



整体结构

第一章 量子力学的诞生

第二章 波函数和薛定谔方程

第三章 量子力学中的力学量

第四章 态和力学量的表象

第五章 求解定态薛定谔方程实例

第六章 微扰理论

第七章 自旋与全同粒子

第八章 统计物理

第一章 量子力学的诞生

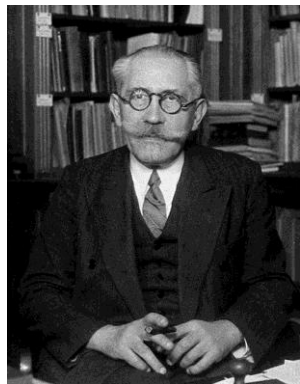
✓ 经典物理学的困难

✓ Planck-Einstein光量子论

✓ 原子结构的Bohr理论

➤ de Broglie波粒二象性

les Français



Paul Langevin
1872 ~ 1946



J. J. Thomson
1856 ~ 1940
1906 Nobel Prize



Pierre & Marie Curie
1859 ~ 1906 & 1867 ~ 1934
1903 & 1911 Nobel

Brownian Movement

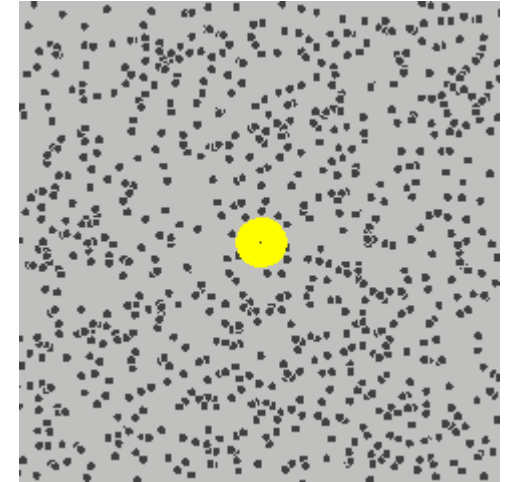
5. Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen; •
von A. Einstein.

In dieser Arbeit soll gezeigt werden, daß nach der molekularkinetischen Theorie der Wärme in Flüssigkeiten suspendierte Körper von mikroskopisch sichtbarer Größe infolge der Molekularbewegung der Wärme Bewegungen von solcher Größe ausführen müssen, daß diese Bewegungen leicht mit dem Mikroskop nachgewiesen werden können. Es ist möglich, daß die hier zu behandelnden Bewegungen mit der sogenannten „Brownschen Molekularbewegung“ identisch sind; die mir erreichbaren Angaben über letztere sind jedoch so ungenau, daß ich mir hierüber kein Urteil bilden konnte.

Wenn sich die hier zu behandelnde Bewegung samt den für sie zu erwartenden Gesetzmäßigkeiten wirklich beobachten läßt, so ist die klassische Thermodynamik schon für mikroskopisch unterscheidbare Räume nicht mehr als genau gültig anzusehen und es ist dann eine exakte Bestimmung der wahren Atomgröße möglich. Erwies sich umgekehrt die Voraussage dieser Bewegung als unzutreffend, so wäre damit ein schwerwiegendes Argument gegen die molekularkinetische Auffassung der Wärme gegeben.

§ 1. Über den suspendierten Teilchen zuzuschreibenden osmotischen Druck.

Im Teilvolumen V^* einer Flüssigkeit vom Gesamtvolumen V seien z -Gramm-Moleküle eines Nichtelektrolyten gelöst. Ist das Volumen V^* durch eine für das Lösungsmittel, nicht aber für die gelöste Substanz durchlässige Wand vom reinen Lösungs-



Langevin equation:

$$m \frac{d\mathbf{v}}{dt} = -\lambda \mathbf{v} + \boldsymbol{\eta}(t)$$



les Français



玛丽居里

朗之万



Paul Langevin
1872 ~ 1946



J. J. Thomson
1856 ~ 1940
1906 Nobel Prize



Pierre & Marie Curie
1859 ~ 1906 & 1867 ~ 1934
1903 & 1911 Nobel

Highly esteemed Mrs. Curie,



Panthéon

*Yours very truly,
A. Einstein*

Doctoral defense



ANNALES
DE
PHYSIQUE
EXTRAIT

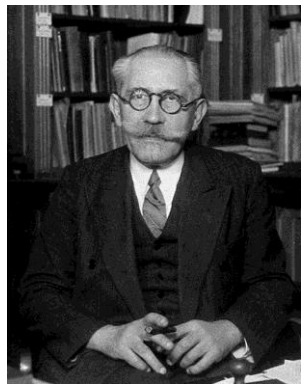
RECHERCHES SUR LA THÉORIE
DES QUANTA
Par M. Louis de BROGLIE
Annales de Physique — 10^e Série — Tome III — Janvier-Février 1925

光子的P-E关系

$$\begin{cases} E = h\nu \\ p = \frac{h}{\lambda} \end{cases}$$

粒子的波动性

$$\begin{cases} \nu = \frac{E}{h} \\ \lambda = \frac{h}{p} \end{cases}$$



Paul Langevin
1872 ~ 1946

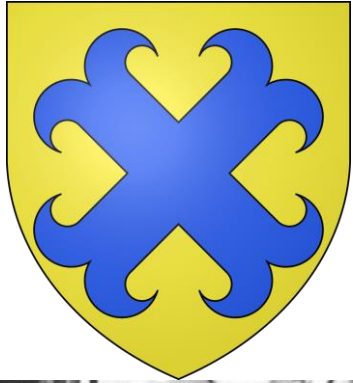


Jean B. Perrin
1870 ~ 1942
1926 Nobel Prize

MASSON & C^{ie}, ÉDITEURS
120, BOULEVARD ST-GERMAIN, PARIS (VI)

J'ai intentionnellement laissé assez vagues les définitions de l'onde de phase et du phénomène périodique dont elle serait en quelque sorte la traduction ainsi que celle du quantum de lumière. La présente théorie doit donc plutôt être considérée comme une forme dont le contenu physique n'est pas entièrement précisé que comme une doctrine homogène définitivement constituée.

Icarus



Quantized Eiffel Tower

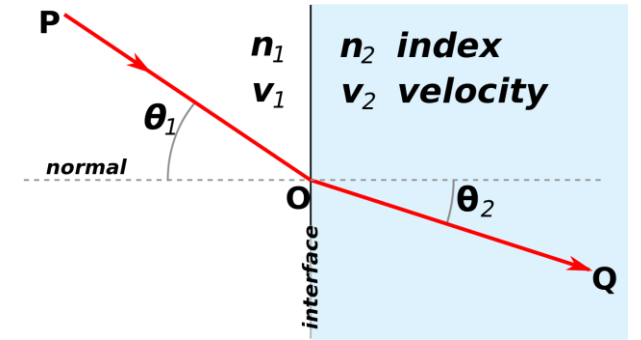


7th duc de Broglie
1892 ~ 1987
1929 Nobel Prize



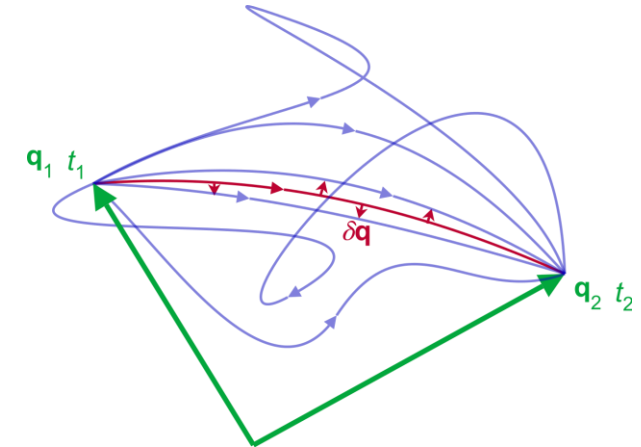
Icarus

Fermat's principle



$$\delta \int_A^B n ds = 0 \quad \longleftrightarrow \quad \delta \int_A^B p dq = 0$$

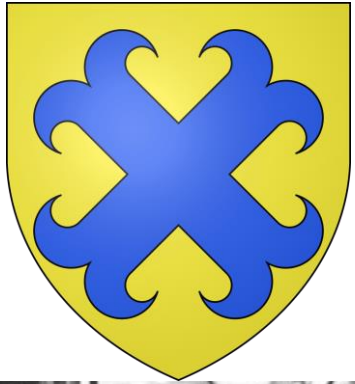
Maupertuis' principle
(Principle of least **action**)



Bohr-Sommerfeld
quantization condition

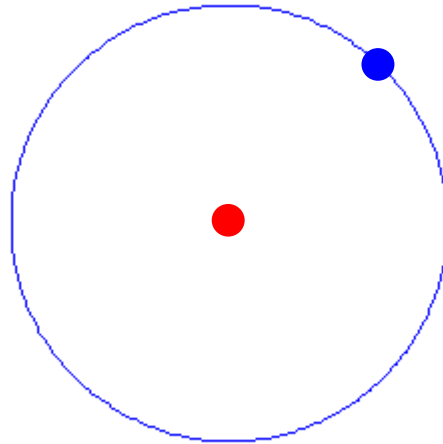
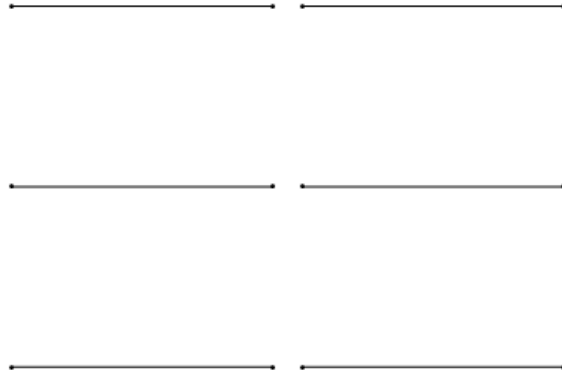
$$\oint p_k dq_k = n_k h$$

Standing wave



7th duc de Broglie
1892 ~ 1987
1929 Nobel Prize

$$\left\{ \begin{array}{l} \nu = \frac{E}{h} \\ \lambda = \frac{h}{p} \end{array} \right.$$



- 男子对于女子最隆重的赞美是求婚
—— 张爱玲
- 物理学家对物理量最隆重的赞美，
是为她谱写偏微分方程 —— 王秋平

驻波条件：

$$2\pi r = n\lambda$$



$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{n\hbar}{r}$$

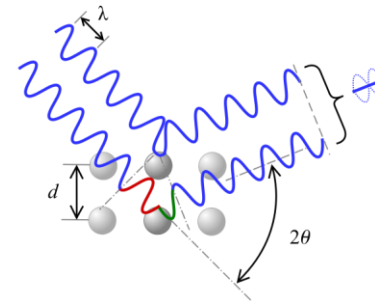
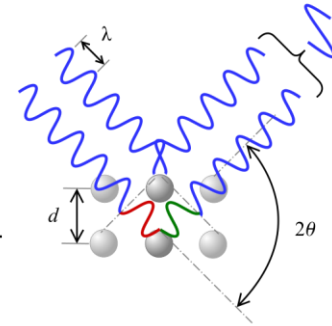
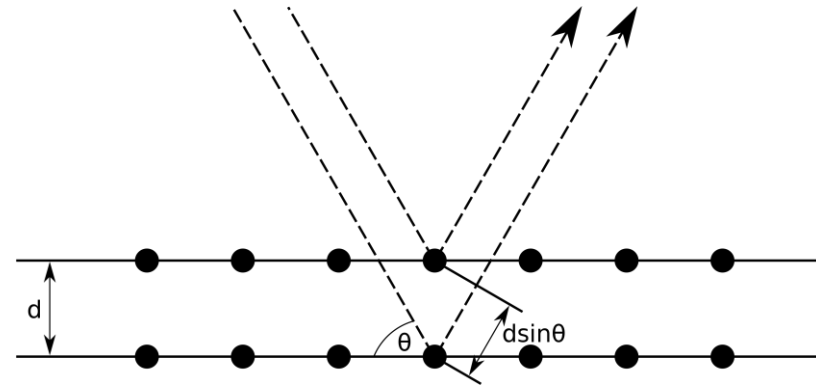


$$L = rp = n\hbar$$

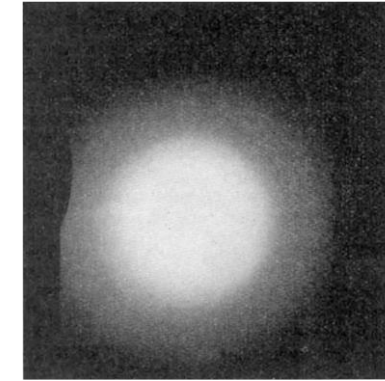


Erwin Schrödinger
1887 ~ 1961
1933 Nobel Prize

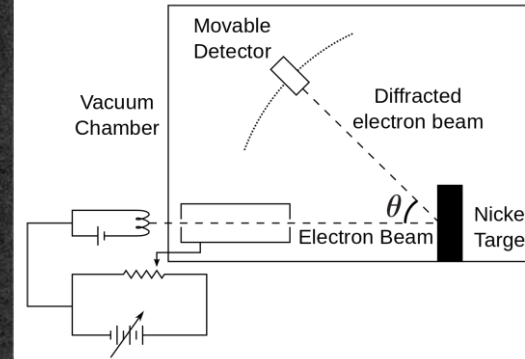
Experimental verification



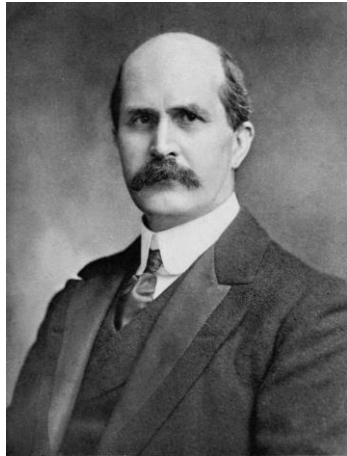
Electron diffraction



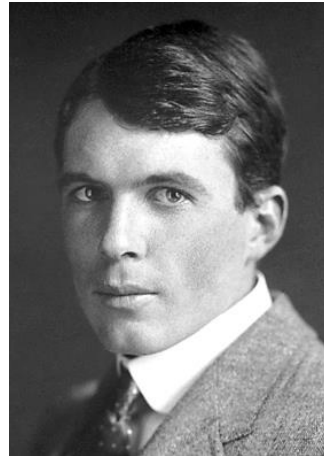
Davisson-Germer experiment



$$n\lambda = d \sin \theta$$



William Henry & Lawrence Bragg
1862 ~ 1942 & 1890 ~ 1971
1915 Nobel Prize



J. J. Thomson
1856 ~ 1940
1906 Nobel Prize



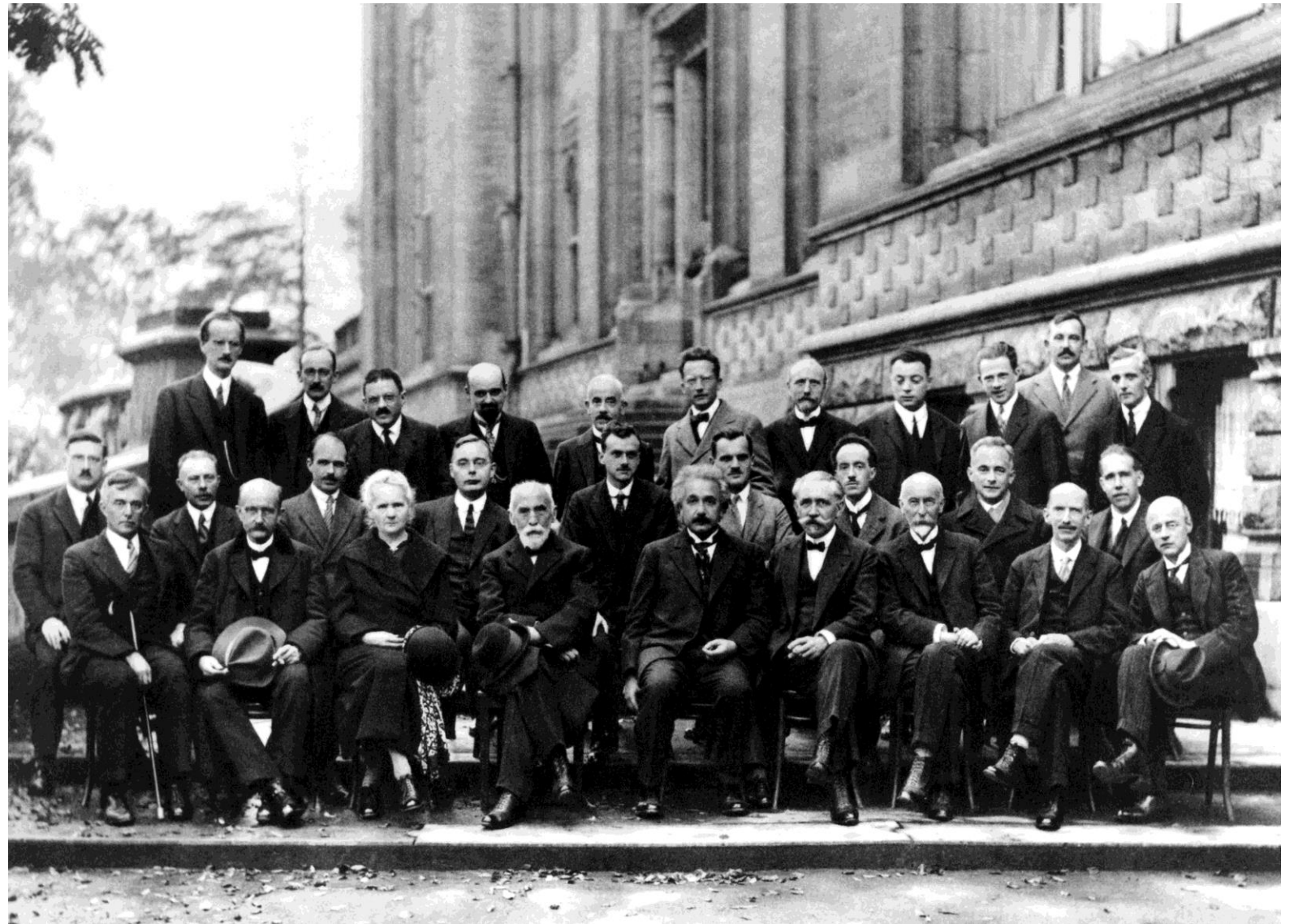
George P. Thomson
1892 ~ 1975
1937 Nobel Prize



C. J. Davisson
1881 ~ 1958
1937 Nobel Prize

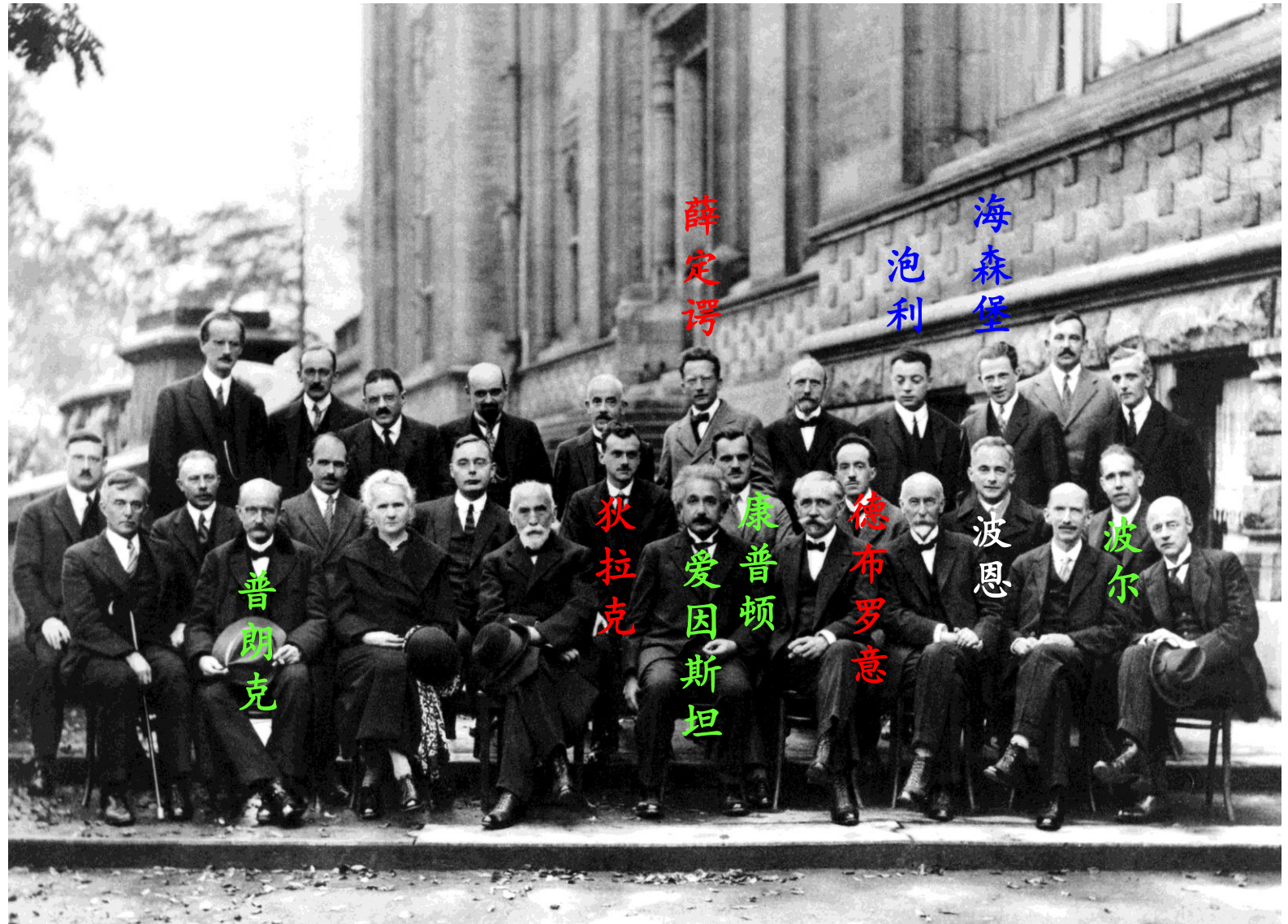
Golden age of physics

国家	人数	国家	人数
	4		2
	4		2
	4		1
	3		1
	3		1
	3		1



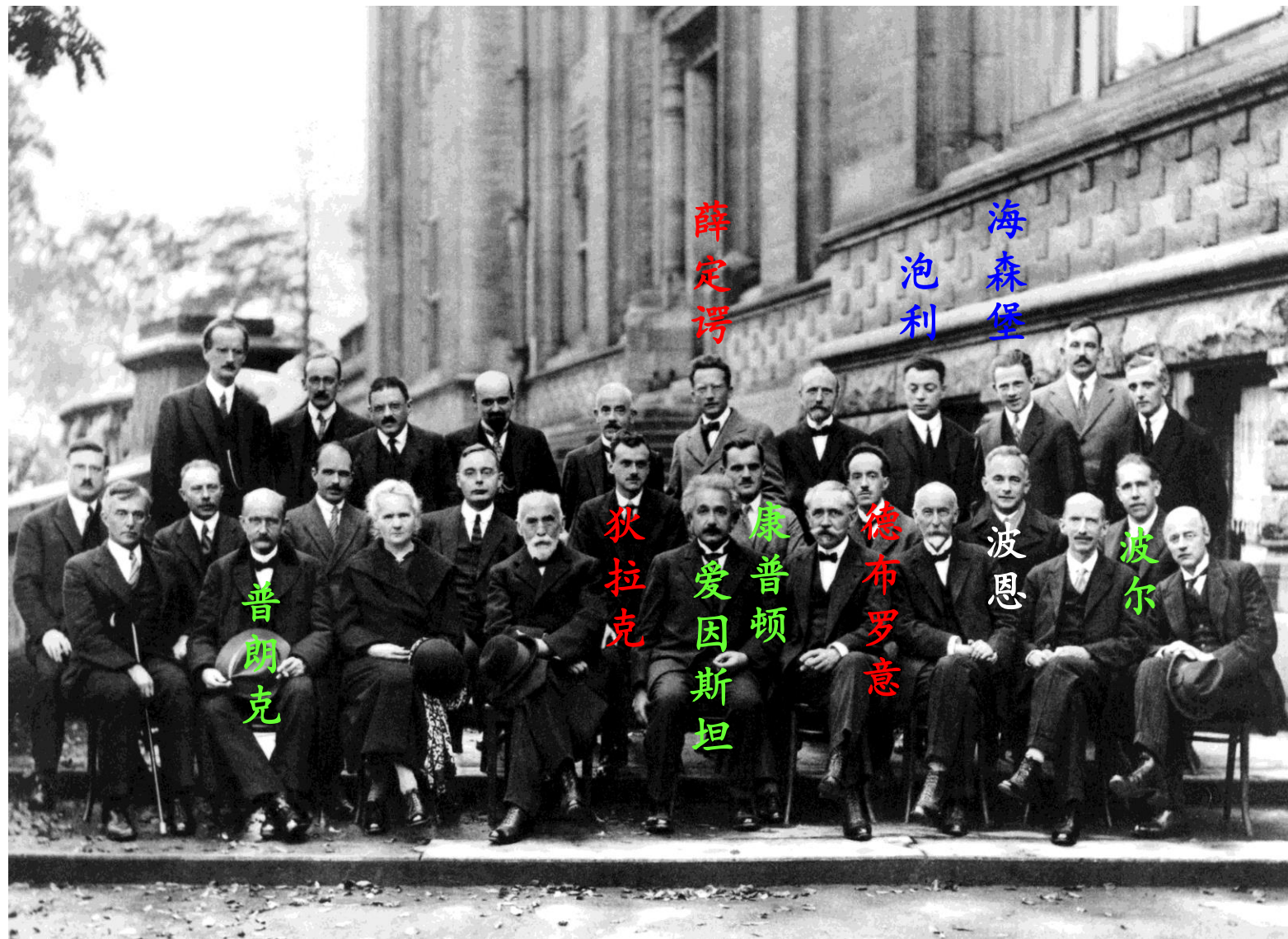
Golden age of physics

- 1900 Planck's Law
- 1905 Einstein's photon
- 1913 Bohr's trilogy
- 1923 Compton scattering
- 1924 de Broglie wave
- 1926 Schrödinger equation
- 1925 Heisenberg's matrix
- 1925 Pauli exclusion
- 1926 Born's interpretation
- 1928 Dirac equation



Golden age of physics

- 1900 Planck's Law
- 1905 Einstein's photon
- 1913 Bohr's trilogy
- 1923 Compton scattering
- 1924 de Broglie wave
- 1926 Schrödinger equation
- 1925 Heisenberg's matrix
- 1925 Pauli exclusion
- 1926 Born's interpretation
- 1928 Dirac equation



讨论题

光子不仅具有确定的能量 $E = h\nu$ ，而且具有动量 p !!!

根据相对论：

$$E = \frac{\mu_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \rightarrow \quad E^2 = m_0^2 c^4 + c^2 p^2$$

于是，对于光子，有 $E = cp$ ，于是：

$$\begin{cases} E = h\nu \\ \mathbf{p} = \frac{E}{c} \mathbf{n} = \frac{h}{\lambda} \mathbf{n} = \hbar \mathbf{k} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \nu = \frac{E}{h} \\ \lambda = \frac{h}{p} ??? \end{cases}$$





第一章作业

- 教材给出的Planck黑体辐射公式的自变量是 ν ，其物理意义是黑体在 ν 到 $\nu + d\nu$ 之间的辐射能量密度；据此推导黑体在 λ 到 $\lambda + d\lambda$ 之间的辐射能量密度。
- 教材第一章习题1.1、1.2、1.3、1.5。

讨论题

1. 利用经典理论和角动量量子化条件推出氢原子轨道半径、能级、和Rydberg常数。
2. Bohr如何利用CP原理推出角动量量子化的？
3. 角动量何德何能，能做普朗克常数的量纲？还是这其中另有隐情？
4. 驻波条件到底是半波长还是波长的整数倍呢？小德的驻波条件是半波长还是波长呢？
5. 小德是从Planck-Einstein关系式直接推出他的波粒二象性关系式的吗？