

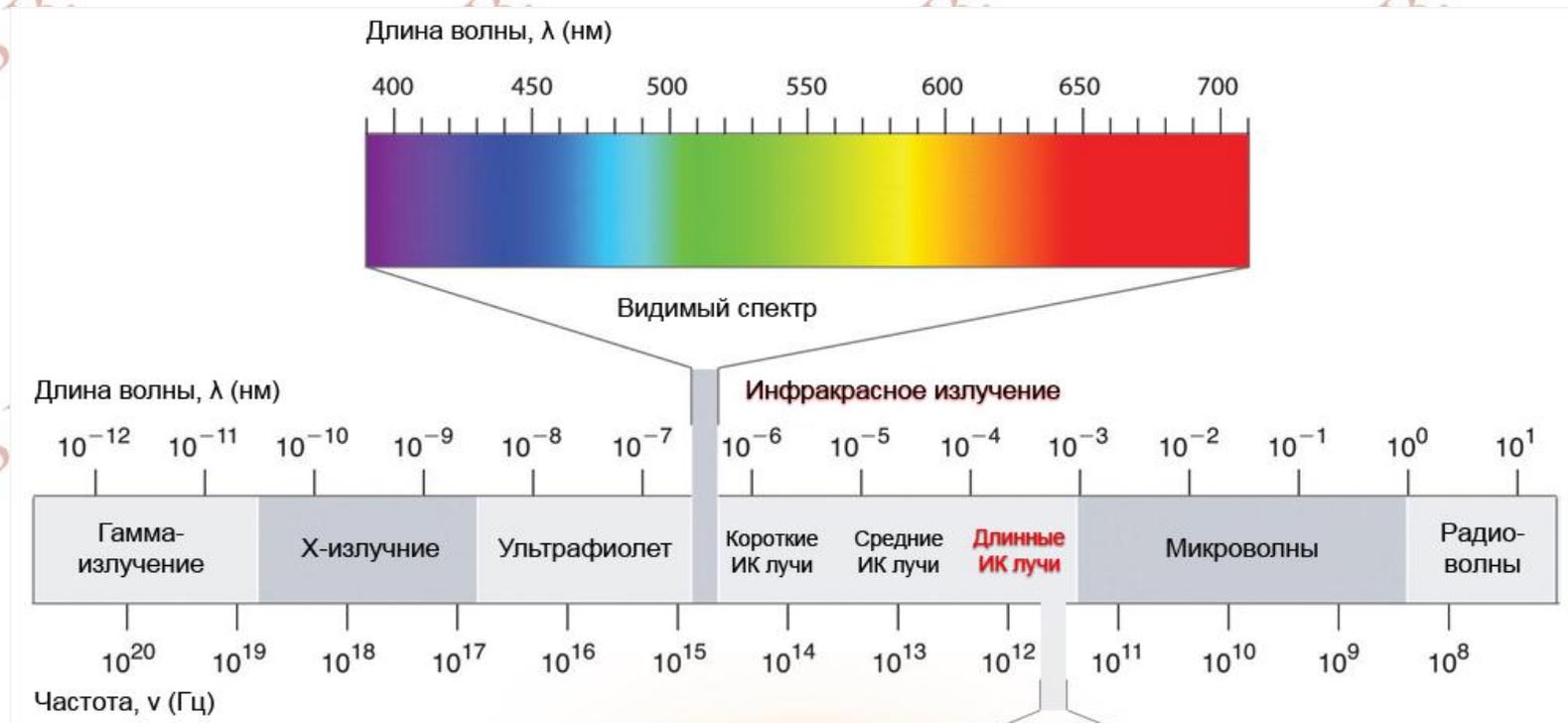
Лучистый теплообмен — это передача
тепловой энергии в виде
электромагнитных волн. Нагретое тело
испускает лучистую энергию в
инфракрасной области спектра, а
холодное тело эту энергию поглощает.

Тепловое (инфракрасное) излучение находится между красным (граница видимой части спектра) и коротковолновым радиоизлучением, занимая диапазон от 6 до 20 мкм.

Части спектра



Части спектра



Живительные
солнечные
лучи

Солнечное излучение

Для реализации теплового излучения необходима **разность температур**. Для остальных видов излучения она не обязательна.

Передача теплоты излучением широко применяется и в нефтепереработке, и в нефтехимии. Это трубчатые печи – аппараты для огневого нагрева и термических превращений при высоких температурах

Камера радиации трубчатой печи установки АВТ КНПЗ



Печь пиролиза этана



Тепловое и световое излучения имеют одинаковую природу и поэтому характеризуются одинаковыми законами:

1. инфракрасные волны распространяются прямолинейно;

2. поток инфракрасных лучей, падающих на тело, частично им поглощается, частично отражается (при этом угол падения равен углу отражения) и частично проходит сквозь тело без изменения.

Излучение — это превращение тепловой энергии (энергии колебания микрочастиц тела) в лучистую.

Лучепоглощение — превращение лучистой энергии в тепловую.

Обозначим Q всю падающую на тело лучистую энергию. Часть её телом поглощается – $Q_{\text{погл}}$. Часть отражается – $Q_{\text{отр}}$. А часть проходит сквозь тело без изменений – $Q_{\text{прош}}$. Можем записать баланс

$$Q = Q_{\text{погл}} + Q_{\text{отр}} + Q_{\text{прош}}.$$

А теперь найдём доли поглощённой, отражённой и прошедшей сквозь тело энергий

$$\frac{Q_{\text{погл}}}{Q} + \frac{Q_{\text{отр}}}{Q} + \frac{Q_{\text{прош}}}{Q} = 1.$$

Введём обозначения

$$\frac{Q_{\text{погл}}}{Q} \equiv A \text{ — коэффициент поглощения;}$$

$\frac{Q_{\text{отр}}}{Q} \equiv R$ - коэффициент отражения;

$\frac{Q_{\text{прош}}}{Q} \equiv D$ - коэффициент пропускания.

Суммы этих трёх коэффициентов равна 1

$$A + R + D = 1.$$

А теперь рассмотрим крайние случаи.

$$A = 1, R = D = 0.$$

Такое тело называется **абсолютно чёрным** – оно поглощает все падающие на него лучи.

$$R = 1, A = D = 0.$$

Такое тело называется **абсолютно зеркальным** (или **абсолютно белым**) – оно отражает все падающие на него лучи.

А теперь рассмотрим крайние случаи.

$$D = 1, A = R = 0.$$

Такое тело называется **абсолютно прозрачным** или **диатермичным** – все падающие на такое тело лучи проходят сквозь него. К диатермичным относятся двухатомные газы – азот, кислород.

А трёхатомные (диоксид углерода, водяной пар) и излучают в инфракрасной области, и поглощают. Для нас это важно — названные вещества образуются при сгорании органического топлива, о чём будем говорить позже.

В реальной жизни нет ни абсолютно чёрного, ни абсолютно белого, ни абсолютно прозрачного тел. Все реальные тела называются серыми. Но для теории эти абстракции очень полезны.

Введём определение лучеиспускательной способности тела.

Количество энергии, излучаемое единицей поверхности тела в единицу времени, называется лучеиспускательной способностью

$$E = \frac{Q_{\text{луч}}}{F\tau}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}.$$

Величина лучеиспускающей способности зависит в первую очередь от температуры — все мы знаем, что чем сильнее нагрето тело, тем сильнее оно излучает. Но вот узаконить эту связь смогли относительно недавно — в 1879 году.

Сначала эмпирически открыл его австрийский физик Йозефф Стефан, а чуть позже, в 1894 году, теоретически обосновал опять же австрийский физик Людвиг Больцман.

Вот тут-то и пригодилось абсолютно чёрное тело – именно для него был получен закон Стефана - Больцмана:

Лучеиспускательная способность абсолютно чёрного тела прямо пропорциональна четвёртой степени абсолютной температуры его поверхности.

$$E_0 = K_0 T^4,$$

В этом законе появился коэффициент

$$K_0 = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4},$$

который называют константой лучеиспускания
абсолютно чёрного тела или константой
Стефана-Больцмана.

Попробуйте возвести в четвёртую степень, например, температуру 1200 К. Поэтому для удобства расчётов уравнение закона Стефана – Больцмана записываю в таком виде

$$E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4,$$

где $C_0 = 5,67 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4}$ - коэффициент лучеиспускания абсолютно чёрного тела.

Абсолютно чёрных тел в природе нет. Все тела считаются серыми. И для них вводится понятие – степень черноты

$$\varepsilon = \frac{C}{C_0} < 1,$$

где C – коэффициент лучеиспускания серого тела.

Тогда для серых тел получаем

$$E = \varepsilon C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

Значения степени черноты некоторых материалов (зависит от температуры)

Материал	Степень черноты, ε
Алюминий	~0,05
Сталь окисленная	~0,8
Кирпич огнеупорный	0,8-0,9
Сажа	0,95
Медь полированная	0,018-0,023
Золото полированное	0,018-0,035

End.