

И. Л. РОЙХ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СЧЕТЧИКА ФОТОНОВ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 3 VII 1939)

В тех исследованиях, где приходится иметь дело со слабыми интенсивностями света, счетчик фотонов может послужить в качестве важного, а иногда единственного инструмента для измерений; в особенности это относится к такого рода световым явлениям, для исследования которых затруднительно применить фотографический метод. Сюда относятся, например, исследования митогенетического излучения люминесценции кристаллов, излучения при химических реакциях и пр.

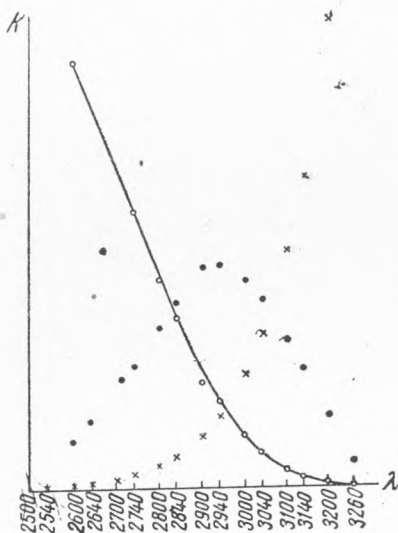
Указанные исследования требуют знания: 1) распределения спектральной чувствительности, 2) абсолютной чувствительности.

Нами производилось определение спектральной чувствительности платино-водородного счетчика фотонов. Для этой цели было использовано черное тело, излучение которого попадало в кварцевый монохроматор и оттуда на счетчик⁽¹⁾. Производились измерения числа импульсов счетчика, как функция от длины волны при постоянной температуре печи. На фиг. 1 черные кружочки соответствуют тем данным, которые были получены указанным способом. На основании закона черного излучения для каждой длины волны известно число световых квантов, испускаемых печью; это дает возможность непосредственно определить спектральную чувствительность счетчика.

На фиг. 1 крестиками обозначены данные, отвечающие теоретической изотерме для измеряемой температуры, полученные из формулы для интенсивности излучения черного тела:

$$E_{\lambda T} = \frac{c_1}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1}$$

Делением экспериментальных значений на соответствующие значения теоретической изотермы получаем кривую спектральной чувствительности (кружочки).



Фиг. 1

Весьма интересно определить чувствительность счетчика в абсолютных единицах. Обычно предлагаемый метод состоит в том, что интенсивность света, измеряемую термоэлементом, ослабляют в такой мере, чтобы она оказалась доступной измерению с помощью счетчика фотонов. Вследствие высокой чувствительности счетчиков приходится сильно ослаблять интенсивность света (10^5 — 10^8 раз), что сопровождается значительными погрешностями.

К этому следует прибавить погрешности, получающиеся при измерении ультрафиолетового излучения термоэлементом.

Предлагаемый нами метод состоит в том, что в качестве источника света пользуются черным телом, энергия излучения которого может быть применена для определения абсолютной чувствительности счетчика. Ранее нами была указана возможность точного измерения весьма слабого ультрафиолетового излучения черного тела в температурном интервале 1513—1753°K. Было показано, что радиация нашего источника следует законам черного излучения. Указанное обстоятельство дает возможность применить этот же источник для абсолютных измерений и расчета числа световых квантов определенной длины волны, излучавшихся нашим черным телом.

В качестве задачи ставилось определение абсолютной чувствительности платино-водородного счетчика фотонов. На щель кварцевого монохроматора попадало определенное количество энергии черного излучения. После соответствующего спектрального разложения избиралась определенная длина волны. Световой пучок концентрировался на счетчик, и производилось точное измерение числа импульсов. Специальной установкой с помощью второго кварцевого монохроматора определялось поглощение первого.

Расчеты произведены на следующем основании. Известно, что количество излучаемой черным телом энергии

$$G = E_{\lambda,T} d\lambda df d\omega dt,$$

где: $E_{\lambda,T}$ — интенсивность излучения черного тела, $d\lambda$ — интервал длин волн, df — площадь отверстия черного тела, $d\omega$ — телесный угол, dt — время.

Результаты измерения показывают, что при температуре 1753° и длине волны 3000 Å счетчик фотонов зарегистрировал 63 импульса в минуту.

Для вычисления предельной чувствительности мы должны учесть число темновых импульсов. В среднем за весь период работы число темновых импульсов составляло 2.1 в минуту.

Таким образом можно с уверенностью измерять световой поток, вырывающий 0.5 фотоэлектрона в 1 минуту.

Для измерения столь слабой радиации нужно производить измерения не менее определенного количества времени.

Допустим, что n — количество темновых импульсов и t — время в минутах; тогда можно еще наблюдать количество импульсов в минуту m неизвестной интенсивности света, если, учитывая статистику ⁽²⁾ колебаний, осуществляется зависимость

$$\sqrt{tn} \leq tm - |\sqrt{t(m+n)}|;$$

таким образом, подставив вместо n 2.1, вместо m 0.5, найдем, что $t = 36$ минутам.

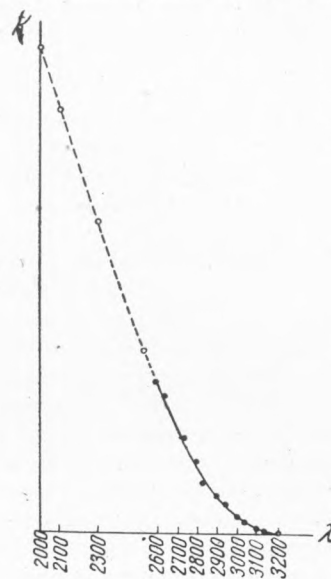
Отсюда находим предельную чувствительность платино-водородного счетчика фотонов, в данном случае для 3000 Å это составит $128 \frac{\text{квант}}{\text{см}^2/\text{сек}}$.

Имея кривую спектральной чувствительности, можно вычислить предельную чувствительность и для других длин волн (фиг. 2).

Мы вычислили чувствительность для 3200, 3140, 3100, 2800, 2640 и 2600 Å. Для вычисления чувствительности ниже 2600 Å мы исходили из вероятного дальнейшего хода кривой спектральной чувствительности

Таблица 1

| Å | Квант см ² /сек |
|-------|-------------------------------|
| 3 200 | 1 979 |
| 3 140 | 641 |
| 3 100 | 334 |
| 3 000 | 128 |
| 2 640 | 14.3 |
| 2 540 | 10.3 |
| 2 300 | 5.4 |
| 2 100 | 4 |
| 2 000 | 3 |



Фиг. 2

(на фиг. 2 показана кривая спектральной чувствительности, а пунктиром вероятный ход ниже 2600 Å).

На основании этой части кривой была вычислена предельная чувствительность счетчика для 2540, 2300, 2100 и 2000 Å. Полученные значения сведены в табл. 1.

Кафедра физики
Одесского индустриального института

Поступило
4 VII 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ I. L. Roich, Sow. Phys., 13, 11 (1938). ² B. Sturm, ZS f. Phys., 94, 85 (1935).