyszerű kísérlettel is be lehet mutatni a nyomás viszonyokat.

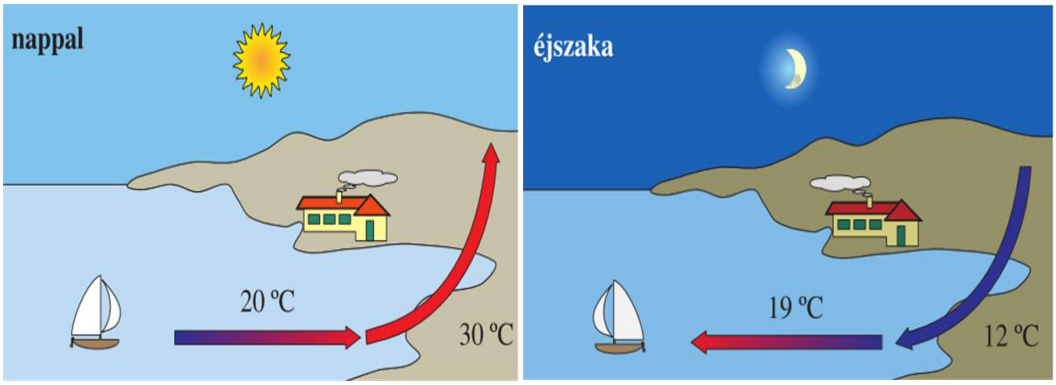


Folyadékok és gázok egyirányú rendezett mozgását **áramlás**nak nevezzük.

Gázok áramlását mutatja az egyszerű kísérlet. A légnyomás különbség miatt a felemelkedő melegebb levegő helyére oldalról hidegebb levegő áramlik.



A levegő föld felszínnel párhuzamos áramlása a szél



A szél
-A szél hozza az esőfelhőket.
-Tisztítja a környezetünk levegőjét.
-Hajtja a szélerőműveket.

A kísérleteket egyszerű eszközökkel el lehet végezni, amit feltétlen ajánlok. Semmilyen magyarázat nem pótolja a kísérletet. A fényképeket és ábrákat kivetítve fel lehet használni az anyag mélyebb megértéséhez.

A folyadékok és gázok tananyagának feldolgozására az alapórán 6 órát tervezek

1. A szilárd testek, folyadékok és gázok nyomása.
2. A felhajtóerő, Archimédesz törvénye
3.Közlekedőedények, hajszálcsövek, molekuláris erők.

4. Gázok és folyadékok áramlása.
5. Összefoglalás
6. Témazáró dolgozat

Az emelt szintű előkészítő órán ismételünk és kiegészítjük feladatokkal a tanultakat 4 órában.

A forgómozgás a kilencedik évfolyamon többször előkerül, nem együtt tanuljuk, az emelt szintű előkészítő órán ismételünk és kiegészítjük feladatokkal a tanultakat 4 órában. A forgómozgásnál a rendszerezésre nagyobb figyelmet kell fordítani.

Az emelt szintű érettségi előkészítő tanmeneti javaslata

Haladó mozgás kinematikai tárgyalása (12 óra)
Newton törvényei, lendület (7 óra)
Erőtörvények (4 óra)
Pontszerű és merev testek egyensúlya (4 óra)
Körmozgás, tömegvonzás (8 óra)
Forgómozgás (4 óra)
Munka, energia, teljesítmény, hatásfok(12 óra)
Rezgések és hullámok (16 óra)
Folyadékok és gázok áramlása (4 óra)
Szilárd anyagok és folyadékok hőtágulása (3 óra)
Gázok állapot-változása (4 óra)
A termodinamika főtételei és alkalmazása (10 óra)
A halmazállapot-változás, gőzök. csapadékok (6 óra)
Elektrosztatika (6 óra)
Elektrodinamika (8 óra)
Mágneses mező és jellemzői (4 óra)
Elektromágneses indukció (4 óra)
Váltakozó feszültség és áram keletkezése és jellemzői, transzformátor, váltakozó áramú ellenállások (8 óra)
Elektromágneses rezgések és hullámok (12 óra)
Kvantumfizika (4 óra)
Az anyag szerkezete (6 óra)
Magfizika (9 óra)
Csillagászat és kozmikus fizika (5 óra)
Speciális relativitáselmélet (2 óra)
Ismétlő feladatokra 13 óra

Példatárak :

Az egységes érettségi feladatgyűjtemény elég sok feladatot tartalmaz ami a hidrosztatikával foglalkozik, illetve az áramlásokkal.
Az itt javasolt két példatár sok jó feladatot tartalmaz, amiből a csoport szintjének megfelelő feladat választható.

MoórÁgnes Középiskolai fizikapéldatár

Dér-Radni-Soós Fizikai feladatok

http://www.fft.szie.hu/fizika/premfiz/peldatar/peldatar.htm

Orovica Márkné
Budapesti Szent Margit Gimnázium tanára