



**HAL**  
open science

**Reply to the remarks by K. N. Shaposhnikov [Engl.  
transl. of Zh. Russk. Fiz.-Khim. Obshch., Ch. Fiz.  
61(1929)393]**

Sergei Ivanovich Vavilov

► **To cite this version:**

Sergei Ivanovich Vavilov. Reply to the remarks by K. N. Shaposhnikov [Engl. transl. of Zh. Russk. Fiz.-Khim. Obshch., Ch. Fiz. 61(1929)393]. 2017. hal-01631223

**HAL Id: hal-01631223**

**<https://hal.science/hal-01631223v1>**

Preprint submitted on 8 Nov 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

October 2017

Reply to the remarks by K. N. Shaposhnikov  
[Engl. transl. of Zh. Russk. Fiz.-Khim. Obshch.,  
Ch. Fiz. **61**(1929)393]

Sergeĭ Ivanovich Vavilov [24.3.(O.S. 12.3.)1891-25.1.1951]\*  
Institute of Physics and Biophysics, Moscow

Full source details:

С. И. Вавилов [S. I. Vavilov]: Ответ на замечания К. Н. Шапошникова [Otvēt na zamechaniya K. N. Shaposhnikova]/[Reply to the remarks by K. N. Shaposhnikov]. *Журнал Русского Физико-Химического Общества при Ленинградском Университете, Часть Физическая* [Zhurnal Russkogo Fiziko-Khimicheskogo Obshchestva pri Leningradskom Universitete, Chast' Fizicheskaya]/[Journal of the Russian Physico-Chemical Society at Leningrad University, Physical Part], Vol. LXI–1929, No. 4, pp. 393-395. [in Russian]

Translator:

K. Scharnhorst (E-mail: [k.scharnhorst@vu.nl](mailto:k.scharnhorst@vu.nl),  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3355-9663>),  
Vrije Universiteit Amsterdam, Faculty of Sciences, Department of Physics and Astronomy, De Boelelaan 1081, 1081 HV Amsterdam, The Netherlands

---

\*[1], 1987, *Teil [part] 8: Sn-VI*, pp. 5655-5673.

## Contents

<b>English translation of the article (T-1 = P-3)</b>	<b>T-1</b>
<b>Supplementary information</b>	<b>P-7</b>
Translator's notes . . . . .	P-7
Acknowledgements . . . . .	P-7
Literature . . . . .	P-7
Full details of the cited literature . . . . .	P-7
Further references . . . . .	P-8
<b>Facsimile of the original article</b>	<b>P-9</b>

## Reply to the remarks by K. N. Shaposhnikov.<sup>1</sup>

*S. I. Vavilov.*

Concerning my article on the empirical accuracy of the optical superposition principle<sup>2</sup>, K. N. Shaposhnikov considered it necessary to publish remarks apparently directed against this article but in essence having no relation to it at all.

K. N. Shaposhnikov defends the “mechanical” theory of light quanta in which the quanta a cross section of the order  $\lambda^2$  is ascribed to. In my article, purely empirically the question of the effective, i. e. accessible to observation, “impenetrable” dimensions of the quanta is being studied which could be observed through the “self-scattering” of light. I write: “If the effective size of the quanta was of the order of the light wave, we should observe a completely noticeable scattering of light, as can be calculated easily, when two bundles from the most modest light sources intersect. This is not so and, therefore, in reality the magnitude of such a quantity in any case has to be physically small or has a formal, symbolic character”. K. N. Shaposhnikov saw in this phrase, cited by him without the last sentence, a criticism of his “mechanical theory”. In fact this phrase only contains the empirical finding that an effective dimension of quanta of the order  $\lambda$  is not being observed, which, K. N. Shaposhnikov, as I hope, will not deny. In my article, confining myself to the empirical side of the question I have deliberately not dealt with the manifold hypotheses concerning light quanta known to me, among them also the hypotheses of K. N. Shaposhnikov. I completely understand that in these or those theoretical constructions it is reasonable to ascribe to quanta sections of the order  $\lambda^2$ , however, this section will either necessarily be conditional or inaccessible to any direct observation. In empirical respect one could speak of quanta of the size  $\lambda$  only in that sense that the determination of the coordinates of the quanta to an accuracy better than the wavelength is impossible by virtue of the limited resolution capability of optical devices. From this discussion it is evident that the subject of the remarks of K. N. Shaposhnikov and the theme of my article do not coincide.

394

---

<sup>1</sup> К. Шапошников [K. Shaposhnikov]. Ж. Р. Ф.-Х. О., ч. физич. [Zh. R. F.-Kh. O., ch. fizich.] 61, 215, 1929.

<sup>2</sup> С. И. Вавилов [S. I. Vavilov]. Ж. Р. Ф.-Х. О., ч. физич. [Zh. R. F.-Kh. O., ch. fizich.] 60, 555, 1928.

K. N. Shaposhnikov believes that the superposition principle “is extremely easily reconciled with the mechanical (corpuscular) theory of light”. In my article which has a purely empirical character, naturally I have not dealt with this question but here I am allowing myself to make some remarks concerning the deliberations of K. N. Shaposhnikov. For reconciling superposition and corpuscles K. N. Shaposhnikov reproduces a part of his work published some years ago.<sup>1</sup> Precisely from the equations of energy and momentum conservation (at the speed of light) follows that in the general case the superposition principle is ... being violated. For the salvation of the superposition one has to assume that the quanta either are completely penetrable for each other, or in collisions they exchange frequencies and directions. Such *ad hoc* hypotheses hardly represent an “easy” way of reconciling the fact of the superposition and the corpuscular hypothesis and is it not easier to simply ascribe to quanta vanishing small dimensions in order to prevent collisions? To K. N. Shaposhnikov it appears to be “strange and not understandable” why I “contrast the developed wave theory with the primitive corpuscular idea and do not say anything about the more or less developed corpuscular theory”. I did not apply such a contrast in view, I reminded the reader of the old corpuscular ideas in historical respect only, and further then dealt in §1 of my article with the modern state of understanding of light corpuscles.

In passing it should be mentioned that for reconciling superposition and corpuscles K. N. Shaposhnikov better should have relied on “primitive” representations than on the “mechanical theory”. Indeed, if one assumes that the masses of the corpuscles do not change in collisions and the velocity is preserved, then from the laws of energy and momentum conservation completely uniquely the mutual penetrability of the quanta will follow, i.e. the superposition, or vanishing small effective dimensions of the quanta. Authors in the past did not draw this conclusion for the reason alone that they assumed a change in the velocities.

“Easily reconciling” corpuscles and superposition, K. N. Shaposhnikov writes: “As the above considerations are completely independent of the dimensions of the quanta of light, reasoning about the latter cannot be performed from out the superposition principle”. Indeed, the effective dimensions of the quanta which I only talked about in my article can be estimated from the rate of the violation of the superposition only.

K. N. Shaposhnikov writes that I “consider the superposition as an empirical fact”. I am allowing myself to mention that the aim of my article consisted in establishing limits for the empirical accuracy of the principle, which I indeed did. In principle, in the theory of light quanta the superposition should be violated

---

<sup>1</sup> K. Schaposchnikov. ZS. f. Phys. **33**, 706, 1925.

as a consequence of the gravitational deflection of one quantum in the field of the other (if there are not any further causes for aggravating this deflection). Of course, this deflection should be negligibly small what, however, does not deprive it from its significance in principle. <sup>1</sup>

The objections of K. N. Shaposhnikov finish with the phrase: “The mechanical theory demands that the linear extensions of the cross section of the quanta should be of the order of the wave length. As we have convinced ourselves, this idea spelled out by many sufficiently competent authors cannot, under no circumstances, be undermined by the critical remarks by Prof. Vavilov”. Once again I repeat that I did not intend to criticize this idea, what concerns the competence of authors defending it one should remind oneself that the “primitive” corpuscular theory has been defended by the no less competent Newton, Laplace, Poisson, and Bio, and the wave theory by Huygens, Fresnel, and many others.

Moscow

Institute of Physics and Biophysics

(Received at the Redaction on June 10, 1929)

---

<sup>1</sup> I am indebted to Ya. I. Frenkel for this remark.

- P-6 -

blank page

## Supplementary information

### Translator's notes:

1. Given the copyright situation in the Soviet Union at the time of publication (1929) of the original article it seems reasonable to assume that the article is in the public domain.
2. The numbers on the right margin refer to the page numbers of the original article. A facsimile of the original article is appended (see p. P-9).
3. The English translation of the quotes from the preceding articles by Vavilov himself (Zh. Russk. Fiz.-Khim. Obshch., Ch. Fiz. **60**(1928)555) and by Shaposhnikov (Zh. Russk. Fiz.-Khim. Obshch., Ch. Fiz. **61**(1929)215) are taken from their respective English translations (see subsection: Full details of the cited literature, below).
4. On p. 394 [T-2], in footnote 1 the name: Schaposchnikov, should read correctly: Schaposchnikow.

### Acknowledgements

I am indebted to T. B. Avrutskaya (museum cabinet of academician N. I. Vavilov, Vavilov Inst. General Genetics, Moscow) and M. S. Aksent'eva (redaction of the journal Usp. Fiz. Nauk, Moscow) for their invaluable help in exploring the copyright situation of the original Russian article.

### Literature

[For references in Cyrillic letters, we apply the (new) *Mathematical Reviews* transliteration (transcription) scheme (to be found at the end of index issues of *Mathematical Reviews*).]

### Full details of the cited literature:

С. И. Вавилов [S. I. Vavilov]: Замечания об эмпирической точности оптического принципа суперпозиции [Zamechaniya ob èmpiricheskoy tochnosti opticheskogo printsipa superpozitsii]. *Журнал Русского Физико-Химического Общества при*



*Ленинградском Университете, Часть Физическая [Zhurnal Russkogo Fiziko-Khimicheskogo Obshchestva pri Leningradskom Universitete, Chast' Fizicheskaya]* **60**:6(1928)555-563. [in Russian, German summary] Reprinted in (changed footnote numbering, German summary omitted): [2], item 24, pp. 234-241. English translation: S. I. Vavilov: *Remarks on the empirical accuracy of the optical superposition principle [Engl. transl. of Zh. Russk. Fiz.-Khim. Obshch., Ch. Fiz. 60(1928)555]*. 27 pages, translator: K. Scharnhorst (Vrije Universiteit Amsterdam). [arXiv:1708.06817](https://arxiv.org/abs/1708.06817) [<https://arxiv.org/abs/1708.06817>], [hal-01599214](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01599214) [<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01599214>], 2017.

K. Scharposchnikow: Über Zusammenstöße von Lichtquanten [On collisions of light quanta]. *Zeitschrift für Physik* **33**:1(1925)706-709 (DOI: [10.1007/BF01328356](https://doi.org/10.1007/BF01328356)). [in German]

К. Шапошников [K. Shaposhnikov]: По поводу статьи С. И. Вавилова: «Замечания об эмпирической точности оптического принципа суперпозиции» [Po povodu stat'i S. I. Vavilova: «Zamechaniya ob èmpiricheskoi tochnosti opticheskogo printsipa superpozitsii»] *Журнал Русского Физико-Химического Общества при Ленинградском Университете, Часть Физическая [Zhurnal Russkogo Fiziko-Khimicheskogo Obshchestva pri Leningradskom Universitete, Chast' Fizicheskaya]* **61**:3(1929)215-217. [in Russian] English translation: K. Shaposhnikov: *On the article by S. I. Vavilov: "Remarks on the empirical accuracy of the optical superposition principle" [Engl. transl. of Zh. Russk. Fiz.-Khim. Obshch., Ch. Fiz. 61(1929)215]*. 11 pages, translator: K. Scharnhorst (Vrije Universiteit Amsterdam). [hal-01620890](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01620890) [<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01620890>], 2017.

#### Further references:

- [1] J. C. Poggendorff: *Biographisch-Literarisches Handwörterbuch der exakten Wissenschaften. Band VIIb, Berichtsjahre 1932 bis 1962*. In 9 Teilen. Akademie-Verlag, Berlin, 1967-1992.
- [2] С. И. Вавилов [S. I. Vavilov]: *Собрание сочинений. Том I - Работы по физике 1914-1936 [Sobranie sochineniy. Tom I - Raboty po fizike 1914-1936]*. Издательство Академии наук СССР [Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR]/[Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR], Moscow, 1954 (The book is freely available online at the following site of the Russian Academy of Sciences: <http://nasledie.enip.ras.ru/ras/view/publication/general.html?id=43932907>).

ОТВЕТ НА ЗАМЕЧАНИЯ К. Н. ШАПОШНИКОВА <sup>1</sup>.*С. И. Вавилов.*

По поводу моей статьи об эмпирической точности оптического принципа суперпозиции <sup>2</sup> К. Н. Шапошников счел нужным опубликовать замечания, с внешней стороны направленные против этой статьи, но по сути дела не имеющие к ней отношения.

К. Н. Шапошников защищает «механическую» теорию световых квантов, в которой кванту приписывается поперечное сечение порядка  $\lambda^2$ . В моей же статье чисто эмпирически разбирается вопрос об эффективных, т. е. доступных наблюдению, «непроницаемых» размерах кванта, которые могли бы обнаружиться «саморассеянием» света. Я пишу: «Если бы эффективные размеры кванта были порядка световой волны, то при самых скромных источниках света, как легко рассчитать, мы должны бы наблюдать вполне заметное рассеяние света при пересечении двух пучков. Этого нет, и, следовательно, размеры такой величины во всяком случае физически мало реальны, или имеют условный, символический характер». К. Н. Шапошников увидал в этой фразе, цитируемой им без последнего предложения, критику своей «механической теории». В действительности эта фраза содержит только эмпирическое утверждение в том, что эффективные размеры кванта порядка  $\lambda$  не наблюдаются, чего, надеюсь, К. Н. Шапошников отрицать не будет. Я намеренно не касался в моей статье многочисленных известных мне гипотез о световых квантах, в том числе и гипотезы К. Н. Шапошникова, ограничившись только эмпирической стороной дела. Вполне допускаю, что в тех или иных теоретических построениях целесообразно приписать кванту сечение порядка  $\lambda^2$ , это сечение будет, однако, неизбежно условным, ибо недоступно непосредственному наблюдению. В эмпирическом отношении о квантах размеров  $\lambda$  позволительно говорить только в том смысле, что определение координат кванта неосуществимо точнее, чем до длины волны, в силу ограниченности разрешающей способности оптических приборов. Из сказанного видно, что

<sup>1</sup> К. Шапошников. Ж. Р. Ф.-Х. О., ч. физич. 61, 215, 1929.

<sup>2</sup> С. И. Вавилов. Ж. Р. Ф.-Х. О., ч. физич. 60, 555, 1928.

предмет замечаний К. Н. Шапошникова и тема моей статьи не совпадают.

К. Н. Шапошников полагает, что принцип суперпозиции «чрезвычайно легко примиряется с механической (корпускулярной) теорией света». В моей статье, носившей чисто эмпирический характер, я, естественно, не касался этого вопроса, но здесь позволю себе сделать некоторые замечания по поводу рассуждений К. Н. Шапошникова. Для примирения суперпозиции и корпускул К. Н. Шапошников воспроизводит часть рассуждений своей работы, напечатанной несколько лет тому назад.<sup>1</sup> Именно из уравнений сохранения энергии и импульса (при условии скорости света) выводится, что в общем случае принцип суперпозиции... нарушается. Для спасения суперпозиции приходится предположить, что либо кванты вполне проникаемы друг для друга, либо они обмениваются частотами и направлениями при соударении. Такие гипотезы *ad hoc* едва ли являются «легким» способом примерения факта суперпозиции и гипотезы корпускул, и не проще ли просто приписать квантам исчезающе малые размеры во избежание соударений? К. Н. Шапошникову кажется «странным и непонятным», почему я «противополагаю разработанной волновой теории примитивные корпускулярные представления и ничего не говорю о более или менее разработанной корпускулярной теории». Такого противопоставления я не делал, упомянул о старых корпускулярных воззрениях только в историческом аспекте, а в дальнейшем коротко коснулся в § 1 моей статьи современного состояния учения о световых корпускулах.

Должен заметить впрочем, что для примирения суперпозиции и корпускул К. Н. Шапошникову выгоднее было бы воспользоваться «примитивными» представлениями, чем «механической теорией». В самом деле, если предположить, что массы корпускул при ударе не меняются, и скорость сохраняется, то из законов сохранения энергии и импульса будет следовать вполне однозначно взаимная проникаемость квантов, т. е. суперпозиция, или исчезающе малые эффективные размеры кванта. Старинные авторы не делали этого вывода только потому, что предполагали изменение скоростей.

«Легко примирив» корпускулы и суперпозицию, К. Н. Шапошников пишет: «так как предыдущие соображения совершенно не связаны с размерами кванта света, то о последних нельзя судить с точки зрения принципа суперпозиции». В действительности об эффективных размерах квантов, о которых я лишь и говорил в моей статье, можно судить только по степени нарушения суперпозиции.

К. Н. Шапошников пишет, что я «считаю суперпозицию эмпири-

<sup>1</sup> К. Scharoschnikov. ZS. f. Phys. 33, 706, 1925.

ческим фактом». Позволю себе заметить, что цель моей статьи была в установлении пределов эмпирической точности принципа, что я и выполнил. Принципиально в теории световых квантов суперпозиция должна нарушаться вследствие гравитационного отклонения одного кванта в поле других (если нет еще других причин, усугубляющих это отклонение). Разумеется, это отклонение должно быть ничтожно малым, что не лишает его принципиального значения.<sup>1</sup>

Возражения К. Н. Шапошникова кончаются фразой: «механическая теория требует, чтобы линейные размеры поперечного сечения кванта были бы порядка длины волны. Эта идея, высказанная многими в достаточной мере компетентными авторами, ни в коем случае, как мы убедились, не может быть поколеблена критическими замечаниями проф. Вавилова». Еще раз повторяю, что критиковать эту идею я не намеревался, что же касается компетентности авторов, ее защищавших, то должен напомнить, что «примитивная» корпускулярная теория защищалась не менее компетентными Ньютоном, Лапласом, Пуассоном и Био, а волновая теория Гюйгенсом, Френелем и многими другими.

Москва.

Институт физики и биофизики.

(Поступило в Редакцию 10 июня 1929 г.)

---

<sup>1</sup> Этим замечанием я обязан Я. И. Френкелю.