Mujeres en la Física, Química y Matemáticas

J.F.G.H.

The Strange Doctor

La Ciencia os necesita, a ambos, a chicos y chicas...Pero el índice de inclusión de las mujeres en Ciencia es bajo...¿Por qué? Hay varias causas: sociales, biológicas, psicológicas, . . .

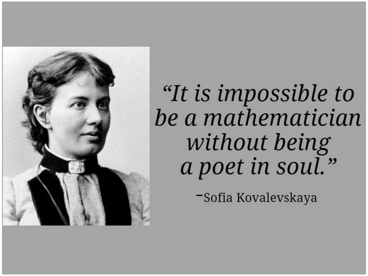
Figura: Representación moderna de las mujeres en Ciencia. ¡Os necesitamos!

La Ciencia os necesita, a ambos, a chicos y chicas...Pero el índice de inclusión de las mujeres en Ciencia es bajo...¿Por qué? Hay varias causas: sociales, biológicas, psicológicas, . . .

Figura: Representación moderna de las mujeres en Ciencia. ¡Os necesitamos!

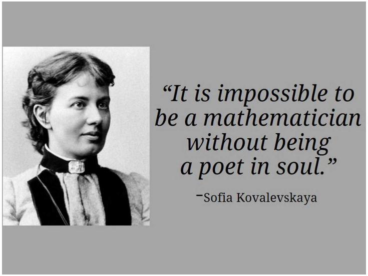
Contenidos

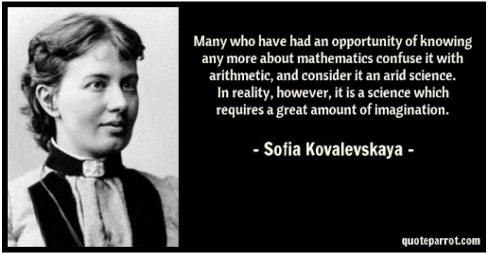
Sofía Kovalevskaya (I)



- Sofya Vasilyevna Kovalevskaya, nacida como Sofya Vasilyevna Korvin-Krukovskaya, en ruso: Софья Васильевна Ковалевская.
- 15 January [O.S. 3 January] 1850 – 10 February 1891), S. K. fue una matemática rusa que hizo contribuciones notables al análisis, ecuaciones en derivadas parciales y a la Mecánica. Pionera de las mujeres matemáticas, fue la primera mujer en lograr un Doctorado, en Matemáticas, la primera mujer en lograr ser docente en el Norte de Europa y una de las primeras editoras de revistas científicas.

Sofía Kovalevskaya (I)





- Sofya Vasilyevna Kovalevskaya, nacida como Sofya Vasilyevna Korvin-Krukovskaya, en ruso: Софья Васильевна Ковалевская.
- 15 January [O.S. 3 January] 1850 – 10 February 1891), S. K. fue una matemática rusa que hizo contribuciones notables al análisis, ecuaciones en derivadas parciales y a la Mecánica. Pionera de las mujeres matemáticas, fue la primera mujer en lograr un Doctorado, en Matemáticas, la primera mujer en lograr ser docente en el Norte de Europa y una de las primeras editoras de revistas científicas.

Sofía Kovalevskaya(II): biografía (I)

- Nacida y criada en el seno de una familia gitana rusa de buena formación académica, Sofía era también descendiente de Matías Corvino, rey de Hungría. Su abuelo, por casarse con una mujer gitana y estar emparentado con dicha etnia, perdió el título hereditario de príncipe. Por el lado paterno era de ascendencia polaca y entre sus ascendientes contaba con el cartógrafo Friedrich Schubert y el astrónomo Theodor von Schubert; por el lado materno era bielorrusa.
- Desde los ocho años vivió en Palibino (Bielorrusia), en una casa donde se respiraba un denso ambiente cultural y científico. Amaba desde niña la lectura y la poesía, y llegó a cultivar con éxito la autobiografía, la novela y el teatro. Pronto adquirió un pensamiento muy independiente, influido por su hermana mayor, la socialista Anna Jaclard; además, dos de sus tíos le inculcaron el amor al saber: uno era un auténtico apasionado de la lectura y era un matemático aficionado; el otro le enseñó ciencias y biología.

Sofía Kovalevskaya(II): biografía (II)

- Bajo la guía del preceptor de sus hermanos Y. I. Malevich, Sofia comenzó sus primeros estudios reales de matemáticas. A los trece años empezó a mostrar muy buenas cualidades para el álgebra. Por esa época, escribió: «Comencé a sentir una atracción tan intensa por las matemáticas, que empecé a descuidar mis otros estudios». Pero su padre, un teniente general de artillería al que le horrorizaban las mujeres sabias, decidió interrumpir las clases de matemáticas de su hija. Aun así, Sofia siguió estudiando por su cuenta libros de álgebra y pidió prestado un ejemplar del Álgebra de Bourdeu que leía por la noche cuando el resto de la familia dormía. Así, aquello que nunca había estudiado lo fue deduciendo poco a poco. Un año más tarde, un vecino, el profesor Tyrtov, presentó a la familia de Sofia un libro del que él era autor, y Sofia trató de leerlo. No entendió las fórmulas trigonométricas e intentó explicárselas a sí misma.
- Desde los ocho años vivió en Palibino (Bielorrusia), en una casa donde se respiraba un denso ambiente cultural y científico.

Sofía Kovalevskaya(III): biografía (III)

- Amaba desde niña la lectura y la poesía, y llegó a cultivar con éxito la autobiografía, la novela y el teatro. Pronto adquirió un pensamiento muy independiente, influido por su hermana mayor, la socialista Anna Jaclard; además, dos de sus tíos le inculcaron el amor al saber: uno era un auténtico apasionado de la lectura y era un matemático aficionado; el otro le enseñó ciencias y biología.
- Sofia explicó y analizó por sí misma lo que era el concepto trigonométrico de seno, tal y como se desarrolló originalmente. Un profesor descubrió las facultades de Sofia, y habló con su padre para recomendarle que facilitara los estudios a su hija. Al cabo de varios años, su padre accedió, y Sofia comenzó a tomar clases particulares.
- Los años de su adolescencia fueron años de rebelión, la época de las grandes revoluciones y manifestaciones del siglo XIX en las que el socialismo feminista iba perdiendo terreno. Su apellido de soltera era Korbin-Kukóvskaya, y era descendiente de un rey de Hungría. A los once años, se enamoró del escritor Fiódor Dostoyevski, quien llegó a cortejar a su hermana.

Sofía Kovalevskaya(IV): biografía (IV)

- Más tarde, al casarse a los 18 años, adoptó el apellido de su novio. Para poder seguir unos estudios científicos en el extranjero, puesto que Rusia no daba pasaportes a mujeres solteras, contrajo un "matrimonio blanco" meramente legal o de conveniencia con un paleontólogo evolucionista que era nihilista como ella, Vladimir Kovalevski; juntos viajaron a Viena. Y ella se inscribió en la Universidad de Heidelberg en 1869 y siguió allí los cursos de Hermann Ludwig von Helmholtz y Leo Königsberger.
- Estos profesores le aconsejaron marchar a Berlín a recibir clases de Karl Weierstraß o Weierstrass, pero de forma privada, las mismas que éste impartía en la universidad, ya que esta no permitía la formación de mujeres. Karl Weierstraß lo hacía con gusto, pues era una de sus mejores discípulas. Al mismo tiempo que estudiaba, comenzaba su trabajo de doctorado. Pero cuando estalló la Comuna de París (1871). Sofia marchó allí con su marido y su hermana Anna, apoyándola a ella y a su marido en la revolución desde abril hasta mayo de 1871, aunque no de forma activa: trabajaba en un hospital.

Sofía Kovalevskaya(V): biografía (V)

- Vuelta a Berlín, empezó a investigar sobre tres tesis en noviembre de 1872: dos memorias sobre matemáticas y una sobre astronomía. La primera era sobre ecuaciones con derivadas parciales, en la que consiguió corregir y mejorar un resultado de Cauchy (enunciando y demostrando lo que hoy se llama el Teorema de Cauchy-Kowalevski). La segunda era un estudio sobre las integrales abelianas, y la tercera explicaba la forma de los anillos de Saturno. Por estas tres memorias obtuvo el título de doctora summa cum laude en la Universidad de Gotinga en 1874, siendo la primera mujer en obtener este título no solo en Alemania, sino en el mundo (aunque ya Maria Gaetana Agnesi había obtenido uno en Bolonia en el siglo XVIII).
- Weierstrass le había buscado una universidad que aceptase doctorar a una mujer, por más que, como él decía, cada uno de estos tres trabajos hubiera bastado por sí solo para hacer una tesis doctoral; lo consiguió a condición de que no pasara el examen oral, esto es, Sofía se doctoró in absentia.

Sofía Kovalevskaya(VI): resumen biografía (VI)

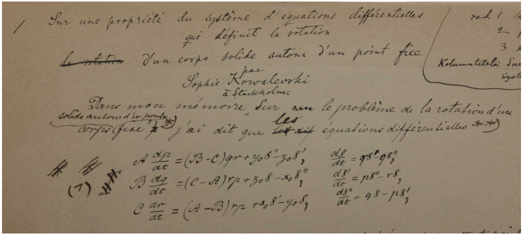
- Con su marido, traductor de Charles Darwin al ruso, Sofia marchó a Inglaterra, donde ella conoció a la novelista George Eliot y al filósofo de la evolución Herbert Spencer. Volvieron entonces a Rusia, pero ella no encontró modo de ejercer su oficio de matemática ni convalidar su título; además, una especulación inmobiliaria prácticamente arruinó a la pareja, que atravesó entonces por grandes estrecheces económicas, agravadas al nacerles una hija, Sofía, el 17 de octubre de 1878.
- Tras unos años de interrupción, volvió en 1880 a las matemáticas, aunque su marido subestimaba sus cualidades científicas; tradujo su disertación al ruso y la presentó a un congreso en ese mismo año. Para escapar de los acreedores se mudaron a Moscú, donde ella asistió regularmente a los eventos de la Sociedad Matemática de Moscú. Estaba nuevamente tan fascinada por las matemáticas que decidió viajar a Berlín durante dos meses para actualizarse y conectar con las investigaciones recientes.

Sofía Kovalevskaya(VII): biografía (VII)

- Como ya no podía ayudarlo, dejó en marzo de 1881 a su esposo, que ahora se había enredado en otro ruinoso negocio petrolero, y a finales de año se mudó a París con su pequeña hija. En 1882 ya había conocido a los matemáticos franceses más importantes y en julio fue aceptada en la Sociedad Matemática de París. Su marido se suicidó en condiciones horribles (ingiriendo formol) en abril de 1883. Y a fines de ese año viajó a Estocolmo.
- Gracias a Gösta Mittag-Leffler, Sofía pudo trabajar a prueba durante un año en la Universidad de Estocolmo en 1884 como Privatdozent. La decisión no gustó nada a los machistas: en agosto de 1884 el dramaturgo August Strindberg escribió en un periódico lo siguiente: *Que una mujer sea profesora de matemáticas es un fenómeno perjudicial y desagradable, en efecto, e incluso se podría llamar monstruoso. La invitación de esta mujer a Suecia, cuando sobran profesores varones que superan con creces sus conocimientos, solo puede explicarse por la cortesía que los suecos tienen hacia el sexo femenino.*

La ecuación del trompo asimétrico de S.K.

- Aunque empezó dando clases en alemán, a los seis meses ya había aprendido el sueco. Durante este tiempo, Sofía escribió el más importante de sus trabajos, que aportaba una nueva solución a uno de los problemas que más habían atribulado a matemáticos famosos: la rotación de cuerpo sólido en torno a un punto fijo, problema tan difícil que la Academia de ciencias de Berlín había propuesto un premio hacia 1850 sin obtener ningún resultado.
- Se conocían las soluciones de Euler y Lagrange, pero Kovalevskaya encontró el tercer y último caso que quedaba en el cual se podían resolver las ecuaciones, y las resolvió.


1 Sur une propriété du système d'équations différentielles qui définit la rotation ~~la rotation~~ d'un corps solide autour d'un point fixe

par Sophie Kowalevski à Stockholm.

Kolumntitel: Sur ... Syst...

Dans mon mémoire sur ~~un~~ le problème de la rotation d'un corps solide autour d'un point fixe "*) j'ai dit que les ~~les dif~~ équations différentielles **)

$$(7)\quad \begin{aligned} A\frac{dp}{dt} &= (B-C)qr + y_0\gamma'' - z_0\gamma', & \frac{d\gamma}{dt} &= r\gamma' - q\gamma'', \\ B\frac{dq}{dt} &= (C-A)rp + z_0\gamma - x_0\gamma'', & \frac{d\gamma'}{dt} &= p\gamma'' - r\gamma, \\ C\frac{dr}{dt} &= (A-B)rp + x_0\gamma' - y_0\gamma, & \frac{d\gamma''}{dt} &= q\gamma - p\gamma', \end{aligned}$$

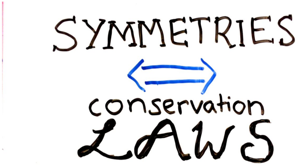


Figura: E. Noether dio a la Física son los 2 teoremas más bellos de la Física teórica y matemática.

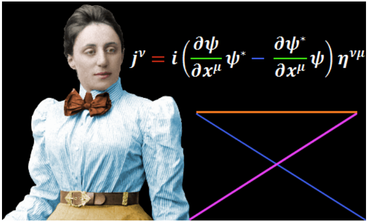


Figura: E. Noether y una corriente conservada en electrodinámica cuántica.

E. Noether y sus sus 2 teoremas(II)

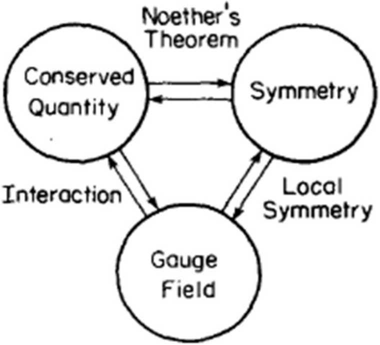


Figura: Los teoremas de Noether conectan cantidades conservadas, simetrías de un objeto llamado integral de acción, interacciones de campos (clásicos o cuánticos) fundamentales y las simetrías locales de los campos gauge, que proporcionan también identidades diferenciales conocidas como identidades de Nöether.

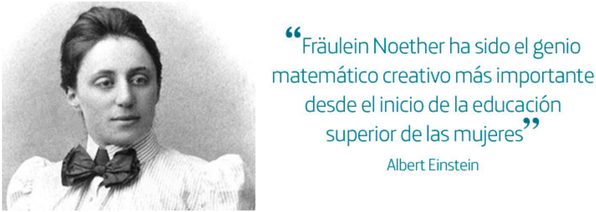


Figura: Albert Einstein sobre E. Nöether.

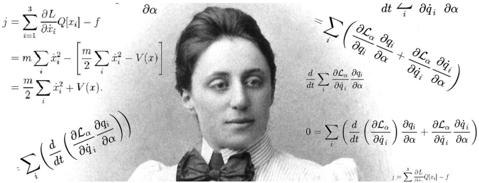


Figura: Una versión de su primer teorema, simplificado.

E. Noether: biografía simplificada

- Amalie Emmy Nöether. Nacimiento el 23 de marzo de 1882 (Erlangen), Baviera, Alemania. Fallecimiento 14 de abril de 1935 (53 años). Bryn Mawr, Pensilvania, Estados Unidos.
- Descendiente de familia judía bávara y de padre matemático también.
- Estudió matemáticas en la Universidad de Erlangen, donde su padre era docente. Tras completar su disertación en 1907 bajo Paul Gordar, trabajó sin salario durante 7 años debido a la exclusión académica de las mujeres.
- En 1915, fue invitada por David Hilbert y Felix Klein a unirse al departamento de la Universidad de Gottingen. La facultad protestó, y pasó 4 años enseñando bajo el nombre de Hilbert. Su habilitación fue aprobada en 1919.
- Contribuyó a la Teoría de números, la teoría de invariantes algebraicos, álgebra abstraca (teoría de anillos) y al cálculo variacional en Física, donde sus dos teoremas pasaron desapercibidos mucho tiempo para la Comunidad de la Física, salvo a expertos.

- La llegada al poder del nazismo, la obligó a exiliarse en EEUU, donde fallecería, junto a Einstein y la diáspora alemana judía.

APPENDIX: THE EQUATION UNDERLYING YOU AND ME

I know what you're thinking. "Sure, all of these fields are colorful and enchanting. But what we really want is an *equation*."

Here you go.

$$W = \overbrace{\int_{k<\Lambda} [Dg][DA][D\psi][D\Phi] \exp\left\{ i \int\right.}^{\text{quantum mechanics}} \overbrace{d^4x \sqrt{-g}}^{\text{spacetime}} \left[\overbrace{\frac{m_p^2}{2} R}^{\text{gravity}} \right.$$

$$\left.\left. \underbrace{-\frac{1}{4} F^a_{\mu\nu} F^{a\mu\nu}}_{\text{other forces}} + \underbrace{i\bar{\psi}^i \gamma^\mu D_\mu \psi^i + \left(\bar{\psi}^i_L V_{ij} \Phi \psi^j_R + \text{h.c.} \right)}_{\text{matter}} \underbrace{- |D_\mu \Phi|^2 - V(\Phi)}_{\text{Higgs}} \right] \right\}$$

The essence of the Core Theory—the laws of physics underlying everyday life—expressed in a single equation. This equation is the quantum amplitude for undergoing a transition from one specified field configuration to another, expressed as a sum over all the paths that could possibly connect them.

Figura: La Física Matemática moderna le debe sus fundamentos a E. Nöether.

Vera Rubin en imágenes

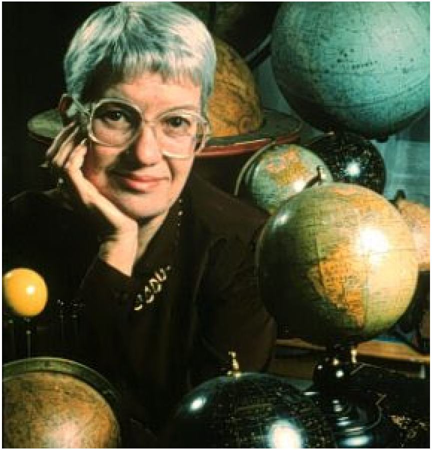


Figura: Vera Rubin, astrónoma y madre. Pionera en los estudios de los movimientos galácticos y la materia oscura.

Vera Rubin en imágenes(II)

Figura: Vera Rubin, joven apasionada de la Astronomía.

Vera Rubin en imágenes(III)

Figura: Vera Rubin, observando las galaxias espirales.

Biografía breve de Vera Rubin

- Vera Cooper Rubin (July 23, 1928), Philadelphia, Pennsylvania -Died December 25, 2016 (aged 88). Princeton, New Jersey
- La menor de 2 hermanas, padres inmigrantes judíos. Motivada a perseguir carrera científica gracias a Maria Mitchell (astrónoma). Phi Beta Kappa, y se graduó en Astronomía en 1948, única en ese año. Se le negó entrar en Princeton por su género. Rechazó posición en Harvard para irse con su marido a Cornell, donde se graduó en 1951 del grado de Maestría/Máster.
- Durante sus estudios, estudió el movimiento de 109 galaxias y midió desviaciones del llamado flujo de Hubble.
- Su doctorado, completado en 1954 (y hecho mientras fue madre también), concluía que las galaxias se agrupaban en vez de estar aleatoriamente distribuidas.
- Rubin encontró evidencias, en las curvas de rotación galácticas que medió con inmejorable precisión para la época, de la existencia de lo que hoy llamamos materia oscura.

El misterio de las curvas de rotación galácticas

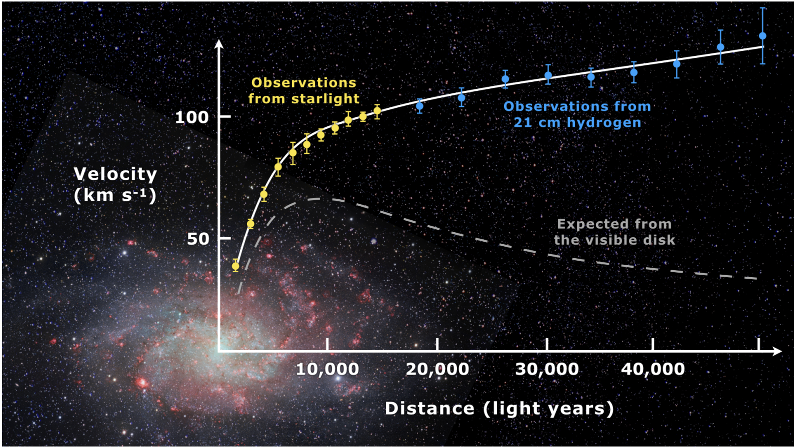


Figura: Las galaxias espirales rotan demasiado rápido. Se necesita masa no visible para que la materia se mantenga ligada y unida. La curva representa la rotación de la Galaxia del Triángulo, M33, la segunda espiral más cercana tras Andrómeda.

Henrietta Swan Leavitt

Figura: Henrietta: la mujer que midió el tamaño del Universo (I).

Henrietta Swan Leavitt(II)

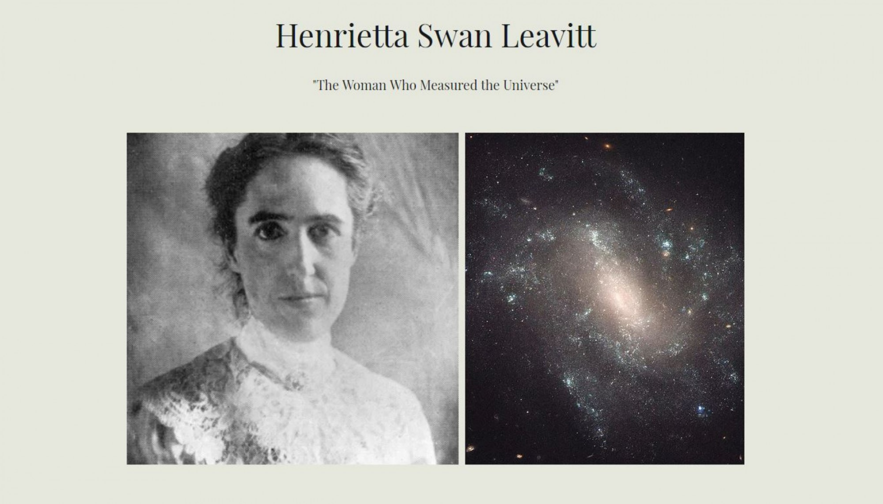


Figura: Henrietta: la mujer que midió el tamaño del Universo (II).

Henrietta Swan Leavitt(III)

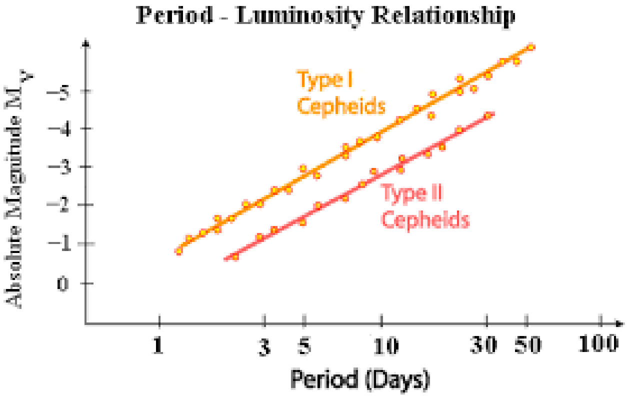


Figura: La escala de cefeidas (estrellas de luminosidad variable).

Lisa Meitner biopic

- Lisa Meitner (7 November 1878 – 27 October 1968) , fue una física austríaco-sueca que trabajó en radioactividad y Física Nuclear. Meitner, Otto Hahn y Otto Robert Frisch lideraron un grupo de científicos que realizaron la primera fisión nuclear del uranio cuando absorbía un neutrón, resultado publicado en 1939.
- Meitner, Hahn y Frisch comprendieron el fenómeno de la fisión, que rompe el núcleo de uranio en dos más pequeños, liberando energía de acuerdo a la relación $\Delta E = \Delta M c^2$. Este hallazgo abrió las puertas a la generación de energía nuclear y de armas nucleares en la Segunda Guerra Mundial.
- Lisa Meitner no ganó el Nobel por los prejuicios de la época, y se lo llevaron Hahn y Frisch, a pesar de sus contribuciones a la teoría nuclear.
- De forma póstuma recibió muchos honores, como el nombramiento del E109 como Meitnerio (Mt), en su honor.

Lisa Meitner biopic(II)

- Estudió la naturaleza del núcleo, tanto el modelo de la gota líquida como el más avanzado y cuántico modelo de capas.
- Con los colaboradores antes citados, descubrió que la razón de la no existencia de núcleos estables de forma natural más allá del uranio: la repulsión eléctrica de los protones supera la fuerza nuclear fuerte.
- Enfermera en la WWI, codescubre el protoactinio, el efecto Auger, ...

Figura: Lisa Meitner

Lisa Meitner biopic(II)

Figura: Lisa y Otto Hahn.

María Skłodowska Curie

Figura: Maria Sklodowska Curie, en 1920.

María Sklodowska Curie(II)

- Nata como Maria Salomea Skłodowska, 7 November 1867 – 4 July 1934), fue una física polaca y nacionalizada francesa, también química, que condujo investigaciones pioneras en radioactividad.
- Fue la primera mujer en ganar un Nobel, y la primera persona y la única mujer, en ganar el Nobel dos veces. Lo ganó tanto en Física como en Química. La familia Curie, y Joliot-Curie, tuvo un legado familiar de 5 premios Nobel. También fue la primera profesora en la Universidad de París.
- En 1995, fue la primera mujer en ser entumbada en el Panteón de París.
- Descubre el polonio (Po) y el (Radio), así como investigó de forma pionera la radioactividad de Becquerel. El Nobel de Física se lo dan en 1903, y el de Química, por la síntesis de nuevos elementos químicos, en 1911.

María Sklodowska Curie(III)

Figura: Pierre y Marie.

María Sklodowska Curie(IV)

Figura: Pierre y Marie(II).

María Sklodowska Curie(V)

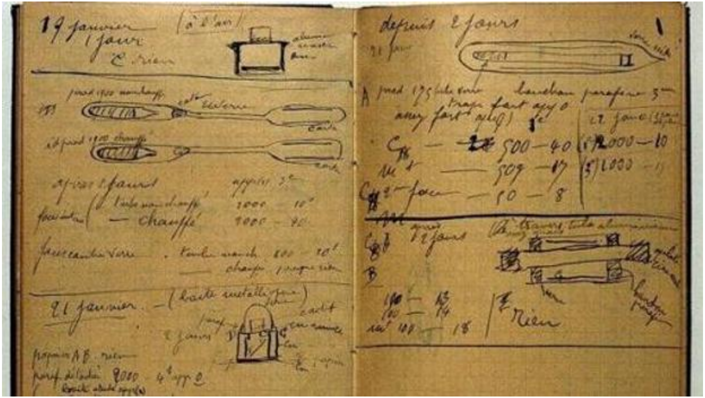


Figura: El diario de Marie Curie. Dejará de ser peligrosamente radioactivo hacia el año 3511...

Figura: Algo para pensar. . .

References

- *https://es.wikipedia.org/wiki/Sofia_Koval %C3A9vskaya*
  https://slideplayer.com/slide/9503750/ Nota: en la entrada española pone que nación en 2023, lol., circa 9.2.2020.
- *Emmy Noether: la matemática Ideal*, Nívola.
  Emmy Noether's Wonderful theorem.
- *https://en.wikipedia.org/wiki/Vera_Rubin*.
- *https://en.wikipedia.org/wiki/Henrietta_Swan_Leavitt*
- https://en.wikipedia.org/wiki/Lise_Meitner
- *https://en.wikipedia.org/wiki/Marie_Curie*.

Kovaleskaya: ecuaciones(I)

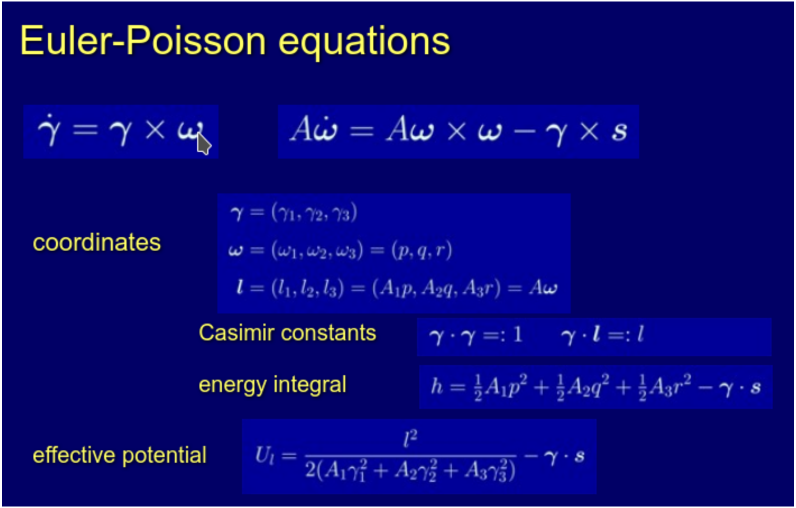


Figura: Ecuaciones de Euler-Poisson.

Kovaleskaya: ecuaciones(II)

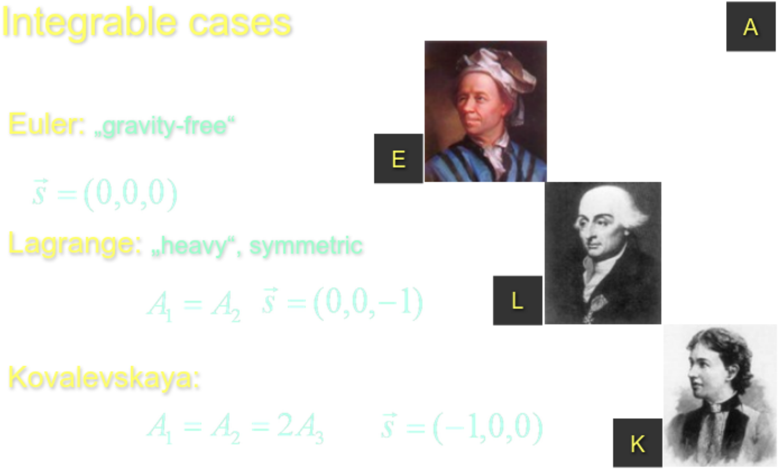


Figura: Estudio de la peonza o trompo asimétrico. Casos integrales o con solución elemental.

Kovaleskaya: ecuaciones(III)

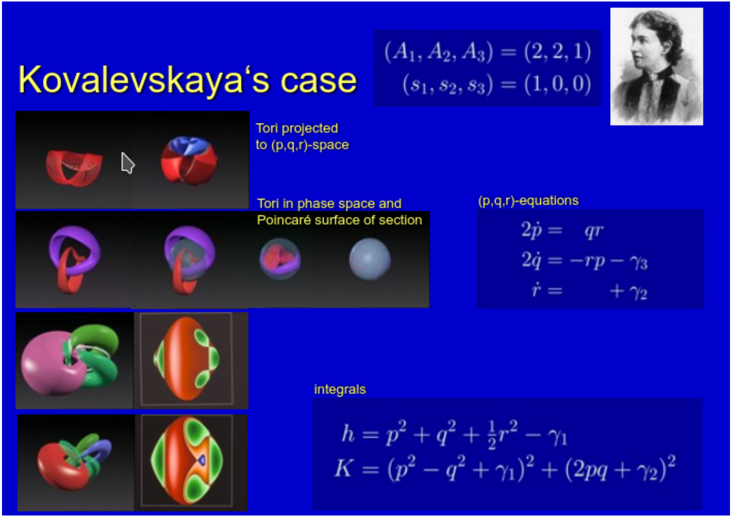
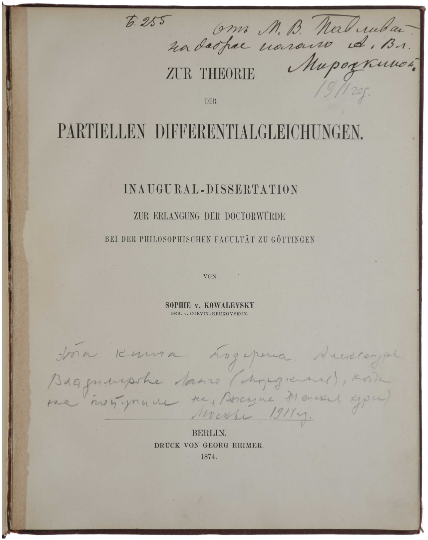


Figura: El caso que resolvió S.K.



ZUR THEORIE

DER

PARTIELLEN DIFFERENTIALGLEICHUNGEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

BEI DER PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT ZU GÖTTINGEN

VON

SOPHIE v. KOWALEVSKY

GEB. v. CORVIN-KRUKOVSKOY.

BERLIN.

DRUCK VON GEORG REIMER.

1874.

Figura: S. K., su tesis.

Los teoremas de Noether(I)

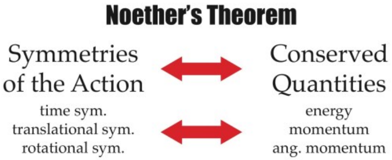
Noether was a leading mathematician of her day. In addition to her theorem, now simply called "Noether's theorem," she kick-started an entire discipline of mathematics called abstract algebra.

$$\frac{d}{dt}\left(\sum_a \frac{\delta L}{\delta \frac{dq_a}{dt}} \delta q_a\right) = 0$$

CONSTANT BEAUTY Symmetries imply that certain quantities are conserved, according to Noether's theorem. The equation above expresses that concept: The quantity in the parentheses doesn't change over time.

Figura: La constante de Noether para un lagrangiano de primer orden, con término de borde trivial.

Los teoremas de Noether(II)



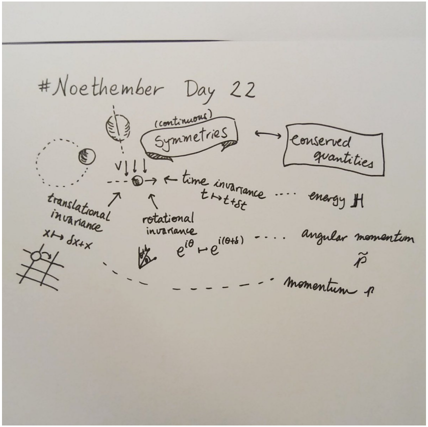
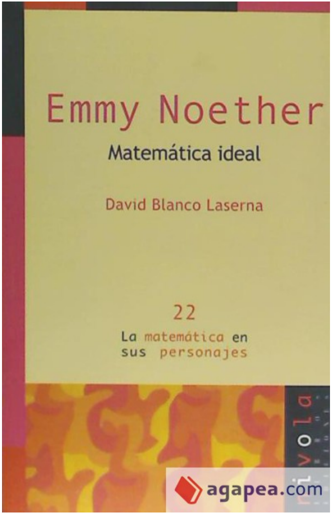


Figura: Matemáticas y cantidades conservadas quedan conectadas para siempre mediante los 2 teoremas de Nöether. Su generalidad hace que el teorema sea exportable a cualquier dimensión, tipo de campo y tipo de derivada funcional.



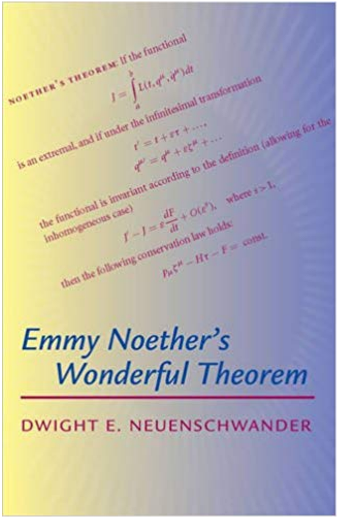


Figura: Libros sobre Noether y sus teoremas.

Los teoremas de Noether(II)

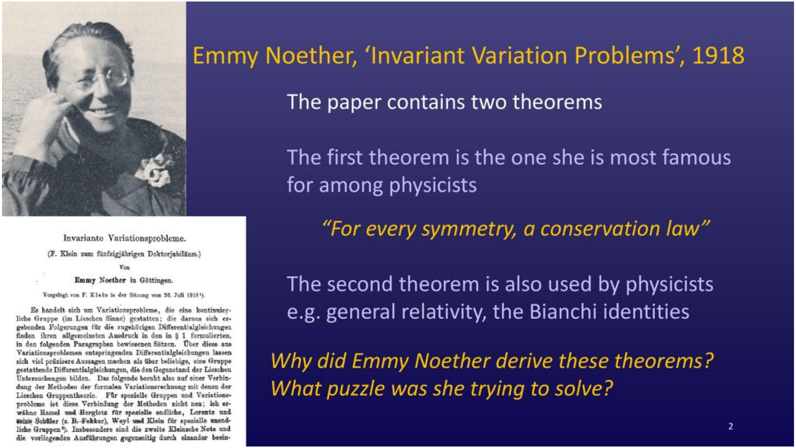


Figura: *Problemas de variaciones invariantes*, el artículo donde E. Nöether introdujo sus teoremas por primera vez. El primero para simetrías globales, el segundo para simetrías locales o gauge.

Los teoremas de Noether(III)

Teoremas de Nöether (L de primer orden y campos no graduados).

Before going into the historial background of Noether's paper let me first state without proof the *two* theorems which made her so famous among the physicists: Suppose we have n fields $\varphi^i(x)$, $i=1,\ldots,n$, depending on m variables $x=(x^1,\ldots,x^m)$. The field equations are the Euler-Lagrange equations*

$$E_i(\varphi) := \frac{\partial L}{\partial \varphi^i} - \partial_\mu \frac{\partial L}{\partial(\partial_\mu \varphi^i)} = 0$$

of the action integral

$$A = \int_G dx^1 \ldots dx^m L\,(x, \varphi^1, \ldots, \varphi^n, \partial_\mu \varphi^1, \ldots, \partial_\mu \varphi^n).$$

If

$$x^\mu \to \hat{x}^\mu = x^\mu + \delta x^\mu,$$

$$\varphi^i(x) \to \hat{\varphi}^i(\hat{x}) = \varphi^i(x) + \delta\varphi^i = \varphi^i(x) + \bar{\delta}\varphi^i + \partial_\mu \varphi^i \delta x^\mu$$

are infinitesimal «variations» of the quantitites x^μ and φ^i, then one obtains for δA in lowest order of δx^μ and $\delta\varphi^i$:

$$\begin{aligned} \delta A &= \int_{\hat{G}} d\hat{x}^1 \ldots d\hat{x}^m\, L[\hat{x}, \hat{\varphi}(\hat{x}), \partial\hat{\varphi}(\hat{x})] \\ &\quad - \int_G dx^1 \ldots dx^m\, L[x, \varphi(x), \partial\varphi(x)] \\ &= \int_G dx^1 \ldots dx^m\, [E_i(\varphi)\, \bar{\delta}\varphi^i + \partial_\mu B^\mu (x, \varphi, \partial\varphi, \delta x, \delta\varphi)], \end{aligned} \tag{1}$$

where the quantitites B^μ, $\mu=1,\ldots,m$, are linear in δx^μ and $\delta\varphi^i$. From this expression for δA, E. Noether derived the following two theorems:

I. If the action integral A is invariant under an r-parameter Lie transformation group

$$x^\mu \to \hat{x}^\mu = f^\mu(x, \varphi; a^1, \ldots, a^r),$$

$$\varphi^i(x) \to \hat{\varphi}^i(\hat{x}) = F^i(x, \varphi; a^1, \ldots, a^r),$$

[4] Trautman 1967.
[5] Feza Gürsey, quoted by N. Jacobson in his introduction in Noether *Papers* 23-25.
* In the following the Einstein summation convention is used.

where the values $a^\rho=0$, $\rho=1,\ldots,r$, give the identity transformation, i.e. if $\delta A=0$ for the infinitesimal transformations

$$\delta x^\mu = X^\mu_\rho(x,\varphi)\, a^\rho, \quad |a^\rho| \ll 1,$$

$$\delta\varphi^i = Z^i_\rho(x,\varphi)\, a^\rho,$$

then there exists r independent conserved currents

$$j^\mu_\rho = T^\mu_\nu X^\nu_\rho - \frac{\partial L}{\partial(\chi_\mu \varphi^i)} Z^i_\rho, \quad \rho=1,\ldots,r, \tag{2}$$

$$T^\mu_\nu = \frac{\partial L}{\partial(\partial_\mu \varphi^i)} \partial_\nu \varphi^i - \delta^\mu_\nu L,$$

for the solution $\varphi^i(x)$ of the equations $E_i(\varphi)=0$.

Examples:

i. Translations:

$$x^\mu \to x^\mu + a^\mu, \quad \delta\varphi^i = 0; \quad j^\mu_\nu = T^\mu_\nu, \quad \mu,\nu=1,\ldots,m.$$

ii. Internal symmetries:

$$\delta x^\mu = 0, \quad \hat{\varphi}^i(x) = C^i_j(a^1,\ldots,a^r)\, \varphi^j(x),$$

$$j^\mu_\rho = -\frac{\partial L}{\partial(\partial_\mu \varphi^i)} Z^i_\rho, \quad \rho=1,\ldots,r.$$

II. If the action integral is invariant under an «infinite-dimensional» (gauge) group the elements of which depend on r smooth functions $g^\rho(x)$, $\rho=1,\ldots,r$ and their derivatives up to order s_ρ such that

$$\bar{\delta}\varphi^i = \sum_{\rho=1}^{r} \sum_{\sigma_1,\ldots,\sigma_m=0}^{\sigma_1+\ldots\sigma_m=s_\rho} a^i(x,\varphi,\partial\varphi)_{\rho;\sigma_1\ldots\sigma_m} \frac{\partial^{\sigma_1+\ldots+\sigma_m}}{\partial(x^1)^{\sigma_1}\ldots\partial(x^m)^{\sigma_m}} g^\rho(x),$$

then there exists r identities

$$\sum_{\sigma_1,\ldots,\sigma_m=0}^{\sigma_1+\ldots+\sigma_m=s_\rho} (-1)^{\sigma_1+\ldots+\sigma_m} \frac{\partial^{\sigma_1+\ldots+\sigma_m}}{\partial(x^1)^{\sigma_1}\ldots\partial(x^m)^{\sigma_m}} \left(a^i(x,\varphi,\partial\varphi)_{\rho;\sigma_1\ldots\sigma_m} E_i(\varphi)\right) = 0,$$

$$\rho=1,\ldots,r$$

between the n Euler-Lagrange expressions $E_i(\varphi)$. The proof uses partial integration

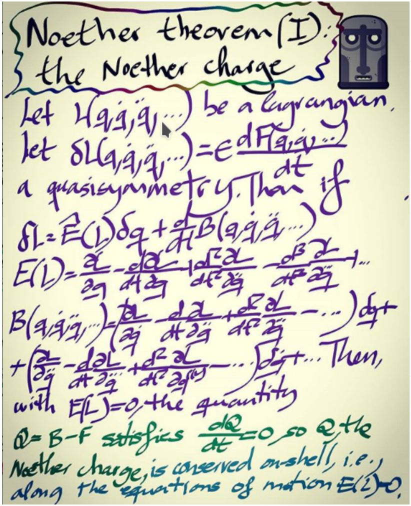


Figura: Teorema de Nöether (I). Versión de mi instagram, con un lagrangiano de alto orden, campos o coordenadas no graduados.

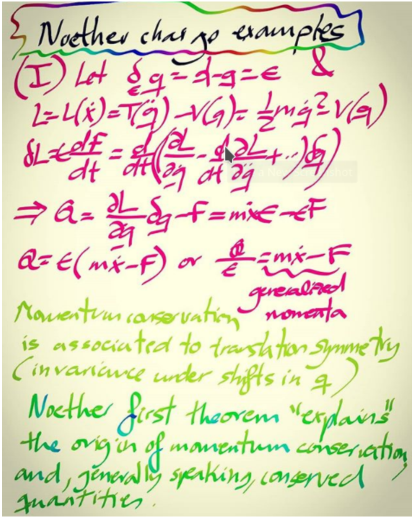


Figura: Conservación del momento, o producto masa por velocidad más término de borde generalizado, i.e., conservación del momento generalizado.

Los teoremas de Noether(VI)

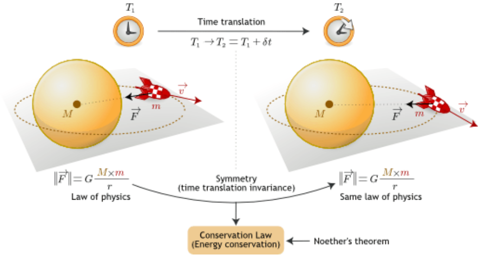


Figura: Matemáticas y Física. La invariancia de traslación temporal es la responsable de la conservación de la energía.

Period-Luminosity Relationship

Distinct for Type I & II Cepheids and RR Lyrae

Cepheids

- Nearly linear in M (i.e. log L) versus log P. For Type I, find

$$M_V = -2.76(\log P - 1) - 4.16 \qquad P \text{ in days}$$

- Tracks nearly parallel for Type I & II

  Type I ≈ 4× brighter than Type II

RR Lyrae

- $M \approx +0.5$ independent of Period P
- Important distance indicators for Globular Clusters

  ⇒ RR Lyrae "gap" on HR Diagrams

Figura: La escala logarítmica de cefeidas.

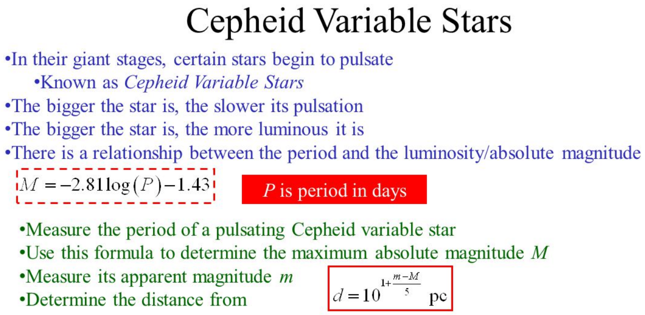


Figura: La escala logarítmica de cefeidas(II).

Las cefeidas(III): un problema para avezados/as

4 (18 points): The Leavitt Law (period-luminosity relation) for Cepheids is roughly

$$M = -2.5\log(P) - 1.5,$$

where P is the period in days and M is their absolute magnitude.

(a) What is the absolute magnitude of a Cepheid with a 10-day period?

(b) If a 10-day period Cepheid has an apparent magnitude of $m = 16$, how far away is the Cepheid (in parsecs)?

(c) We want to determine the most distant galaxy for which we can measure a Cepheid distance. Let's say that the longest-period Cepheid has a period of 63 days. If the Hubble Space Telescope can observe Cepheids with an average absolute magnitude of $m = 28$, how far can Hubble measure Cepheid distances?

Figura: Un reto para amantes de las Matemáticas y la Astronomía.

Lisa Meitner: el experimento de fisión de Hahn

Figura: El primer experimento y set-up exitoso de fisión nuclear.

Lisa Meitner: el modelo de capas nuclear(I)

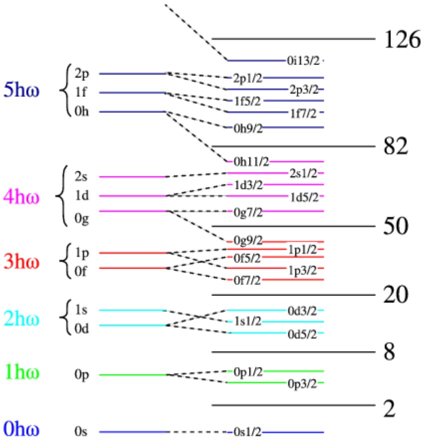


Figura: Modelo nuclear de capas (cuántico).

Lisa Meitner: el modelo de capas nuclear(II)

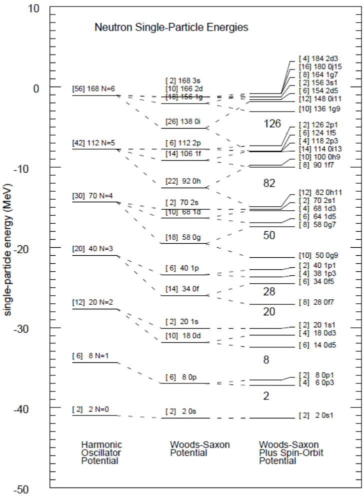


Figura: Modelo nuclear de capas (cuántico). Los números mágicos del núcleo difieren de los números mágicos de los electrones en el átomo.

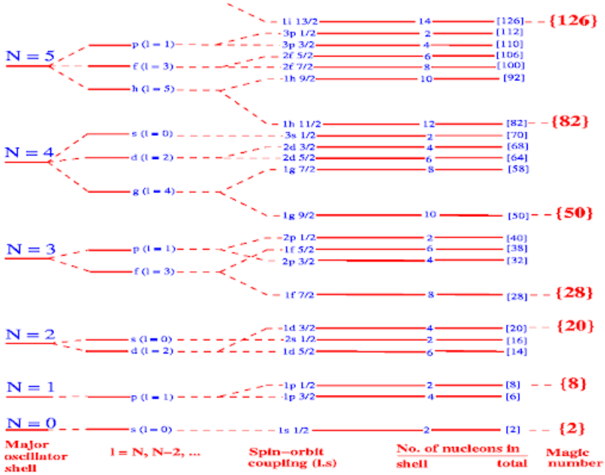


Figura: Modelo nuclear de capas (cuántico). Origen de los números cuánticos.

Lisa Meitner: el modelo de capas nuclear(III)

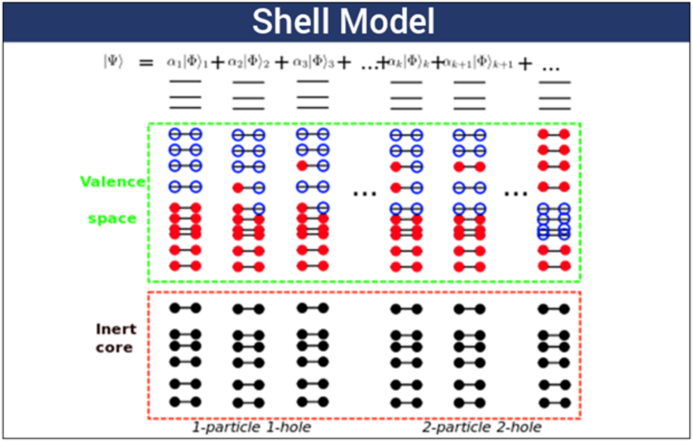


Figura: Modelo nuclear de capas (cuántico). El balance de protones y neutrones en el modelo de capas cuántico es clave, junto al rol atractivo de la interacción nuclear.

Figura: El amor de M. Curie. Pre 14F quote.

Conferencia de Solvay de 1911

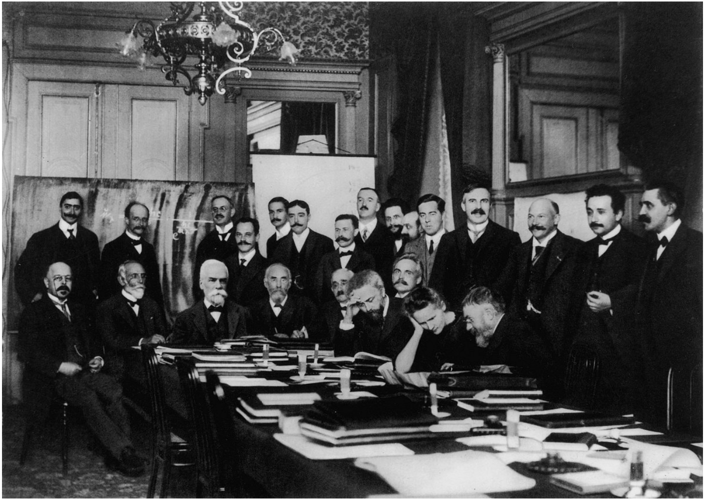
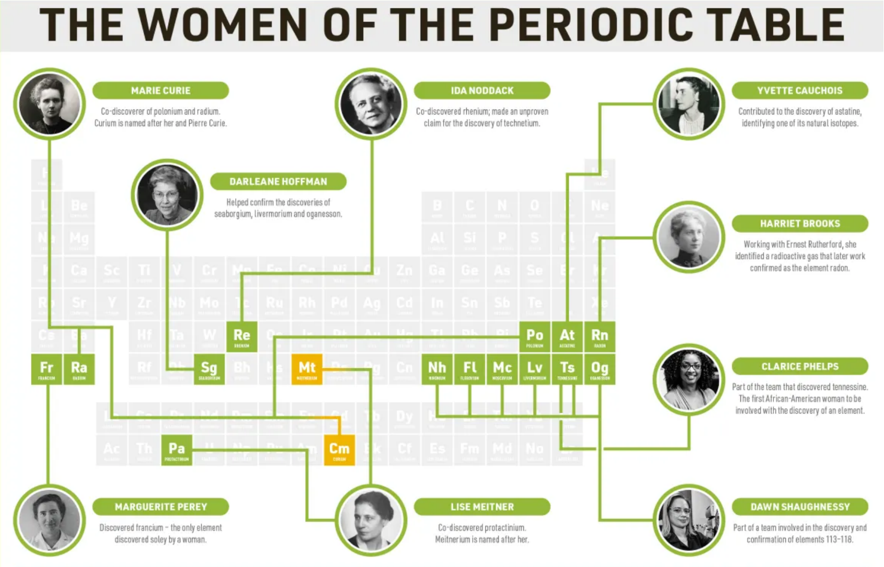


Figura: Conferencia científica y congreso de Solvay, 1911.

Conferencia de Solvay de 1927

Figura: Conferencia de Solvay de 1927.

Tabla Periódica y las mujeres



The End

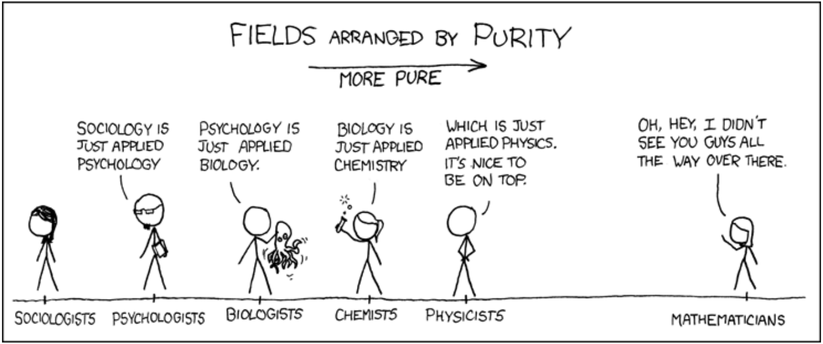


Figura: Ramas del saber y pureza del conocimiento. Los filósofos están por encima de todos ellos...**La Filosofía mola y es necesaria más que nunca. Pero también es necesario que todas las personas, hombres y mujeres, niños y niñas, aprendan y aprehendan la Ciencia.** La Ciencia importa, más que nunca, en este mundo y en el Universo/Multiverso más todavía.

The End?

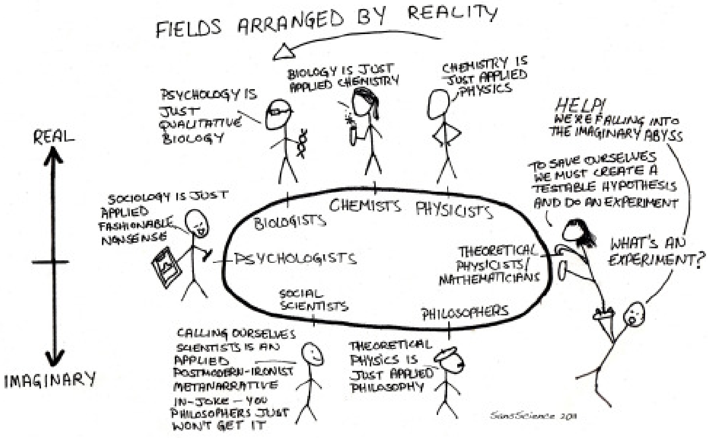


Figura: La Realidad es más compleja aunque pueda ser simple o simplificarse. ¿O somos nosotros quienes no podemos aprehender la simplicidad compleja de la Naturaleza y su lenguaje o mensajes? Ars longa, vita brevis.