

УДК 536.3

PACS: 44.40.+a, 42.68Ay, 42.72.g

Универсальные формулы для коэффициентов излучения и интегральных плотностей потоков излучения черных тел и субволновых частиц

А. Н. Свиридов, Л. Д. Сагинов

Впервые получены универсальные формулы, пригодные для расчетов коэффициентов излучения и интегральных плотностей потоков излучения как тел, имеющих размеры много большие, чем излучаемые ими длины волн («большие тела»), так и субволновых тел (частиц). К несомненным достоинствам предложенного метода расчета, базирующегося на теории мод, следует отнести: точную связь между размерами, формой и температурой тел и величинами коэффициентов излучения и интегральных плотностей потоков излучения; этот метод гораздо менее трудоемок и более нагляден, чем другие методы.

Ключевые слова: черное тело, закон Планка, закон Стефана–Больцмана, закон смещения Вина, субволновые частицы, длина волны отсечки, дифракция, преломление, поглощение, рассеяние, пространственная мода, плотность потока излучения, коэффициент излучения.

DOI: 10.51368/1996-0948-2022-1-42-50

Свиридов Анатолий Николаевич, научный консультант, к.ф.-м.н.

E-mail: sviridtol@yandex.ru

Сагинов Леонид Дмитриевич, в.н.с., к.ф.-м.н.

E-mail: lsaginov@yandex.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ.
Россия, 109428, Москва, 1-й Институтский проезд, 5.

Статья поступила в редакцию 29 ноября 2021 г.

© Свиридов А. Н., Сагинов Л. Д., 2021

ЛИТЕРАТУРА

1. *Mie G.* // Ann. Phys. 1908. Vol. 25. P. 377.
2. *Борен К., Хафмен Д.* Поглощение и рассеяние света малыми частицами. – М.: Мир, 1986.
3. *Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.* Теоретическая физика. Т. V111. Электродинамика сплошных сред. 4-е изд. – М.: Физматлит, 2005.
4. *Борн М., Вольф Э.* Основы оптики. Изд. 2-е исправленное. Перевод с английского / под ред. Г. П. Мотулевич. – М.: Наука, 1973.
5. *Мартыненко Ю. В., Огнев Л. И.* // ЖТФ. 2005. Т. 75. Вып. 11. С. 130.
6. *Домбровский Л. А., Ивенских Н. Н.* // Теплофизика высоких температур. 1973. Т. 11. № 4. С. 818.
7. *Домбровский Л. А.* // Теплофизика высоких температур. 1999. Т. 37. № 2. С. 284.
8. *Karl Joulain, Younes Ezzahri, Remi Carminati* // arXiv:1509.05927v2 [physics. class-ph].
9. *Joulain Karl* // HAL Id: hal-01860367. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01860367>.
10. *Elzouka1 Mahmoud, Yang Charles, Albert Adrian, Lubner Sean, Prasher Ravi* // Cell Reports Physical Science. 2020. Vol. 1. № 12. P. 100259. <https://doi.org/10.1016/j.xcrp.2020.100259>
11. *Свиридов А. Н., Сагинов Л. Д.* // Прикладная физика. 2021. № 1. С. 57.
12. *Свиридов А. Н., Сагинов Л. Д.* // Прикладная физика. 2021. № 2. С. 12.
13. *Свиридов А. Н., Сагинов Л. Д.* // Прикладная физика. 2021. № 3. С. 17.
14. *Гальярди Р. М., Карн Ш.* Оптическая связь. – М.: Связь, 1978.
15. *Фридрихов С. А., Мовнин С. М.* Физические основы электротехники. – М.: Высшая школа, 1982.
16. *Госсорг Ж.* Инфракрасная термография. Основы, техника, применение. – М.: Мир, 1988.
17. *Бабичев А. П., Бабушкина Н. А. и др.* Физические величины: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
18. *Дмитриев А. С.* // Введение в нанотеплофизику. – М.: Электронное издание БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
19. *David AB Miller, Linxiao Zhu, Shanhui Fan* // PNAS. 2017. Vol. 114. № 17. P. 4336.
20. *Князев Б. А., Кузьмин А. В.* // Вестник НГУ. Серия: Физика. 2007. Т. 2. № 1. С. 108.

Universal formulas for calculating emissivity and integral radiation flux densities of black bodies and subwavelength particles

A. N. Sviridov, L. D. Saginov

FSAC VIM

5, 1st Institutsky proezd, Moscow, 109428, Russia

E-mail: sviridtoly@yandex.ru

Received November 29, 2021

For the first time, universal formulas were obtained that are suitable for calculating the radiation coefficients and integral densities of radiation fluxes both for bodies having dimensions much larger than the wavelengths emitted by them (“large bodies”) and subwave bodies (particles). The advantages of the proposed calculation method based on the theory of modes include: the exact relationship between the size, shape and temperature of bodies and the values of the radiation coefficients and integral densities of radiation fluxes; this method is much less labor intensive and more demonstrative than other methods.

Keywords: black body, Planck's law, Stefan-Boltzmann law, Wien displacement law, subwavelength particles, cut-off wavelength, diffraction, refraction, absorption, scattering, spatial mode, radiation flux density, radiation coefficient.

DOI: 10.51368/1996-0948-2022-1-42-50

REFERENCES

1. G. Mie, *Ann. Phys.* **25**, 377 (1908).
2. Craig F. Bohren and Donald R. Huffman, *Absorption and Scattering of Light by Small Particles*. (Wiley & Sons, New York, 1983).
3. L. D. Landau and E. M. Lifshitz, *Theoretical physics V. 8 Electrodynamics of continuous media* (FIZMATLIT, Moscow, 2005) [in Russian].
4. Max Bourn and Emil Wolf, *Principles of optics*. (Pergamon Press, London, 1965).
5. Yu. V. Martynenko and L. I. Ognev, *Tech. Phys.* **75** (11), 130 (2005).
6. L. A. Dombrovsky and N. N. Ivenskikh, *Teplofizika vy`soxix temperatur* **11** (4), 818 (1973).
7. L. A. Dombrovsky, *Teplofizika vy`soxix temperature* **37** (2), 284 (1999).
8. Karl Joulain, Younes Ezzahri, and Remi Carminati, arXiv:1509.05927v2 [physics.class-ph].
9. Karl Joulain, HAL Id: hal-01860367. [https:// hal.archives-ouvertes.fr/hal-01860367](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01860367).
10. Mahmoud Elzouka, Charles Yang, Adrian Albert, Sean Lubner, and Ravi S. Prasher, *Cell Reports Physical Science* **1** (12), 100259 (2020); <https://doi.org/10.1016/j.xcrp.2020.100259>.
11. A. N. Sviridov and L. D. Saginov, *Applied Physics*, No. 1, 57 (2021) [in Russian].
12. A. N. Sviridov and L. D. Saginov, *Applied Physics*, No. 2, 12 (2021) [in Russian].
13. A. N. Sviridov and L. D. Saginov, *Applied Physics*, No. 3, 17 (2021) [in Russian].
14. Robert M. Gagliardi and Sherman Karp, *Optical communications*. (Wiley & Sons, New York, 1976; Svyaz, Moscow, 1978).
15. S. A. Fridrikhov and S. M. Movnin, *Physical bases of electrical engineering*. (Higher school, Moscow, 1982) [in Russian].
16. G. Goussorgues, *La Thermography Infrarouge. Principes – Technique – Applications*. (Deuxieme. edition – Technique et Documentation Lavoister, Paris, 1984).
17. A. P. Babichev, N. A. Babushkina, et al., *Fizicheskie velichiny: Spravochnik* (Energoatomizdat, Moscow, 1991) [in Russian].
18. A. S. Dmitriev, *Introduction to nanoteplophysics* (Electronic edition of BINOM. Knowledge Laboratory, Moscow, 2015).
19. David A. B. Miller, Linxiao Zhu, and Shanhui Fan, *PNAS* **114** (17), 4336 (2017).
20. B. A. Knyazev and A. V. Kuzmin, *Vestnik NGU Seriya Fizika* **2** (1), 108 (2007).