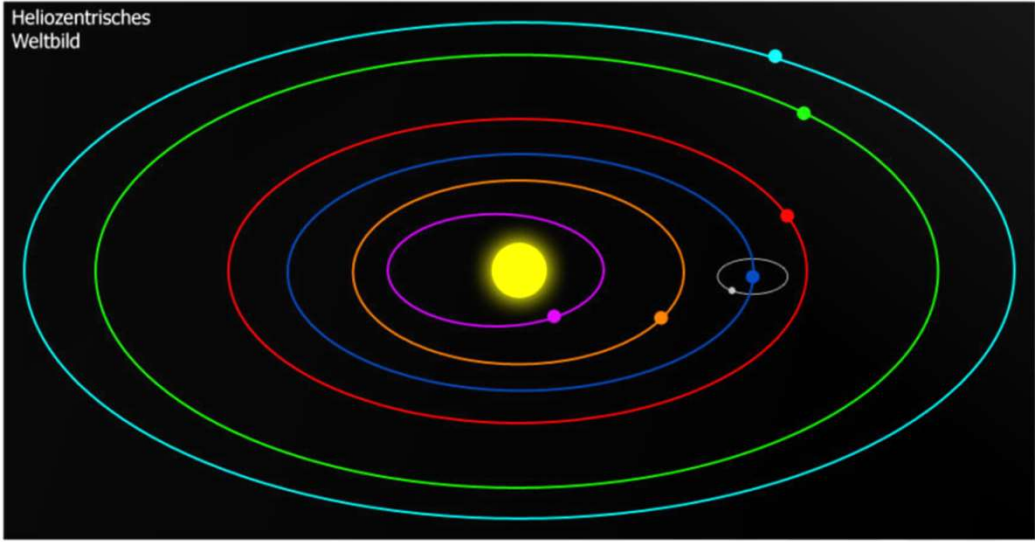
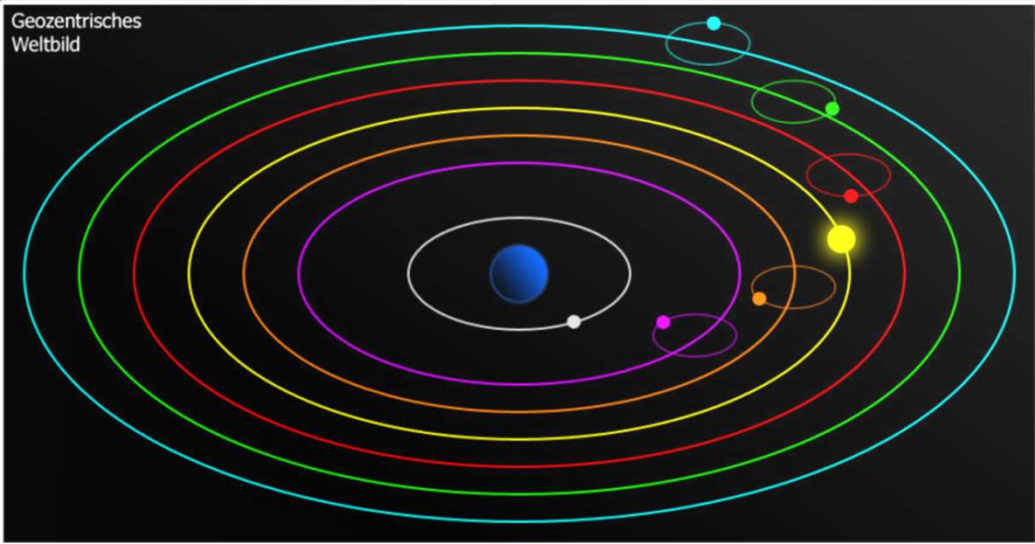


Erde  
Mond  
Merkur  
Venus  
Sonne  
Mars  
Jupiter  
Saturn



<https://www.deutschlandfunk.de/der-grosse-astronom-claudius-ptolemaeus-weltstar-fuer-100.html>  
(Stand:06.11.2023)



<https://www.geo.de/wissen/23428-rtkl-kopernikanische-wende-wie-nikolaus-kopernikus-ein-neues-weltbild-schuf>  
(Stand:06.11.2023)

<https://www.stern.gucker.de/wissen/heliozentrisches-weltbild/>  
(Stand:06.11.2023)

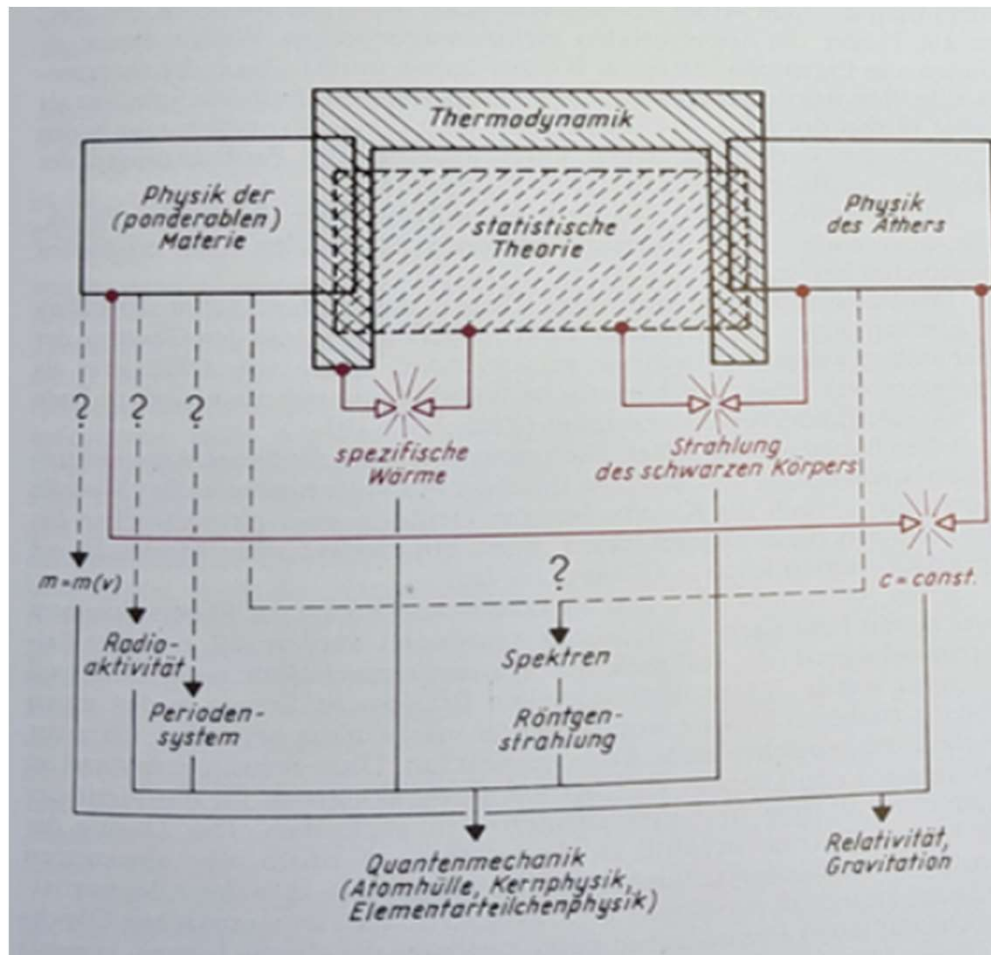
# Die Physik des 20. und 21. Jahrhunderts – Relativitätstheorie, Quantenmechanik und Manhattan Zäsur

Sebastian Winkler

# Gliederung

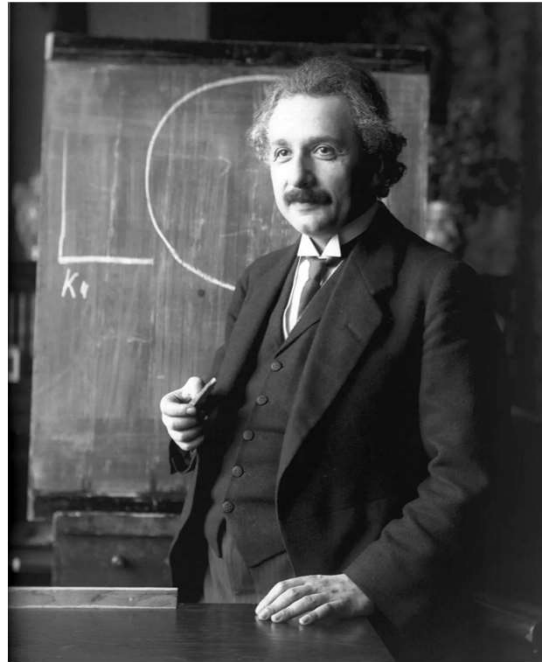
- Ausgangssituation: Physik des 19. Jahrhunderts
- Relativitätstheorie
- Quantenmechanik
- Manhattan Zäsur
- Fragen/Diskussion
- Rollenspiel
- Quellen

# Ausgangssituation: Physik des 19. Jahrhunderts



Simonyi, Károly: Kulturgeschichte der Physik, Frankfurt am Main, Deutsch, 2001, S. 393

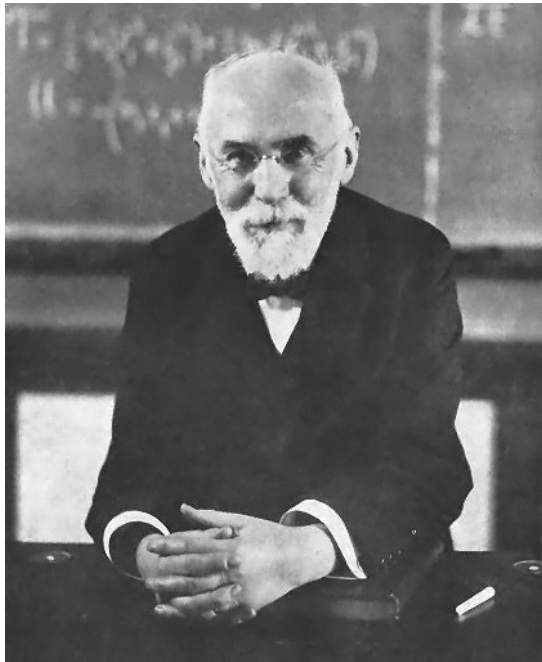
# Relativitätstheorie



<https://streichinstrumente.net/albert-einstein-geige/> (Stand:06.11.2023)

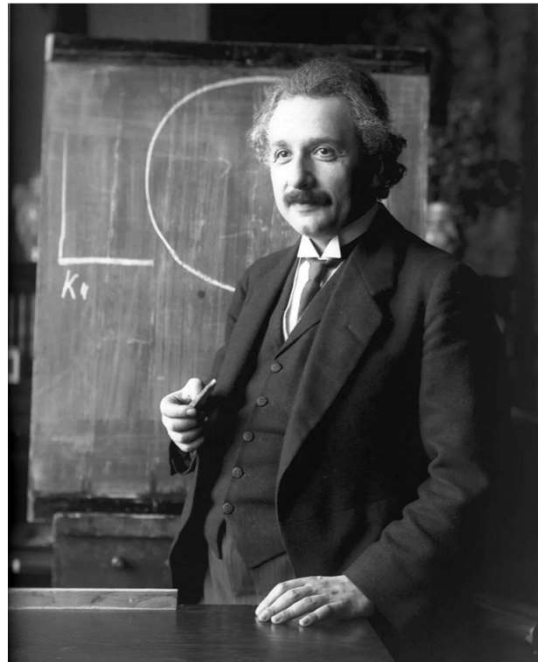
# Relativitätstheorie

Lorentz



[https://simple.wikipedia.org/wiki/Hendrik\\_Lorentz#/media/File:Hendrik\\_Antoon\\_Lorentz.jpg](https://simple.wikipedia.org/wiki/Hendrik_Lorentz#/media/File:Hendrik_Antoon_Lorentz.jpg) (Stand:06.11.2023)

Albert Einstein



<https://streichinstrumente.net/albert-einstein-geige/> (Stand:06.11.2023)

Poincaré



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Young\\_Poincare.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Young_Poincare.jpg) (Stand:06.11.2023)

# Lorentz-Transformation

$$t' = \gamma \left( t - \frac{v_x}{c^2} x \right)$$

$$x' = \gamma (x - v_x t)$$

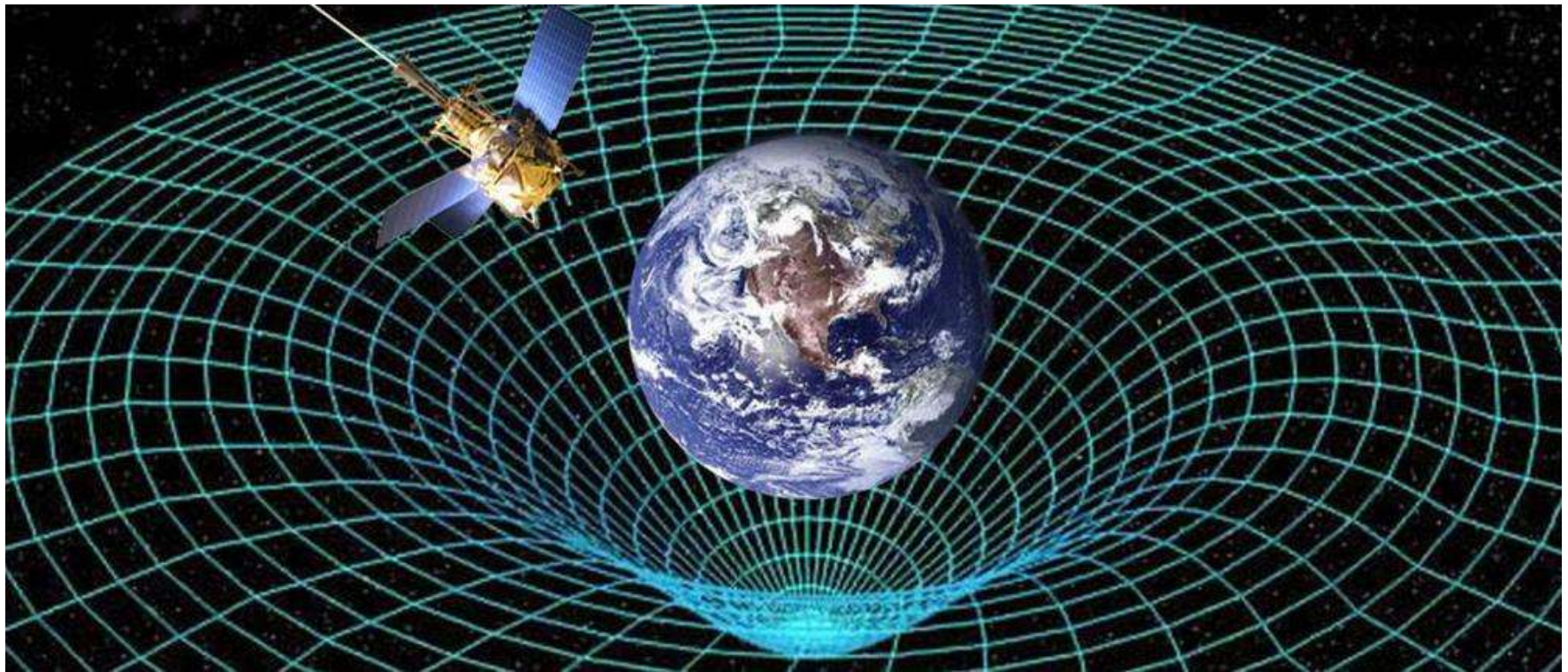
$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$v'_x = -v_x$$



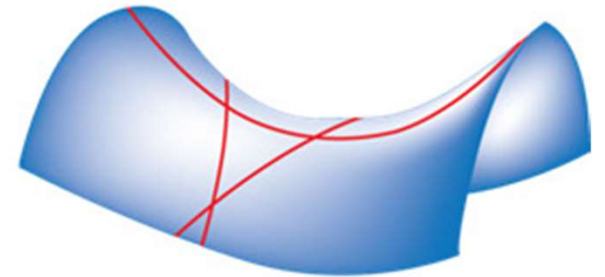
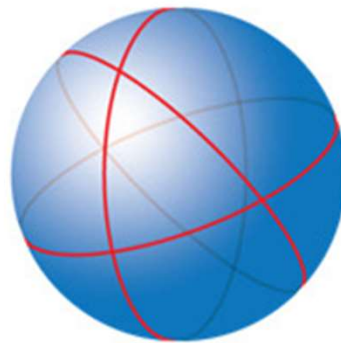
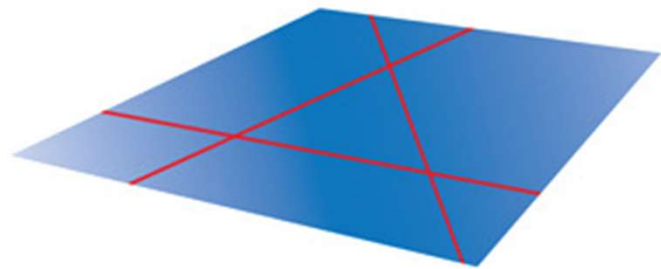
# Allgemeine Relativitätstheorie



<https://www.tagesspiegel.de/wissen/matratze-fur-himmelskorper-5462908.html> (Stand: 06.11.2023)

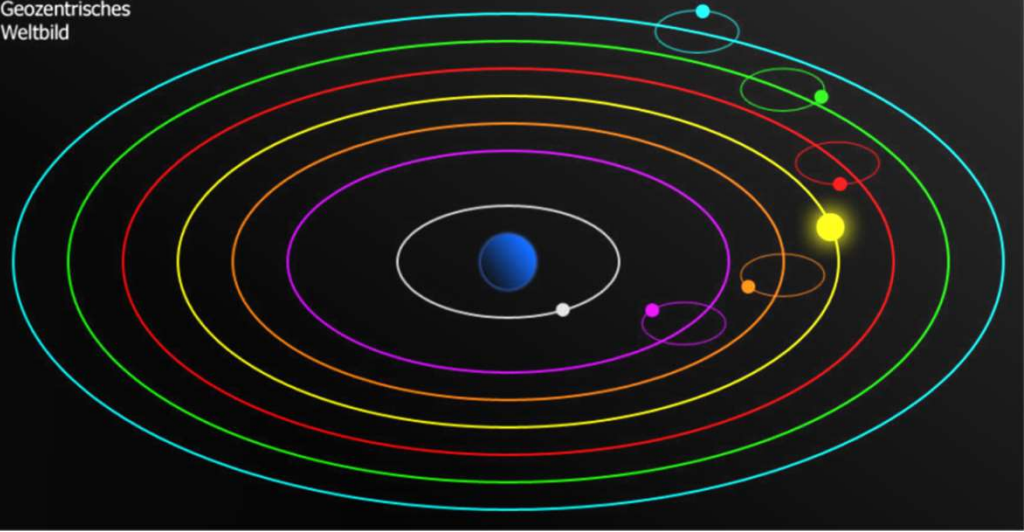


# Gaußsche Flächen

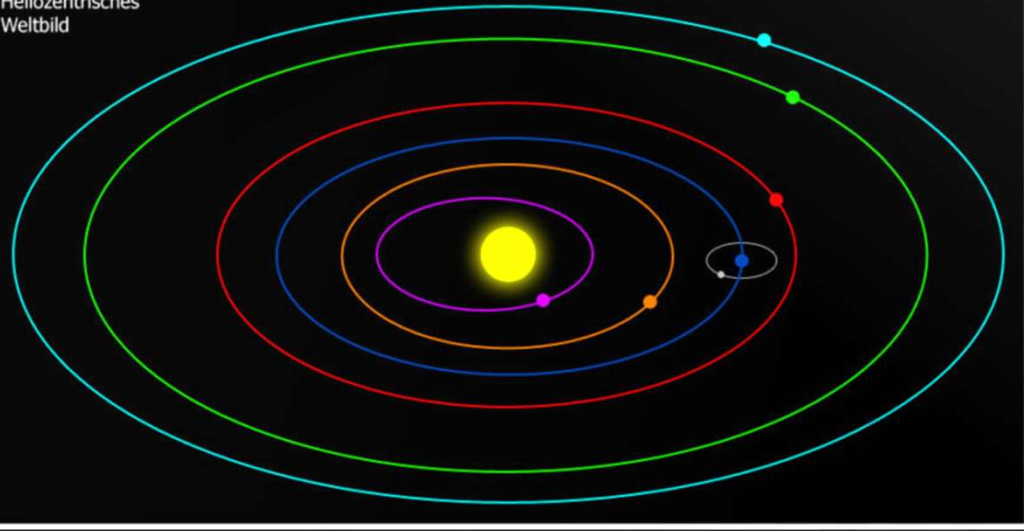


Erde  
Mond  
Merkur  
Venus  
Sonne  
Mars  
Jupiter  
Saturn

Geozentrisches Weltbild



Heliozentrisches Weltbild



<https://www.stern.gucker.de/wissen/heliozentrisches-weltbild/>  
(Stand:06.11.2023)

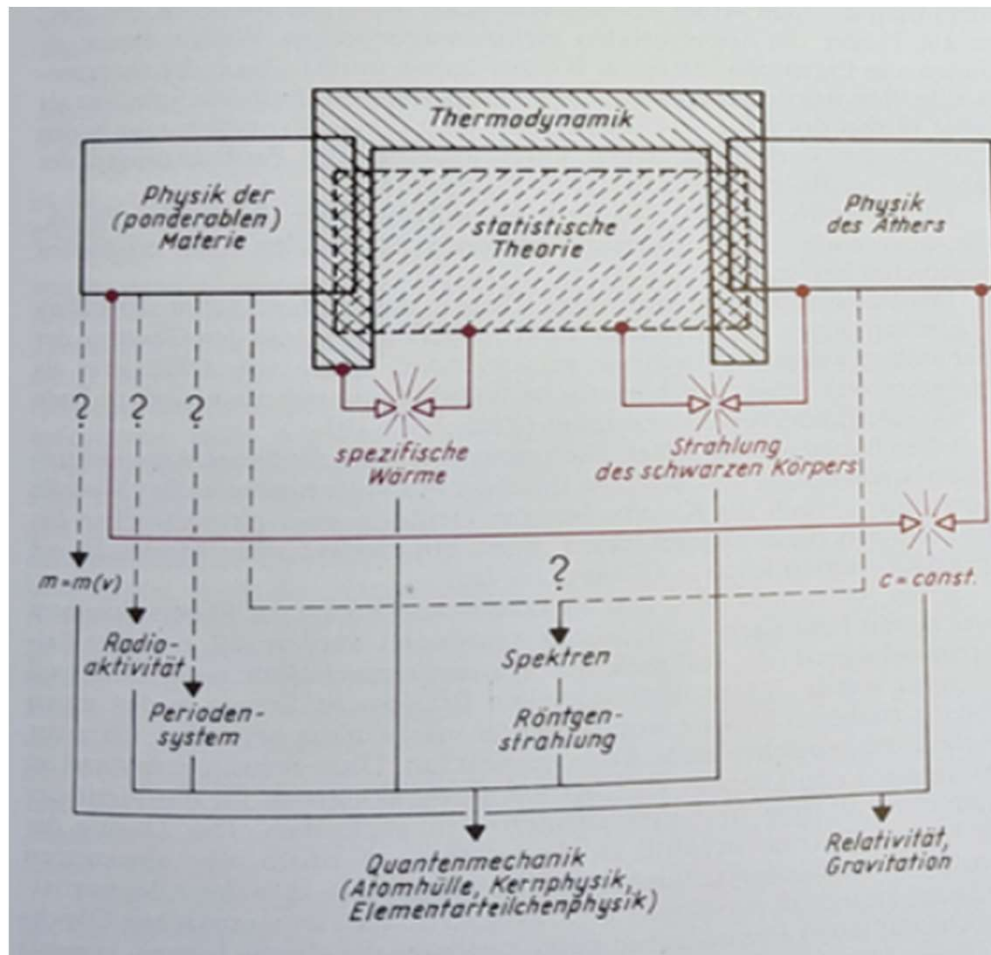


<https://www.deutschlandfunk.de/der-grosse-astronom-claudius-ptolemaeus-weltstar-fuer-100.html>  
(Stand:06.11.2023)



<https://www.geo.de/wissen/23428-rtkl-kopernikanische-wende-wie-nikolaus-kopernikus-ein-neues-weltbild-schuf>  
(Stand:06.11.2023)

# Ausgangssituation: Physik des 19. Jahrhunderts



Simonyi, Károly: Kulturgeschichte der Physik, Frankfurt am Main, Deutsch, 2001, S. 393

# Geburtsstunde der Quantenmechanik

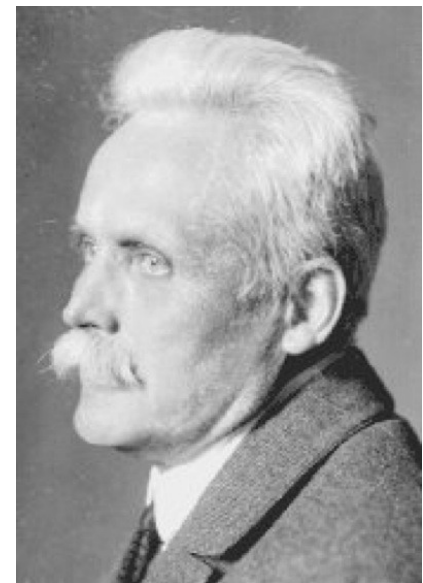
Rayleigh



Max Planck



Wien



Jeans



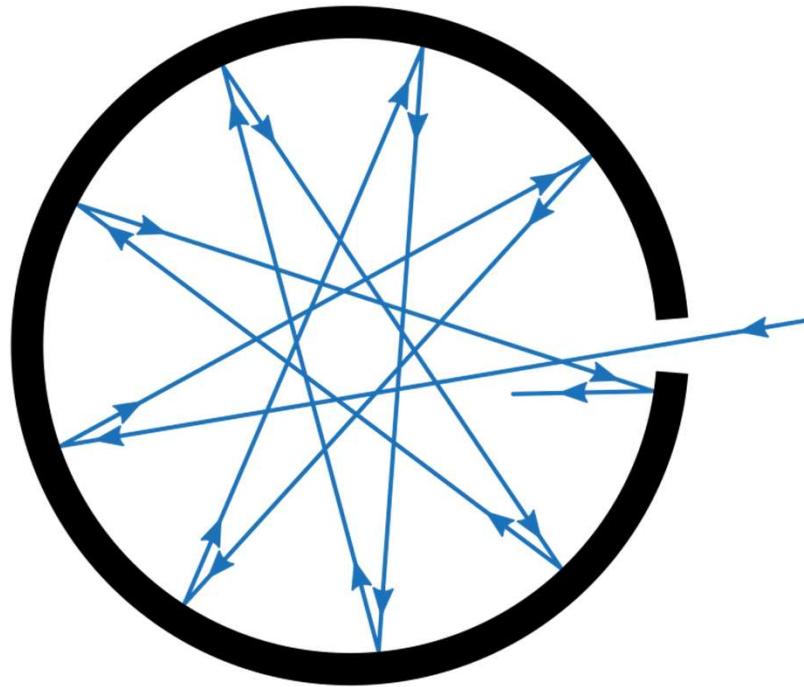
<https://www.spektrum.de/lexikon/physik/rayleigh/12145> (Stand: 07.11.2023)

<https://www.spektrum.de/lexikon/physik/jeans/7634> (Stand: 07.11.2023)

<https://www.spektrum.de/lexikon/physik/planck/11303> (Stand: 07.11.2023)

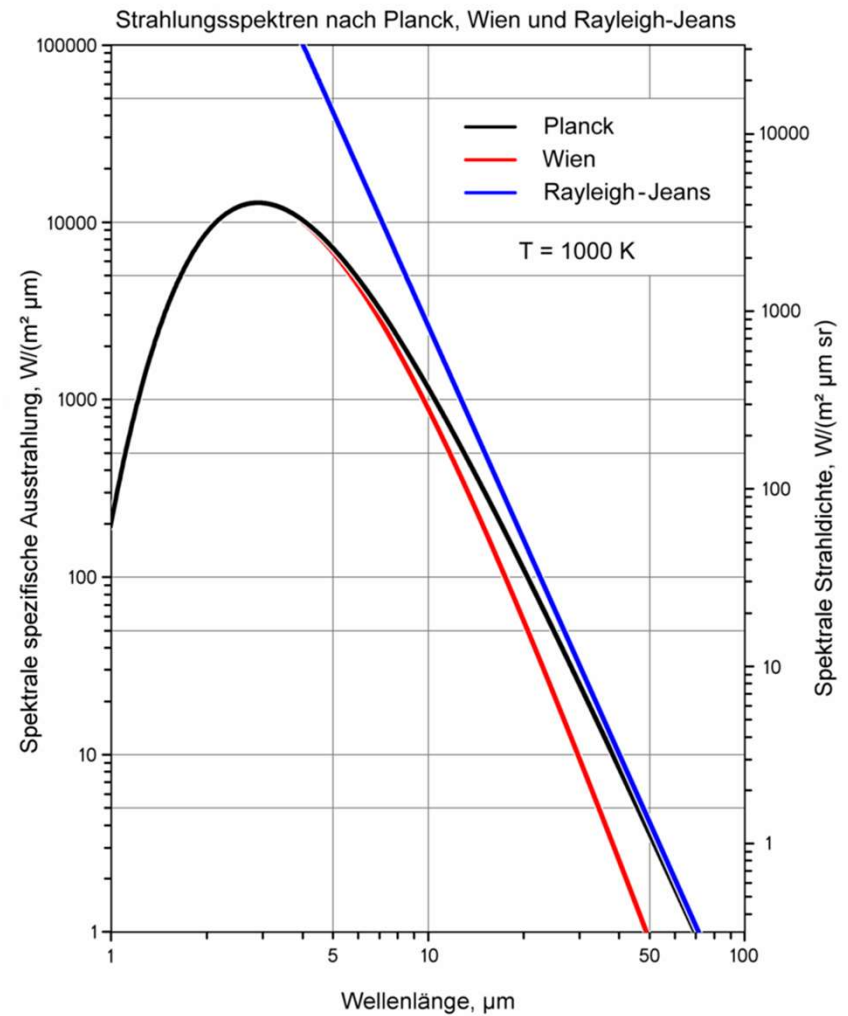
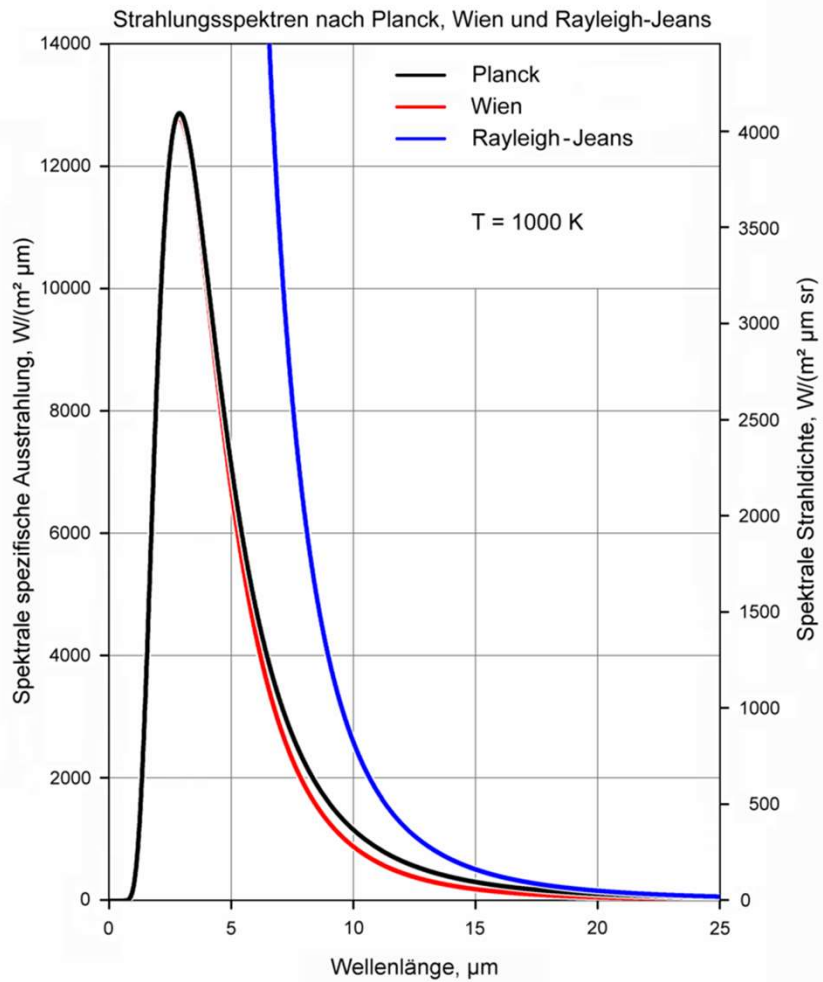
<https://www.spektrum.de/lexikon/physik/wien/15605> (Stand: 07.11.2023)

# Idealer schwarzer Körper



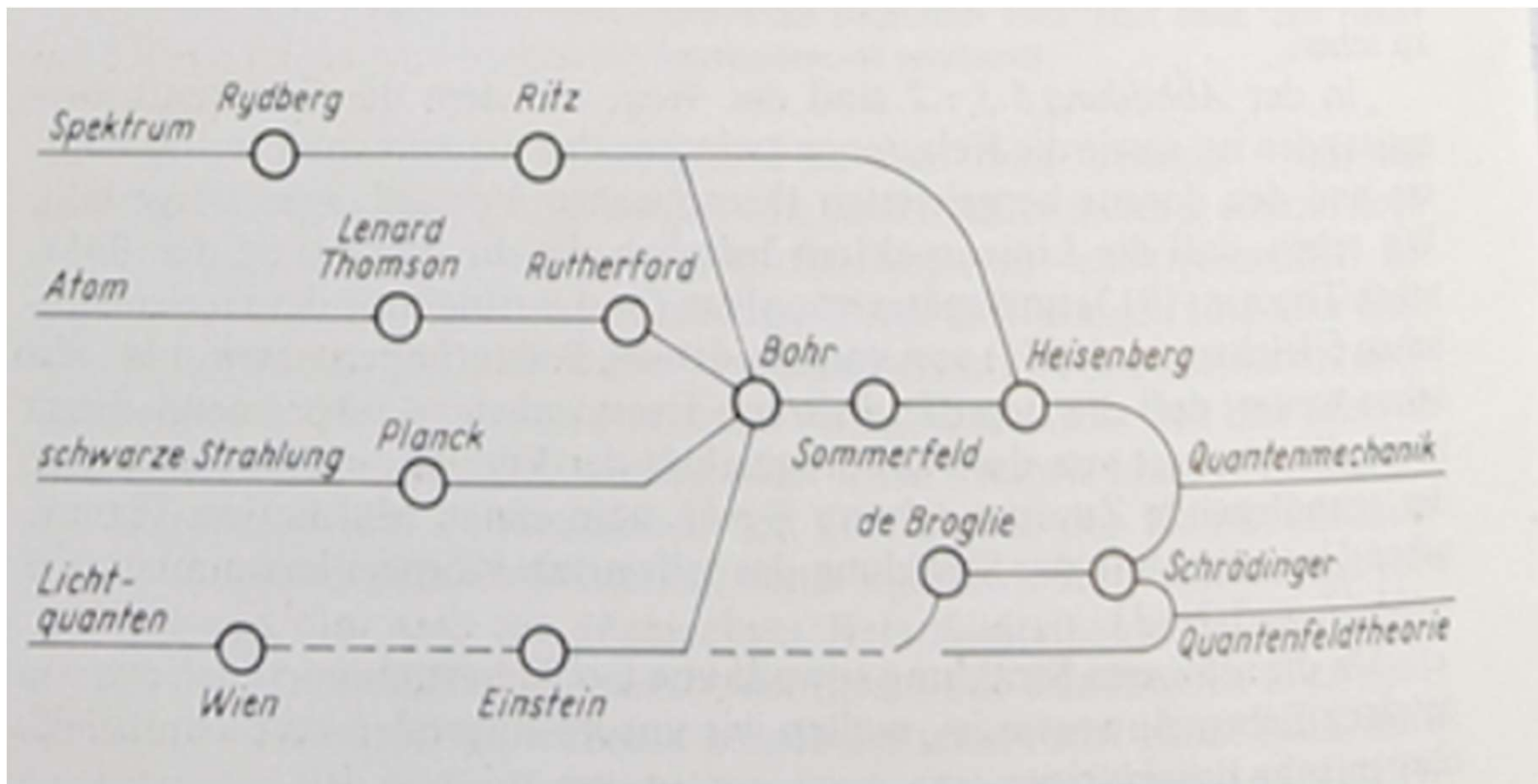
[https://de.wikipedia.org/wiki/Schwarzer\\_K%C3%B6rper#/media/Datei:Black\\_body\\_realization.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Schwarzer_K%C3%B6rper#/media/Datei:Black_body_realization.svg) (Stand: 07.11.2023)





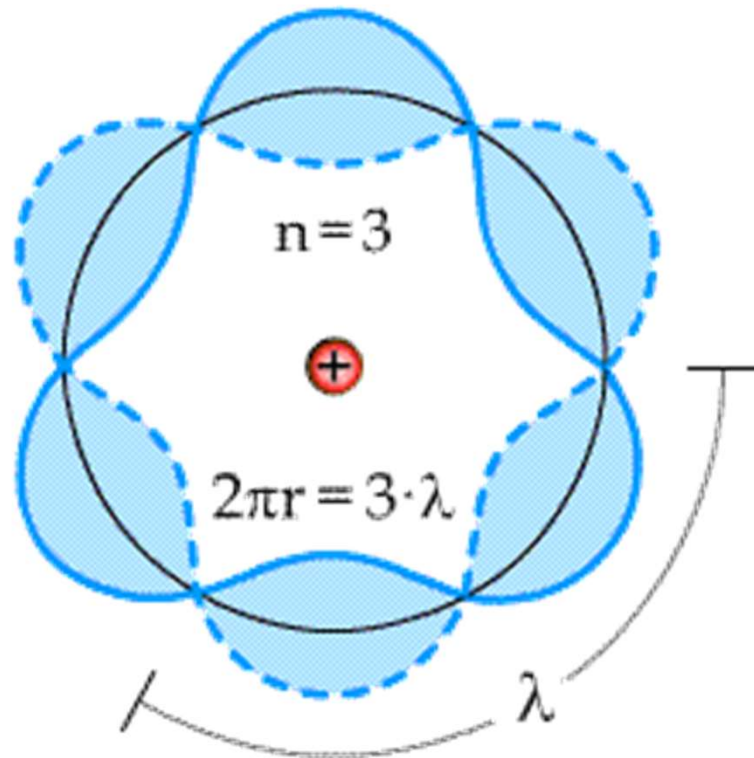
<https://de.wikipedia.org/wiki/Rayleigh-Jeans-Gesetz> (Stand: 08.11.2023)

# Quantenmechanik

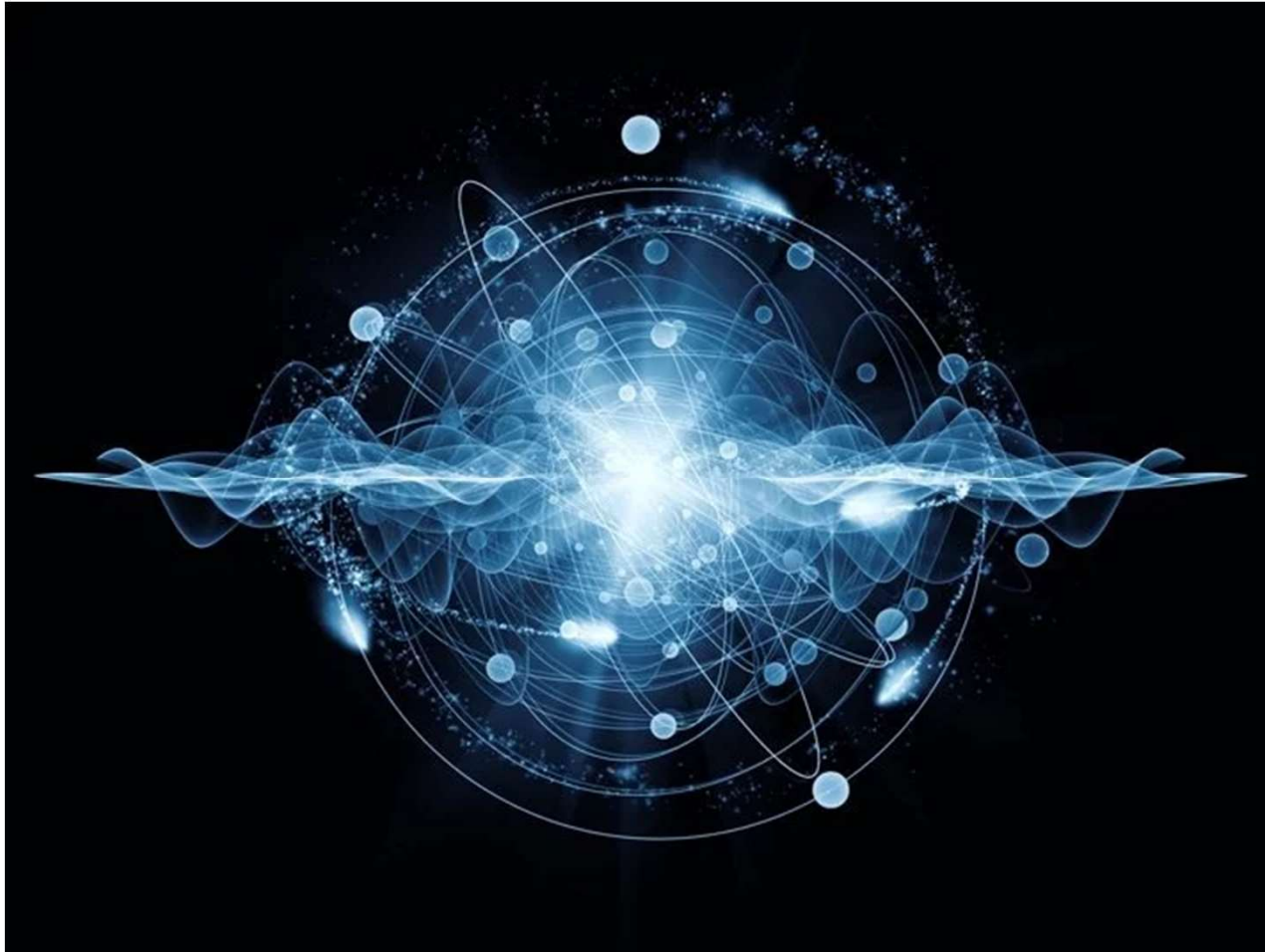


Simonyi, Károly:  
Kulturgeschichte  
der Physik,  
Frankfurt am Main,  
Deutsch, 2001, S.  
426

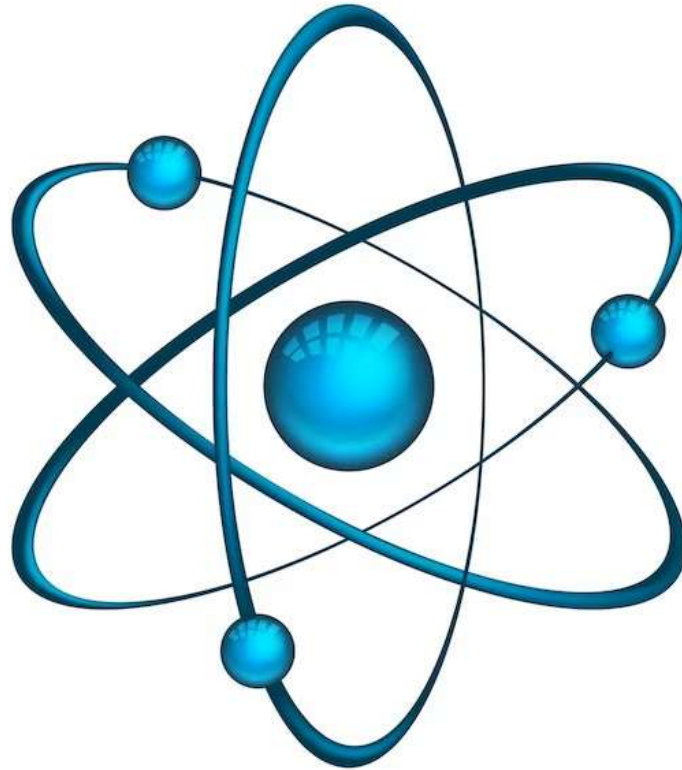
# De Broglie



# Kopenhagener Deutung

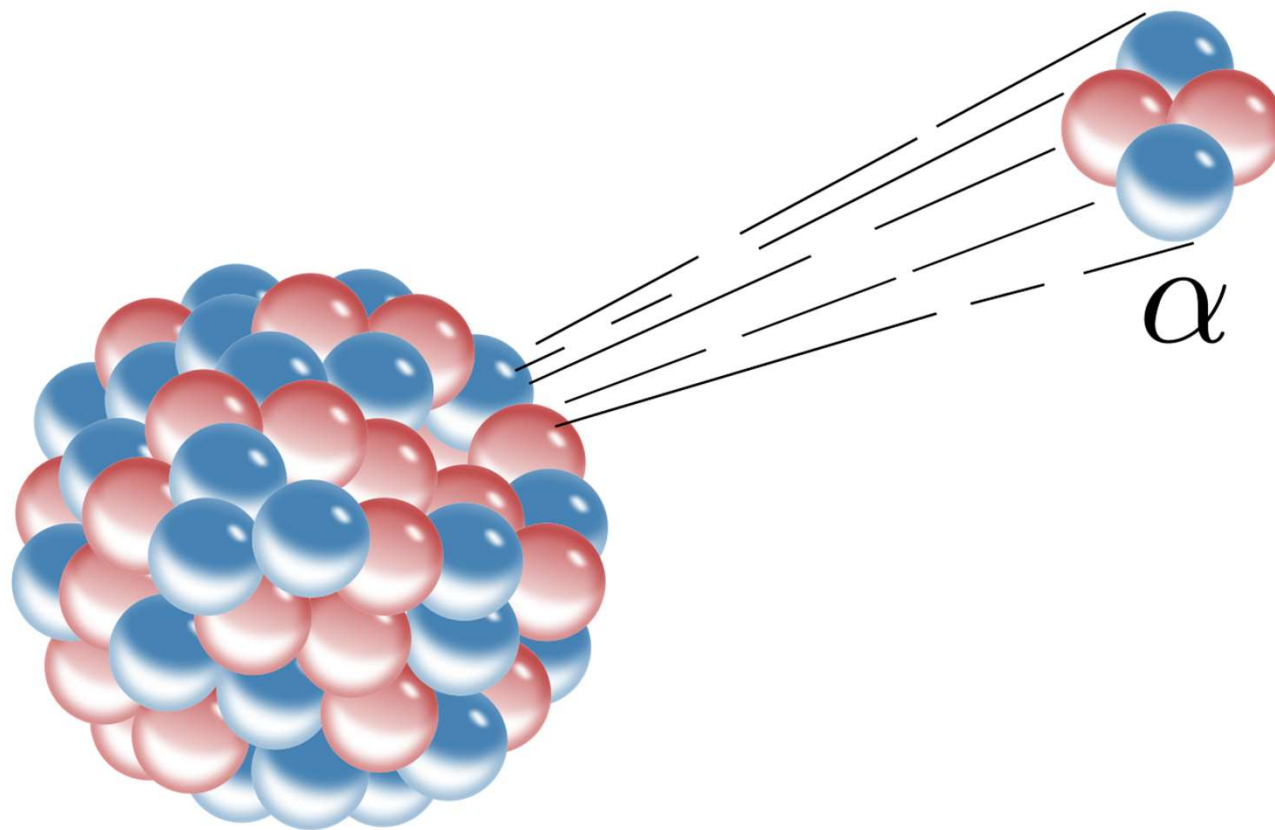


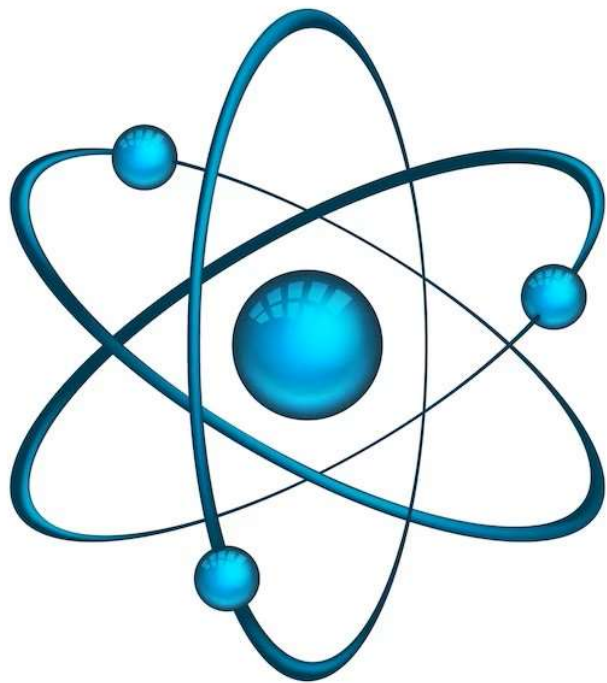
<https://www.wissenschaft.de/kommentare/kopenhagener-deutung-teilchen-oder-welle/> (Stand: 07.11.2023)



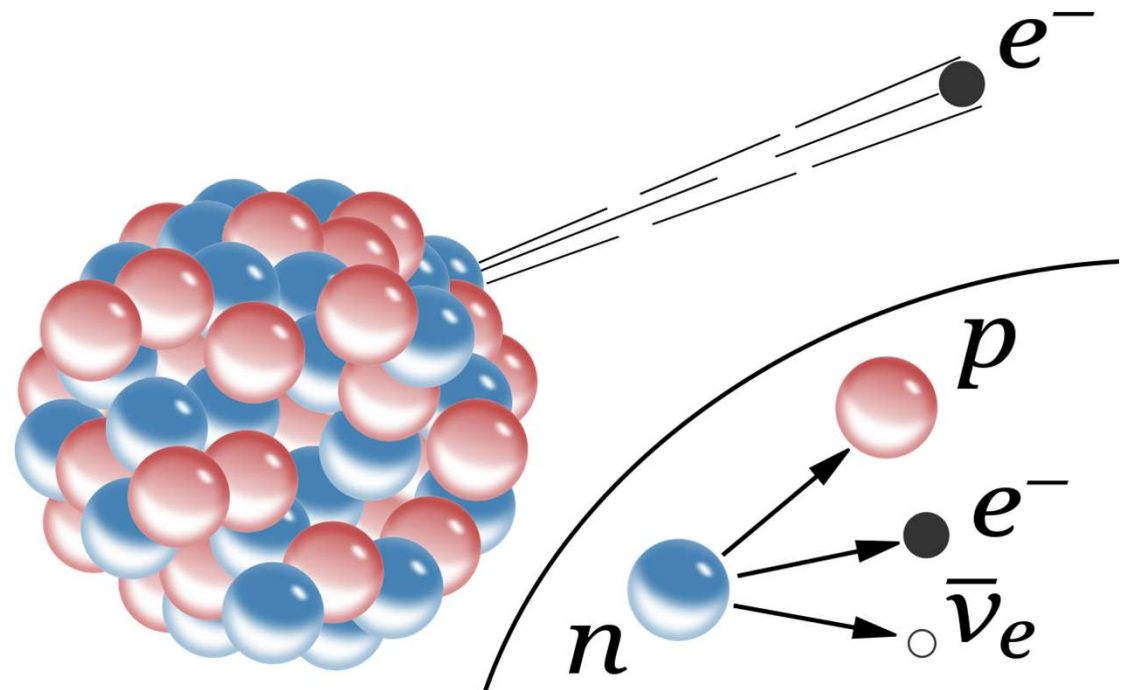
<https://de.freepik.com/fotos-vektoren-kostenlos/atom-symbol> (Stand: 07.11.2023)



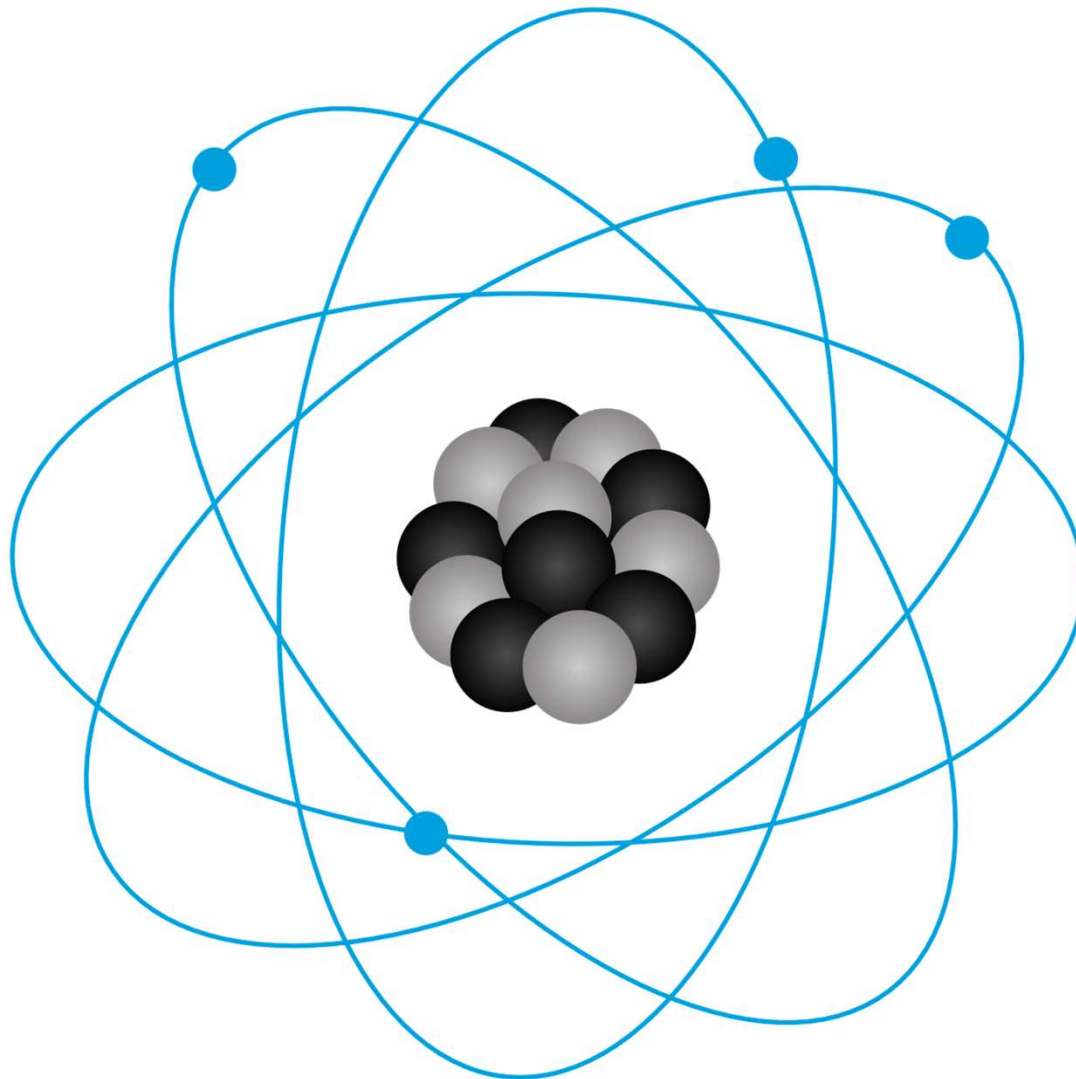




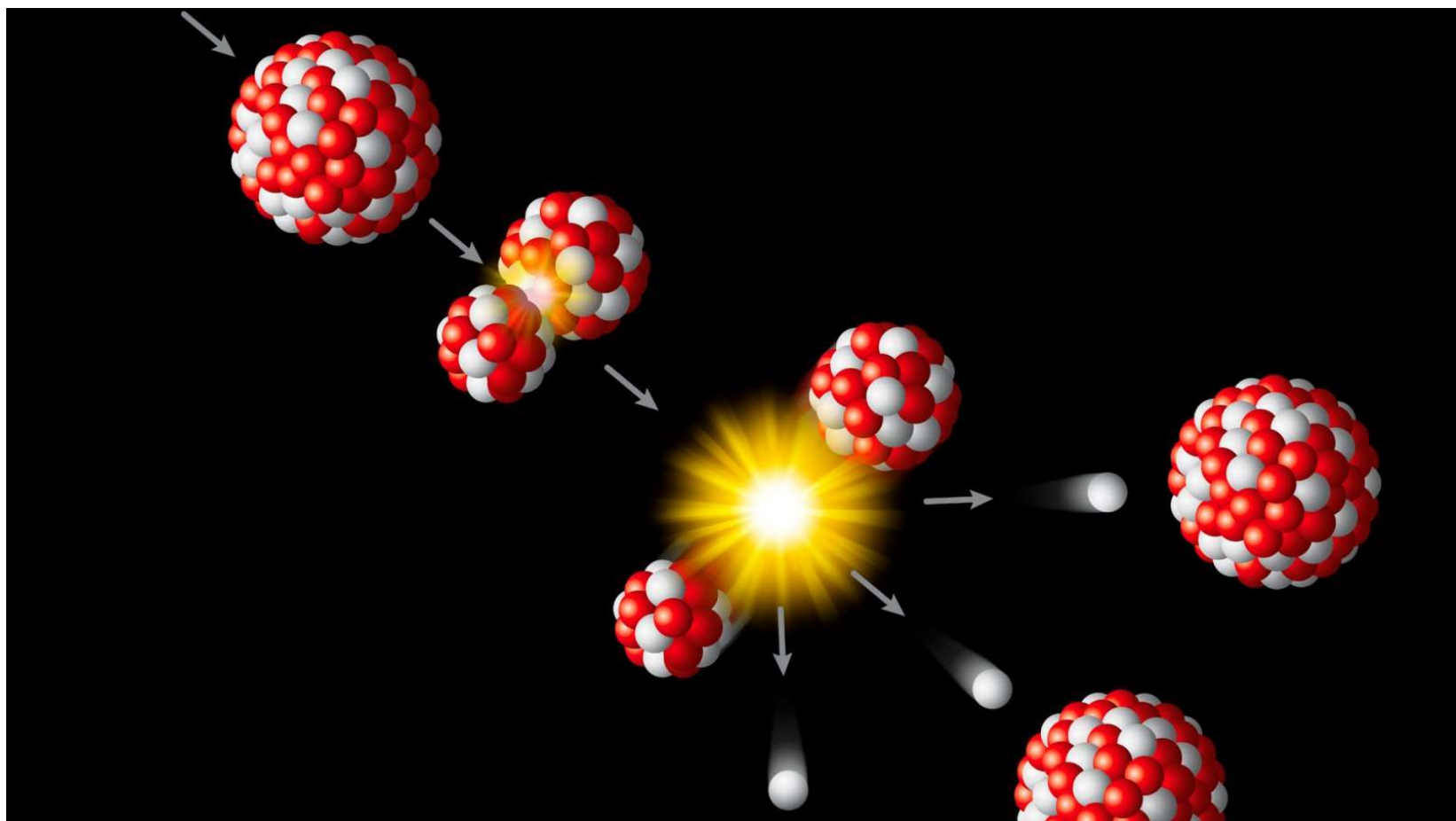
<https://de.freepik.com/fotos-vektoren-kostenlos/atom-symbol> (Stand: 07.11.2023)



[https://de.wikipedia.org/wiki/Betastrahlung#/media/Datei:Beta-minus\\_Decay.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Betastrahlung#/media/Datei:Beta-minus_Decay.svg) (Stand: 07.11.2023)



# Kernspaltung



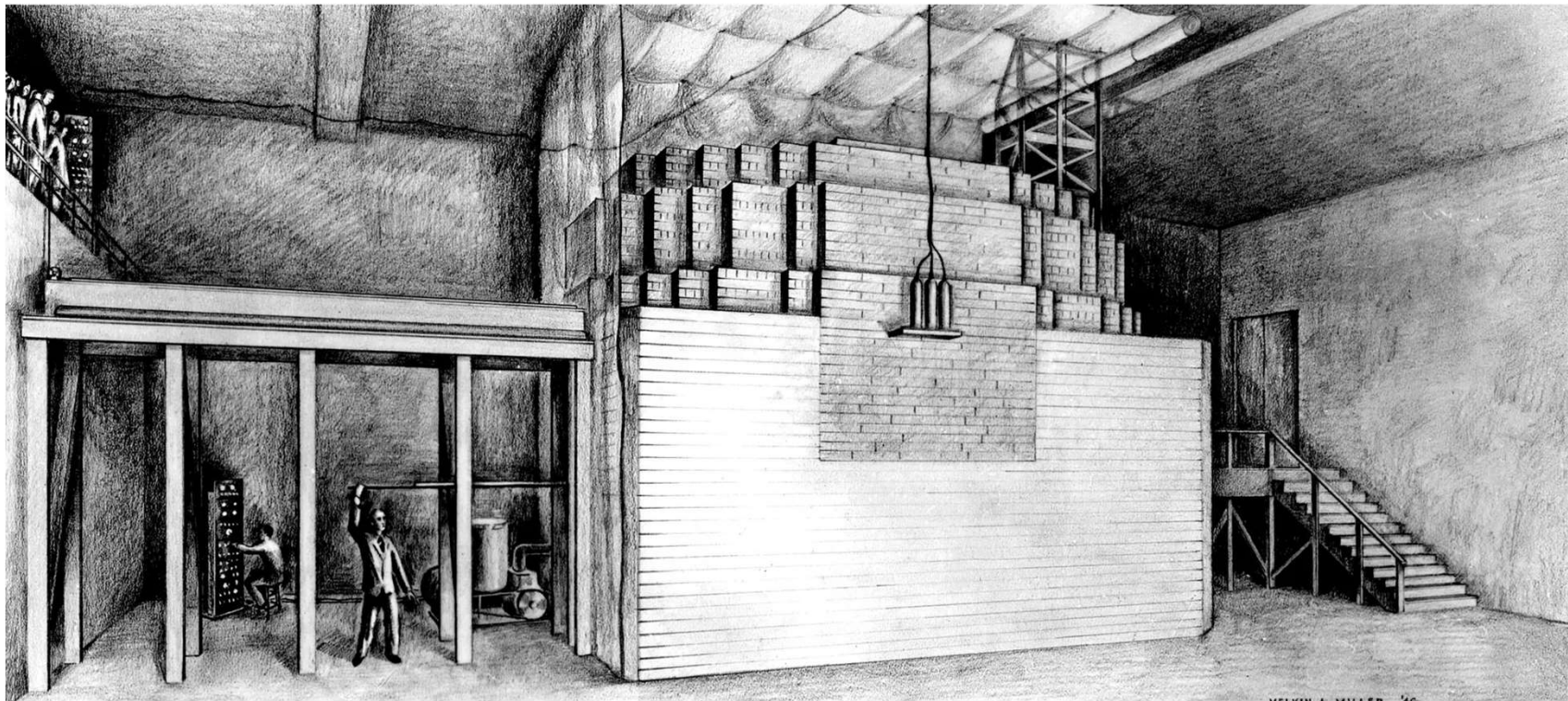
<https://www.futurezone.de/science/article232141027/kernspaltung-einfach-erklart-das-passiert-bei-dem-prozess.html> (Stand: 07.11.2023)



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Nuclear\\_Fission\\_Experimental\\_Apparatus\\_1938\\_-\\_Deutsches\\_Museum\\_-\\_Munich.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Nuclear_Fission_Experimental_Apparatus_1938_-_Deutsches_Museum_-_Munich.jpg)  
(Stand: 07.11.2023)  
<https://www.mpg.de/8235404/otto-hahn> (Stand: 07.11.2023)

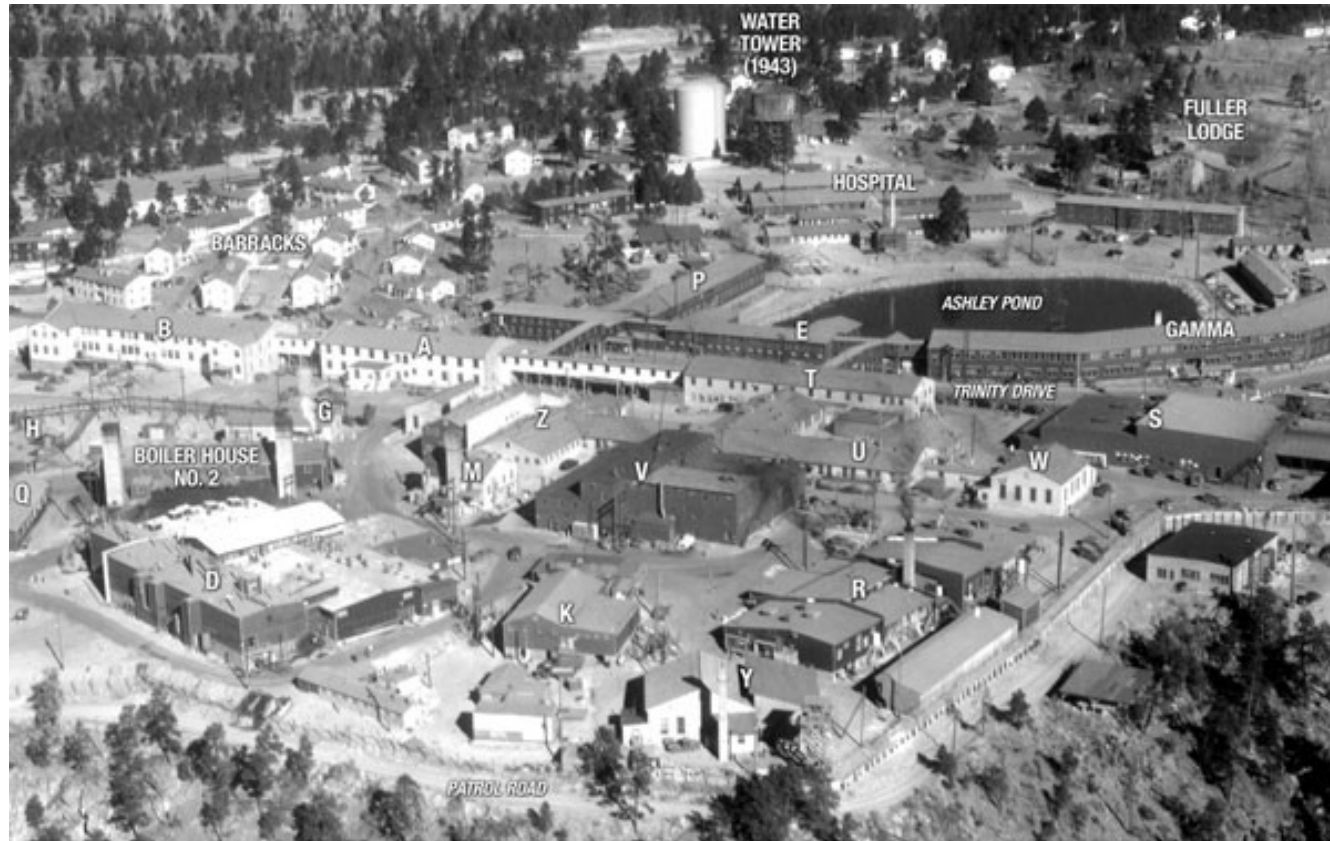


# Fermi: 1. Kettenreaktion



<https://www.spektrum.de/news/ein-schwarzer-tag/1521533> (Stand: 07.11.2023)

# Site Y, Los Alamos



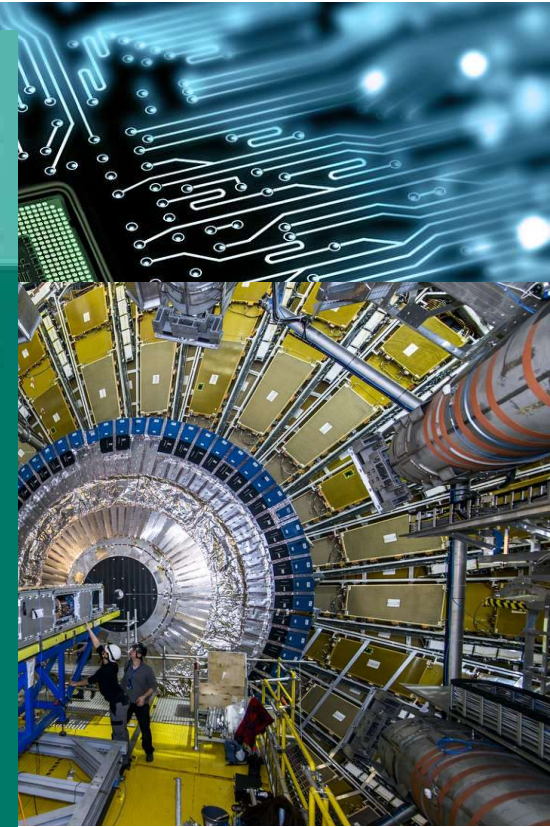
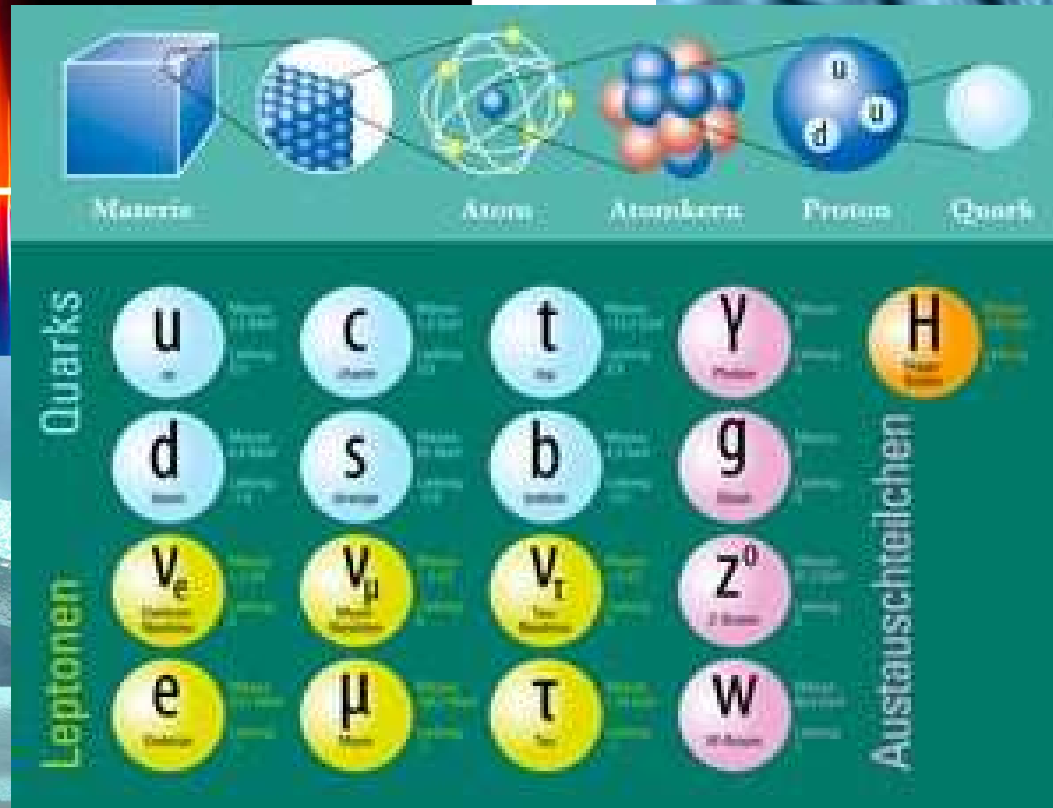
- |  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Gamma Building —                         | H Building — Administration headquarters | S Building — Technical warehouse              | Y Building — Physics laboratory           |
| A Building — Administration headquarters | K Building —                             | T Building — Original Administration building | Z Building — Cockcroft-Walton accelerator |
| B Building — Laboratory and office space | M Building — Boiler House No. 1          | U Building — Electronics                      | Boiler House No 2 —                       |
| D Building —                             | P Building —                             | V Building — Shops                            |   |
| E Building —                             | Q Building — Health group headquarters   | W Building — Van de Graff accelerator         |   |
| G Building —                             | R Building —                             | X Building (not shown) — Cyclotron            |   |

# Physiker und Verantwortung



<https://www.weltderwunder.de/heller-als-1-000-sonnen-die-furchtbare-vernichtungskraft-der-atombombe/> (Stand: 07.11.2023)

# Ausblick weitere Entwicklung



<https://fis-landschaft.de/teilchen/lhc/> (Stand: 07.11.2023)  
<https://www.mpp.mpg.de/forschung> (Stand: 07.11.2023)  
<https://www.spektrum.de/kolumne/supraleitung-neues-wundermaterial-zwischen-euphorie-und-enttaeschung/2165097> (Stand: 07.11.2023)  
<https://botland.de/blog/wp-content/uploads/2023/05/tech-background-abstract-technology-colourful-background-dark-laser-lines-speed-techno-ra-1.jpg> (Stand: 07.11.2023)  
<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/elektronik/leistung-von-2d-halbleitern-extrem-verbessert/> (Stand: 07.11.2023)

# Bildquellen

- <https://www.sterngucker.de/wissen/heliozentrisches-weltbild/> (Stand:06.11.2023)
- <https://www.deutschlandfunk.de/der-grosse-astronom-claudius-ptolemaeus-weltstar-fuer-100.html> (Stand:06.11.2023)
- <https://www.geo.de/wissen/23428-rtkl-kopernikanische-wende-wie-nikolaus-kopernikus-ein-neues-weltbild-schuf> (Stand:06.11.2023)
- <https://streichinstrumente.net/albert-einstein-geige/> (Stand:06.11.2023)
- [https://simple.wikipedia.org/wiki/Hendrik\\_Lorentz#/media/File:Hendrik\\_Antoon\\_Lorentz.jpg](https://simple.wikipedia.org/wiki/Hendrik_Lorentz#/media/File:Hendrik_Antoon_Lorentz.jpg) (Stand:06.11.2023)
- [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Young\\_Poincare.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Young_Poincare.jpg) (Stand:06.11.2023)
- <https://www.tagesspiegel.de/wissen/matratze-fur-himmelskorper-5462908.html> (Stand: 06.11.2023)
- <https://scienceblogs.de/mathlog/2020/09/17/theorema-magnum-mcmxlv-der-satz-von-chern-gauss-bonnet/> (Stand: 06.11.2023)
- <https://karrierebibel.de/deduktion/> (Stand: 07.11.2023)
- [https://www.uni-ulm.de/fileadmin/website\\_uni\\_ulm/nawi.inst.251/Didactics/quantenchemie/html/SchroedF.html](https://www.uni-ulm.de/fileadmin/website_uni_ulm/nawi.inst.251/Didactics/quantenchemie/html/SchroedF.html) (Stand: 07.11.2023)
- <https://www.spektrum.de/news/ein-schwarzer-tag/1521533> (Stand: 07.11.2023)



# Bildquellen

- <https://www.spektrum.de/lexikon/physik/rayleigh/12145> (Stand: 07.11.2023)
- <https://www.spektrum.de/lexikon/physik/jeans/7634> (Stand: 07.11.2023)
- <https://www.spektrum.de/lexikon/physik/planck/11303> (Stand: 07.11.2023)
- <https://www.spektrum.de/lexikon/physik/wien/15605> (Stand: 07.11.2023)
- <https://www.wissenschaft.de/kommentare/kopenhagener-deutung-teilchen-oder-welle/> (Stand: 07.11.2023)
- <https://de.freepik.com/fotos-vektoren-kostenlos/atom-symbol> (Stand: 07.11.2023)
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Betastrahlung#/media/Datei:Beta-minus\\_Decay.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Betastrahlung#/media/Datei:Beta-minus_Decay.svg) (Stand: 07.11.2023)
- <https://www.leifiphysik.de/kern-teilchenphysik/kernreaktionen/grundwissen/zusammenhang-von-atom-und-kernmassen> (Stand: 07.11.2023)
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Alphastrahlung#/media/Datei:Alpha\\_Decay.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Alphastrahlung#/media/Datei:Alpha_Decay.svg) (Stand: 07.11.2023)
- <https://www.futurezone.de/science/article232141027/kernspaltung-einfach-erklart-das-passiert-bei-dem-prozess.html> (Stand: 07.11.2023)
- [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Nuclear\\_Fission\\_Experimental\\_Apparatus\\_1938\\_-\\_Deutsches\\_Museum\\_-\\_Munich.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Nuclear_Fission_Experimental_Apparatus_1938_-_Deutsches_Museum_-_Munich.jpg) (Stand: 07.11.2023)

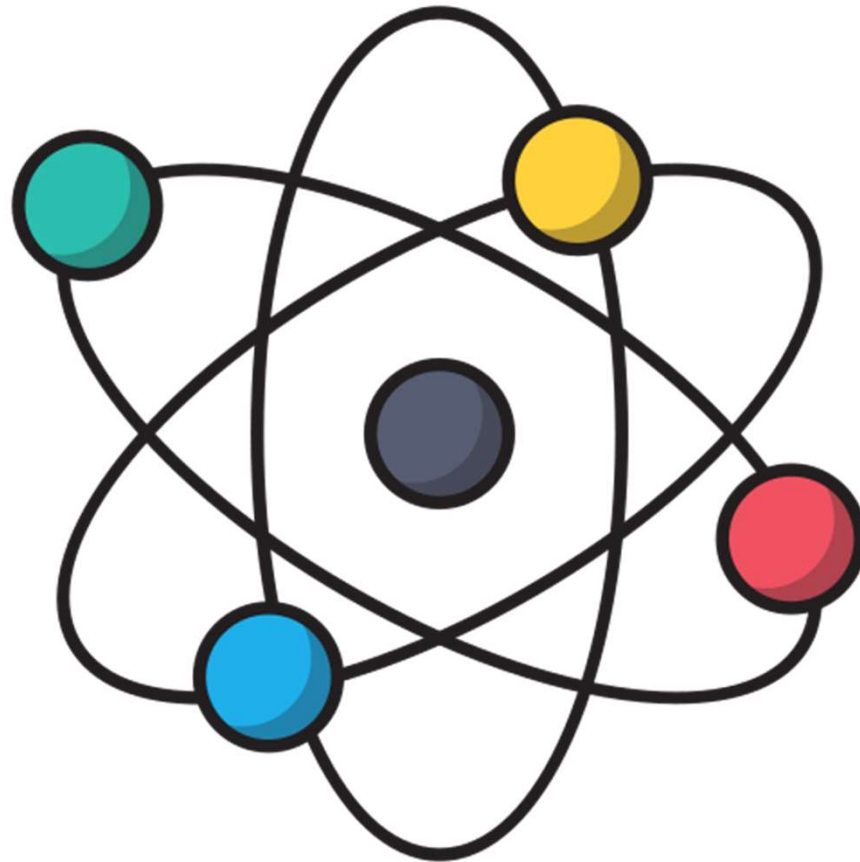
# Bildquellen

- <https://www.mpg.de/8235404/otto-hahn> (Stand: 07.11.2023)
- <https://botland.de/blog/wp-content/uploads/2023/05/tech-background-abstract-technology-colourful-background-dark-laser-lines-speed-techno-ra-1.jpg> (Stand: 07.11.2023)
- <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/elektronik/leistung-von-2d-halbleitern-extrem-verbessert/> (Stand: 07.11.2023) <https://www.spektrum.de/kolumne/supraleitung-neues-wundermaterial-zwischen-euphorie-und-enttaeuschung/2165097> (Stand: 07.11.2023)
- <https://fis-landschaft.de/teilchen/lhc/> (Stand: 07.11.2023)
- <https://www.mpp.mpg.de/forschung> (Stand: 07.11.2023)
- [https://www.flaticon.com/de/kostenloses-icon/physik\\_6394144](https://www.flaticon.com/de/kostenloses-icon/physik_6394144) (Stand: 07.11.2023)
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Los\\_Alamos\\_National\\_Laboratory#/media/Datei:Los\\_Alamos\\_Tech\\_Area\\_annotated.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Los_Alamos_National_Laboratory#/media/Datei:Los_Alamos_Tech_Area_annotated.jpg) (Stand: 07.11.2023)
- <https://www.weltderwunder.de/heller-als-1-000-sonnen-die-furchtbare-vernichtungskraft-der-atombombe/> (Stand: 07.11.2023)
- <https://filmpuls.info/oppenheimer-film-kritik/> (Stand: 07.11.2023)
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Schwarzer\\_K%C3%B6rper#/media/Datei:Black\\_body\\_realization.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Schwarzer_K%C3%B6rper#/media/Datei:Black_body_realization.svg) (Stand: 07.11.2023)

# Textquellen

- Simonyi, Károly: Kulturgeschichte der Physik, Frankfurt am Main, Deutsch, 2001, S. 393-560.
- Albert Einstein: *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*. In: *Annalen der Physik und Chemie*. 17, 1905, S. 891–921.
- Bartelmann, Matthias: Theoretische Physik 3 / Quantenmechanik, Berlin, Heidelberg, Springer Spektrum, 2018, S.94-101
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Wiensches\\_Strahlungsgesetz](https://de.wikipedia.org/wiki/Wiensches_Strahlungsgesetz) (Stand: 07.11.2023)
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Rayleigh-Jeans-Gesetz> (Stand: 07.11.2023)
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Plancksches\\_Strahlungsgesetz](https://de.wikipedia.org/wiki/Plancksches_Strahlungsgesetz) (Stand: 07.11.2023)
- <https://www.spektrum.de/lexikon/astronomie/kopenhagener-deutung/234> (Stand: 07.11.2023)
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte\\_der\\_Physik#Aufschwung\\_der\\_Physik\\_nach\\_dem\\_Zweiten\\_Weltkrieg](https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_der_Physik#Aufschwung_der_Physik_nach_dem_Zweiten_Weltkrieg) (Stand: 07.11.2023)
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Deutsche\\_Physik](https://de.wikipedia.org/wiki/Deutsche_Physik) (Stand: 07.11.2023)

# Noch Fragen?



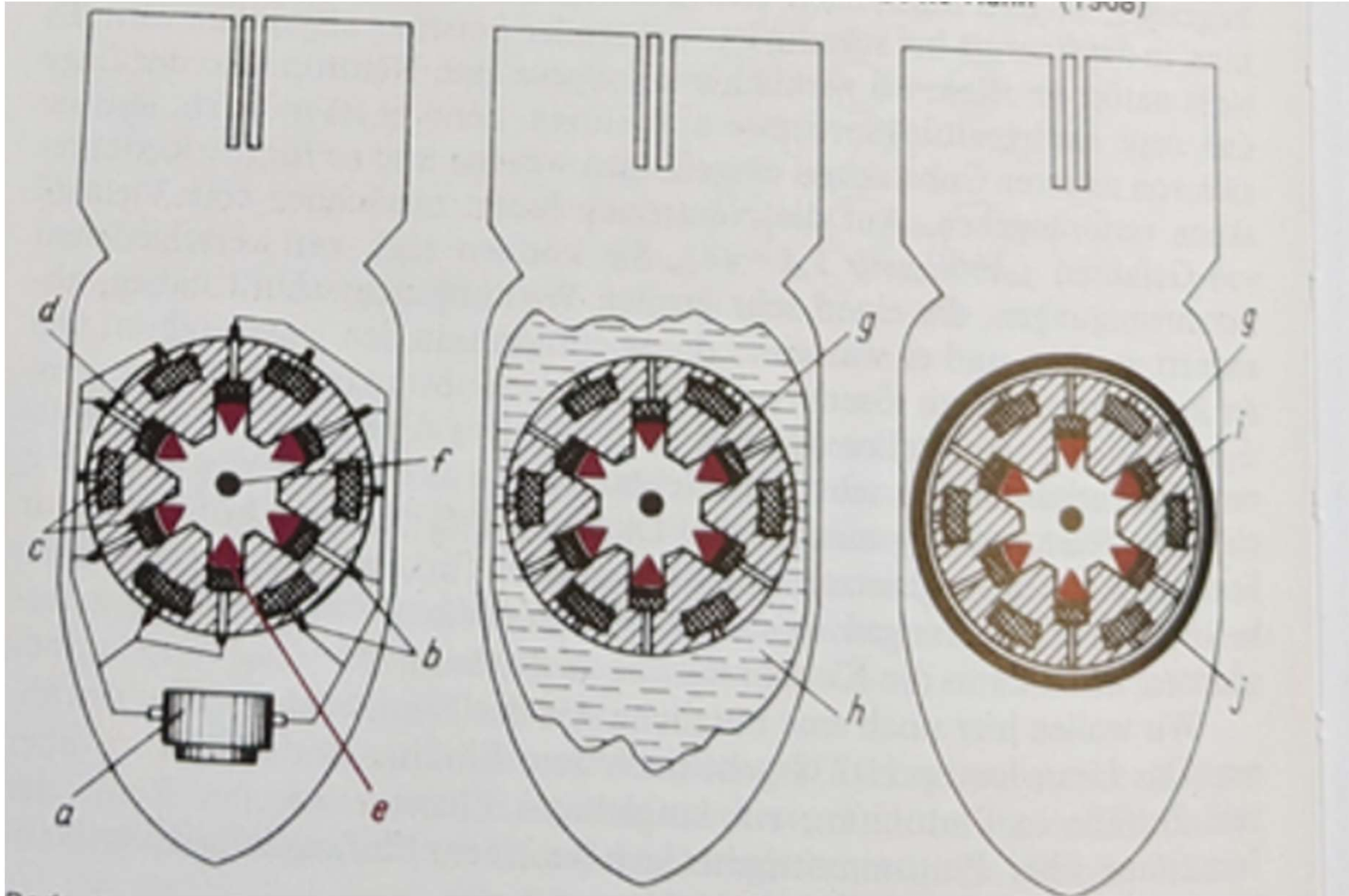
# Oppenheimer



<https://www.youtube.com/watch?v=0oBhSAjEsnE>

<https://filmpuls.info/oppenheimer-film-kritik/> (Stand: 07.11.2023)





Simonyi, Károly:  
Kulturgeschichte der  
Physik, Frankfurt am  
Main, Deutsch, 2001,  
S. 500