

Тепломассообмен 7

Излучение (лучистый теплообмен):
Основные определения

Общие понятия лучистого теплообмена

Лучистый теплообмен имеет место в ракетной технике, ядерной энергетике, металлургии, гелиотехнике и др.

Тепловое излучение – это передача внутренней энергии излучающего тела посредством электромагнитных волн, которые характеризуются длиной волны λ .

Но не все электромагнитные волны относятся к тепловому излучению.

Тепловыми лучами являются те из них, которые при попадании на поверхность превращаются в теплоту.

Таковыми являются:

видимое излучение (свет) с длиной волны $\lambda = 0,4 - 0,8$ мкм
и инфракрасное - с $\lambda = 0,8$ мкм – 0,8 мм.

Особенности лучистого теплообмена в разных средах

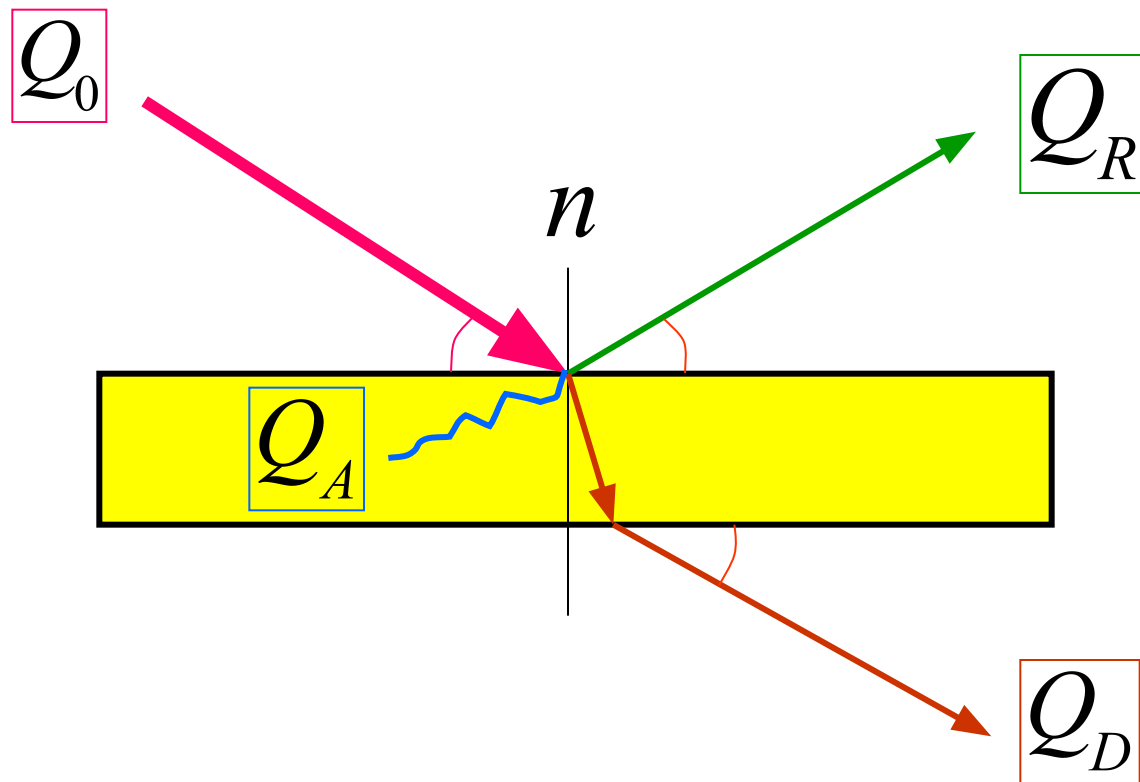
Большинство твердых и жидких тел имеют сплошной спектр излучения, то есть они испускают энергию всех длин волн от нуля до бесконечности.

Но чистые металлы и газы обладают выборочным (селективным) излучением, то есть испускают энергию с прерывистым спектром.

В твердых и жидких телах лучистый теплообмен имеет поверхностный характер, то есть в лучистом теплообмене участвуют лишь поверхностные слои.

Газы же имеют объемный характер лучистого теплообмена, то есть в нем участвуют все частицы газа.

Тепловой баланс лучистого теплообмена



Тепловой баланс лучистого теплообмена в абсолютных единицах

Видимое излучение (свет) относится к тепловым лучам, поэтому они подчиняются законам оптики (угол падения равен углу отражения).

Тепловой баланс лучистого теплообмена, Вт:

$$Q_A + Q_R + Q_D = Q_0,$$

где Q_0, Q_A, Q_R, Q_D соответственно:

- падающий на поверхность лучистый тепловой поток,
- поглощенный поверхностью,
- отраженный от поверхности
- прошедший через нее.

Тепловой баланс лучистого теплообмена в относительных единицах

Если все составляющие уравнения (1) поделить на величину падающей лучистой энергии, получится **тепловой баланс в относительных единицах**:

$$A + R + D^{(2)} = 1$$

где $A = \frac{Q_A}{Q_0}; R = \frac{Q_R}{Q_0}; D = \frac{Q_D}{Q_0} \rightarrow$

соответственно: поглощательная, отражательная и пропускательная способности тела.

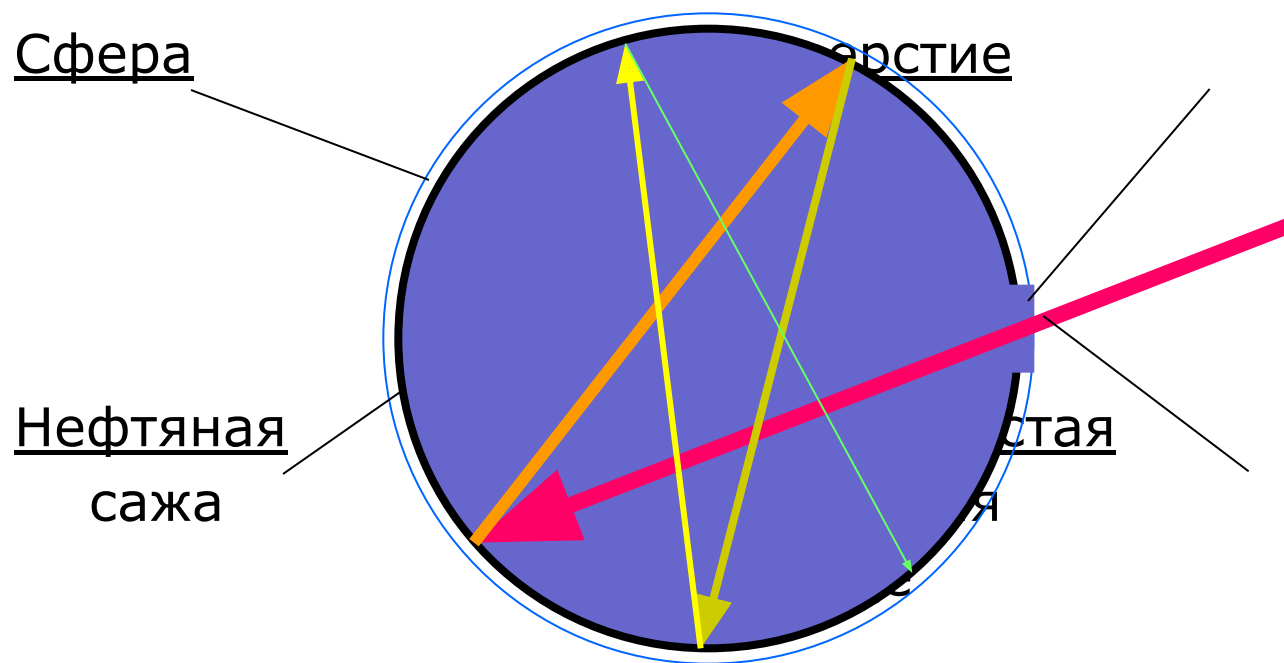
Абсолютно черное тело

При $A = 1; R = D = 0$ - абсолютно черное тело, которое поглощает всю падающую на него лучистую энергию.

В природе и технике нет абсолютно черных тел. Все реальные тела – «серые».

Моделью абсолютно черного тела является отверстие в полом шаре, внутренняя поверхность которого покрыта нефтяной сажей, что дает поглотительную способность $A = 0,95$ (см. следующий слайд).

Модель абсолютно черного тела



Абсолютно белое и прозрачное тела

При $R = 1; A = D = 0$ - абсолютно белое (зеркальное) тело, которое отражает всю падающую на него лучистую энергию.

В природе и технике нет абсолютно белых тел.

При $D = 1; A = R = 0$ - абсолютно прозрачное (диатермичное) тело. Диатермичными являются одно- и двухатомные газы.

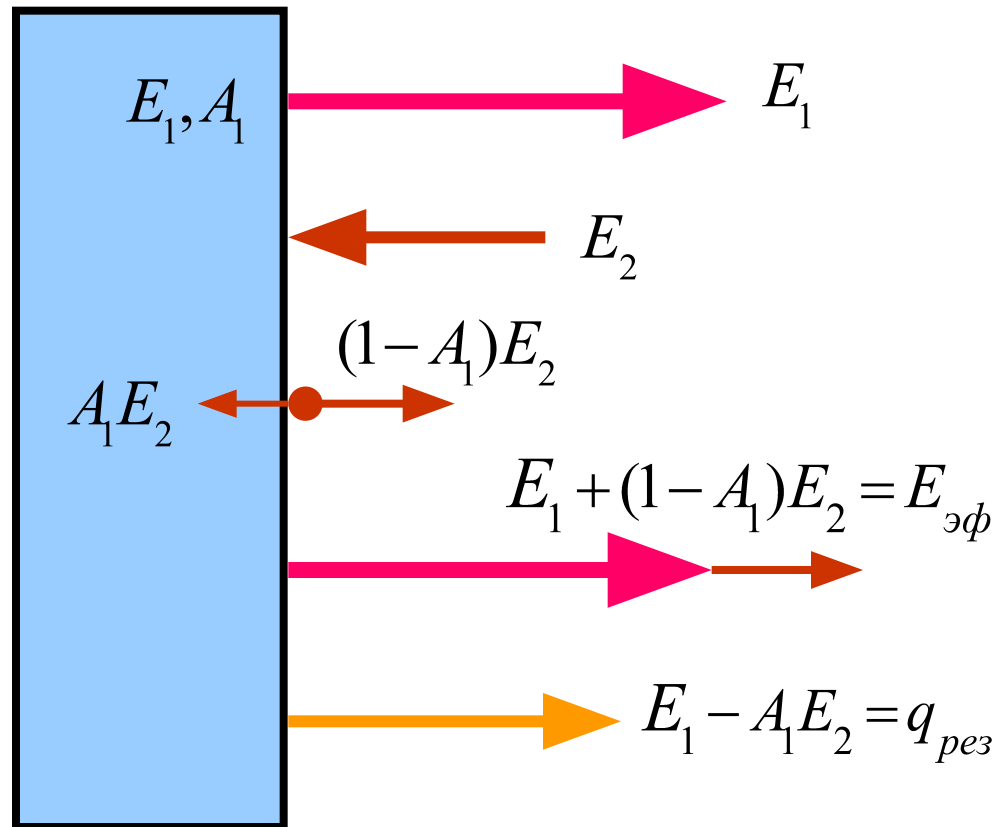
Для твердых и жидких тел $D = 0$, тогда уравнение теплового баланса для них:

$$A + R = \beta$$

Лучистый теплообмен – это совокупность процессов излучения, поглощения и пропускания лучистой энергии.

Удельный тепловой поток собственного излучения тела называется его собственной излучательной способностью E , Вт/м².

Эффективное и результирующее излучения



Основные обозначения лучистого теплообмена

E_1, A_1 - излучательная и поглощательная способности тела;

E_2 - падающая лучистая энергия;

$A_1 E_2$ - поглощенная телом энергия;

$(1 - A_1) E_2$ - отраженная телом энергия;

$E_1 + (1 - A_1) E_2 = E_{\text{эф}}$ - эффективное излучение, которое мы измеряем приборами и ощущаем своими органами чувств;

$E_1 - A_1 E_2 = q_{\text{рез}}$ - результирующий тепловой поток,

который может быть положительным, отрицательным и нулевым.