

FÜÜSIKA

Füüsika on teadus mis kirjeldab meid ümbritsevat maailma. Füüsika on rajatud teooriatele ja katsetele – katse kinnitab (või lükkab ümber) teooria, teooria püstitab hüpoteese ja ideid uute katsete sooritamiseks. Füüsika ei ole usulahk – ei vaja uskumist, piisab tõestustest ja arvutustest.

FÜÜSIKA TÖÖTAB

– selle tõenduseks vaadake enda ümber, auto, lennuk ja mobiiltelefon ei vaja oma arenduseks Piiblit ega Koraani ! Füüsikaseaduste rikkumist karistatakse vääramatult ja kiirelt - valgusekiirusel (lollused elektri ja laseritega), helikiirusel (mängimine lõhkeainete ja relvadega) ning vaba langemise kiirusel (ronimine kõrgustes ja asjade allalooimise)

KLASSIKALINE FÜÜSIKA

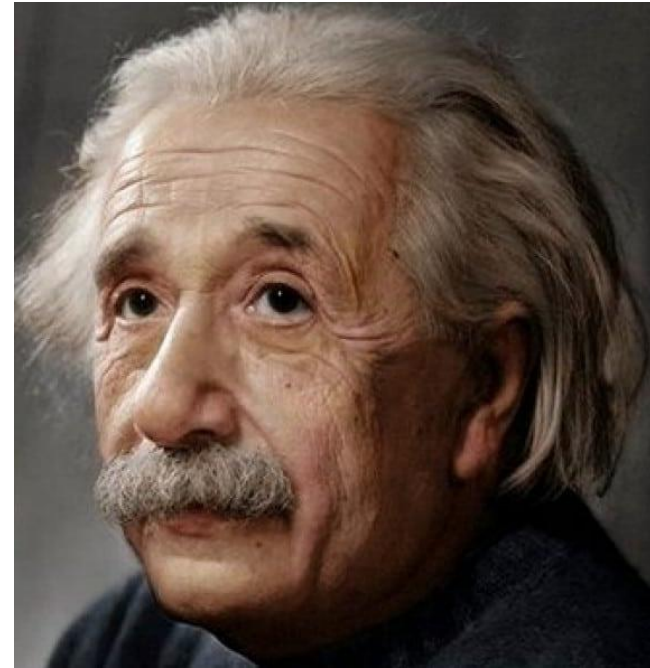
Klassikaline füüsika hakkas hoogsalt kuju võtma Newtoni aegadel (17. sajand). Koos sellega arenes ka integraal ja diferentsiaalarvutus – matemaatiline baas. Klassikaline füüsika tegeleb nähtustega meie tavapäras keskkonnas, kui kehade kiirus on madal (alla 1% valguskiirusest), ruum on eukleidiline – ehk sirge, mass, kiirus ja ruum ei mõjuta teineteist. Klassikaline füüsika töötab ideaalselt mehhaanika, kinemaatika ja dünaamikaga kuid ei saa sisuliselt hakkama näiteks valgusega.

Kui keegi ütleb et kaasaegne füüsika on tõestanud klassikalise füüsika mittetoimimist, siis ta eksib – kui relatiivsusteooria valemid taanduvad praktikas klassikalisteks kui kiirus on „väike“ (alla 3000 kilomeetri sekundis)



KAASAEGNE FÜÜSIKA

Kaasaegne füüsika tekkis olude sunnil 20. sajandi alguses – klassikaliselt ei olnud võimalik selgitada valgust. Koos relatiivsusteooriaga (Einstein, Lorentz) – mida kasutatakse kosmoloogias ehk suurte nähtuste korral, kujunes välja ka kvantfüüsika (Planck, Schrödinger) – teadus mikronähtustest, mida kasutatakse aatomitasandil toimuvate protsesside uurimiseks. Relatiivsusteooria ja kvantfüüsika ühildamine on problemaatiline – musta augu kiirgus, Universumi tekkimine ja teised pisiprobleemid vajaksid sellist ühendatud teooriat, parimad pead on sellega ametis juba 100 aastat, stringiteooria, membraanide teooria ning teised matemaatilised koletised ei ole „lõplikku tõde“ veel selgitanud.



$$E = mc^2$$
$$\sigma_x \sigma_p \geq \frac{h}{2}$$

FÜÜSIKALISED NÄHTUSED

MASS

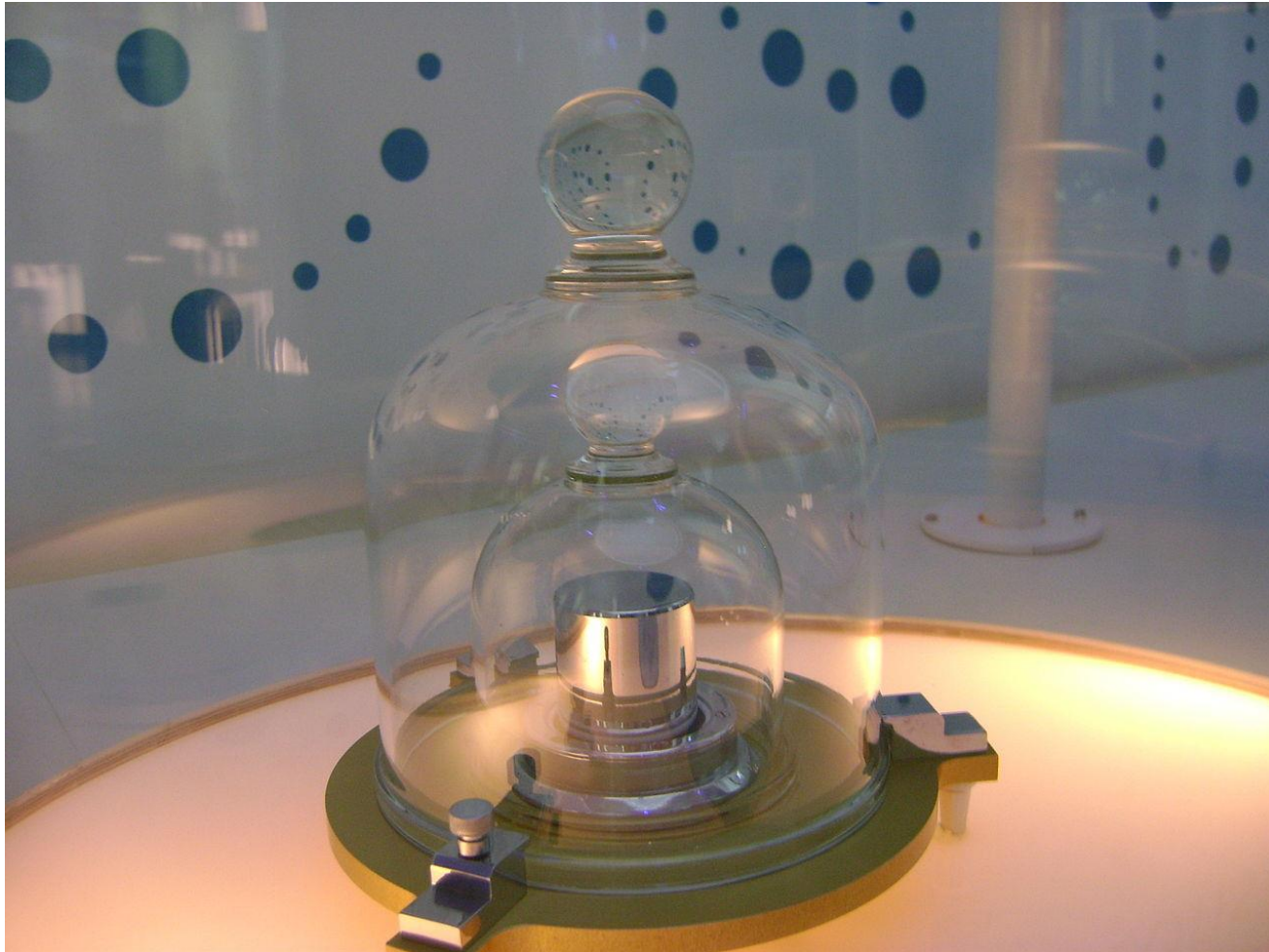
Mass on aine koguse mõõtühik. Mass „põhjustab“ keha inertsit ja igapäevaselt ka esemete kaalu. Tavalises (mitterelatiivses) füüsikas ei sõltu keha mass tema keskkonnast, kiirusest ja asukohast teiste kehade suhtes. Loomulikult on see nii ainult juhul kui ümbritsev keskkond ei mõjuta seda keha, jääkuubik keevas vees või lumepall pörgus kaotaks oma massi päris kiiresti.

Massi mõõtühik tsiviliseeritud maailmas on

Kilogramm, kg

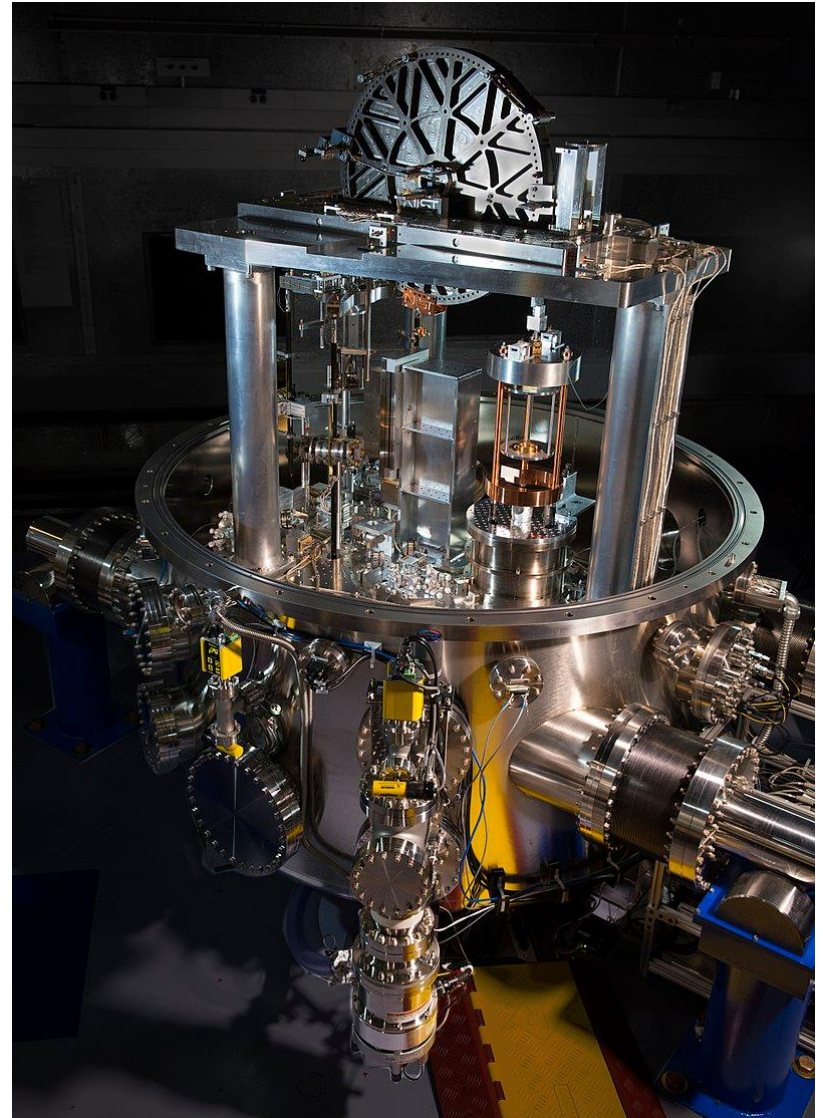
Ajalooliselt on massi etaloniks olnud stabiilsest korrosioonikindlast sulamist (Plaatina-iriidium) tehtud kaaluviht, mida hoitakse eriti stabiilsetes tingimustes ja mida käsitletakse harva ja ainult „siidkinnastega“. Hoolimata sellest on täheldatud etalonide massi kõikumist suurusjärgus 50 mikrogrammi (50 miljardikku kilogrammi)

KILOGRAMMI AJALOOLINE ETALON



Kuna selline „ebatäpsus“ on talumatu ning lisaks on etalonide hoidmine kulukas ja agentuurides sõltuv, siis kaasajal üritatakse massi defineerida läbi meetri, sekundi ja Plancki konstandi. Ehkki see kõlab hirmuäratavalt, tähendab see sisuliselt võimalust luua massi etalon protseduuri KIRJELDUSE järgi ja elimineerib vajaduse kasutada „kõrgema taseme etaloni“. Piisab kui laboris on muuhulgas „Kibble kaal“.

Praktilistes rakendustes kasutatakse massi etalonideks siiski kaaluvihete ja nende komplekte.



Massi mõõtmiseks tavatingimustes kasutatakse kaalu. Ehkki täpsemalt võttes

MASSI MÕÕDETAKE KAALU ABIL JA KAALUÜHIKUD TEISENDATEAKE MASSIÜHIKUTEKS

Kui esemed asuvad kaalutus keskkonnas, siis neid „kaaluda“ ei ole võimalik ja massi tuleb mõõta näiteks torsioonpendli või inertsil abil.

Praktikas on massi mõõtmise kõrgeim täpsus suurusjärgus 0,1mg (0,1 miljondikku kilogrammi). Sealt edasi tekivad kasvavad raskused mis on tingitud temperatuurist, vibratsioonist, elektrilistest häiretest jne jne. Ka õhu liikumine avaldab märgatavat mõju, seetõttu on täppiskaalud reeglina suletud kambris. Vedelike kaalumisel muudab aurustumine tulemust – väike anum veega võib kaotada igas minutis mõne milligrammi vett. Rasvane näpujalg – 0,05 mg. Millimeetrine veetilk (keegi köhis) – 1mg. Väike metallilaast – 10mg.

Ka tavaline „kangkaal“ võrdleb kaalu, mitte massi !

ERINEVAID MASSE

Vesiniku aatom	$1,7 * 10^{-27}$	kg
Kärbes	$1.2 * 10^{-5}$	kg
Piimapakk	$1,0 * 10^0$	kg
Eesti mees	$1,0 * 10^2$	kg
Keskmine auto	$1,5 * 10^3$	kg
Eramaja	$2,0 * 10^5$	kg
Lahingulaev „Iowa“	$6,0 * 10^7$	kg
Supertanker	$5,0 * 10^8$	kg
Egiptuse püramiid	$5,7 * 10^9$	kg
Dzhomolungma	$8,1 * 10^{15}$	kg
Kogu Maa vesi	$1,5 * 10^{21}$	kg
Kuu	$7,3 * 10^{22}$	kg
Maakera	$6,0 * 10^{24}$	kg
Päike	$2,0 * 10^{30}$	kg
Linnutee galaktika	$2,0 * 10^{42}$	kg
Universum	$1,5 * 10^{53}$	kg

KAAL

Kaal on kahe keha vaheline gravitatsiooniline tõmbejõud

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Gravitatsioonikonstant $G = 6,67 * 10^{-11} \frac{m^3}{kg*s^2}$

Maakeral asudes $m_1 = 6,0 * 10^{24} kg$

Ja meie kaugus tsentrist $r = 6,4 * 10^6 m$

1kg raskust sikutab maakera meie käest jõuga

$$F = 6,67 * 10^{-11} \frac{m^3}{kg * s^2} * \frac{6,0 * 10^{24} kg * 1kg}{(6,4 * 10^6 m)^2} = 9,81 N$$

KAAL

Maakera külgetõmbejõud ei ole igal pool sama. Mida lähemal ekvaatorile, seda väiksem see on – maakera on tänu pöörlemisele ekvaatorilt natuke jämedam ning lisandub ka maakera pöörlemisest tingitud tsentrifugaaljõud. Erinevus on küllalt väike.

$$\text{Poolustel } g = 9,83 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{Ekvaatoril } g = 9,78 \frac{m}{s^2}$$

Erinevus ca 0,5%

Kaaluühik on jõuühik N ehk njuuton. g on Maa gravitatsioon

$$F = m * g$$

Jõud 1N kiirendab 1kg keha kiiruseni 1m/2

$$N = \frac{kg * m}{s^2}$$

KAAL

Kuna kaal ja mass on igapäevatunnetustes väga läbipõimunud, siis on siiani kasutuses ka ajalooline jõu mõõtühik **jõukilogramm**

$$kgf = 9,81N$$

Jõukilogramm on võrdne kilogrammise massi gravitatsioonijõuga Maal

Kuna planeetide ja taevakehade massid on Maast nii suuremad kui väiksemad, siis võib tuua füüsikaliselt „lõdva“ analoogia, kui palju „kaalub“ 1kg erinevatel taevakehadel

Kuu	0,1kg
Marss	0,3kg
Päike	27kg
Neutrontäht	140 miljonit tonni

TIHEDUS

Tihedus kirjeldab massi jaotust ruumis. Natuke ekslikult nimetatakse seda ka „erikaaluks“, kuid see ei ole füüsikaliselt päris korrektne

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Kui $1m^3$ keha kaalub 100kg siis

$$\rho = \frac{100kg}{1m^3} = 100 \frac{kg}{m^3}$$

Keha tiheduse määrab reeglina keha materjal. Kui keha koosneb erinevatest materjalidest, võime rääkida keha keskmisest tihedusest.

ERINEVAID TIHEDUSI

Vesinik	$0,09 \frac{kg}{m^3}$
Heelium	$0,18 \frac{kg}{m^3}$
Õhk	$1,2 \frac{kg}{m^3}$
Penoplast	$80 \frac{kg}{m^3}$
Männipuit	$370 \frac{kg}{m^3}$
Vesi	$1000 \frac{kg}{m^3}$
Graniit	$2700 \frac{kg}{m^3}$
Teras	$7800 \frac{kg}{m^3}$
Kuld	$19\,320 \frac{kg}{m^3}$
Päikese tuum	$100\,000 \frac{kg}{m^3}$
Neutrontäht	$1\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000 \frac{kg}{m^3}$

ÜLESLÜKKEJÕUD

Kõik eelnev jutt kaalu kohta kehtib siis kui asume vaakumis. Maal valitseb meil siiski teine keskkond – maakera katab vesi ja õhk.

Kui keha tihedusega ρ asub läbitavas (vedelas või gaasilises) keskkonnas, mille tihedus ρ_f on nullist suurem, siis tekib üleslükkejõud, mille suund on vastupidine gravitatsioonijõule.

$$B = \rho_f * V * g$$

Kuna maakera sikutab keha alla jõuga $g * m = g * V * \rho$ siis keha reaalne kaal keskkonnas

$$F = g * V * \rho - \rho_f * V * g = V * g * (\rho - \rho_f)$$

Tiheduste vahest $(\rho - \rho_f)$ sõltub, kas keha vajub alla (upub) või tõuseb üles (õhupall)

ÜLESLÜKKEJÕUD

Võrdleme erinevaid kombinatsioone ($\rho - \rho_f$) õhus ja vees. Sellest vahest sõltub kas keha tõuseb gravitatsiooniväljas üles või vajub alla.

$$\text{Terasetükk vees } (\rho - \rho_f) = 7800 - 1000 = 6800$$

$$\text{Terasetükk õhus } 7800 - 1,2 = 7798,8$$

$$\text{Männipuit vees } 370 - 1000 = \mathbf{-630} \text{ (tõuseb üles !)}$$

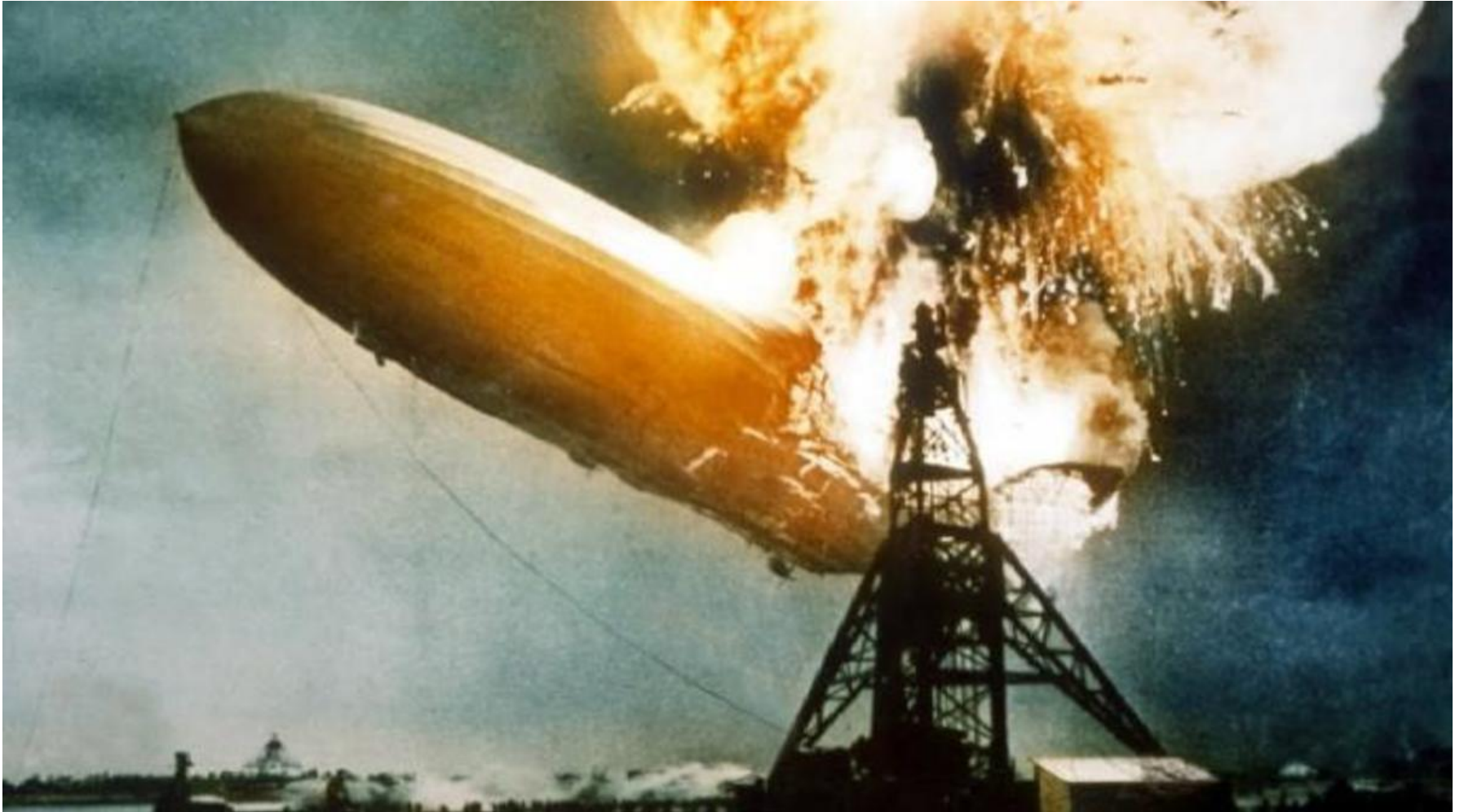
$$\text{Männipuit õhus } 370 - 1,2 = 368,8$$

$$\text{Vesinikõhupall õhus } 0,09 - 1,2 = \mathbf{-1,11}$$

$$\text{Heeliumõhupall õhus } 0,18 - 1,2 = \mathbf{-1,02}$$

Vesinik on ligi 10% parem „tõstegaas“ kui heelium ning lisaks 15* odavam. Aga..

SAKSLASED KEERASID HEA PLAANI P....



MIKS LAEV UJUB JA MIKS TA ON NII SÜGAVAL KUI TA JUST ON ?

Laev ujub vees kui tema keskmine tihedus on väiksem kui vee tihedus. Laeva veeliin asub täpselt sellisel kõrgusel, et laeva vee all oleva osa ruumala V_a tekitab üleslükkejõu, mis on võrdne laeva kogukaaluga $m * g$

$$V_a * \rho_f * g = m * g$$

$$V_a * \rho_f = m$$

Ehk siis laeva mass võrdub tema poolt välja surutud vee massiga. Kui laeva mass suureneb (kaup pannakse peale), siis peab võrrandi vasakul poolel olev V_a samuti suurenema. Kuna V_a sõltub sellest kui sügaval „laev istub“, siis vajub laev allapoole.

Kui ρ_f ehk vee tihedus suureneb, siis peab V_a vastavalt vähenema ning laev tõuseb kõrgemale. Soolase vee tihedus on suurem ning külma vee tihedus on samuti suurem.

Gangese jões istub sama laev sügavamal kui Põhjameres.

KAAL JA MASS, KOKKUVÕTE

- Mass on aine koguse mõõtühik.
- Kaal on gravitatsiooniline jõud, mis tekib kahe massi vahel.
- Seni ,kuni tegutseme Maa peal, on üheks massiks alati maakera. Kõik teised massid võib praktilistes arvutustes kõrvale jätta, kuna võrreldes maakera massiga on need tühised
- Mass ei sõltu keskkonnast.
- Kaal sõltub keskkonnast. Sama eseme kaal vees ja õhus on erinev. Mida suurema tihedusega keha, seda väiksem on see erinevus.
- Kaal sõltub ka asukohast – Maal või kuu peal on kaal erinev.
- Kaal sõltub kiirendusest. Kui lähenema Maale kiirendusega $1g$ (vabalangemine) ,siis on kaal null ehk kaalutus.
- Kaal võib olla ka negatiivne – näiteks õhupall või laev vees.
- Kaal võib olla null – seda juhul, kui asume massiivsetest kehadest kaugel või nende vahel, nii et need tasakaalustavad üksteist (nt teatud punktis Kuu ja Maa vahel).
- Mass ei saa olla negatiivne, vähemalt mitte igapäevatingimustes ja meeltega tajutavas maailmas.
- Igapäevaelus ei saa me mõõta massi vaid kaalu. Kaal näitab kilogramme, mis on ümber arvestatud teatud koefitsendiga (g).

PÕHIKÜSIMUS

POISS, KUMB ON RASKEM ? KAS TONN RAUDA VÕI TONN VATTI ? Heheh...

See on nipiga küsimus ,mis sisaldab endas nii füüsikat kui ka filoloogiat, semiootikat ja dialektikat. Proovime vastata üheselt ja lõplikult !

Variante on kolm:

- 1. Sama rasked, mis küsimus see on krt...**
- 2. Raud on raskem, sangpommi oled näinud või pole ?**
- 3. Vatt on raskem, sest ma kahtlustan et see on nipiga küsimus !**

Analüüsime...

TONN RAUDA ON SAMA RASKE KUI TONN VATTI

Kui peame raskuse all silmas **massi**, siis massid on võrdsed. Sest mass on aine koguse mõõtühik.

Kuna sama massiga kehadel on sama inerts, siis asetame rauatüki uiskudele. Teistele uiskudele asetame vatipalli. Lükkame hoogu. Kui jätta kõrvale õhutakistus, siis peame sama kiiruse saavutamiseks nägema mõlemaga sama palju vaeva ehk kulutama sama palju energiat.

KÜLVAME KAHTLUST..

Kuidas me mõõdame välja täpselt tonni rauda ja tonni vatti ? Kas kaaluga ?

TONN RAUDA ON RASKEM KUI TONN VATTI

Kuna tonn ehk 1000kg on MASSIÜHIK, siis tähendab see, et ainehulk on mõlemal juhul sama. Aga tihedus ?

$$\rho_{raud} = 7800 \frac{kg}{m^3} \qquad \rho_{vatt} = 1500 \frac{kg}{m^3}$$

Asetame kehad kangkaalule. Mõlemale kehale mõjub üleslükkejõud ja suhteline mõju vatile on suurem !

$$\frac{(\rho_{raud} - \rho_f)}{\rho_{raud}} = \frac{7800 - 1,2}{7800} = 99,98\%$$
$$\frac{(\rho_{vatt} - \rho_f)}{\rho_{vatt}} = \frac{1500 - 1,2}{1500} = 99,92\%$$

Raud kaalub vati üles ! Seetõttu on ülitäpsel kaalumisel vaja teada ka kehade tihedust.

TONN VATTI ON RASKEM KUI TONN RAUDA

Eelneva näite alusel, paneme kangkaalule ühele poole tonni rauda ja teisele poolele niipalju vatti et oleks tasakaalus.

$$\frac{(\rho_{raud} - \rho_f)}{\rho_{raud}} = x * \frac{(\rho_{vatt} - \rho_f)}{\rho_{vatt}}$$

$$x = \frac{(\rho_{raud} - \rho_f) * \rho_{vatt}}{\rho_{raud} * (\rho_{vatt} - \rho_f)} = \frac{(7800 - 1,2) * 1500}{7800 * (1500 - 1,2)} = 1,00065 = +0,065\%$$

Vatti tuleb panna 0,065% rohkem. Ehk siis 650 grammi. Vati mass on suurem ja seega vatt raskem.

Kui teha sama arvutus ja võrrelda rauda vasega ($\rho_{vaske} = 8960 \frac{kg}{m^3}$) siis on erinevus 0,002% ehk vaske on vaja vähem

VÕIMSUS JA ENERGIA

ENERGIA (E) ON KEHA VÕIME TEHA TÖÖD. ENERGIA ÜHIK ON DZAU (JOULE) - J

$$J = \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$$

1 J energia abil saame rakendada 1N jõudu 1m distant sil

$$J = W * s$$

1J energiat „toidab“ 1 vati võimsust 1 sekundi jooksul

VÕIMSUS (P) ON ENERGIA HULK AJAÜHIKUS

$$W = \frac{J}{s} \quad P = \frac{E}{t}$$

1 vatine võimsus teeb sekundis 1 dzauli tööd.

VÕIMSUS JA ENERGIA

NÄIDE

Ühes kilos bensiinis on energiat 46MJ

Kui kaua võime sellega käitada 100kW mootorit maksimumvõimsusel ? Eeldame et mootori kasutegur on 30%.

$$P = \frac{E}{t} \text{ millest } t = \frac{E}{P} \quad t = \frac{46 * 10^6}{100 * 10^3} = 460s * 30\% = 138s$$

Kontrollime loogiliselt. Sõites kiirusega 100km/h vajab väiksem auto 15kW. Kuna energiahulk on proportsionaalne ajaga ja võimsusega, siis

$$\frac{15kW}{100kW} * \frac{3600s}{138s} = 3,9kg \text{ ehk } \sim 4,9 \text{ liitrit}$$

Mis on ka üpris loogiline number

MITU GRAMMI ENERGIAT TOODAB ELEKTRIJAAAM AASTAS ?

1GW - keskmise suurusega elektrijaam

$$1 * 10^9 W * 365p * 24h * 3600s = 3,15 * 10^{16} J$$

Einsteini väitel

$$E = mc^2$$

$$m = E/c^2$$

$$m = 3,15 * 10^{16} J / (3 * 10^8 \frac{m}{s})^2 = \mathbf{350grammi\ energiat}$$

Arvestades kui palju üks jaam aastas kivisütt põletab – umbes **miljard kilo**, on efektiivsus ideaaltehnoloogia vaatenurgast ikka VÄGA madal. Kui kasutaksime kivisöe asemel antimateriat, siis seda oleks vaja kõigest 350grammi. Saadavus on problemaatiline...

MEHHAANILISE ENERGIA LIIGID

Kineetiline energia – liikumisenergia

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Seda omab iga liikuv keha ja nagu näha, kiiruse kasvades kasvab see ruutvõrdeliselt.
Liikuv auto, meteoriit, püssikuul

Intuitiivselt raskesti tajutav. Meteoriidikiirusega kass vs. Lahingulaev Iowa täiskiirusel.

$$\frac{6 * 10^7 kg * (13,9 \frac{m}{s})^2}{5kg * (50000 \frac{m}{s})^2} \approx 1$$

Omavad võrdset kineetilist energiat.

MEHHAANILISE ENERGIA LIIGID

Potentsiaalne energia – „kukkumisenergia“

$$E = mgh$$

Lihtsustalt energia, mis salvestub gravitatsiooniväljas. Mida kõrgemal seda rohkem

Kui kõrge künka otsa me hooga sõita saame? Ignoreerime õhutakistust jms.

Auto kiirus 30 m/s (108kmh)

$$\frac{mv^2}{2} = mgh \quad \text{järelikult} \quad h = \frac{mv^2}{2mg} = \frac{v^2}{2g} = \frac{(30\frac{m}{s})^2}{2*9,81\frac{m}{s^2}} \approx 46m$$

Aga sõites kiirusega 3m/s ... on selleks kõrguseks kõigest 46 sentimeetrit

KIIRUS JA KIIRENDUS

Kiirus on distantsi ja selle läbimisaja suhe

$$v = \frac{s}{t} \text{ ja ühikuks } \frac{\text{meetrit}}{\text{sekundis}}$$

Kiirendus on kiiruse muutumise kiirus

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ ja ühik on } \frac{m}{s^2}$$

Keha kiirendamiseks vajalik võimsus

$$P = m * a * v$$

Siit on näha, et mida kiiremini keha liigub, seda suuremat võimsust on vaja, et säilitada sama kiirendust. See on loogiline, kuna kineetiline energia sõltub kiiruse ruudust.

PÖÖRDEMOMENT JA VÕIMSUS

Pöördemomendi T ühik on

$$N * m$$

Mida see tähendab ? See tähendab, et pöördtelg, millele rakendub moment 1Nm, on võimeline 1m kaugusel oma teljest rakendama puutujasuunalist jõudu 1N.

$$F = \frac{T}{r}$$

Sellest järeldeb et topeltkaugusel teljest on jõud kaks korda väiksem

$$T = F * r$$

Sellest järeldeb, et sama jõu rakendamine kaks korda pikema hoovaga annab topeltmomendi – kui ei jaksa kinni keerata, pane mutrivõtmele toru taha !

PÖÖRDEMOMENT JA VÕIMSUS

Võimsuse ja pöördemomendi suhe

$$P = \omega * T = 2 * \pi * n * T$$

Seejuures n – pöörete arv sekundis

Sõiduki kiirendus – „ameerika moment“ ja „riisirakett“

$$a = \frac{2 * \pi * n * T}{m * v}$$

$$a \sim n, T, \frac{1}{m}, \frac{1}{v}$$

Sellest järeldub, et sõidukit ei kiirenda moment, vaid mootori võimsus.

INERTS JA HÕÕRDEJÕUD

Igapäevaelus on mõlemad meie vaenlased.

Inerts on keha massi vastupanu liikumiskiiruse **MUUTUSELE**

$$F = m * a$$

Ehk siis keha kiiruse muutumiseks peame rakendama JÕUDU. Kui kiirust ei muuda, siis jõudu ei ole vaja ning keha liigub ühtlase kiirusega. Igapäevelus me sellega kuidagi nõustuda ei saa – lükkad käru ja kui enam ei lükka siis jääb seisma. Natuke parem olukord on libedal jääl või õhkpatjadel asuv keha. Ning ka vaikes vees asuv laev – köiega on võimalik liigutada ka väga suurt ja rasket laeva, lihtsalt selle kiiruse muutumine on väga uimane.

Kosmilises ruumis liiguvad kõik kehad praktiliselt lõputult , kuna keskkonna takistus praktiliselt puudub.

INERTS JA HÕÕRDEJÕUD

Hõõrdumine vähendab keha energiat ja selle kiirust. Hõõrdumine muudab keha kineetilise energia soojusenergiaks. Hõõrdumise liike ja mehhanisme on palju, kuid liikuva keha puhul võiks rääkida kahest:

$$F_f \leq \mu * F_n$$

Kus F_n on keha kaal risti hõõrdepinnaga μ on hõõrdetegur ning F_f on hõõrdejõud – alati vastupidine „kasulikule jõule“.

$$P \sim v^3, C_D, \rho$$

Kus C_D on keha aerodünaamiline takistus, ρ on keskkonnatihedus. On näha, et aerodünaamiliste omaduste parandamine ei aita eriti hästi kui kiirus kasvab – vajalik võimsus kasvab sõltuvalt kiiruse kuubist.

MAAPEALSET JA PRAKTILIST FÜÜSIKAT

ÜLEKANDESUHE JA KASUTEGUR

Mehhaanilised ülekandemehhanismid – hammasrattad, rihmülekanded, kruvimehhanismid jne..

Sisendjõud F_s ja väljundjõud F_v

Sisendliikumine L_s ja väljundliikumine L_v

Kasutegur ϑ

$$F_v * L_v = \vartheta * F_s * L_s$$

Ülekandemehhanismi mõte on suurendada väljuvat kiirust või jõudu. Mõlemat korraga ei saa. Alati läheb midagi kaduma, kasutegur on alati <1 . Kasutegur mis oleks üle ühe tähendaks igiliikurit.

MAAPEALSET JA PRAKTILIST FÜÜSIKAT

Tungraua hoova liikumise täisamplituud $L_s = 500\text{mm}$ ja tema tõstemehhanism liigub seejuures $L_v = 10\text{mm}$.

Astume tungraua hoovale kogu oma 100kg keharaskusega. Kui rasket koormat kergitada saab ?

Tungraua realistlik kasutegur $\vartheta = 80\%$

$$F_v = \vartheta * F_s * \frac{L_s}{L_v} = 80\% * 100\text{kg} * 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} * \frac{500\text{mm}}{10\text{mm}} = 39200\text{N} = 3920\text{kgf}$$

Saame kergitada maksimaalselt ~4 tonni.