

УДК 530.145

М.С. Кушпанов, Р.М. Рахматуллаев, К. М. Оспанов, А.Б. Мурзабаев
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, @mail.ru)

ЭМПИРИЧЕСКАЯ ПОСТОЯННАЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФОРМЫ ЗАКОНА СМЕЩЕНИЯ –
СОЧЕТАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ КОНСТАНТ

Аннотация. Рассматриваются возможности представления эмпирической постоянной закона Вина через сочетание известных фундаментальных констант в формах, приводящих практически к одинаковому результату.

Ключевые слова: Законы смещения, известные константы, тепловое излучение, средняя энергия классического осциллятора, спектральная плотность энергетической светимости чёрного тела.

В работе [1] преобразованием закона смещения Вина получено соотношение:

$$\frac{\lambda_{\max}}{c} kT = \frac{b}{c} = X_1 \quad (1)$$

где c – скорость света; k - постоянная Больцмана; b - постоянная Вина; X_1 - новая постоянная, имеющая размерность действия.

В этой связи поставлен вопрос: «Можно ли из известных нам констант образовать величину, имеющую размерность действия?», на который авторами дается практически отрицательный ответ.

Между тем, на наш взгляд, одно из решений упомянутой задачи о X_1 , а также представление постоянную закона смещения теплового излучения b через известные константы, может быть получены если учесть то, что в выражении (1) произведение kT представляет собою среднюю энергию классического осциллятора, т.е. $kT = \langle \epsilon_{кл} \rangle$, в то время как, согласно гипотезе Планка, средняя энергия которых [2]

$$\langle \epsilon_{кл} \rangle = \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1} \quad (2)$$

При замене на выражение (1) приобретает вид:

$$\frac{\lambda_{\max}}{c} \cdot \frac{h \cdot c}{\lambda_{\max} \cdot kT} = X_2 \quad (3)$$

где X_2 – новая постоянная, имеющая такую же размерность что и X_1 .

Вычисление (3), с учетом того, что

$$\frac{hc}{\lambda_{\max} \cdot kT} = 4,9635393$$

дает следующее выражение для X_2 :

$$X_2 = 0,9634\alpha \cdot h, \quad (4)$$

где $\alpha = 7,29735... \cdot 10^{-3}$ – постоянная тонкой структуры

Определив далее числовые значения X_1 и X_2 , соответственно по выражениям (1) и (4), нетрудно установить, что

$$X_1 = 28,63 X_2. \quad (5)$$

В этой связи искомая постоянная X_1 с учетом (4) может быть представлена в виде

$$X_1 = 27,61 \alpha \cdot h \quad (6)$$

Полученное таким образом соотношение (6), с нашей точки зрения, может рассматриваться как один из вариантов образования постоянную X_1 из фундаментальных констант, поскольку постоянная тонкой структуры относится к их числу.

Еще одно, не менее важное следствие выявляется из сравнения исходного выражения для X_1 , как это видно из (1), и соотношения (6). А именно, при этом эмпирическая постоянная специальной формы закона смещения Вина, может быть представлена в виде:

$$b = 27,61 \alpha \cdot h \cdot \frac{c}{k} \quad (7)$$

Особенность, полученного таким путем соотношения (7), в том, что в нем постоянная закона смещения теплового излучения черного тела образована из истинно фундаментальных констант и ее числовое значение:

$$b = 27,61 \frac{7,29735 \cdot 10^{-2} \cdot 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,9979 \cdot 10^8}{1,380658 \cdot 10^{-23}} = 2,89877 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$$

что практически полностью совпадает с ее экспериментально установленным значением.

По этому поводу следует отметить, что эту же постоянную теоретически определяют обычно из условия [2]:

$$\frac{\partial \eta_{\lambda,T}}{\partial \lambda} = 0 \quad (8)$$

где $\eta_{\lambda,T}$ – спектральная плотность энергетической светимости черного тела, определяемая формулой Планка

$$\eta_{\lambda,T} = \frac{2\pi^5 h^6}{15 \lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \quad (9)$$

При этом, как известно, получают трансцендентное уравнение вида

$$Xe^x - 5(e^x - 1) = 0, \quad (10)$$

где под X подразумевается равенство

$$X = \frac{hc}{kT\lambda_m} \quad (11)$$

Решение уравнения (10), методом последовательных приближений, дает [2]:

$$b = \frac{hc}{4,965 \cdot K} = X_1 \quad (12)$$

Однако, и это следует особо отметить, математические выкладки обоснования выражения (12) громоздки и требует знакомства специальными разделами курса высшей математики. Поэтому подробная иллюстрация решения трансцендентной уравнения (10) для инженерно-технических специальностей, где курс физики изучается по сжатой программе не представляется возможной.

Поэтому предлагаемый метод получения зависимости постоянной закона смещения в виде (7), на наш взгляд, является достаточно оптимальным и доступным для понимания студентами втузов.

К примечательности соотношения (7) также можно отнести то, что при условии учета формул постоянной тонкой структуры из него следует еще две разновидности выражений для определения постоянной закона смещения через фундаментальные атомные константы.

В самом деле, если воспользоваться формулой для α , приведенной в [1], то постоянная b принимает вид:

$$b = 27,61 \frac{e^2}{2k\epsilon_0} \quad (13)$$

где e - элементарный заряд, ϵ - электрическая постоянная.

Соответствующее числовое значение b :

$$b = 27,61 \frac{2,56 \cdot 10^{-22}}{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23}} = 2,8937 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$$

Известно также соотношение для альфа, имеющее вид [3]

$$\alpha = \frac{\mu_0 c e^2}{2h} \quad (14)$$

где μ_0 - магнитная постоянная.

С учетом (14) постоянная закона смещения теплового излучения черного тела приобретает форму:

$$b = 27,61 \frac{\mu_0 c^2 e^2}{2k} \quad (15)$$

В данном случае числовое ее значение будет равно

$$b = 27,61 \frac{12,566 \cdot 10^{-7} \cdot 8,987 \cdot 10^{16} \cdot 2,56 \cdot 10^{-22}}{2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23}} = 2,8922 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$$

Как видно, числовые данные приведенных выше трех различных видов формул для постоянной в отличающихся друг от друга набором фундаментальных констант практически единичны.

Таким образом, изложенное, на наш взгляд, свидетельствует о возможности представления эмпирическую постоянную закона смещения Вина через сочетания известных фундаментальных констант в различных формах (7), (13) и (15), приводящих к практически одинаковому результату, совпадающему с ее экспериментальным значением. Кроме того, они, т.е. эти же соотношения, в свою очередь, способствуют представлению постоянной преобразованной формы закона смещения теплового излучения черного тела X_l , присутствующей в выражении (1), представлению через фундаментальные константы, в то время как в [1] ее образование из известных констант представляется невозможным.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вихман Э. Квантовая физика. – М.: Наука, 1977. – 416 с.
- [2] Сивухин Д.В. Курс общей физики. Оптика. – М.: Наука, 1980. – 732 с.
- [3] Чертов А.Г. Физические величины. – М.: Высшая школа, 1990. - 335 с.

Кушпанов М.С., Рахматуллаев Р.М., Оспанов Қ.М., Мурзабаев А.Б.

Ығысу заңының арнайы түрінің эмпирикалық тұрақтысы – іргелі тұрақтылардың үйлесімділігі

Түйіндеме: Бұл жұмыста Вин заңының эмпирикалық тұрақтысын белгілі іргелі тұрақтылардың үйлесімділігі арқылы іс жүзінде бірдей нәтижеге әкелетін түрдегі мүмкіндіктерді көрсету қарастырылады.

Түйін сөздер: Ығысу заңдары, белгілі тұрақтылар, жылулық сәуле шығару, классикалық осциллятордың орташа энергиясы, кара дененің энергетикалық жарқырауының спектрлік тығыздығы.

Kushpanov M.S., Rakhmatullayev R.M., Ospanov K.M., Murzabayev A.B.

Empirical constant of special form, the laws of displacement - a combination of fundamental constants

Summary. In this paper we consider the possibility to provide an empirical constant of Wien's law by combination of well-known fundamental constants in the forms, leading to almost identical results.

Key words: Displacement law, known constants, thermal radiation, the average energy of a classical oscillator, power spectral density of the blackbody luminosity.

УДК 519.67

A.T. Kalbayeva, S.D. Kurakbayeva, A.D. Kurakbayev, A.M. Brener

(M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan

sevam@mail.ru)

MATHEMATICAL MODEL AND SOFTWARE FOR METHODS OF CALCULATING LIQUID FILTRATION THROUGH THE SOIL DAMS

Annotation. The numerical solution of liquid filtration through dam with account of possible damage of the dam has been submitted. The numerical scheme is based on the boundary elements method which displays vast horizons for solving problems with free boundaries. The appropriate software called "Solving problems of liquid filtration through dams with the help of boundary elements method" has been worked out. It is shown that advantages of used method are conditioned by the opportunity to maximal correct modeling the localization of the filtration areas boundaries with allowing for the character and sizes of the damage. The results of our work can be used for design the dams and other hydro-technical structures.

Key words: water filtration, dam, earth block, boundary element method, free surface.

One of the important problems of the current stage of humanity development is the rational and effective use of water resources and their protection from the adverse effect that involves regulation of river runoff, including creation of reservoirs, ponds, storages, etc. [1]. In the vast majority of cases in the world (over 85%), earth barrages and dams serve as retaining structures for them. As the domestic and foreign experience in construction of barrages shows, there are cases of damage and destruction of earth barrages and dams, including severe consequences and loss of life [2]. At the same time, there is practically no analysis of features of mathematical modeling of filtration processes through the earth dams taking into account possible damages of the dams' consistency in the literature.

The article considers numerical solution of the problem on filtration of fluid from open reservoirs through the dam, which takes into account presence of damages there.

For this purpose, scheme of the boundary element method, which showed great potential in solving problems with free surfaces, has been used [3].

It is accepted that the medium is homogeneous and isotropic, so the problem is reduced to the Laplace equation for the velocity potential u :

$$\Delta u = 0 \tag{1}$$

boundary conditions:

$$q=0 \text{ on the impermeable boundary (AF surface in Figure 1)} \tag{2}$$

$$u=const \text{ on the surfaces ABC and EF of the porous medium} \tag{3}$$

$$u = x_2 - \text{ on the filtration surface DE} \tag{4}$$

$$u = x_2 \text{ and } q=0 \text{ on the free surface CD} \tag{5}$$

In the numerical calculation of this problem, the initial position of the free surface is set in an arbitrary way, moreover, $q=0$ condition is accepted in all points of the surface. Found for each double point of the free surface potential value is compared with the height of the water surface. If the difference between them is greater than the maximum permissible error, the difference is algebraically summarized with the surface height in the corresponding double point and new iteration is held.