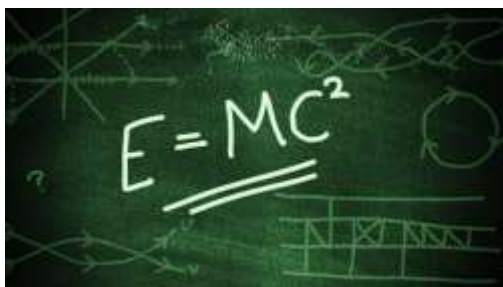


Rahmatova Zarnigor

*Buxoro viloyati Professional ta'lim hududiy boshqarmasiga qarashli G'ijduvon tuman 3-son kasb-hunar maktabi Umumta'lim fanlar kafedrası mudiri, Fizika fani o'qituvchisi*

**Annostatsiya:** Ushbu maqolada Fizika faniga oid bo'lgan vakuumdagi yorug'lik tezligi haqida so'z yuritiladi

**Kalit so'zlar:** Vakuum, energiya, Enshteyn, formula, joul, katta kaloriya



Insoniyat tarixida ilm-fanning o'rni juda katta ahamiyat kasb etadi. Har bir fan orqali berib boriladigan bilim-ko'nikmalar inson hayoti uchun ham foydali va ham keraklidir. Quyida taqdim etiladigan maqolada esa Vakuumdagi yorug'lik tezligi haqida eng kerakli va eng qiziqarli bo'lgan foydali manbalarni yetkazishga harakat qilamiz.

Ilm-fanga Eynshhteyn taqdim etgan  $E=mc^2$  formulasidan ham taniqliroq formulani topish qiyin. Uni deyarli hamma taniydi: yuqori intellektual ilmiy-fantastika shinavandalari ham, atom fizikasi mutaxassislari ham, talabalar, gazeta muxbirlari, uy bekalari, haydovchilar va hatto ayrim deputatlar ham.

Lekin, tanish boshqa, uning mohiyatini anglash boshqa narsa. Formulani bilishi va uni tushunish ham boshqa-boshqa narsalardir.

Keling, biz ushbu formulaga boshqa bir nuqtai nazardan - etimologiya prizmasidan nazar tashlaymiz. Shunda, formulada ishtirok etayotgan har bir harfning muayyan ma'nosi mavjud ekaniga amin bo'lamiz. Ushbu formuladagi har bir harf, o'sha fizik kattalikning lotin tilidagi nomining bosh harfi bo'ladi. Xususan, tenglikdan chap tarafdagi  $E$  belgisi - energiya so'zining bosh harfi bo'lsa,  $m$  - massa;  $c$  esa, lotincha *celeritas* so'zining dastlabki harfidir. Ushbu so'z vakuumdagi tezlikni ifoda etadi.

Lekin bu hali hammasi emas. Formulani tushunishda, unda ishtirok etayotgan fizik kattaliklarning o'lchov birliklari haqida ham tasavvurga ega bo'lish darkor. Masalan, massa haqida gap ketganda uni shunchaki, massa 2,3 ga teng deb aytishdan ma'no yo'q. Massa 2,3 kg, yoki, 2,3 gramm va yoxud, 2,3 tonna ham bo'lishi mumkin.

Nazariy jihatdan, massani ifodalash uchun siz istalgan o'lchov birliklaridan foydalanishingiz mumkin. Biroq, amaliy jihatdan qulay birliklar nisbatan yaxshi ommalashadi va kengroq qo'llaniladi. Xususan, massani odatda kilogrammda, masofani metrda va vaqtni soniyada belgilash eng ommalashgan birliklar sanaladi. Qolgan yuzlab o'lchov birliklarining aksariyatini esa ushbu birliklardan keltirib chiqarish mumkin bo'ladi

Biz esa ushbu maqolada gramm, santimetr va soniya birliklari bilan ishlaymiz va Eynshteynning yuqorida keltirilgan formulasidagi massa, ya'ni,  $m$  ni gramm bilan belgilaymiz. Formuladagi  $c$  esa soniyasiga santimetr (sm/s) bilan ifodalanadi. Ya'ni, tezlikni topish uchun masofani vaqtga, biz ko'rayotgan misolda esa, santimetrni soniyaga bo'lish kerak. Masalan, 8 soniya ichida 24 santimetr masofa bosib o'tilgan bo'lsa, unda, tezlik  $24/8=3$  sm/s ga teng bo'ladi.

Keling, yana o'sha Eynshteyn formulasiga qaytamiz. Unda yaqqol ko'zga tashlanadigan narsa bu - yorug'lik tezligi belgisi -  $c$  ning kvadratga ko'tarilganidir. Ya'ni,  $c^2=c \cdot c$ , sm/s·sm/s= sm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> bo'ladi. Bu xuddi, 60×60 metr o'lchamdagi yer maydoni 3600 metr emas, balki, 3600 kvadrat metr bo'lgani singari gapdir.

Unda savol tug'iladi: formuladagi  $e$  qanday birlik bilan o'lchanadi? Bu savolga ham Eynshteyn formulasining o'zidan javob topish mumkin. Buning uchun biz o'lchov birliklari bilan ham boshqa istalgan algebraik ramzlar bilan bajariladigan amallarni, ya'ni, ko'paytirish, bo'lish va qisqartirishlarni amalga oshirishimiz kerak.  $E=mc^2$  da  $m$  - grammda,  $c^2$  esa sm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> da o'lchanishini inobatga olsak,  $e$  ning o'lchov birligi g·sm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> bo'ladi.

Bilasizmi, Eynshteyn formulasi paydo bo'lishidan ancha avval ham, energiyaning o'lchov birligi aynan shunday, ya'ni, g·sm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> bo'lishi fanda SGS (santimetr-gramm-soniya birliklar tizimi doirasida) allaqachon aniq bo'lgan qoida edi. Hozir buni tushuntirishga harakat qilib ko'raman.

Tezlikning birligi bu - sm/s. Bu haqida yuqorida ham aytiladi. Lekin, jism harakat davomida o'z tezligini muttasil o'zgartirib tursa nima bo'ladi? Masalan, jism bir muddat 1 sm/s tezlik bilan harakatlana turib, keyingi soniyaning o'zida endi 2 sm/s tezlik bilan harakatlana boshladi, undan keyingi soniyada esa tezlik 3 sm/s ga chiqdi... Bunday holatda jism *tezlanish* bilan harakatlanmoqda deyiladi. Ushbu misolda aytilgan jism tezlanishi 1 soniyada 1 sm/soniyani tashkil qilmoqda. Ya'ni, formula bilan ifodalansa bu 1 sm/s/s bo'ladi. Yuqorida ta'kidlanganidek, biz o'lchov birliklari bilan ham istalgan algebraik amallarni bajarishimiz mumkin. Shunga ko'ra, 1 sm/s/s formulani 1 sm/s<sup>2</sup> ko'rinishiga keltirsak ham bizni hech kim hech narsada ayblamaydi. Aynan shu sm/s<sup>2</sup> ifoda - tezlanishning o'lchov birligi bo'ladi. Tezlanish formulalarda  $a$  harfi bilan belgilanadi. U «tezlanish» so'zining ingliz tilidagi ifodasi - *acceleration* so'zining bosh harfidan olingan.

Mumtoz fizikada, ya'ni, Nyuton fizikasida kuchning ta'siri tezlanishni keltirib chiqaradi. Xususan, Nyutonning birinchi qonuniga ko'ra, o'z holicha turgan har qanday jism, o'zgarmas tezlik bilan o'zgarmas yo'nalishda harakatlanaveradi. Biz «tinch holat» deb ataydigan, ya'ni, tezlik nolga teng bo'lgan xususiy holatda agar jismga hech qanday kuch ta'sir qilmasa, u doimo tinch holatda qolaveradi.

Kuch ta'siri bilan esa har qanday tezlik o'zgaradi. Ta'sir qiluvchi kuch esa turli xil bo'lishi mumkin. Masalan, bu gravitatsiya kuchi, elektromagnit kuchi, mexanik kuch va ho kazo bo'lishi mumkin. Bunday ta'sir orqali esa, tezlikning qiymati, yo'nalishi yoki, yana boshqa biror narsasi o'zgaradi deganidir.

Jismga ta'sir qilayotgan kuch - ushbu kuch keltirib chiqargan tezlanish hamda, ushbu jism massasining ko'paytmasi bilan o'lchanadi. Agar massasi nisbatan yengilroq bo'lgan jism massasi o'zidan og'irroq bo'lgan jismga kuch bilan ta'sir etsa, tezlanish nisbatan past, yoki

sezilarsiz bo'ladi. Masalan, futbolchi to'pdan o'q uziladigan po'lat yadroga zarba bersa, yadro deyarli hech qayoqqa uchmaydi; agar futbolchi oddiy koptokka zarba bersa, u maydonning narigi qismigacha uchib ketadi. Shunga ko'ra, massasi kattaroq bo'lgan jism massasi kichikroq bo'lgan jismga kuch bilan ta'sir etsa, tezlanish ham kattaroq bo'ladi.

Ushbu gaplarni va kuzatuvlarni  $F=ma$  formula orqali sodda va ixcham bayon qilish mumkin. Ya'ni, kuch - massa va tezlanishning ko'paytmasiga teng bo'ladi. Esingizda bo'lsa, biz bu maqola uchun, massa birligi - gramm, hamda, vaqt va masofa uchun, soniya va santimetrni olgan edik. Shunga ko'ra, yuqoridagi formuladan kelib chiqib, kuchning o'lchov birligi  $g\cdot sm/s^2$  bo'ladi (chunki, tezlanish, ya'ni,  $a$  ning birligi  $sm/s^2$  ekanini yuqorida ko'rgandik).

$g\cdot sm/s^2$  birlikni shu tarzda yozish va ayniqsa, uni «gramm ko'paytirilgan santimetr taqsim soniyaning kvadrati» deb har safar og'zaki aytish odamni zeriktiradi. Bunday uzundan-uzoq jumlaning va formulaning o'rniga biror qisqaroq ifoda joriy etish mumkin. Fiziklar shunday ham qilishgan va mazkur birlikni lo'ndagina qilib «din» deb atashga kelishib olishgan. «Din» - yunonchada kuch degan ma'noni beruvchi «*dynamis*» so'zining birinchi bo'g'indir.  $1\text{ din} = 1\text{ g}\cdot sm/s^2$  bo'ladi. Ya'ni, massasi 1 gramm bo'lgan jism  $1\text{ sm/s}^2$  tezlanish keltirib chiqarsa, u 1 din kuch bilan ta'sir etgan bo'ladi. Menimcha, tushunarli bo'ldi.

Endi ish tushunchasi haqida gaplashamiz. Fizikadagi ish tushunchasi ko'pchilik tasavvur qilganidek ertalabda chala nonushta bilan shosha-pisha yo'lga chiqib, jamoat transportida arang ulgurib kirib boriladigan idorada kompyuter qarshisida shaqillatib klaviaturani bosib o'tiradigan ish emas. Mutlaqo bunday emas. Fizikada ish tushunchasi bu - ta'sir qilayotgan kuchni yengib o'tishni bildiradi. Xususan, shunchaki yerda turgan jismni, masalan, g'ishtni ko'tarish bu - ish. Chunki, bunda g'ishtga ta'sir qilayotgan og'irlik kuchini yengib o'tishga uriniladi. Shuning singari, magnit kuchi bilan o'zaro tortilib turgan temir bo'lagini magnitdan sug'urib olish ham ish; taxtaning ishqalanish kuchini yengib o'tib, unga mix qoqish ham aynan fizikada nazarda tutiladigan ish bo'ladi.

Ish - u orqali yengib o'tilgan kuch va masofa orqali ifodalanadi. Formulada bu jarayon  $w=fd$  tarzida belgilanadi. Ya'ni, ish - kuch va masofaning ko'paytmasiga teng bo'ladi.

Bu formuladan kelib chiqsak, masofa birligi - sm, kuchning birligi esa din. Shunga ko'ra, ishning birligi  $sm\cdot din$  bo'ladi. Fiziklarga ushbu birlikning ham yozilishi va o'qilishi yoqmagan. Ya'ni, u ham uzun va aytishga noqulay birlikdir. Shu sababli,  $sm\cdot din$  o'rniga ham olimlar boshqa qisqaroq so'zni qo'llashni ma'qul ko'rib, *erg* nomli birlikni o'ylab topganlar. Buning ma'nosi, qadimgi yunon tilida «ish» so'zini ifodalagan «*ergon*» so'zining birinchi bo'g'inidan kelib chiqqandir. Shunga ko'ra, 1 erg ish bu - 1 din kuch sarflash jismni 1 sm masofaga siljitishda bajarilgan ish degani bo'ladi.

Endi, esingizda bo'lsa, din bu  $g\cdot sm/s^2$  edi. Shunga ko'ra, ishning birligini ham,  $sm\cdot g\cdot sm/s^2$  tarzida ifodalash mumkin. Algebraik qisqartirishlar esa bizga  $erg=g\cdot sm^2/s^2$  bo'lishini keltirib chiqarishga imkon beradi. Shunga ko'ra ta'rifini aytadigan bo'lsak, 1 erg ish bu - massasi 1 gramm bo'lgan jismni 1 sm masofaga  $1\text{ sm/s}^2$  tezlanish bilan siljitishda bajarilgan ish miqdori bo'ladi.

XIX-asr davomida ish va energiyaning o'zaro ekvivalent fizik kattaliklar ekani bir necha yetuk olimlarning izlanishlari evaziga isbotlandi. Ya'ni, bu kattaliklar teng qiymatga

erga va o'zaro muqobil bo'ladi. Ularning birliklari ham bir xil. Shunga binoan, SGS tizimida energiyaning birligi ham *erg* bo'ladi.

Eynshteyn formulasiga qaytamiz. Unga ko'ra hisoblangan energiyaning birligi  $g \cdot sm^2/s^2$  bo'ladi va bu aynan *erg* birligining o'zginasi ekaniga biz yuqorida amin bo'ldik. Bu o'rinda hech qanday tasodif yo'q. Agar formulada qandaydir boshqa birlik kelib chiqqanida, Eynshteyn yana qalam va qog'oz olib, xatosini qidirishi lozim bo'lar edi.

Endi, o'sha Eynshteyn formulasiga son qiymatlarini qo'yib chiqish mumkin. *m* uchun o'zimizga ma'qul kelgan istalgan sonni qo'yaveramiz. Keling, soddalik uchun, *m*=1 gramm deb olamiz.

*c* bilan esa bizda tanlash imkoniyati yo'q. Chunki, *c* bu vakuumdagi yorug'lik tezligi bo'lib, u tabiatda o'zgarmas kattalik, ya'ni, doimiy, konstanta sanaladi. Bu degani, yorug'lik tezligi vakuumda hech qachon o'zgarmaydi va u istalgan paytda, istalgan yo'nalishda bir xil saqlanadi demakdir. Yorug'lik tezligining o'zgarmas miqdor ekanini va uning son qiymatini ko'pchilik yaxshi biladi. Biz ushbu maqola uchun qabul qilgan soniya-gramm-santimetr birliklari orqali ifodalanganda, yorug'lik tezligi 29979000000 sm/s ni tashkil etadi. Agar biz bu qiymatni 30000000000 sm/s deb yaxlitlab olsak ham deyarli xato qilmagan bo'lamiz. Tasavvur qiling, ushbu tezlik bilan yorug'lik bir soniyada 30 milliard santimetr masofani bosib o'tadi. Ya'ni, Yerdan Oygacha bo'lgan masofaning 75% qismini atiga 1 soniyada o'tib bo'lgan bo'ladi. Biz yorug'lik tezligini shuningdek  $3 \cdot 10^{10}$  sm/s deb ham ifodalashimiz mumkin.

Endi, formuladagi  $c^2$  ni olish uchun, ushbu 30000000000 sm/s qiymatni kvadratga ko'taramiz. Natijada, 900000000000000000000 sm<sup>2</sup> kelib chiqadi. Boshqacha aytganda, bu  $9 \cdot 10^{20}$  sm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> bo'ladi. Shunda, Eynshteyn formulasidagi  $mc^2$  ifodaning qiymati 1 g  $\cdot 9 \cdot 10^{20}$  g $\cdot$ sm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>= $9 \cdot 10^{20}$  erg bo'ladi. Boshqacha aytganda, agar 1 gramm massa butunlay energiyaga aylantirilsa, unda 900 kvintillion erg energiya hosil bo'ladi. Va aksincha, siz sof energiyadan 1 gramm massa hosil qilmoqchi bo'lsangiz, unda, 900 kvintillion erg energiya topishingiz zarur bo'ladi.

Bir qarashda aqlni shoshirib qo'yadigan son - 900 kvintillion erg, to'g'rimi?

Lekin, lol qolmoqqa va xitob qilmoqqa shoshmangiz. Yaxshisi, erg - hali biz uchun uncha tanish bo'lmagan birlik ekanini mulohaza qilib ko'ring. U haqiqatan ham shunchalik katta va yirik birlikmikin?

Aslida 1 erg unchalik katta miqdor emas. Aniqroq aytadigan bo'lsak, 1 erg aslida juda kichik miqdor. U gramm, santimetr va soniya birliklaridan kelib chiqqanini yodga olsangiz, uning qanchalik kichik, ta'bir joiz bo'lsa, «mayda» raqam ekani kelib chiqadi. U shunchalik kichikki, amalda undan foydalanish unchalik ham qulay emas. Masalan, keling, massasi 500 gramm (0,5 kg) bo'lgan yukni 30 sm balandlikka ko'tarish vazifasini ko'rib chiqamiz. Buning uchun og'irlik kuchini yengib o'tish lozimligi tayin. Aynan shu holatda, bu unchalik ham qiyin ish emas va u katta miqdorda energiya sarfini taqozo etmaydi. O'ylashimcha, siz bunday yukni bemalol ko'tara olasiz. Siz hatto 50 kg yukni ham 30 sm balandlikka qiynal olmay olib qo'ya olasiz. Demak, 0,5 kg yukni 30 sm balandlikka ko'tarish uchun sarflanadigan energiya miqdori  $\approx 15000000$  ergga teng bo'ladi. Tasavvur qoldingizmi? Agar shunday oddiy kichik bir ish bu qadar million erg energiya talab qilsa, demak biz nisbatan

yirikroq birliklar o'ylab topishimiz va bu orqali, nisbatan kichikroq sonlar bilan ishlashga o'tishimiz yaxshiroq bo'ladi.

Masalan, energiyaning joul deb nomlanuvchi, nisbatan qulay birligi mavjud. Unga ko'ra, 1 joul bu - 10000000 erg deb qabul qilingan.

Ushbu birlik, 1818-1889 yillarda yashab o'tgan ingliz fizigi Jeyms Preskott Joul sharafiga, uning familiyasi bilan nomlangan. Joul mo'maygina katta meros hamda, yaxshi yurib turgan oilaviy biznes egasi bo'lishi bilan birga, o'zini ilm-fanga bag'ishlashga qaror qilganligi uchun, ko'plab zamondoshlaridan ta'nalar eshitgan edi. 1840-yildan 1849-yilgacha bo'lgan oraliqda u ish va issiqlikning o'zaro almashinishi masalasiga oid qator qiziq va chuqur ilmiy asosga ega bo'lgan fizik tajribalarni olib bordi va bu orqali, o'sha davr uchun eng dolzarb ilmiy masalalardan biri bo'lgan - energiyaning saqlanish qonuniyatlarini kashf qilinishiga ulkan hissa qo'shdi. Energiyaning saqlanish qonunini esa, ilk bora 1847-yilda olmon olimi German Lyudvig Ferdinand fon Gelmgolts tomonidan ta'riflab berildi.

Joul birligi kundalik turmushda amaliy foydalanish uchun g'oyat qulay birlik bo'lib chiqdi. Xususan, yuqorida aytilgan, 0,5 kg yukni 30 sm balandlikka ko'tarish masalasi agar joulga ifodalansa, atiga 1,5 joul energiya taqozo etadi. Qulaylik kundek ravshan, to'g'rimi?

Bu orada, issiqlik hodisalarini o'rganayotgan boshqa bir guruh fiziklar, o'z maqsad-muddaolari uchun qulayroq bo'lgan boshqa bir birlikni joriy etishgan. Bu - *kaloriya* birligidir. Uning nomi lotinchada issiqlik degan ma'noni beruvchi *calor* so'zidan kelib chiqqan. Kaloriyani ilmiy adabiyotlarda qisqaroq qilib *kal* deb yoziladi. 1 kal bu - harorati 14,5 °C bo'lgan suvning haroratini 15,5 °C gacha ko'tarish uchun sarflangan energiya miqdoriga teng bo'ladi. (Turli boshlang'ich haroratlardagi suvning issiqligini 1 °C ga ko'tarish uchun sarflanishi kerak bo'lgan issiqlik miqdori har xil bo'ladi).

Energiyaning va ishning barcha shakllari oxir-oqibatda issiqlikka aylantirilishi mumkinligi amaliy isbotlanganidan keyin, issiqlikni o'lchashga mo'ljallangan istalgan birlikdan, energiya va ishning ham boshqa shakllarini o'lchashda foydalanish mumkinligi ayon bo'ldi.

Jeyms Joul amaliy tajriba yo'li bilan, 4,185 joul energiya yoki ishni 1 kal issiqlikka aylantirish mumkinligini ko'rsatib berdi. Shunga ko'ra, 1 kal = 4,185 joul = 41850000 erg bo'ladi.

Garchi, kaloriya o'lchov birligi fiziklar uchun juda qulay bo'lsa ham, lekin kimyogarlar uchun bu ham kamlik qiladi. Kimyoviy reaksiyalarda yutiladigan yoki ajralib chiqadigan issiqlik miqdorlarini agar kaloriyada ifodalansa, unda yuqorida erg bilan ko'rilgan narsa - juda katta va ko'p xonali sonlar bilan ishlashga to'g'ri kelib qoladi. Masalan, 1 gramm uglevodning uglekislota yoki suvga parchalanishida taxminan ≈4000 kaloriya ajralib chiqadi. 1 gramm yog'ning parchalanishida esa, 9000 kaloriya hosil bo'ladi. Maqola avvalida aytib o'tilgan, ya'ni, ofisda o'tirib ishlaydigan odam esa, kuniga taxminan 2500000 kaloriya iste'mol qiladi.

Shu sababli ham, endi bizga kaloriyadan ham qulayroq, kichikroq sonlar bilan ishlash imkonini beruvchi birlik kerak. Shu sababli, olimlar shunchaki kaloriya o'rniga *katta kaloriya* deb nomlangan birlik o'ylab topishgan edi. Unga ko'ra, katta kaloriya deganda, massasi 1000 gramm (1 kg) bo'lgan suvning haroratini 14,5 °C dan 15,5 °C ga ko'tarishga

sarflangan issiqlik miqdorini nazarda tutilgan edi. Ya'ni, katta kaloriya, oddiy kaloriyadan 1000 marta kattaroq miqdor bo'lgan. Lekin, har ikkala birlik ham baribir kaloriya deb nomlangani uchun, chalkashlik battar chigallashgan. Ushbu birliklarni «kichik kaloriya» va «katta kaloriya» deb atalishi va yozilishi, ba'zan, yaqqolroq farqlash uchun «gramm-kaloriya» va «kilogramm-kaloriya» deyilishi, yoxud, yozishda «kaloriya» va «Kaloriya» tarzida yozilish ham chigallikni battar mujmallashtirgan. Oxir-oqibat, olimlar tortisha-tortisha, katta kaloriyani, ya'ni, kilogramm-kaloriya shunchaki «kilokaloriya» deb yuritishga va uning belgisini *kcal* deb ifodalashga kelishib olishgan. Shunga ko'ra, 1 kcal = 1000 kal = 4185 joul = 41850000 erg.

O'lchov birligi energiya bilan bog'liq bo'lgan yana bir kattalik bu - quvvatdir. Quvvat bu - ishning bajarish tezligidir. Ya'ni, masalan, mashina massasi 1 tonna bo'lgan yukni 1 metr balandlikka 1 daqiqada olib chiqish ham mumkin; yoki, xuddi shu ishni 1 soatda qilishi ham mumkin. Har ikki holatda aynan shu ishni bajarish uchun sarflangan energiya miqdori teng bo'ladi. Biroq, birinchi holatda, ya'ni, ishni nisbatan qisqa vaqt ichida uddalash uchun, ko'proq quvvat sarflash kerak bo'ladi.

Massasi 1 kg bo'lgan jismni 1 metr masofaga ko'tarish uchun 1 kg-metr energiya sarf etiladi va bu ishni 1 soniyada bajarilsa, unda, kg·m/s - quvvat uchun birlik bo'la oladi.

Quvvatni ham o'lchab ko'rishga jiddiy harakat qilgan ilk olim Jeyms Uatt (1736-1819) bo'lgan. U o'zi ixtiro qilgan bug' mashinasining quvvatini otning quvvati bilan taqqoslab, *ot kuchi* deb ataladigan va qisqartmasi *o.k.* tarzida yoziladigan quvvat birligini keltirib chiqargan. Avvaliga u otning quvvatini fut-funt/soniya birligini ifodalagan va shunga ko'ra, 1 o.k. = 550 fut-funt/s ekanini belgilab olib, keyin bug' mashinasining quvvatini aniqlagan edi. Ushbu koeffitsient hozirda ham, o.k. va quvvatning boshqa birliklari orasida o'girish koeffitsienti hisoblanadi.

Quvvatni ot kuchi bilan ifodalash hozirda ham keng tarqalgan amaliyot sanaladi va deyarli barcha dvigatellarning quvvati shu birlikda ifodalanadi. Lekin, ushbu birlikning noqulay tarafi shundaki, u biz qabul qilgan santimetr-gramm-soniya birliklari bilan to'g'ridan-to'g'ri aloqadorlikka ega emas. Ya'ni, 1 fut-funt=1,355282 joul bo'lib, shunga ko'ra, 1 o.k. = 10,688 kal bo'ladi. Ushbu singari kasr sonlar bilan amallar bajarish esa har doim ham qulay emas.

Biz ushbu maqola uchun nazarda tutgan gramm-santimetr-soniya tizimi uchun, quvvatning birligi sifatida erg/soniya birligi qabul qilinsa ayni muddao bo'ladi. Lekin, biz yuqorida ko'rganimizdek, erg juda ham kichik birlikdir. Shu sababli ham, joul/soniya birligini ishlatish nisbatan qulay bo'ladi. 1 joul = 10000000 erg bo'lgani uchun, 1 J/s 10000000 erg/s = 10000000 g·sm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> bo'ladi.

Endi, ushbu birlikka ham, nisbatan lo'ndaroq nom topish kerak. Axir, «joul taqsim soniya» deb aytishdan ko'ra, ancha qisqaroq bo'lgan nom topish mumkinligini biz yuqoridagi bir necha misollarda ko'rdikku! Ushbu qisqa nom bir bo'g'inli so'z bo'lsa undan ham yaxshi bo'ladi. Eng yaxshi variant shuki, quvvatni o'lchash borasida ilk muvaffaqiyatli ilmiy ishlar qilgan, boz ustiga familiyasi ham atiga bir bo'g'inli bo'lgan olimning sharafiga ushbu birlikni atash kerak. Ya'ni, Jeyms Uatt nomini bilan, quvvat birligini ham uatt deyish



Shu sababli ham, biz endi mikrogrammning o'zini ham milliondan bir ulushga bo'lib yuboramiz va natijada *pikogramm* birligiga ega bo'lamiz. Boshqacha aytganda, 1 pikogramm =  $10^{-12}$  gramm bo'ladi. Endi esa, yuqoridagi jadvalni quyidagicha o'zgartirib keltirish mumkin, ya'ni:

1	kVt:soat	energiya	hosil	qilish	uchun	40000	pikogramm;
1		kkal			uchun		46,5
1		kal			uchun		0,0456;
1		joul			uchun		0,0195

1 erg uchun 0,00000000195 pikogramm massa kerak bo'ladi.

Ushbu sonlarni ham yaqqolroq tasavvur qilishingiz uchun ayrim misollarni keltiraman. Oddiy, voyaga yetgan o'rtacha odamning tanasidagi bir dona hujayra massasi 1000 pikogrammga teng bo'ladi. Agar, odam tanasi to'g'ridan-to'g'ri massani energiyaga aylantira olish qobiliyatiga ega bo'lganida, tanamizdagi atiga 125 ta hujayraning o'zini energiyaga aylanishi, organizmning 1 kunlik ehtiyojini, ya'ni, 2500 kkal ni ta'minlab bergan bo'lardi. Odam tanasida esa hujayralar soni 50000000000000 donadan ziyodni tashkil qiladi.

Agar pikogramni ham yanada maydaroq birlikka taqsimlasak, ya'ni, pikogrammning ham pikogrammga bo'linmasini olsak, bu  $10^{-24}$  grammga teng bo'ladi ushbu miqyosda olinsa, 1 erg energiya hosil qilish uchun, 1950 pikopikogramm kerak bo'ladi.

Xo'sh, bunchalik maydalashishdan nima naf deb ensangiz qotyaptimi? Mutolaadan chalg'imasdan, o'qishni davom etishingizni maslahat beraman. Gap shundaki, alohida olingan bir dona vodorod atomi 1,66 pikopikogramm massaga ega bo'ladi. Uran-235 elementi atomining massasi esa 400 pikopikogrammga yaqin bo'ladi. Demak, 1 erg energiya olish uchun, 1200 dona vodorod atomi, yoki, 5 dona uran-235 atomi zarur bo'ladi.

Lekin hafsalangizni pir qilishga majburman. Odatiy sharoitlarda massaning faqat 1/1000 qismi energiyaga aylanadi. Shunga ko'ra, 1 erg energiya hosil qilish uchun, 5000 dona uran-235 atomi parchalanishi kerak bo'ladi. Vodorod atomlarning energiyaga aylanishi uchun esa, 120000 ta vodorod atomining to'qnashuvi talab etiladi. Shu sababli ham,  $E=mc^2$  formulani tinch qo'ygan ma'qul.

Fizika fani haqida uning qonuniyatlari haqida qancha so'z yuritsak asida shuncha ozdir. Yuqorida qayd etilgan Vakuumdagi yorug'lik tezligi haqida barcha ma'lumotlarni imkon boricha yoritishga harakat qildik. Aslida fanning qancha ichiga kirib borar ekanmiz shunchalik ko'p bilim-ko'nikmalarni o'zlashtira boraveramiz.