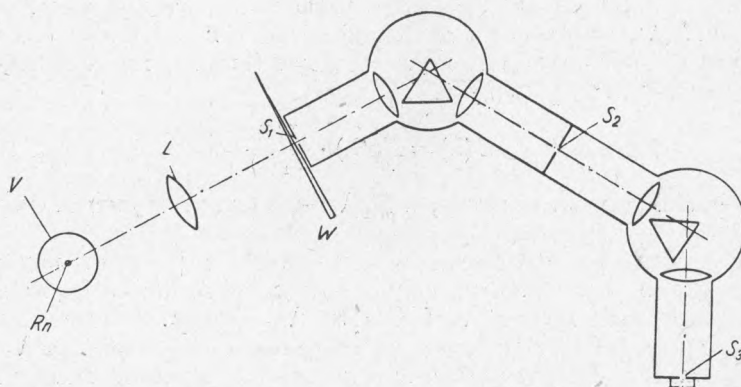


П. А. ЧЕРЕНКОВ

**СПЕКТР СВЕЧЕНИЯ, ВЫЗЫВАЕМОГО БЫСТРЫМИ
ЭЛЕКТРОНАМИ**

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 21 VII 1938)

1. Уже в самой первоначальной стадии ⁽¹⁾ изучения свечения чистых жидкостей, вызываемого быстрыми электронами, нами было найдено, что энергия этого излучения возрастает в сторону коротких длин волн. В более



Фиг. 1.

поздних опытах ⁽²⁾ была сделана приближенная оценка относительных энергий, излучаемых в некотором небольшом интервале длин волн, для участков спектра, лежащих около $\lambda = 444 \text{ м}\mu$ и $\lambda = 522 \text{ м}\mu$, причем оказалось, что в первом случае ($\lambda = 444 \text{ м}\mu$) измеренная интенсивность свечения в 1.5—2 раза больше, чем во втором ($\lambda = 522 \text{ м}\mu$).

Для сравнения с выводами теории ⁽³⁾ представляет существенный интерес более детальное экспериментальное выяснение зависимости излучаемой энергии от длины волны.

2. Наблюдения производились в видимой части спектра с помощью двойного стеклянного монохроматора. На расстоянии 45 см от входной щели этого монохроматора (фиг. 1) находился тонкостенный стеклянный сосуд V для жидкости, имеющий форму цилиндра размерами 3 см (диаметр) и 4.5 см (высота). Источником быстрых электронов служила стеклянная трубочка с эманацией радия, помещенная на тонкой проволоке внутри

сосуда V , вдоль его оси. Диаметр этой трубки равнялся 2 мм; толщина стенок около 0.1 мм. Количество эманации в различных сериях опытов колебалось от 100 до 280 мС. Чтобы устранить свечение стекла трубки, ее наружная поверхность была посеребрена. При таких условиях свечение жидкости, находящейся в сосуде V , вызывалось главным образом β -лучами радия ($B+C$), и только незначительная часть этого свечения возникала за счет электронов отдачи, образующихся при комптоновском рассеянии γ -лучей.

Посредством линзы L светящийся объем жидкости, имеющий форму вертикально расположенного цилиндрического столбика (диаметром 8—10 мм), проектировался в натуральную величину на входную щель S_1 монохроматора. Щелью S_2 выделялась нужная область спектра; глаз наблюдателя располагался непосредственно за выходной щелью S_3 . Все измерения производились по методу гашения⁽⁴⁾. Нейтрально серый фильтр, которым свет ослаблялся до порога зрительного раздражения глаза, помещался перед входной щелью S_1 . Передвижение этого клина в процессе измерений производилось ассистентом.

Источником света с известным спектральным распределением энергии служила лампа Гефнера, яркость которой измерялась также по порогу зрения. При этих измерениях лампой Гефнера освещалась не непосредственно входная щель монохроматора, а пластинка, покрытая окисью магния, помещаемая на место сосуда V . Все остальные условия опыта были те же, что и при измерениях свечения, вызываемого быстрыми электронами.

В виду того, что яркость $I(\lambda)$, наблюдаемая при измерениях по методу гашения, пропорциональна произведению чувствительности глаза $f(\lambda)$ на энергию $E(\lambda)$, излучаемую источником света в заданной области спектра, энергия рассматриваемого нами свечения (для той же области спектра) будет определяться выражением

$$E(\lambda) = E_1(\lambda) \cdot \frac{I(\lambda)}{I_1(\lambda)} \quad (1)$$

где $I(\lambda)$ — наблюдаемая яркость, а $E_1(\lambda)$ — энергия излучения лампы Гефнера.

3. Измерения яркости свечения под действием β -частиц радия ($B+C$) произведены для бензола. Выпущено (в различные дни) 3 серии наблюдений в интервале длин волн от $\lambda = 430$ м μ до $\lambda = 600$ м μ . Для свечения лампы Гефнера сделано также три серии наблюдений в интервале от $\lambda = 440$ м μ до $\lambda = 620$ м μ . Результаты каждой трех серий в отдельности как в случае свечения бензола, так и для свечения лампы Гефнера оказались совпадающими. Ширина щелей монохроматора в зависимости от количества эманации радия бралась равной либо 0.3 мм, либо 0.5 мм. Соответствующая ширина пропускаемого спектрального интервала, в первом случае составляла 27 Å для средней длины волны 440 м μ и 90 Å при средней длине волны 600 м μ . Во втором случае (щель в 0.5 мм) ширина пропускаемой области спектра увеличивалась до 45 и 150 Å соответственно. Как показали измерения, изменение ширины щелей от 0.3 до 0.5 мм на окончательных результатах заметным образом не сказывалось. Числовые результаты измерений, приведенные к одинаковому количеству эманации и одной и той же ширине щели, даны в табл. 1 и 2 (первые три строчки).

Средние результаты каждой из этих таблиц представлены графически на фиг. 2. Кривая a этой фигуры соответствует свечению бензола, кривая b — свечению лампы Гефнера. Используя данные А. Р. Pearson и В. Pleasance⁽⁵⁾ о спектральном распределении энергии в пламени свечи Гефнера, по точкам этих кривых на основании формулы (1) можно вычислить значения $E(\lambda)$. Эти значения (в относительных единицах) приведены в пятой

Таблица 1
Свечение бензола под действием β -лучей

Длина волны (в м μ)		430	440	460	480	500	520	540	550	560	580	600
Наблюдаемая яркость (в относит. единицах)	1-я серия набл.	8.5	15.5	37.5	46.5	75.5	66.0	—	40	—	11.5	—
	2-я » »	—	19.2	37.8	61.6	72.2	70.0	51.8	—	33.6	12.9	—
	3-я » »	—	14.8	38.3	54.0	77.9	81.9	48.2	—	24.8	11.0	2.5
Среднее [$I(\lambda)$]		8.5	16.5	37.9	54.0	75.2	72.6	50.0	40	29.2	11.8	2.5
$E(\lambda) = E_1(\lambda) \frac{I(\lambda)}{I_1(\lambda)}$		—	68.1	55.0	50.2	42.3	40.5	33.0	—	31.5	32.6	25.5
$\frac{1}{\lambda^3} \cdot 10^{11}$		—	1.175	1.026	0.9	0.8	0.704	0.633	—	0.568	0.51	0.463

Таблица 2
Свечение лампы Гефнера

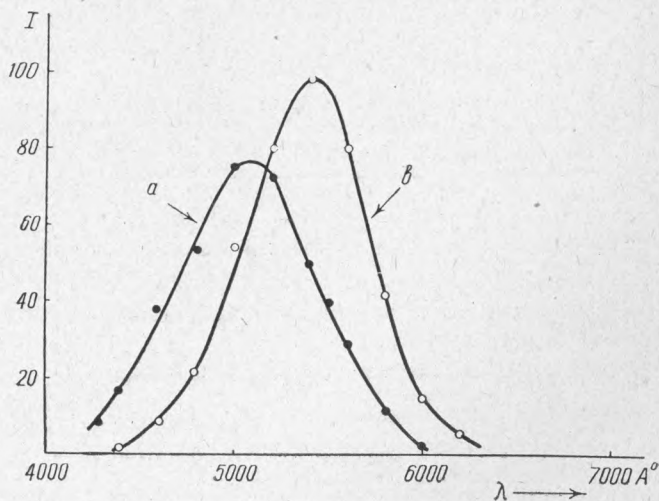
Длина волны (в м μ)		440	460	480	500	520	540	560	580	600	620
Наблюдаемая яркость (в относит. единицах)	1-я серия набл.	—	9.8	23.8	72.6	73.6	84.4	—	47.4	15.4	5.8
	2-я » »	1.82	8.5	20.8	43.8	77.5	102.5	87.5	44.5	15.8	6.1
	3-я » »	1.62	7.2	19.4	47.0	89.8	108.0	73.0	36.0	13.8	5.2
Среднее [$I_1(\lambda)$]		1.72	8.5	21.3	54.4	80.3	98.3	80.3	42.6	15.0	5.7
$E_1(\lambda)$ (по данным Pearson и Pleasance)		7.1 (экст. рапол.)	12.3	19.9	30.5	44.4	64.9	86.5	117.6	152.6	—

строке табл. 1. Цифры этой строки показывают, что энергия свечения, вызываемого в бензоле быстрыми электронами, монотонно возрастает в сторону коротких длин волн. Исключение, которое представляет значение $E(\lambda)$ для $\lambda = 580$ м μ , лежит в пределах ошибок опыта.

В теории Тамма и Франка⁽³⁾ энергия излучения одного электрона в рассматриваемом явлении пропорциональна выражению

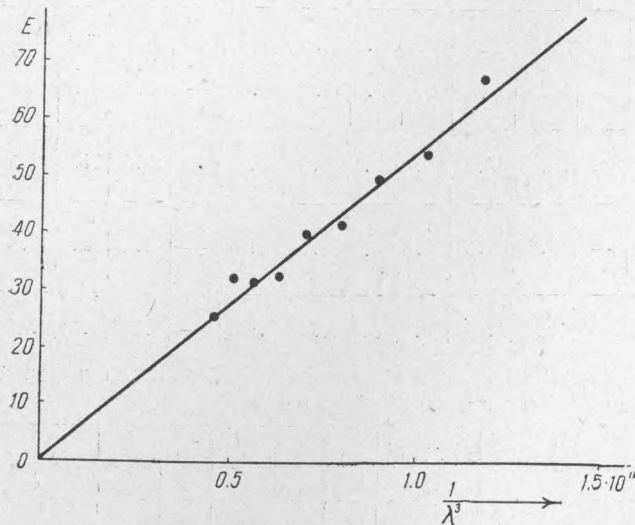
$$\int \nu d\nu \left(1 - \frac{1}{\beta^2 n^2}\right).$$

Так как в рассматриваемой нами области спектра показатель преломления n можно считать не зависящим от длины волны, из последнего выражения следует, что энергия излучения должна изме-

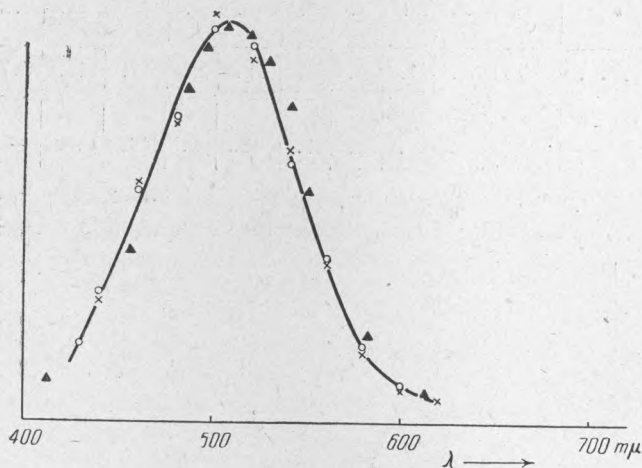


Фиг. 2.

няться пропорционально $\frac{1}{\lambda^3}$. График фиг. 3. показывает, что требуемая теорией Тамма-Франка линейная зависимость между $E(\lambda)$ и $\frac{1}{\lambda^3}$ действительно выполняется.



Фиг. 3.



Фиг. 4.—Кривая видимости глаза при сумеречном зрении.

Если данные табл. 1 и 2 пересчитать на спектр с равномерным распределением энергии (с учетом дисперсии монохроматора), то как побочный результат наших измерений можно получить кривую спектральной чувствительности глаза (автора) для сумеречного зрения. Эта кривая приведена на фиг. 4. Кресты на этой кривой соответствуют наблюдениям с лампой Гейнера, кружки — наблюдениям со свечением бензола под действием β -частиц, причем в последнем случае принято, что энергия излучения изменяется обратно пропорционально третьей степени длины волны. Незначительное расхождение кривой чувствительности глаза автора с результатами других измерений⁽⁶⁾ (результаты этих измерений изображены на графике треугольниками) может быть

объяснено индивидуальными особенностями глаза у различных наблюдателей.

Физический институт имени П. Н. Лебедева.
Академия Наук СССР.
Москва.

Поступило
2 VIII 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. А. Черенков, ДАН, II, 8, 451 (1934). ² П. А. Черенков, Изв. Академии Наук СССР, ИМЕН, серия физич., № 4—5, 455 (1937). ³ И. Е. Тамм и И. М. Франк, ДАН, XIV, 3, 107 (1937). ⁴ Е. М. Брумберг и С. И. Вавилов, ДАН, III, 6, 405 (1934). ⁵ A. R. Pearson and B. Pleasance, Proc. Phys. Soc., 47, 1032 (1935). ⁶ Selig Hecht, Journ. Opt. Soc. of America, v. 9, 3, 211 (1924).