

# Tieteellisten julkaisujen arviointiperusteista

Luonnonfilosofian seura 20.2.2018

## Aiheita

1. Tieteellisen julkaisemisen historiaa
2. Vertaisarviointi käytännössä
3. Vertaisarvioinnin arviointia
4. Vaikuttavuusmittarit
5. Vaihtoehtoinen julkaiseminen
6. Yhteenveto ja keskustelu

# Tieteellisen julkaisemisen historiaa

# Aikajana

1. Ajattelijoiden kirjoituksia (muinaisaika, keskiaika)
  - Joillakin oli kyky ja mahdollisuus kirjoittaa ajatuksia muistiin
2. Monografiat ja kirjeenvaihto (1600-1800)
  - Kansainvälisen tieteen alku
3. Tieteellisten seurojen julkaisusarjat (1800-)
  - Julkaiseminen siirtyi organisaatioille
4. Vertaisarvioidut artikkelit (varsinaisesti 1940-luvulta alkaen)
  - Printtilehtien ja kirjastojen aikakausi
5. Artikkelit verkottuneet bittiavaruuteen (1990-luvulta alkaen)
  - Tietokannat ja verkkopalvelut korvaavat kirjastoja
  - Internet tarjoaa vaihtoehtoiselle tieteele kanavan
6. Tekoäly avustaa lukemisessa? (2020-luvulta alkaen)
  - Ketkä omistavat algoritmit?

NO. 16-560

PHILOSOPHIÆ  
NATURALIS  
PRINCIPIA  
MATHEMATICA.

<sup>Autore</sup> <sup>anno</sup> J. S. NEWTON <sup>Equite fuisse,</sup> Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos  
<sup>Professore</sup> Lucasiano, & Societatis Regiæ Sodali.  
~~et Societatis Regiæ Societatis præside.~~

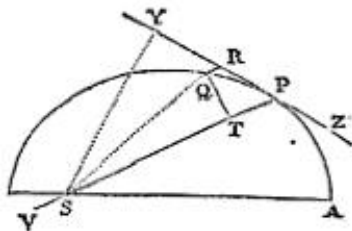
IMPRIMATUR.  
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.  
Julii 5. 1686.

LONDINI.

Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostat apud  
plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

*Corol. 4.* Iisdem positis, est vis centripeta ut velocitas bis directe, & chorda illa inverse. Nam velocitas est reciproce ut perpendicularum  $ST$  per corol. 1. prop. 1.

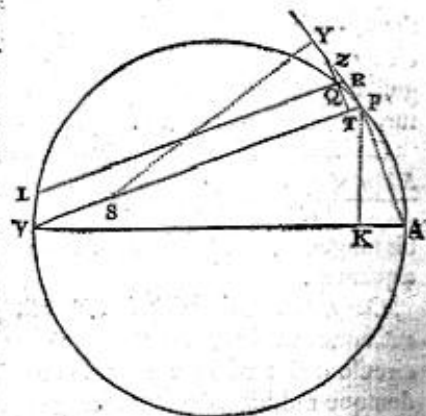
*Corol. 5.* Hinc si detur figura quævis curvilinea  $APQ$ , & in ea detur etiam punctum  $S$ , ad quod vis centripeta perpetuo dirigitur, inveniri potest lex vis centripetæ, quæ corpus quodvis  $P$  a cursu rectilineo perpetuo retractum in figuræ illius perimetro detinebitur, eamque revolvendo describet. Nimirum computandum est vel solidum  $\frac{SPq \times QTq}{QR}$  vel solidum  $STq \times PV$  huic vi reciproce proportionale. Ejus rei dabimus exempla in problematis sequentibus.



### PROPOSITIO VII. PROBLEMA II.

*Gyretur corpus in circumferentia circuli, requiritur lex vis centripetæ tendentis ad punctum quodcunque datum.*

Esto circuli circumferentia  $VQA$ ; punctum datum, ad quod vis ceu ad centrum suum tendit,  $S$ ; corpus in circumferentia latum  $P$ ; locus proximus, in quem movebitur  $Q$ ; & circuli tangens ad locum priorem  $PRZ$ . Per punctum  $S$  ducatur chorda  $PV$ ; & acta circuli diametro  $VA$ , jungatur  $AP$ ; & ad  $SP$  demittatur perpendicularum  $QT$ , quod productum occurrat tangenti  $PR$  in  $Z$ ; ac denique per punctum  $Q$  agatur  $LR$ , quæ ipsi  $SP$  parallela sit, & occurrat tum circulo in  $L$ , tum tangenti  $PZ$  in  $R$ . Et ob similia triangula  $ZQR$ ,  $ZTP$ ,  $VPA$ ; erit  $RP$  quad. hoc est  $QRL$  ad  $QT$  quad.



### Kielivalikoiman kehitys:

1. latina
2. monikielisyys
3. englannin kieli
4. koneellinen kääntäminen ja monikielisyys?

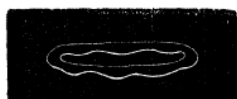


## J.J. Thomson 1885

V. "On the Formation of Vortex Rings by Drops falling into Liquids, and some allied Phenomena." By J. J. THOMSON, M.A., F.R.S., Fellow of Trinity College, Cavendish Professor of Experimental Physics, Cambridge, and H. F. NEWALL, M.A., Trinity College, Cambridge. Received November 28, 1885.

When a drop of ink falls into water from not too great a height, it descends through the water as a ring, in which there is evidently considerable rotation about the circular axis passing through the centres of its cross sections; as the ring travels down through the water inequalities make their appearance: more ink seems to collect in some parts of it than in others, and as these parts of the ring descend more rapidly than the rest, it assumes some such appearance as that shown in fig. 1. These aggregations as they descend develope

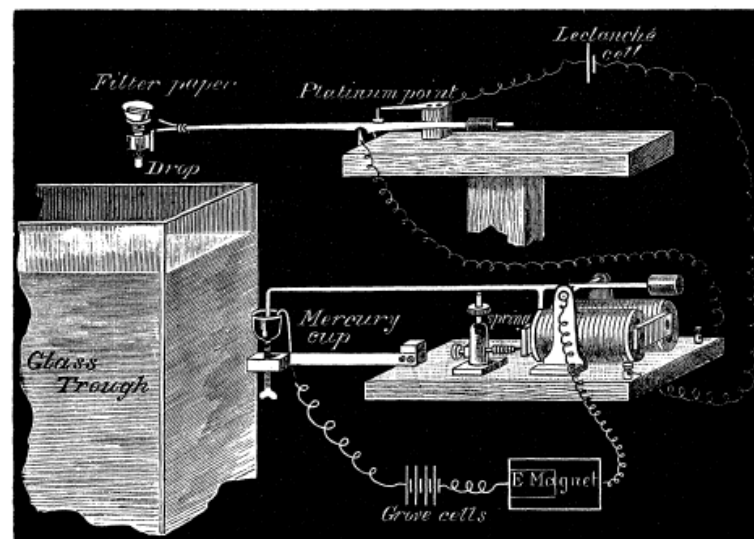
FIG. 1.



fresh rings in the same way as the original ring was developed from the drop. The ring is thus split up into several rings, each of which is connected with its neighbours by threads of ink affording a very pretty illustration of the continuity of motion in a liquid (see fig. 2).

As the secondary rings descend they develope other rings just as they were developed from the original one, and the process of reproduction seems to go on indefinitely.

It is not every liquid, however, which, when dropped into water, gives rise to rings, for if we drop into water any liquid which does not mix with it, such as chloroform, the drop in consequence of the



# Atomistic Simulation of the Transition from Atomistic to Macroscopic Cratering

Juha Samela,<sup>1</sup> and Kai Nordlund<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Department of Physics, P.O. Box 65, FI-00014 University of Helsinki, Finland  
 (Received 14 January 2008; revised manuscript received 12 March 2008; published 9 July 2008)

Using large-scale atomistic simulations, we show that the macroscopic cratering behavior emerges for projectile impacts on Au at projectile atom energies from 1000 and 10000 Au atoms at impact velocities comparable to typical meteorite velocities. In this regime, we obtain a consistent picture of the transition to Au macroscopic impacts similar to that observed for hypervelocity macroscopic impacts. The simulated crater volumes agree with the values calculated using the macroscopic crater scaling law. In spite of a downward extrapolation over more than 15 orders of magnitude in terms of the impactor volume, the model demonstrates that atomistic simulations can be used to understand the strength properties of materials in cases where only continuum models have been possible before.

DOI: 10.1103/PhysRevLett.101.027601

PACS numbers: 79.20.+m, 61.80.Bv, 83.10.Bd

Craters produced by meteorites, bullets, and other macroscopic objects are visible to the bare eye. However, a single atom can produce an atomistic scale nanocrater when it has a dense material [1–3]. Although these craters do superficially resemble each other, their formation processes are different. The atomistic scale craters are formed by atomic displacement or flow processes that occur near the surface [3–5], while macroscopic crater formation is better understood in terms of a transient high-pressure regime inside the material [6]. What has remained unclear is where the transition from the atomistic to the macroscopic cratering regime occurs. The understanding of how the effects of hypervelocity impacts emerge from atomistic interactions is important for the construction of shielding materials for applications, where the materials are subject to small particle bombardment.

In this Letter we show with classical molecular dynamics that the macroscopic cratering behavior emerges from the basic interactions between the Au atoms in Au(111) at projectile sizes between 1000–10000 Au atoms. This result forms a bridge between the microscopic and macroscopic lines of impact research by showing that the behavior of materials under macroscopic impacts can be understood and simulated from atomistic interactions, and shows that the macroscopic scaling applies even at projectile diameters less than 20 nm, although the scaling laws are originally developed for much larger impactors, such as meteorites. The detection of the macroscopic scaling at the nanoscale is interesting from the point of view of basic research. However, the result is also important in practice, because it demonstrates the possibility of studying the macroscopic effects of impacts starting from the atomistic interactions using small systems as prototypes.

Research of microscopic and macroscopic impacts have traditionally been rather separate fields of physics. The formation of craters by impact of single atoms or small nanostructures is reasonably well understood [7,8]. Cluster ion beams and scanning probe microscopy are important experimental methods, and effects of impacts are studied with molecular dynamics. In modern technology, beams of

clusters of a few thousand atoms are routinely used for surface processing, chemical analysis, implantation, and creation of nanostructures [9–13]. On the other hand, in astronomy the impacts of asteroids with sizes up to tens of kilometers on moons and planets are studied because they provide information about the development of the solar system and have affected the evolution of life on Earth [14]. Good understanding of the formation of macroscopic craters induced by hypervelocity projectile has been achieved by a combination of experimental observations of planetary craters [15], gas gun experiments [16], and modeling with hydrodynamic codes [16]. Micromechanistic and space debris impacts on spacecrafts are investigated to control their harmful effects [15,17]. In forensic sciences an important research theme is the effects of bullets on objects they hit [18].

To find the transition point from small cluster impact behavior to the macroscopic behavior, we have simulated impacts of large Au<sub>N</sub> ( $N = 13$ –115 000) clusters on the Au(111) surface. The Au–Au interaction model used in our molecular dynamics simulations can describe well both high-energy atomic collisions and the thermodynamic behavior of the material [7,15], making it possible to use these models to search for the transition to the macroscopic regime. The velocity of the projectile was chosen to be around 22 km/s to match that typical of meteoroid impacts. A uniform velocity perpendicular to the surface was given to all cluster atoms in the beginning of each simulation. The borders of the system were cooled to ambient temperature (300 K), and the volume of the simulation cell was kept constant. The effect of the boundary conditions on the simulation results is discussed in Ref. [10]. Electronic stopping of fast atoms was also part of the simulation model [19]. The simulated Au(111) substrate size was 100 nm × 100 nm × 10 nm (61 × 10<sup>6</sup> atoms) or 200 nm × 200 nm × 10 nm (144 × 10<sup>6</sup> atoms) depending on the impactor size. The depth of 10 nm is large enough for the crater induced by 500 eV/atom impacts, but the crown induced by a 100 keV/atom cluster requires a wider area than 100 nm × 100 nm to be completely simulated. Despite

the large size of the simulation box, the fission of the largest corona track the foundation in the final stages of the corona development, but this does not affect the main conclusion of this study. Depending on the total cluster energy, solid CPU times were 1000–5000 hours/impact, which limited our study to one or two simulations per cluster size and energy. However, the variation of crater volume was followed up to 50–250 ps depending on the impact energy. The Au–Au interaction potential used in this study is based on the corrected effective medium theory [21,22], it gives spitting yields that are in agreement with experimental results for 32 impacts on Au(111) [23] and for Au<sub>N</sub> impacts on Au(111) [7]. Other details of the simulation method can be found in Refs. [7,19].

According to the simulations, the coherent interaction of atoms gradually leads to macroscopic impact behavior, when the size of the cluster increases. We observe that during the first phase of the impact, which lasts from 0.3–10 ps, depending on the cluster energy and size, the cluster penetrates inside the substrate and only a small number of atoms are ejected from the substrate. In other words, the cluster atoms together with those substrate atoms that were initially located in the impact region are compressed inside the substrate (Fig. 1). The compressed region is formed because the number of atoms in the frontier increases while the cluster penetrates deeper in the substrate, and the substrate arrests the expansion of the frontier. Also the substrate is gradually compressed in the high-pressure area (Fig. 2). Finally, the compressed region is almost an ellipsoid in the bottom of the crater. In the second phase, this very dense, high-pressure region releases its energy rapidly forming a hemispherical cavity of hot material which escapes in the vacuum leaving a crater.

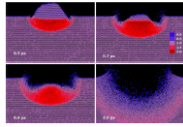


FIG. 1 (color online). Visualization of the compression of material in the impact region. The compressed region is almost an ellipsoid in the bottom of the crater. In the second phase, this very dense, high-pressure region releases its energy rapidly forming a hemispherical cavity of hot material which escapes in the vacuum leaving a crater.

027601-2

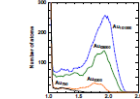


FIG. 2 (color online). The distribution of neighborhood density in the impact region at the moment when the highest density occurs at different cluster sizes from 1000 to 10000 atoms. The color scale indicates how many atoms are in the neighborhood of the given point. The curve shows a sharp peak at approximately 0.5 ps, which corresponds to the moment of maximum compression. The peak density increases with the cluster size  $N$ .

the impact velocity,  $v_0$ , and  $f_0$  is  $v_0/f_0 = (v_0/f_0)^{1/2}$ . When  $f_0 = 70$  km/s,  $f_0 = 20$  km/s and  $\mu = 0.5$  [20], the ratio is 78. From simulations we detected corresponding ratios 72 at  $N = 750$  and 8.3 at  $N = 6000$ . This indicates that the crater volumes in the atomistic simulations scale also with the velocity according to the macroscopic scaling law [Eq. (1)] already at relatively small impactor sizes. Thus, the macroscopic scaling with velocity begins at lower impactor sizes than the macroscopic scaling with impactor size. When the impact energy is higher than 25 keV/atom, the transition to macroscopic scaling probably occurs at larger impactor sizes, because the channeling probability increases and therefore some cluster atoms lower their energy inside the compression region [25]. At lower energies than 5 keV/atom, the scaling behavior detected in the simulations is valid as long as the impactor has enough energy to penetrate inside the substrate. Thus, the macroscopic scaling with velocity is used to expand the crater, which leads to the linear scaling of crater volume with number of atoms in the impactor.

The shape of the transient crater rim follows the crystallization directions of the Au(111) surface (Fig. 3). These patterns appearing around the crater region resemble those observed [27] and simulated [28] in nanoscale simulations. The strong pressure was emanating from the cascade causes entire planes of atoms to slide coherently



FIG. 3 (color online). Evolution of the neighborhood density distribution in the impact region at a 500 eV/atom Au<sub>N</sub> impact. The peaks at 1 and 2 ps correspond to the compressed region and the low-density region, respectively. The curve shows a sharp peak at approximately 0.5 ps, which corresponds to the moment of maximum compression. The peak density increases with the cluster size  $N$ .

After the energy released from the compressed region has melted the surrounding substrate, the ejection of atoms occurs in two phases. First, the high-energy atoms in the center of the cavity escape directly to vacuum. Second, the liquid phase atoms in the outer rim of the cavity form a crown around the cavity opening (Fig. 1). The corona releases material in clusters [19]. In the molecular dynamics simulations, the ejection of material lasts 100–300 ps until the corona cools down to the ambient temperature and forms the crater rim [19]. These two ejection phases are typical not only for larger clusters, but they occur also with small clusters ( $N < 13$ ), if their energy is several keV/atom [7]. However, swift ions and small clusters (100–1000 keV/atom) can channel deep into the substrate in crystalline materials, which leads to a decreased ejection yield [7]. At even higher energies, the electronic stopping dominates and cratering mechanisms are different. In addition to the compression phenomenon, another macroscopic feature seen in the simulations is the emergence of fingers in the corona around the cavity [23].

This work was performed within the Finnish Center of Excellence in Computational Molecular Science (CMOS), financed by The Academy of Finland and the University of Helsinki. Generous grants of computer time from the Center for Scientific Computing in Espoo, Finland are gratefully acknowledged.

Figure 3 shows how the pressure is released during the first 3 ps after the impact. At this time, both the uncompressed substrate material (60 atoms/nm<sup>3</sup>) and the compressed material are present. At 2 ps, most of the compression has released and a low-density region is shown in the distribution, indicating that the substrate is partly in the gaseous state. At 3 ps, the crystal structure is almost completely destroyed in the volume considered.

In the macroscopic strength regime, the crater volume  $V$  have empirically been found to follow the behavior

$$V = \mu \frac{m}{\rho} \left( \frac{\rho v_0^2}{T} \right)^{1/2} \quad (1)$$

where  $\rho$  is the impactor velocity,  $m$  is the impactor mass, and  $\mu$  is the density of the material.  $T$ ,  $\rho$ , and  $\mu$  are parameters that depend on the strength of the material [26]. Figure 4 shows that the simulated volumes indeed converge towards the estimated macroscopic value  $V/N = 0.1$  nm<sup>3</sup>. The value is gained from Eq. (1) using empirical parameters  $K_1 = 0.2$  and  $\mu = 0.55$  for hard rock [26]. Young's modulus  $Y = 78$  GPa and density  $\rho = 19$  100 kg/m<sup>3</sup> for Au. (See the EPM98 document [25] for more details.) From this result, we cannot definitely conclude that the simulations and the empirical scaling law agree quantitatively because empirical scaling parameters are not available for Au [25]. However, we can say that with a reasonable choice of parameters, like the parameter set mentioned above, one gets an estimate of crater volume which is of about the same magnitude as the simulated volume. This result is not even because the macroscopic scaling is derived for impactors that are more than 15 orders of magnitude larger than numbers of atoms than the clusters in this study, thus, the empirical law is extrapolated downwards by more than 15 orders of magnitude. Most important, however, is the observation that the simu-

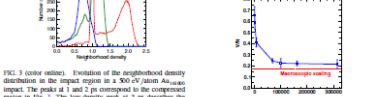


FIG. 4 (color online). Crater volume per number of atoms in the impacting cluster ( $V/N$ ) as a function of cluster size showing the transition from nonlinear scaling to linear scaling.

027601-3

lated scaling of crater volumes becomes linear with projectile size [Fig. 4], which is typical for the macroscopic impacts [26]. In small cluster impacts, the volume is scaled nonlinearly with  $N$  (Fig. 4 and [19]). However, the crater volume per cluster atom is smaller in the macroscopic regime than it is in the case of small clusters (Fig. 4). This is related to the fact that a relatively large proportion of the impact energy is dissipated outside the displacement cascade by the shock wave and thermal conduction in the macroscopic impacts. In small cluster impacts, energy is considerably moved from the cavity by immediate scattering.

From Eq. (1), the ratio between crater volumes of impacts with velocities  $v_0$  and  $f_0$  is  $V_0/V_f = (v_0/f_0)^{1/2}$ . When  $f_0 = 70$  km/s,  $f_0 = 20$  km/s and  $\mu = 0.5$  [20], the ratio is 78. From simulations we detected corresponding ratios 72 at  $N = 750$  and 8.3 at  $N = 6000$ . This indicates that the crater volumes in the atomistic simulations scale also with the velocity according to the macroscopic scaling law [Eq. (1)] already at relatively small impactor sizes. Thus, the macroscopic scaling with velocity begins at lower impactor sizes than the macroscopic scaling with impactor size. When the impact energy is higher than 25 keV/atom, the transition to macroscopic scaling probably occurs at larger impactor sizes, because the channeling probability increases and therefore some cluster atoms lower their energy inside the compression region [25]. At lower energies than 5 keV/atom, the scaling behavior detected in the simulations is valid as long as the impactor has enough energy to penetrate inside the substrate. Thus, the macroscopic scaling with velocity is used to expand the crater, which leads to the linear scaling of crater volume with number of atoms in the impactor.

The shape of the transient crater rim follows the crystallization directions of the Au(111) surface (Fig. 3). These patterns appearing around the crater region resemble those observed [27] and simulated [28] in nanoscale simulations. The strong pressure was emanating from the cascade causes entire planes of atoms to slide coherently

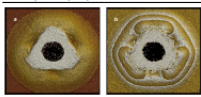


FIG. 5 (color online). Effect of crystal orientation. Transient patterns around the crater at 10 ps after an impact of 500 eV/atom Au<sub>N</sub> projectile. Both panels are 200 nm × 200 nm showing a 2 nm size above the surface (a) and 1 nm size just beneath the surface (b). The atoms are colored according to the distance from the viewer. See the EPM98 document for more examples [25].

along the [111] planes of face metals [29]. If defects are present in the substrate, the impact may induce cracks near the crater, and then fragments of material are ejected into the vacuum, increasing the spalling yield. Although this is not observed in the simulations, due to the perfect Au(111) structure, the ejection of fragments is another characteristic feature of macroscopic impact. The results demonstrate that the understanding of macroscopic impacts in the atomic level is now possible, which may benefit cracking research and design of materials.

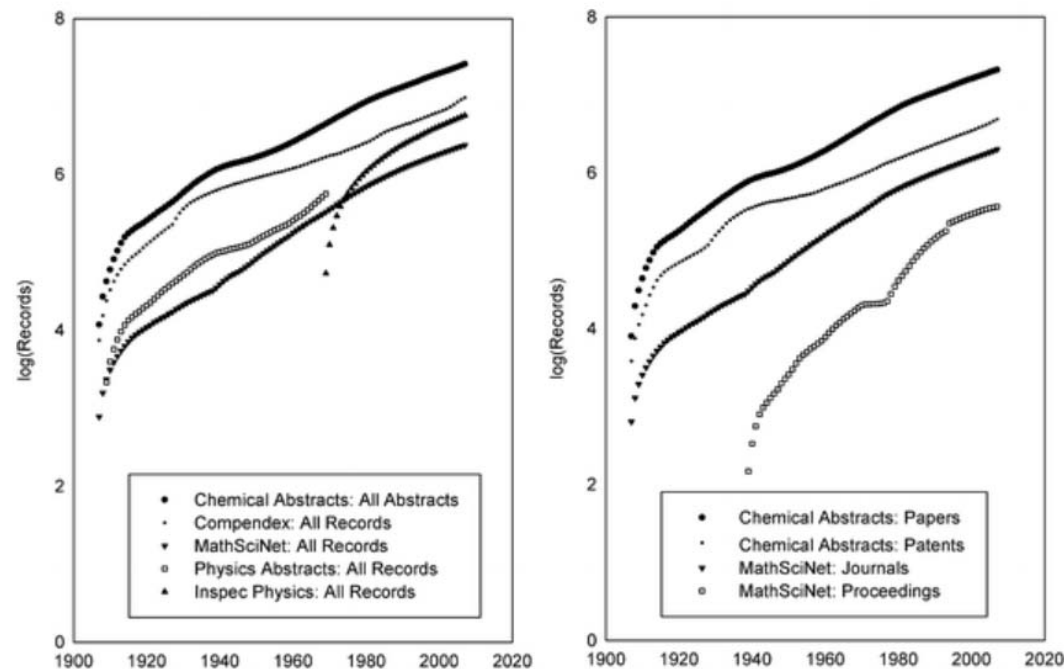
After the energy released from the compressed region has melted the surrounding substrate, the ejection of atoms occurs in two phases. First, the high-energy atoms in the center of the cavity escape directly to vacuum. Second, the liquid phase atoms in the outer rim of the cavity form a crown around the cavity opening (Fig. 1). The corona releases material in clusters [19]. In the molecular dynamics simulations, the ejection of material lasts 100–300 ps until the corona cools down to the ambient temperature and forms the crater rim [19]. These two ejection phases are typical not only for larger clusters, but they occur also with small clusters ( $N < 13$ ), if their energy is several keV/atom [7]. However, swift ions and small clusters (100–1000 keV/atom) can channel deep into the substrate in crystalline materials, which leads to a decreased ejection yield [7]. At even higher energies, the electronic stopping dominates and cratering mechanisms are different. In addition to the compression phenomenon, another macroscopic feature seen in the simulations is the emergence of fingers in the corona around the cavity [23].

This work was performed within the Finnish Center of Excellence in Computational Molecular Science (CMOS), financed by The Academy of Finland and the University of Helsinki. Generous grants of computer time from the Center for Scientific Computing in Espoo, Finland are gratefully acknowledged.

Tieteellisten ehtien lista:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_scientific\\_journals](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_scientific_journals)



## Artikkelien määrän kiihtyvä kasvu



Cumulative number of records for nine databases 1907–2007 (semi logarithmic scale)

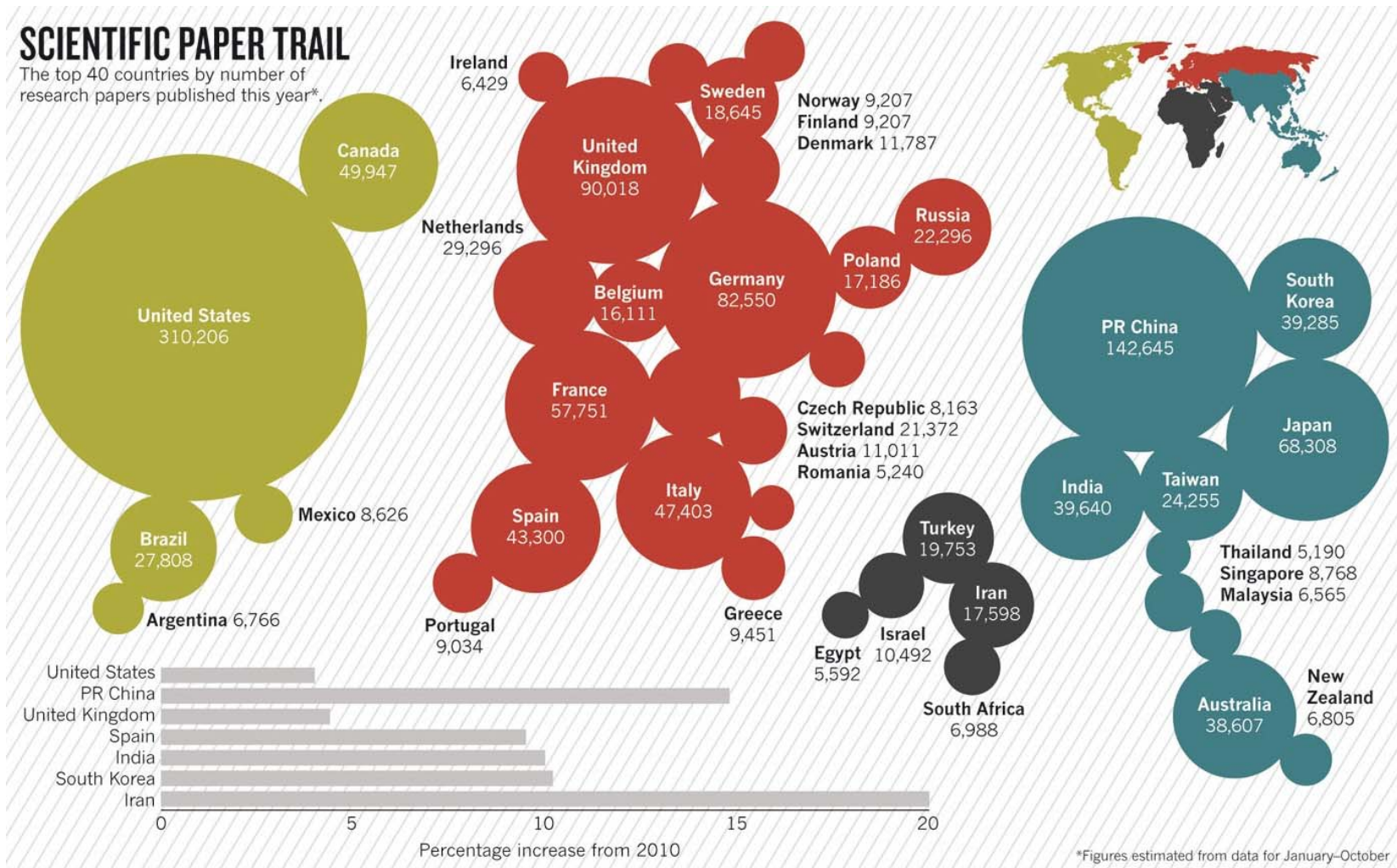
Vuonna 2009 tuli täyteen 50 miljoonaan tieteellistä artikkelia.

Vuosittain julkaistaan noin 2,5 miljoonaa uutta. Määrä kasvaa 4-5% vuosittain.

(Luvut vaihtelevat laskutavasta riippuen, mutta antavat hyvin arvion nykyisestä volyymista.)

Larsen et al., The rate of growth in scientific publication and the decline in coverage provided by Science Citation Index, *Scientometrics*. 2010 Sep; 84(3): 575–603.

# Mistä tieteelliset artikkelit tulevat

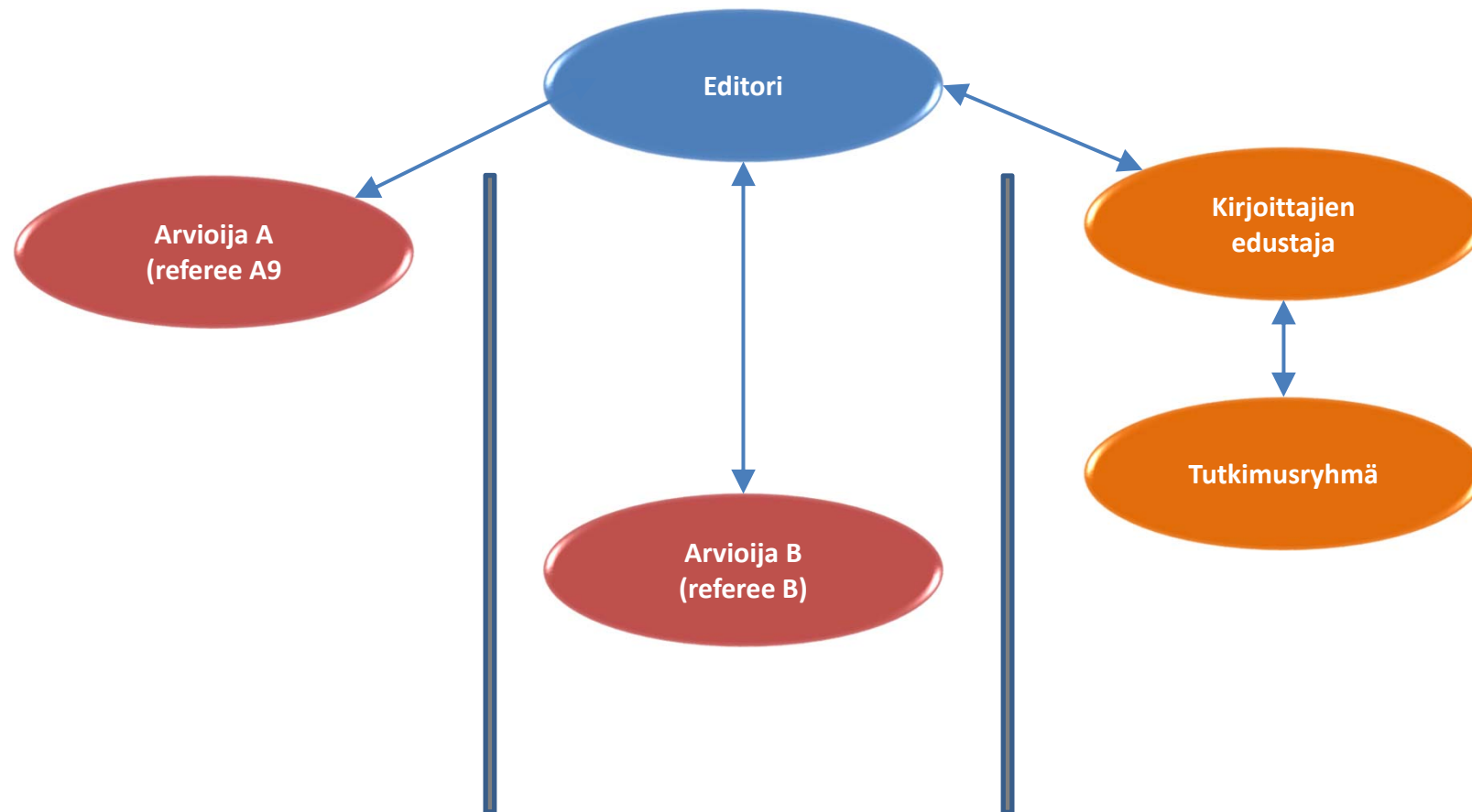


## Väkilukuun ja bruttokansantuotteeseen verraten

| Country        | Population  | GDP(Million USD) | Papers  | Papers Per Capita*1000 | GDP/Paper |
|----------------|-------------|------------------|---------|------------------------|-----------|
| Switzerland    | 7,997,000   | 631,183          | 21,372  | 2.673                  | 29.533    |
| Denmark        | 5,590,000   | 314,889          | 11,787  | 2.109                  | 26.715    |
| Sweden         | 9,517,000   | 523,804          | 18,645  | 1.959                  | 28.094    |
| Norway         | 5,019,000   | 499,667          | 9,207   | 1.834                  | 54.270    |
| Netherlands    | 16,770,000  | 770,067          | 29,296  | 1.747                  | 26.286    |
| Australia      | 22,680,000  | 1,564,419        | 38,607  | 1.702                  | 40.522    |
| Finland        | 5,414,000   | 247,389          | 9,207   | 1.701                  | 26.870    |
| Singapore      | 5,312,000   | 276,520          | 8,768   | 1.651                  | 31.537    |
| New Zealand    | 4,433,000   | 171,256          | 6,805   | 1.535                  | 25.166    |
| Belgium        | 11,140,000  | 483,402          | 16,111  | 1.446                  | 30.004    |
| Canada         | 34,880,000  | 1,821,445        | 49,947  | 1.432                  | 36.468    |
| United Kingdom | 63,230,000  | 2,417,600        | 90,018  | 1.424                  | 26.857    |
| Ireland        | 4,589,000   | 210,638          | 6,429   | 1.401                  | 32.764    |
| Israel         | 7,908,000   | 241,069          | 10,492  | 1.327                  | 22.976    |
| Austria        | 8,462,000   | 394,458          | 11,011  | 1.301                  | 35.824    |
| Taiwan         | 23,340,000  | 474,149          | 24,255  | 1.039                  | 19.549    |
| Germany        | 81,890,000  | 3,425,956        | 82,550  | 1.008                  | 41.502    |
| United States  | 313,900,000 | 16,244,600       | 310,206 | 0.988                  | 52.367    |

# Vertaisarviointi käytännössä

# Näytelmän roolit





# Vertaisarvioinnin prosessi

1. Kirjoittajat valitsevat, mihin julkaisuun yrittävät. Kriteereinä aihe ja tutkimuksen tulosten merkittävyys.
2. Kirjoittaja tekee taiton julkaisun verkkopalveluun.
3. Toimitus tekee esitarkastuksen: Onko artikkeli lehden aihepiiriin kuuluva ja näyttääkö se karkeasti katsottuna arviointiin kelpaavalta.
4. Toimitus valitsee ulkopuoliset arvioijat (refereet).
5. Refereet laativat raportit ja suosituksen toimittajalle.
6. Toimittajat tekevät julkaisu/hylkäyspäätökset tai pyytävät korjauksia.
7. Toinen arviointi merkittävien korjausten jälkeen.
8. Lopullinen julkaisu/hylkäyspäätös.
9. Kustantajan oikolukija tekee lopullisen taiton, ei enää muutoksia sisältöön.

## Miten pääsee arvioijaksi?

1. Henkilöllä on omia julkaisuja samalta alalta, mieluummin kyseisessä lehdessä.
2. Kirjoittajat voivat ehdottaa, mutta toimitus tekee valinnan.
3. Tarvitaan monenlaisia arvioijia: Laskentaa ja kokeita sisältävällä artikkelilla on yleensä sekä ”laskennallinen” että ”kokeellinen” arvioija.
4. Arvioija on aikaisemmissa arvioinneissa ollut asiallinen ja pysynyt aikataulussa!

# Arviointipyyntö

*Dear Dr. Samela,*

*The Journal of Applied Physics has received a paper on ion beam induced pattern formation on amorphous carbon surfaces. As an expert in this field, would you be willing to review this paper and provide your comments? I hope that this paper is of interest to you.*

1. Suostumus
2. Arviointi
3. Raportti, suositus
4. Muutokset ja kommentit kirjoittajilta
5. Raportti, suositus
6. Toimituksen päätös julkaisemisesta

Motiivina oman alan seuraaminen!

# Mitä arvioidaan?

## 1. Sisältö

- Onko tutkimus merkittävä edistysaskel alalla?
- Vaikuttaako tutkimus tulevan tutkimustyön suuntaan?
- Onko kehitetty innovatiivista tekniikkaa?
- Onko tutkimus monitieteellinen?
- Onko tutkimukselle käytännöllisiä sovelluksia?

## 2. Onko kieli selkeää ja ymmärrettävää?

## 3. Kuvaako otsikko sisältöä ja herättääkö se mielenkiintoa?

## 4. Kuvaako abstrakti (tiivistelmä) artikkelin sisällön oikein ja selkeästi?

## 5. Ovatko kuvat välttämättömiä, tarkoituksenmukaisia ja selkeitä?

## 6. Ovatko referenssit ajanmukaisia ja riittävän kattavia?

## 7. Jos tutkimuksessa on käytetty eläviä olentoja, onko syytä epäillä eettisten sääntöjen rikkomuksia?

# Suositus

1. Voidaan julkaista ilman muutoksia.
2. Voidaan julkaista pienten muutosten jälkeen.
3. Käsikirjoitukseen on tehtävä merkittäviä muutoksia, minkä jälkeen se on arvioitava uudelleen.
4. Ei julkaista



Vertaisarvioinnin arviointia

## Subjektiviinen arvio

1. Inhimillinen prosessi, kaikki on mahdollista!
2. Toimii tästä huolimatta yllättävän hyvin ainakin fysiikassa.
3. Parempaa keinoa ei ole keksitty
4. Julkaisemiselle on merkittävä kynnys
  - Tieteellisen kirjoittamisen osaaminen englannin kielellä
  - Alan aikaisemman tutkimuksen tuntemus
  - Pääsy kirjastotietokantoihin (yliopistojen henkilökunta ja opiskelijat)
  - Sopivan lehden valinta
  - Kokeneemman kollegan ohjaus prosessin aikana
  - Tutkimustulos!

Vertaisarviointi ei takaa, että tutkimustulos olisi oikein nyt ja ikuisesti. Se kertoo vain, että on noudatettu hyvää tieteellistä tapaa.

Vertaisarviointi mahdollistaa uusien tulosten ja vaihtoehtoisten ratkaisujen esittäminen.

Jossain määrin menettely johtaa tieteellisten “kuplien” muodostumiseen. Pienehkö ryhmä erikoistuu yhä syvemmälle omaan tutkimusalueeseensa.

## Inhimillisiä riskejä

- Arvioija on hidas (=kiireinen)
  - yleistä
- Arvioija on huolimaton (=kiireinen) tai osaamaton
  - suuria yksilöllisiä eroja
- Kilpaileva tutkija viivyyttää julkaisemista ja/tai kopioi tuloksen
  - hyvin epätodennäköinen vaihtoehto
- Vähemmän arvostettuihin julkaisuihin pääsee paljon tutkimuksia, jotka eivät ole merkittäviä tai kaikilta osin hyvin tehtyjä
  - tätä tapahtuu
- Tieteenalalla on kollektiivinen harha: Menee läpi hataria väitteitä, koska niitä ei osata epäillä. Ala vahvistaa omia käsityksiään.

# Tieteellisen petoksen mahdollisuus

Vertaisarviointi joka tapauksessa parempi kuin julkaiseminen ilman arviointia.

Petoksen ja huolimattomuuden raja on häilyvä. Jokainen tutkija joutuu jokaisen tutkimuksen kohdalla punnitsemaan, mikä on riittävää huolellisuutta. Myös referee on tämän kysymyksen edessä.

Yksittäisen artikkelin kohdalla on vaikeaa paljastaa taitavaa petosta. Pitempiaikainen toimiminen tiedeyhteisössä yleensä paljastaa konnan. Esimerkiksi kokeiden tulee olla toistettavissa ja joku ne yleensä ennen pitkään toistaa.

Järjestelmä ohjaa editoreita ja arvioijia välttämään vaikeuksia. Väitetään, että jopa yli kaksi prosenttia tutkimuksesta on petosta (Chris Hartgerink). Alakohtaiset erot lienevät isoja.

Tulevaisuudessa käytetään tekoälyä epäselvyyksien paljastamiseen: (Statcheck)

(<https://www.theguardian.com/science/2017/feb/01/high-tech-war-on-science>)

## Jopa aivan liikaa yksinkertaistaen ...

Vertaisarviointi on aivan hyvä menettely.

Tieteellisen julkaisemisen prosessi määrämuotoisuudessaan kuitenkin sulkee käytännössä ulkopuolelle ne, jotka eivät työskentele akateemisessa maailmassa.

- Hyvä vai huono asia?

Tieteellisten artikkelien määriin perustuvat tulosten mittaaminen on eri asia kuin julkaisuprosessi. Suurimmat riskit syntyvät tästä mittaamisesta.

# Vaikuttavuusmittarit

# Tieteellisen tuottavuuden ja vaikuttavuuden mittarit

Tiedemaailmassa suurin motivaatio tulee itse tutkimustyöstä, mutta seuraavaksi tulevat leipä ja kunnia.

Julkaiseminen on motivoivaa jo sinänsä, varsinkin merkittävään lehteen. Tuntee olevansa yhteisön jäsen ja tosiasiallisesti pääsee jäseneksi.

Toisaalta Julkaisemista myös mitataan:

- Tutkimusrahaa haettaessa on esitettävä näyttöjä
- Tutkimusrahan saamisessa sitoutuu julkaisemaan
- Virkojen hakemisessa tarvitaan julkaisuluettelo

Tätä varten on kehitetty numeerisia mittareita, joista paljon keskustellaan ja tutkitaan! Vaikka mittarit eivät olisi suoraan käytössä, rahoituspäätöksissä kuitenkin arvioidaan tuottavuutta ja vaikuttavuutta tavalla tai toisella.

Yrity maailmasta tiedetään, että toiminta ohjautuu siihen uomaan, mihin mittarit meitä kannustavat!



# Lehtien vaikuttavuuskertoimet

Määrää on helppo mitata, vaikuttavuutta ei niin helposti.

Lehden vaikuttavuuskerroin (impact factor) kuvaa lehden artikkelien siteerausmäärää. Mitä enemmän lehdessä julkaistuja artikkeleita siteerataan, sitä korkeampi on kerroin.

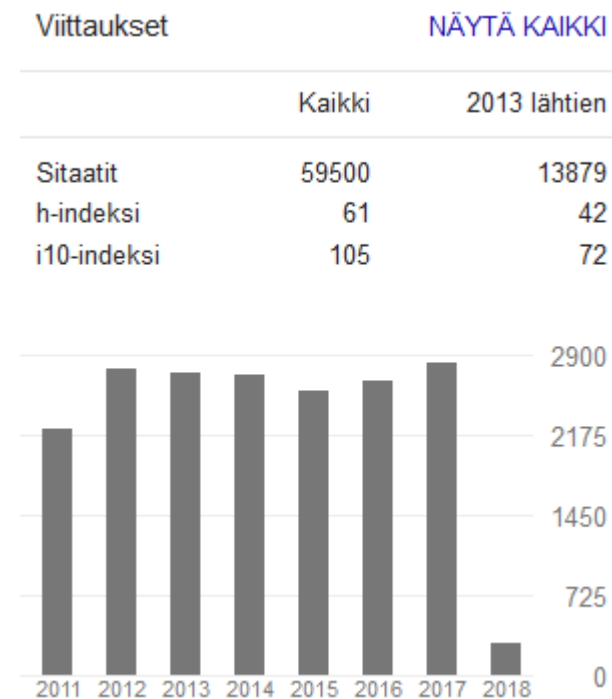
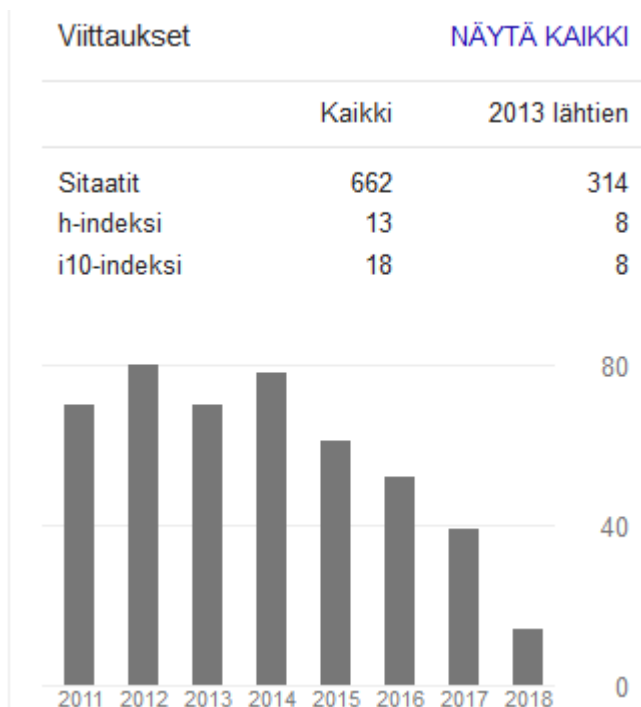
Tutkijalle on meriitti julkaista huippulehdessä, joiden vaikuttavuuskerroin on suuri.

Nature ja Science ovat huipulla. Suurin osa fyysikoista ei koskaan saa niihin julkaisua.

Hylkäysprosentit ovat suuria huippulehdissä, koska tarjotaan on valtavasti. Hylkyyn menee hyviä tutkimuksia, jotka onneksi siirtyvät julkaistavaksi muihin lehtiin.

## Tukijoiden mittarit

Vastaavasti tutkijoille lasketaan indeksejä, joka kuvaavat tutkijan kirjoittamien artikkelien siteeraamista. Painotus on paljon siteeratuissa artikkeleissa, koska siteeraamista pidetään vaikuttavuuden tunnusmerkkinä.

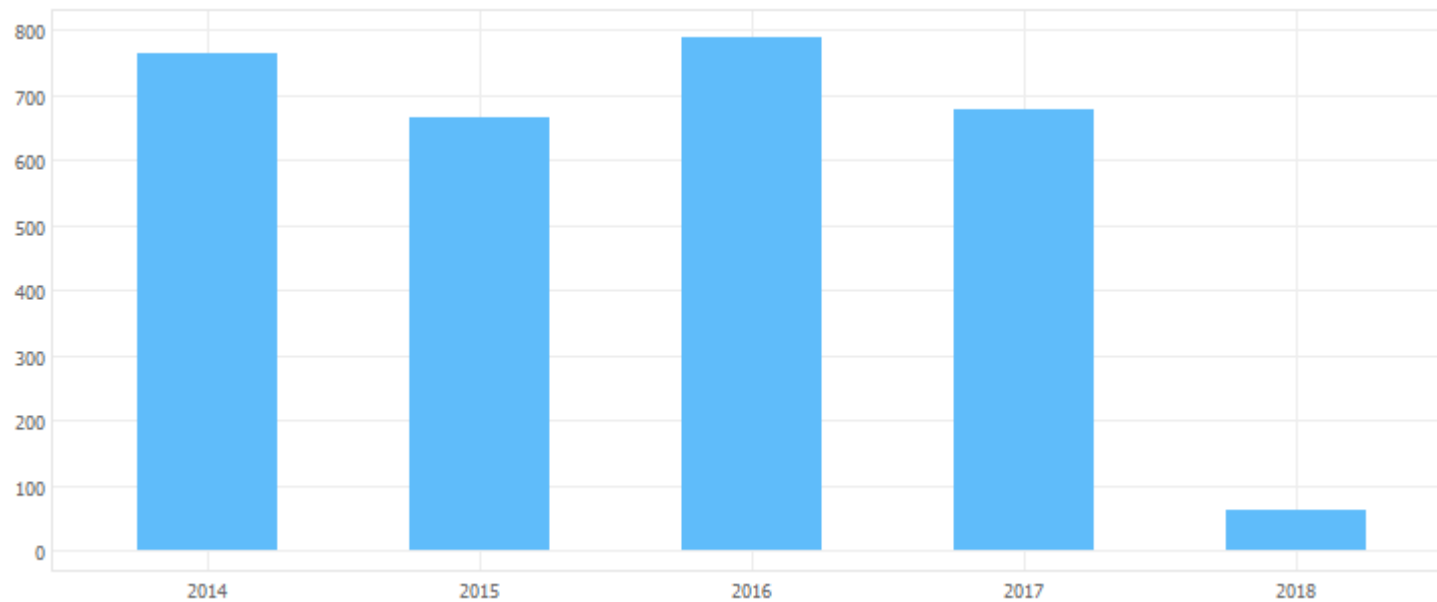


<https://en.wikipedia.org/wiki/H-index>

<https://guides.library.oregonstate.edu/metrics/hindex>

## Laitokset mittaavat määrää

**Helsingin yliopisto, fysiikan laitos: vertaisarvioidut julkaisut, joissa laitoksen tutkija tai opiskelija on yhtenä kirjoittajana:**



## Mittarikeskustelu tiivistettynä

Julkaisujen määrän mittaaminen on helppoa. Kaikki kuitenkin tunnustavat, että määrä yksin ei voi olla mittari. Keskustelu käydään tutkimuksen vaikuttavuuden ja merkittävyyden mittaamisesta.

- Tuleeko yliopistoista pysähtyneitä byrokratian linnakkeita, jos ei asteta ulkoista painetta mittareiden kautta? Edistyykö tiede itseohjautuvasti ilman tutkimuksen määrän ja merkityksen mittaamista?
- Tekevätkö julkaisujen määrään perustuvat mittarit yliopistoista “paperitehtaita”. Edistyisikö tiede paremmin ja olisiko se ennen kaikkea luovempaa ilman tulosten mittaamista?

Vaihtoehtoinen julkaiseminen

# Vaihtoehtoinen tiede?

Vaihtoehtoinen tiede ei tässä tarkoita tieteen “sisällä” eli vertaisarvioituissa julkaisuissa käytävää keskustelua ratkaisemattomista kysymyksistä tai vaihtoehtoisista ratkaisuista. Katso:

[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_unsolved\\_problems\\_in\\_physics](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_unsolved_problems_in_physics)

Vaihtoehtoisena tieteenä voi pitää teorioita ja ajatuksia, jotka pääasiallisesti julkaistaan muualla kuin tieteellisissä lehdissä – syystä tai toisesta.

**Vaihtoehtoja on kovin eri asteisia:**

1. Asiantunteva ja huolellinen ajattelu
2. Vilpitön yritys huolelliseen ajatteluun, mutta perustietojen tai päättelyn hataruus
3. Kirjava joukko puutteellisesti argumentoituja väitteitä ja salaliittoteorioita

Internet tarjoaa helpon keinon julkaista ohi tieteellisen julkaisuprosessin.

**Yllättävän yleinen ilmiö, joitakin listoja vaihtoehtoisista:**

<http://www.alternativephysics.org/>

[http://protoscience.wikia.com/wiki/Alternative\\_physics](http://protoscience.wikia.com/wiki/Alternative_physics)

<https://botw.org/top/Science/Physics/Alternative>

# Ääriesimerkki!

## Einstein being wrong has been Top Secret

Einstein is wrong and NASA knows that Einstein is wrong. NASA is famous as being also known as “Never A Straight Answer”. There are plenty of other conspiracies on the web about NASA; so why shouldn't they cover up about Einstein as well, and the answer is of course there is.

There is an elite in the Physics community that knows Einstein is wrong, and they are maintaining the false front that Einstein is still a genius; they don't care that those below them are deceived and working from a physics that is wrong.

<http://www.einsteinconspiracy.co.uk/>

## Ääripäiden väitteitä

Mikään vertaisarvioinnin ulkopuolella julkaistu ei ole tiedettä!

- kyllä/ei

Vertaisarvioinnin välttämiseen on aina jokin syy, joten kaikki ulkopuolella julkaistu perustuu tieteelle vieraisiin motiiveihin (raha, petos, politiikka jne.)!

- Kyllä/ei

Toisaalta:

Tieteellinen julkaiseminen perustuu luutuneisiin teorioihin ja käsityksiin, joten vain vaihtoehtoinen tiede on rehellistä totuudenkaltaisuuteen pyrkimistä!

- kyllä/ei

Tieteessä on salaliitto, joka estää totuuden tulemisen ilmi.

- kyllä/ei

Unohda kaikki edellinen, luonnontieteellinen totuus löytyy teoksesta X!

- kyllä/ei



# Asiantuntevan ja huolellisen ajattelun motivaatio

## Yleisiä perusteluja:

- Tieteellisessä selityksessä näyttää olevan ristiriita, johon ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota.
- Tieteellinen teoria voisi tietyin muutoksin olla yksinkertaisempi.
- Teorian perusteet ovat vaikeasti hahmotettavia.

Eteen nousee todistustaakan muuri: Kysymyksenasettelu ei riitä, pitää pystyä esittämään perusteltu vaihtoehto.

- Kokeellinen tutkimus ilman suuren organisaation resursseja on erittäin vaikeaa.
- Teorian verifiointiin todennäköisesti tarvitaan useiden asiantuntijoiden vuosien työ.

# Vaihtoehtoisen tieteen syitä 1

Tieteen epävarmuus motivoi vaihtoehtoiseen ajatteluun.

Jopa fysiikassa on runsaasti epävarmuuksia, mikä kuuluu tieteen luonteeseen

- Katso: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_unsolved\\_problems\\_in\\_physics](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_unsolved_problems_in_physics)

Yksiselitteisen vastauksen puuttuessa on tilaa varman vastauksen antajille

- Esimerkiksi keskustelu “oikeasta ravinnosta” ja “kännyköiden säteilystä”

Yksittäiset tiedeihmiset voivat kokea tarvetta pysytellä irti väittelystä.

## Vaihtoehtoisen tieteen syitä 2

Tieteen epäintutiivisuus motivoi vaihtoehtoiseen ajatteluun.

1. Esimerkiksi kvanttimekaniikka kuvaa luontoa tavalla, joka on osittain vastoin arkipäiväistä havaintoamme. Toisaalta se pystyy kuvaamaan ilmiöitä tarkkuudella, johon mikään muu tieteellinen teoria ei ole koskaan pystynyt.

Epäintutiivisuudesta seuraa väärinkäsityksiä ja väärinkäsityksistä epäilyjä.

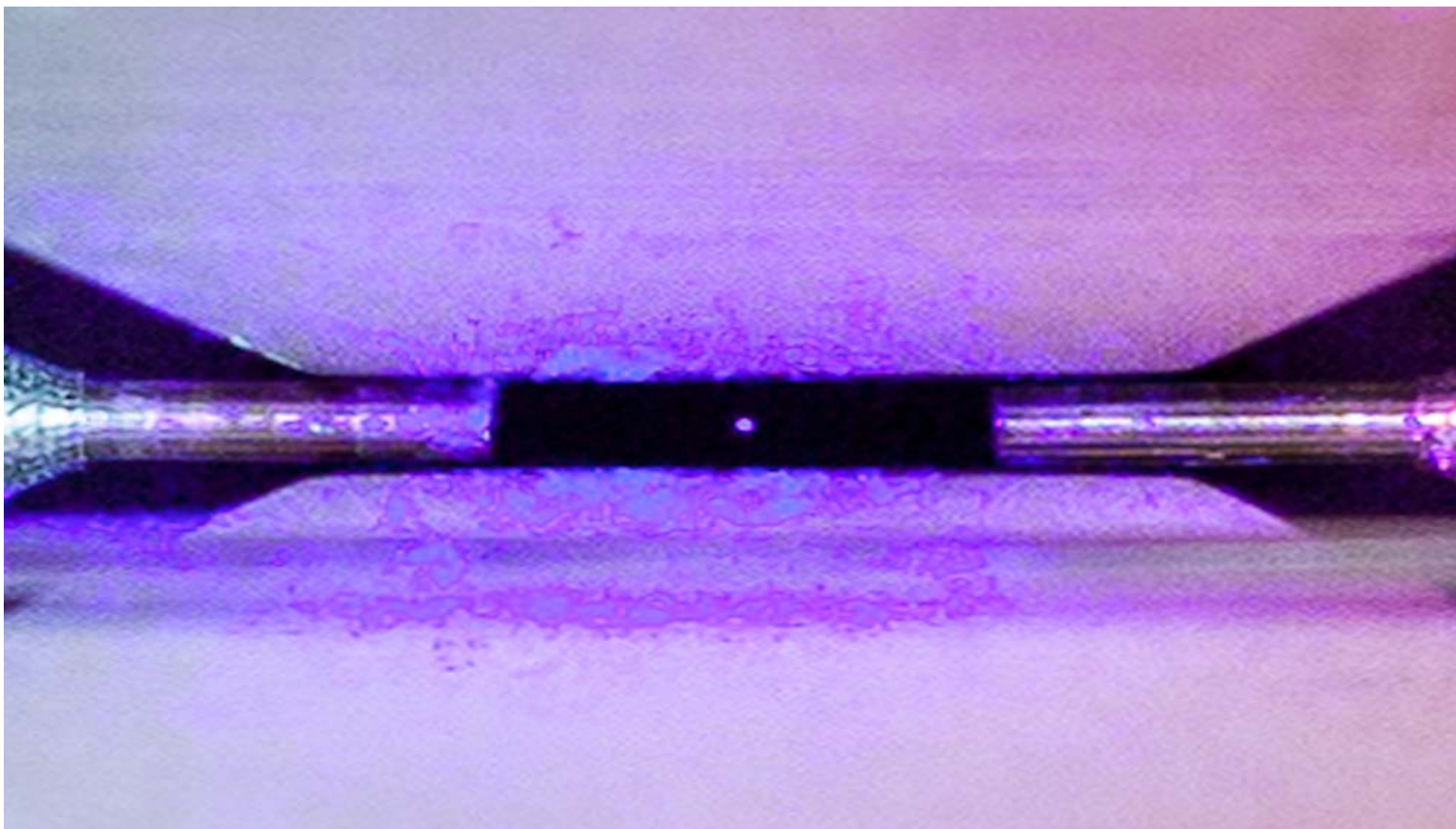
2. Tiedekuplan sisällä on asioita, joita ei koskaan muisteta kirjoittaa auki (esimerkiksi Schrödingerin kissasta tai Einsteinin avaruushissistä).

Kuvaus näyttää epäloogiselta ja herättää sen vuoksi epäilyjä.



Verkosta löytyy vastaus näihin haasteisiin: "An Exceptionally Simple Theory of Everything"

## Ensimmäinen valokuva atomista!



## Vaihtoehtoisen tieteen syitä 3

Laaditaan vaihtoehtoja vanhojen kysymysten pohjalta. Miksi?

1. Koulujen fysiikan opetuksessa on pitkään noudatettu 1800-luvun fysiikan jaottelua: mekaniikka, sähköoppi, lämpöoppi jne. Nykyisin aineen rakenne on jätetty opetuksen perustaksi.
2. Fysiikan paradigman muutoksia on käsitelty niin runsaasti, että syntyy kuva kuin ne olisivat tätä päivää.
3. Fysiikan kehityksen seuraaminen kunnolla on täysipäiväinen työ.
3. Tieteen nerot sankareina: väärä kuva tieteen kehityksestä.

# Yhteenveto

1. Tieteellinen julkaiseminen sisältää isoja haasteita, mutta toimii yllättävän hyvin.
2. Rahoitus ja sen myötä mittarit suuntaavat luonnontiedettä enemmän kuin julkaisutapa tai pitäytyminen vanhoihin teorioihin.
3. Laajojen kysymysten pohdintaa tarvitaan foorumeja – LFS.
4. Asiantuntevaan ja huolelliseen ajatteluun perustuva vaihtoehtojen tarkastelu on osattava erottaa vaihtoehtoisen “tieteen” massasta ja sallittava keskustelu siitä.