

Hans-Peter Götz

Fizică

POCKET TEACHER

Autor

Hans-Peter Götz este profesor de fizică și matematică la liceu și a lucrat la diverse manuale de fizică pentru editura germană Cornelsen.

Respect pentru oameni și cărți

Nicio parte a acestei publicații nu poate fi reprodusă sub nicio formă sau prin orice mijloace, fotocopiere sau orice alt proces, inclusiv în scopuri educaționale, sau prelucrată, duplicată sau distribuită folosind sisteme electronice fără acordul scris al editorului.

Original title: *Pocket Teacher 5-10. Physik*
(978-3-411-87102-5) by Hans-Peter Götz
© 2013 Bibliographisches Institut GmbH (Duden), Berlin
All rights reserved.

© Didactica Publishing House, 2020
Toate drepturile rezervate pentru limba română.
Nicio parte a acestei lucrări nu poate fi reprodusă sau stocată fără acordul editurii.

ISBN 978-606-048-012-9

Editor: Florentina Ion
Consultant științific: Ioan Suciu
Traducător: Laura Udrea
Redactor: Gina Palade
Corector: Gabriela Ilincioiu
DTP: Cristina Dumitrescu

Didactica Publishing House
Bdul Splaiul Unirii nr. 16, Clădirea Muntenia Business Center,
etaj 5, 506, sector 4, București
Comenzi și informații: telefon/fax: +4021.410.88.14; +4021.410.88.10
e-mail: office@edituradph.ro;
www.edituradph.ro

Tipar realizat de: Tipografia Ceconia

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
GÖTZ, HANS-PETER

Fizică : pocket teacher / Hans-Peter Götz. - București : Didactica Publishing House, 2019
ISBN 978-606-048-012-9

53

Cuprins

Cuvânt-înainte

1. Mecanica corpurilor solide	8
1.1. Corpuri în fizică	8
1.2. Mărimile fundamentale ale mecanicii și mărimea deduse din acestea	9
Lungime și timp	9
Viteză și accelerație	10
Reguli privind mărimile măsurabile	11
1.3. Corpurile interacționează prin forțe	12
Cum recunoaștem forțele	12
De ce depinde acțiunea unei forțe	14
Cum se măsoară forțele	15
Forța gravitațională acționează pretutindeni	16
Masa unui corp	17
Legea acțiunilor reciproce: Legea interacțiunii	18
Corpuri în echilibru	19
Mai multe forțe aplicate unui corp	20
Descompunerea forțelor	22
1.4. Proporționalități ca mărimi caracteristice	23
Densitatea unui material (ρ)	23
Constanta de elasticitate (k)	24
1.5. Un amplificator al forței: pârghia	25
1.6. Lucrul nu este ușor nici în fizică	27
Diagrama lucrului mecanic	29
Se poate face economie de lucru?	30
Mașinile simple ușurează efectuarea lucrului	30
1.7. Ritmul de efectuare a lucrului mecanic: puterea	32
1.8. Energia mecanică poate fi transferată	33
Verificare	36
2. Mecanica fluidelor	37
2.1. Presiunea	37
Prese și elevatoare hidraulice	39

2.2. Presiunea hidrostatică (datorată greutateii lichidului)	39
Corpurile scufundate în lichid sunt împinse în sus	40
Scufundare, suspensie, urcare la suprafață, plutire	42
Verificare	43
3. Mecanica gazelor	44
3.1. Gazele închise (confinat) sunt „sub presiune”	44
Presiunea datorată greutateii aerului	45
Verificare	46
4. Căldura	47
4.1. Măsurarea temperaturii: termometrul	47
Diferența dintre un corp fierbinte și unul rece	48
Urmările unei variații de temperatură	49
Variații de temperatură la lichide	50
Variații de temperatură la corpuri solide	51
Variații de temperatură la gaze	51
4.2. Energie internă. Căldură	54
Cum se măsoară cantitatea de căldură	55
Topire – Solidificare – Vaporizare – Condensare	58
Frigiderul și pompa termică	60
Mașini termice	60
Transportul energiei calorice. Convecția căldurii	62
Conductibilitatea termică	62
Radiația termică	63
Verificare	65
5. Acustica	66
5.1. Cum se produc sunetele	66
5.2. Cum ajunge sunetul la urechile noastre	70
Verificare	72
6. Optica	73
6.1. Fără lumină nu putem vedea	73
Surse de lumină	73
Propagarea razelor de lumină	75
Reflexia luminii	75
Legile reflexiei	76
Refracția luminii	76

Legea refracției	77
Reflexia totală	78
6.2. Imagini create cu ajutorul luminii	79
Imagini printr-o diafragmă (camera obscură)	80
Imagini în oglindă	81
Imagini create de lentile	82
Lentile convergente	82
Refracția unui fascicul paralel	
într-o lentilă convergentă	82
Reguli de construire a imaginilor optice pentru	
lentile convergente (Metoda celor trei raze)	84
Formula lentilelor	87
Lentile divergente	87
6.3. Instrumente care „lucrează cu lumina”	88
Defecte de vedere și ochelari	89
Aparatul fotografic	90
Aparatul de proiecție	90
Lupa; unghiul de vedere	91
Luneta. Microscopul	92
6.4. Lumea este colorată doar datorită luminii	93
Spectrul	94
Amestecul aditiv al luminilor colorate	94
Amestec substractiv de lumină colorată	95
Corpuri colorate	95
Verificare	96
7. Magnetism	97
7.1. Magneții atrag	97
Proprietățile magneților permanenți	97
7.2. Structura internă a magneților	100
7.3. Câmpul magnetic	101
Verificare	104
8. Electricitate	105
8.1. Sarcini în mișcare.	
Circuitul de curent electric	105
8.2. Efectele curentului electric	108
8.3. Sensul curentului electric	109
Instrumentele de măsură pentru curentul electric	109

8.4. Intensitatea curentului electric	111
Relația dintre intensitatea curentului, sarcină și timp	112
8.5. Sarcinile sunt „sub tensiune”.	
Tensiunea electrică	113
8.6. Curenții întâmpină o rezistență	116
Rezistența specifică	118
8.7. Legile circuitelor neramificate	120
Rezistența adițională	121
Divizoare de tensiune	122
8.8. Legile circuitelor ramificate	123
8.9. Câmpul magnetic al curenților electrici	126
Câmpul magnetic al bobinei parcurse de curent	128
Forța care acționează asupra unui curent aflat într-un câmp magnetic	129
8.10. Generarea unei tensiuni prin inducție	131
8.11. Transferul de energie cu ajutorul curentului alternativ	133
Transformatorul	133
Verificare	137
9. Fizică nucleară	138
9.1. Reprezentări privind structura atomilor.	
Modelul nucleu – înveliș atomic	138
9.2. Energie din nucleu	140
Fiziunea nucleară	140
Reacția în lanț	141
Centrale nucleare	143
Fuziunea nucleară	146
9.3. Radioactivitatea	146
Pericolele radiației nucleare	149
Cum ne apărăm de noxele radioactive	150
Cum se măsoară radiația	150
Mărimi caracteristice în radioactivitate și protecție	152
Verificare	154
10. Formule și mărimi fundamentale	155
<i>Indice alfabetic</i>	158

Cuvânt-înainte

Dragi elevi!

Seria de volume POCKET TEACHER vă aduce multe avantaje. Vă informează rapid și concis. Regulile, explicațiile, exemplele și tabelele sunt clar ordonate și ușor de înțeles.

Cel mai repede găsiți o informație uitându-vă la indexul de la sfârșitul volumului.

Ați uitat cuvântul-cheie? În acest caz este bine să căutați în capitolul corespunzător din cuprins!

Volumul FIZICĂ din seria POCKET TEACHER tratează cele mai importante legi și reguli pe care le veți întâlni în școală. Cartea nu se referă doar la formule, ci și la exemple din viața curentă care pun în evidență utilitatea fizicii: o busolă în lumea noastră atât de tehnocrată!

În multe locuri din carte veți găsi săgeți colorate. Ele vă trimit în alte pagini unde veți întâlni aceleași noțiuni.

Exemplu: Densitate (↗ p. 23) sau intensitate a curentului (↗ p. 111). Mergând la paginile indicate de săgeți, veți recapitula noțiunile și astfel veți înțelege mult mai bine materia.

Verificare: La finalul fiecărui capitol, conținuturile cele mai importante sunt cuprinse într-un tabel de verificare. În felul acesta aveți ocazia să vă verificați rapid cunoștințele dobândite. Dacă aveți lacune, aici sunt indicate paginile pe care trebuie să le studiați din nou.

Atenție: Evident, seria POCKET TEACHER nu poate înlocui manualele detaliate, cu exerciții și exemple. Nici nu trebuie. Ea reprezintă un ghid auxiliar, util la recapitulări, teme școlare și pregătirea tezelor. În plus, POCKET TEACHER este ideal pentru pregătirea examenelor.

1 Mecanica corpurilor solide

Respect pentru oameni și cărți

1.1. Corpuri în fizică

Obiectele studiate de un fizician sunt, în general, numite *corpuri*. El este interesat de anumite proprietăți ale corpurilor, ca de exemplu: forma, greutatea, structura suprafeței, conductibilitatea electrică, dar și de interacțiunile cu alte corpuri.

O primă clasificare împarte corpurile în trei grupe (vezi POCKET TEACHER CHIMIE, 7 p. 9):

- **Corpuri solide**, ca de exemplu obiecte din lemn sau metal, care au o formă determinată și, de regulă, un volum constant. Doar forțe foarte mari sunt capabile să schimbe forma sau volumul acestor corpuri. Aceste proprietăți sunt legate de faptul că cele mai mici particule care constituie corpul, atomii și moleculele, sunt strâns legate, fiind ținute laolaltă prin forțe puternice.
- **Corpuri lichide**, care își schimbă forma după cea a recipientului și au o suprafață orizontală. Atomii lor sunt, de asemenea, strâns legați, dar pot aluneca ușor unii față de alții, volumul rămânând, și în acest caz, invariabil.
- La **corpurile gazoase** însă, atât forma, cât și volumul pot fi modificate ușor. Gazele au tendința de a umple uniform orice spațiu care li se oferă. O consecință a acestei proprietăți este faptul că, la această grupă de corpuri fizice, atomii – care constituie materia gazului – sunt despărțiți de mari spații libere.

Numeroase substanțe, ca de exemplu apa, sunt cunoscute în toate cele trei forme: solidă (gheața), lichidă și gazoasă (vapori de apă). Dacă o substanță poate fi topită și/sau vaporizată, vom vorbi despre diferitele ei **stări de agregare**: solidă, lichidă, gazoasă.

1.2. Mărimile fundamentale ale mecanicii și mărimile deduse din acestea

Fizica este o știință exactă și, ca atare, se ocupă în special cu proprietățile măsurabile ale obiectelor pe care le studiază. Acestea sunt desemnate drept **mărimi fizice** și li se atribuie, de obicei, ca simbol abreviant, o literă (tipărită cursiv).

Întâlnim anumite simboluri și în studiul matematicii, de exemplu l pentru lungime (uneori s pentru lungimea unui segment), A pentru arie, V pentru volum.

Lungime și timp

Mărimea fizică **lungimea** este o **mărime fundamentală**. Nu există nicio lege a naturii care să dispună modul cum se măsoară lungimea unui segment.

În consecință, trebuie să găsim noi un procedeu de măsurare adecvat și putem alege liber și **unitatea de lungime**.

În jurul anului 1800, în multe țări europene s-a introdus drept unitate de lungime metrul (1 m). Așa-numitul metru *etalon*, materializat printr-o bară de metal nobil, este conservat la Paris. Inițial, se considera că 1 m este aproximativ a patruzecea milioana parte din circumferința Pământului. Din 1983, 1 m este definit oficial ca lungimea drumului parcurs de lumină în vid într-un interval de timp de $1/299\,792\,458$ dintr-o secundă.

Și **timpul** este o **mărime fundamentală**. Unitatea de timp, *secunda* (1 s), se stabilește astăzi tot ca funcție a unei proprietăți a luminii: este durata unui mare număr (peste 9 miliarde) de

oscilații ale unei radiații a atomului de cesiu. Inițial, 1 s era a 86 400-a parte a unei zile mijlocii, determinată, la rândul ei, prin rotația Pământului în jurul axei sale.

Viteză și accelerație

Din aceste mărimi fundamentale (vor urma și altele) se deduc așa-numitele *mărimi derivate*.

Dacă un vehicul are nevoie de intervale de timp Δt egale pentru a parcurge segmente de drum Δs egale (sau invers, dacă în intervale de timp egale parcurge segmente egale de drum), câtul $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ este o constantă.

Acest raport este desemnat drept viteză și se notează prescurtat v .

$$\text{Viteza} = \frac{\text{lungime (de parcurs)}}{\text{timp}}, \text{ pe scurt, } v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Unitatea de viteză este 1 m/s.

La mișcările de tipul descris mai sus viteza rămâne neschimbată ($v = \text{constant}$). Ele sunt definite drept **mișcări uniforme**.

Deoarece în mișcarea uniformă a unui vehicul distanța parcursă crește proporțional cu timpul, se poate calcula cu ușurință distanța – când viteza este cunoscută; astfel, $s = v \cdot t$.

În această formă simplă a legii parcurs-timp, se presupune totuși că momentul $t = 0$ și $s = 0$ (adică cele două coincid).

Graficele mișcării uniforme sunt reprezentate într-un sistem de coordonate t - s (t – axa orizontală și s – axa verticală) ce pornesc perpendicular dintr-un punct comun și unde viteza poate fi citită pe pantă: cu cât este mai mare panta, cu atât este mai mare viteza, v .

O mișcare a cărei viteză crește sau scade cu cantități egale în intervale de timp egale este denumită **mișcare uniform accelerată** (respectiv uniform încetinită).

Prin **accelerație** a se înțelege raportul dintre variația vitezei Δv și intervalul de timp Δt în care are loc această variație:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

În fizică, semnul Δ (delta) reprezintă diferența dintre două valori ale aceleiași mărimi.

Astfel, $\Delta t = t_2 - t_1$ este diferența a două momente t_1 și t_2 , deci un interval de timp.

EXEMPLU: Dacă la pornire viteza unui automobil crește în fiecare secundă cu $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, se poate spune pe scurt că automobilul are o accelerație: $a = \frac{2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \text{s}}$ sau, matematic echivalent, $a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

„Secundă la pătrat” nu există. Expresia s^2 este doar o scriere simbolică a produsului $\text{s} \cdot \text{s}$.

Reguli privind mărimile măsurabile

Fiecare măsurare furnizează o *valoare măsurată*, care are sens doar dacă îi urmează *unitatea de măsură*.

REȚINE Mărime fizică = valoare măsurată · unitate de măsură:
 $l = 5 \cdot 1 \text{ m} = 5 \text{ m} = 50 \text{ dm} = 500 \text{ cm}$

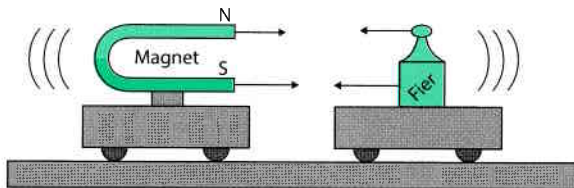
Mărimea fizică nu se schimbă dacă alegem altă unitate de măsură: lungimea unui drum parcurs este independentă de unitatea de măsură aleasă.

Pentru a obține rezultate care se rețin ușor (și pentru a evita zerourile), în fizică se utilizează, de preferință, puteri ale lui 10 pentru valorile măsurate sau prefixe (respectiv prescurtările lor) adăugate unităților.

EXEMPLU: $l = 5200 \text{ m} = 5,2 \cdot 10^3 \text{ m} = 5,2 \text{ km}$ (kilometri);
 $t = 0,000002 \text{ s} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 2 \mu\text{s}$ (microsecunde).

1.3. Corpurile interacționează prin forțe

Dacă două (sau mai multe) corpuri acționează unul asupra celuilalt, această interacțiune este denumită, în fizică, **forță**. Se mai spune: corpurile interacționează prin forțe.



Atunci când fizica vorbește despre forțe, sunt întotdeauna în joc mai multe (cel puțin două) corpuri, chiar dacă uneori este evidentă doar prezența unuia singur. În fizică evităm să atribuim forță unui singur corp.

Forța unui magnet sau a unui om presupune interacțiunea cu un alt corp.

Cum recunoaștem forțele

- Forța pune în mișcare un corp aflat inițial în stare de repaus.
- Forța poate mări sau micșora viteza unui corp care se mișcă. Putem deci spune că forțele accelerează corpurile.
- Forțele pot să schimbe și *direcția* mișcării (fără a modifica simultan mărimea vitezei).

De exemplu, forța de atracție a Pământului face ca Luna să descrie o mișcare circulară în jurul acestuia, fără a-și modifica însă mărimea vitezei.

Aceste trei puncte pot fi rezumate astfel:

Starea de mișcare a unui corp este modificată în urma acțiunii unei forțe.

- Dacă asupra unui corp acționează din două părți opuse forțe egale sau dacă el este legat rigid de un alt corp fix, forța nu-l va accelera, ci îl va *deforma*.

EXEMPLU: O minge de cauciuc ținută strâns cu ambele mâini se va deforma într-o oarecare măsură, dar nu va fi accelerată.

Corpurile care (asemenea mingii de cauciuc) se deformează sub acțiunea unei forțe, dar își reiau forma inițială atunci când forța își încetează acțiunea, sunt făcute dintr-un material care posedă proprietăți *elastice*. Manifestă asemenea proprietăți elastice chiar materiale deosebit de „dure”, ca fierul (oțelurile pentru arcuri). Corpurile a căror deformare se păstrează sau dispare doar parțial prezintă proprietăți *plastice*.

REȚINE Forțele sunt recunoscute doar prin efectele lor:

- Deformarea unui corp
- Accelerarea unui corp
- Modificarea direcției de mișcare

Sondele spațiale se deplasează astăzi cu viteze mari în spațiul cosmic fără motor de propulsie, deci fără acțiunea unor forțe acceleratoare. Pentru menținerea unei viteze date, *nu este deci necesară acțiunea continuă a unei forțe*.

Această constatare a avut o importanță fundamentală pentru mecanică și este denumită astăzi **legea inerției**:

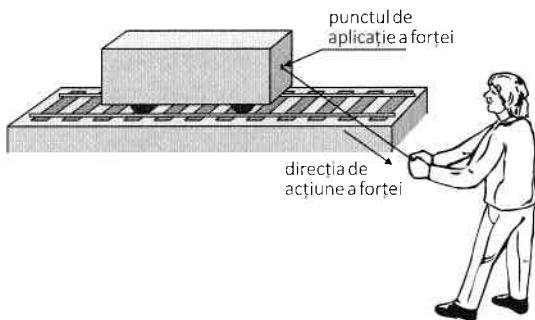
Orice corp își păstrează starea inițială de mișcare dacă o forță nu îl obligă să și-o schimbe.

Dacă asupra corpului nu acționează *nicio* forță, el rămâne în repaus, dacă era în repaus, sau se mișcă în continuare cu viteză constantă, dacă era în mișcare.

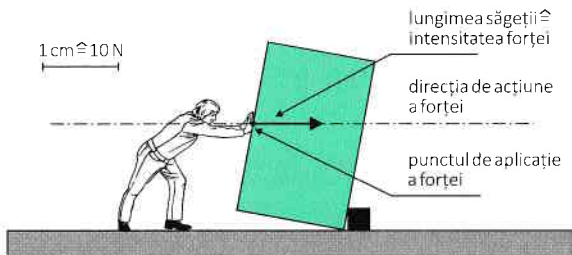
De ce depinde acțiunea unei forțe

Acțiunea unei forțe este caracterizată, de regulă, de 3 factori:

- De **intensitatea** forței. În fizică vom vorbi despre **mărimea forței**.



- De **orientarea** forței (direcție și sens). Dacă, în mișcarea sa proprie, un vagonet este accelerat de către o forță a cărei direcție este oblică față de cea a șinelor, efectul va fi mult mai mic decât atunci când o forță de aceeași intensitate îl trage paralel cu șinele.
- De **punctul de aplicație** a forței. Dacă vrem să răsturnăm o ladă grea, este bine să o apucăm la o distanță cât mai mare față de punctul în jurul căruia are loc mișcarea. **Vezi exemplul din figură:**



Aceste trei proprietăți se simbolizează grafic printr-o **săgeată**. Mărimile care pot fi reprezentate simbolic prin săgeți sunt denumite **mărimi vectoriale**. Punctul de aplicație și direcția forței sunt indicate prin capătul inițial și vârful săgeții. Lungimea săgeții este o măsură a intensității forței; de exemplu, putem conveni ca o săgeată cu lungimea de 1 cm să reprezinte o forță de 10 newtoni. Scara în care se reprezintă forța este arbitrară, dar, într-o schiță dată, trebuie să fie utilizată unitar.

În afară de aceste proprietăți, acțiunea deformatoare a unei forțe depinde și de alte proprietăți ale corpului sau materialului, ca de exemplu de elasticitate.

Cum se măsoară forțele

Întrucât forțele se manifestă doar prin efectele pe care le produc, măsurarea lor trebuie să urmărească aceste efecte. De cele mai multe ori, în școală se alege (pentru început) un procedeu static, bazat pe deformarea unui corp – întinderea unui arc (resort).

Unitatea de forță se numește **newton** (prescurtat: N), denumire dată după englezul Isaac Newton (1643-1707). Unitatea 1 N poate fi obținută (aproximativ) în modul următor: O tabletă de ciocolată are (cu ambalaj) o masă cam de 102 g; ea are, în acest caz, greutatea de 1 newton. Când ținem ciocolata în mână, mușchii brațului trebuie să opună forța de 1 N.

Definiția exactă a unității de forță a fost stabilită prin referirea la o mișcare:

O forță are intensitatea de 1 N dacă, într-o secundă, ea determină creșterea cu $1 \frac{m}{s}$ a vitezei unui corp având masa de 1 kg sau, mai scurt, dacă îi imprimă corpului de 1 kg accelerația $a = 1 \frac{m}{s^2}$.

Această definiție are avantajul independenței de loc; ea ar putea fi utilizată chiar într-un viitor laborator cosmic, unde nu există forțe gravitaționale. Ca simbol al mărimii forței se utilizează, în general, litera F . De exemplu, $F = 5,6 \text{ N}$.

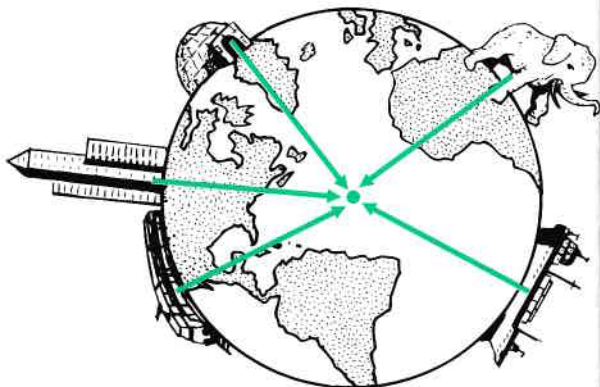
Ca instrument de măsură pentru forțe se utilizează în școală dinamometrele cu arc (resort), în care forța provoacă deformarea

unui arc metalic. Gradul de deformare măsoară acțiunea forței și este indicat pe o scală gradată în newtoni.

Respect pentru oameni și cărți

Forța gravitațională acționează pretutindeni

O forță omniprezentă este *forța de greutate*. Pământul și, de asemenea, celelalte planete exercită o forță de atracție asupra tuturor corpurilor din vecinătatea lor. Vorbim despre forța de atracție dintre mase, forța gravitațională, forța de greutate; ce mai adesea spunem însă că: la suprafața Pământului, corpurile au o greutate.



Forța de greutate este orientată întotdeauna către centrul Pământului. În fiecare punct al suprafeței terestre, definim această direcție drept *verticală* locului.

Intensitatea forței de greutate pe care o resimte un corp aflat pe Pământ depinde de:

- proprietățile planetei Pământ: a) de materia aflată sub picioarele noastre, b) de distanța până la centrul Pământului, prin urmare, de locul în care ne găsim;
- o anumită proprietate a corpului, pe care o denumim *masă*.

Masa unui corp

Fiecare corp fizic are o *masă*; ea se măsoară în *kilograme* (kg) și se notează cu litera *m*. 1 kg a fost stabilit drept masă a unui anumit corp, kilogram etalon, care inițial era 1 l de apă. În prezent, etalonul este un mic corp din metal nobil, conservat la Paris; el ar avea în orice alt loc, chiar pe Lună sau pe orice altă planetă, masa de 1 kg. Greutatea lui este, în schimb, dependentă de locul în care se găsește. La Paris, ea are valoarea $F_G = 9,81 \text{ N} \approx 10 \text{ N}$.

O copie a etalonului menționat se găsește la Biroul Român de Metrologie din București.

Mărimea „masă” descrie, de fapt, proprietatea corpului de a se „opune” acțiunii acceleratoare a unei forțe; ca atare, i se mai spune și *inerție*.

IMPORTANT Numeroase experiențe au arătat că greutatea unui corp este cu atât mai mare cu cât inerția (masa) lui este mai mare.

Ca instrument pentru măsurarea maselor se folosește frecvent o *balanță* cu brațe egale (cu două talere). Ea compară forțele de greutate care acționează asupra corpurilor de pe cele două talere în același loc geografic. Întrucât greutatea unui corp, F_G , este direct proporțională cu masa lui, m , raportul $\frac{F_G}{m}$, notat g , este constant pentru toate corpurile aflate în același loc și se numește *acclerație gravitațională*. În locuri diferite însă, valoarea numerică a acestui raport este diferită. În consecință, ea este un *factor local*.

Pentru fiecare loc din Europa există valori diferite. Pentru țara noastră este valabilă valoarea $g = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$; la poli $9,83 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, la Ecuator $9,78 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

Pe Lună, acclerația gravitațională este de aproximativ 6 ori mai mică: $g = 1,6 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.