

Поляризация света

Лектор: к.ф.-м.н., доцент Головки О.В.

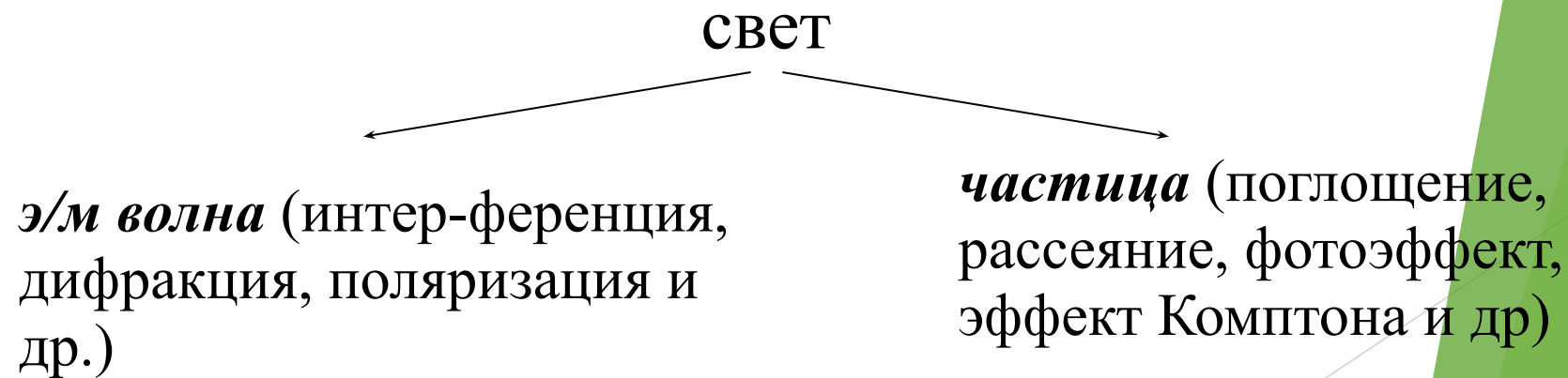
План:

1. Природа света. Свет естественный, частично поляризованный, полностью поляризованный. Световой вектор.
2. Поляризация света при отражении.
3. Способы получения поляризованного света.
4. Поляризатор и анализатор. Закон Малюса.
5. Оптически – активные вещества. Поляриметрия.
6. Поляризационный микроскоп.

Природа света.

Основные характеристики света

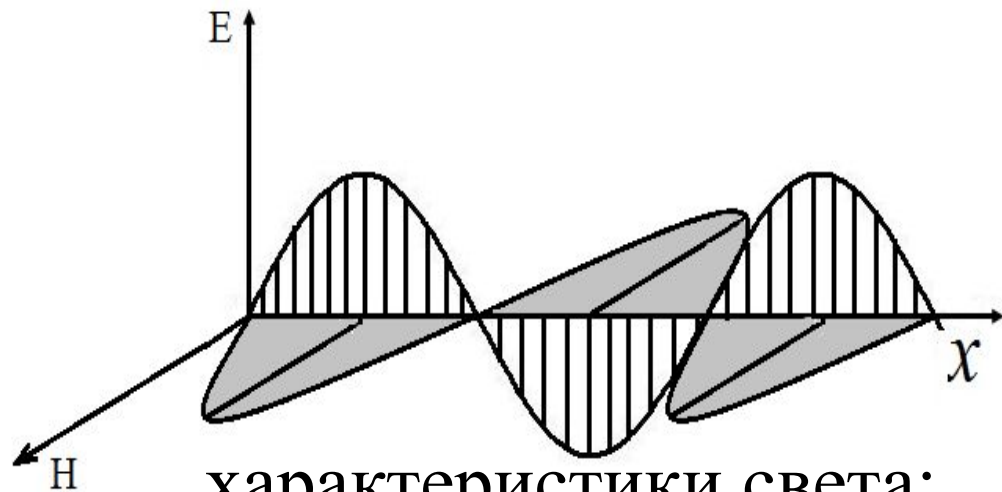
Свет обладает корпускулярно-волновым дуализмом, т.е. представляет собой поток частиц электромагнитного поля, фотонов, которые следует рассматривать как частицы, имеющие волновые свойства.



Свет — э/м волна, то описывается уравнениями:

$$\left. \begin{aligned} E &= E_0 \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \\ H &= H_0 \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \end{aligned} \right\}$$

Световая волна является плоско-поперечной, т.к. колебания векторов E и H происходят во взаимно перпендикулярных плоскостях, перпендикулярно направлению распространения волны.



характеристики света:

ν - частота колебаний векторов E и H ,

λ - длина волны.

Оптическое излучение лежит в диапазоне:

Видимое излучение:

УФ – излучение:

ИК – излучение:

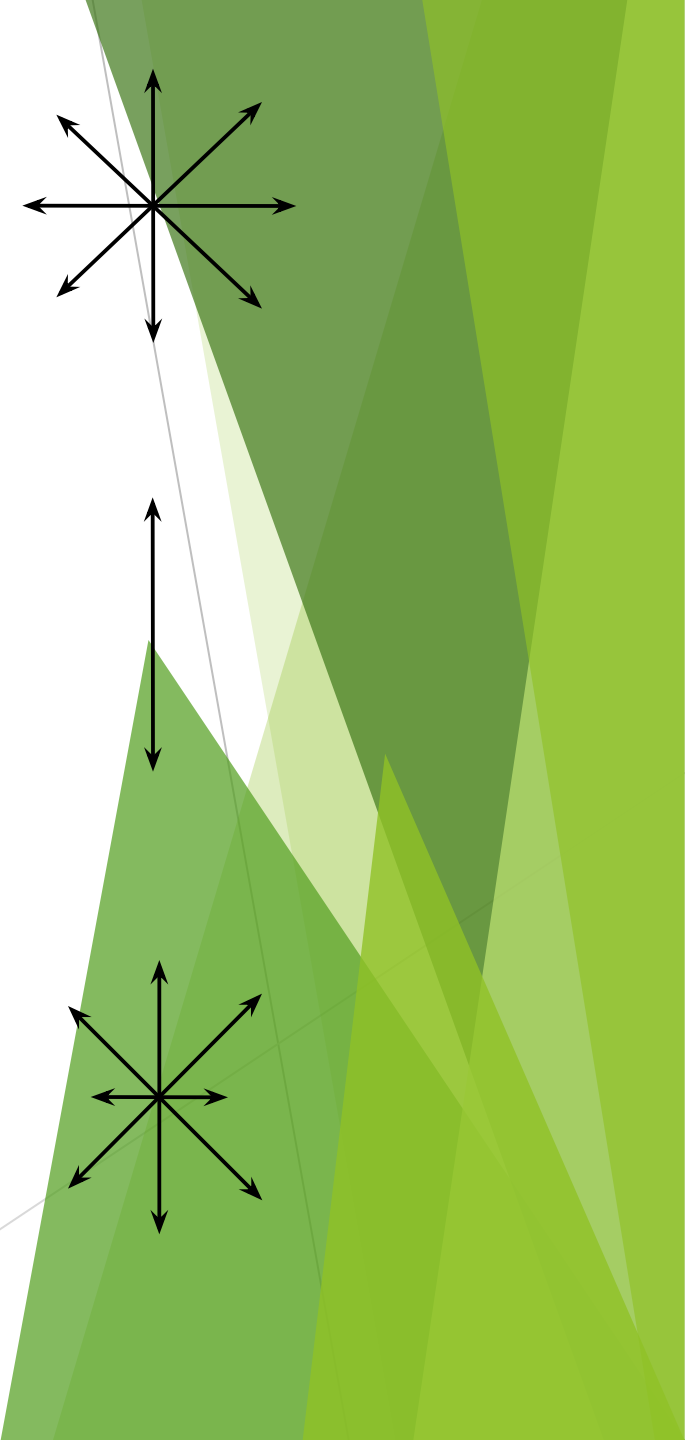


Монохроматическое излучение — излучение, имеющее одну и ту же длину волны (например, красное, синее и др.).

Излучение Солнца содержит весь диапазон электромагнитных волн. Видимая часть излучения Солнца называется белым светом.

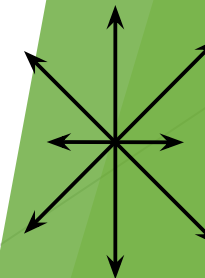
Мы будем говорить только о векторе E . Этот вектор называют световым вектором, т.к. только электрическая составляющая световой волны действует на рецепторы, вызывая ощущение света.

Волна, в которой плоскость колебаний непрерывно меняется, а амплитуда колебаний остается постоянной, называют *естественной*:

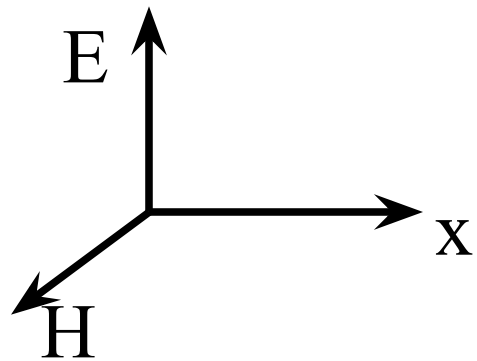


Если колебания происходят только в одной плоскости, то такую волну называют *полностью поляризованной*:

Если колебания происходят в разных плоскостях, но в одной из них амплитуда преобладает, то такая волна называется *частично поляризованной*:

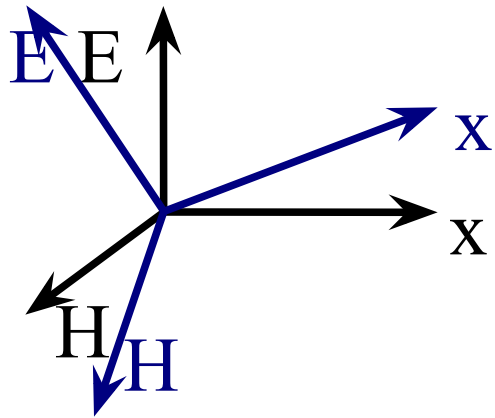


Световая волна является естественной.
Элементарным излучателем света является атом, в котором электрон испускает плоскополяризованную волну в единичном акте испускания. При этом испускается “цуг” волн протяженностью 3 м.



Цуг представляет собой гармонические во времени функции, ограниченные во времени и пространстве.

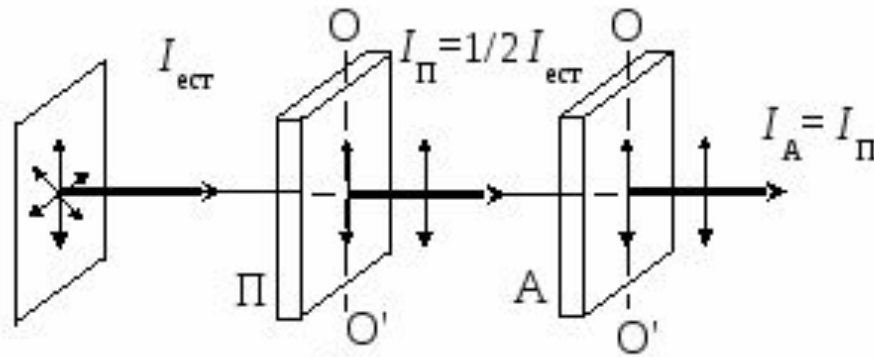
Затем атом поворачивается в пространстве и излучает новый “цуг” волн и поэтому “цуги” волн излучаются также в разных направлениях. Атомов в источнике света бесконечное множество, значит и плоскостей колебаний будет бесконечное множество.



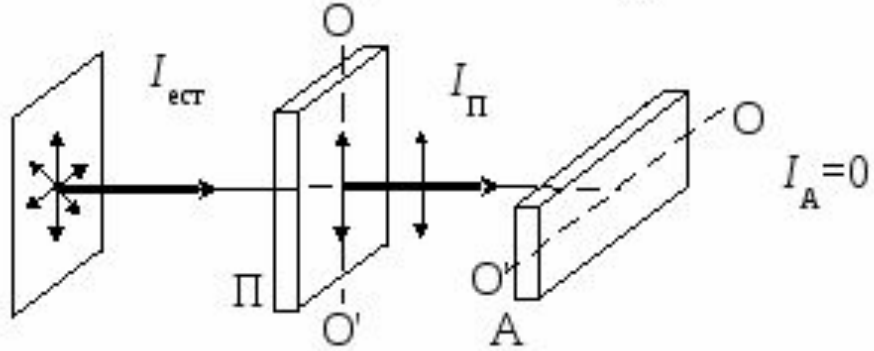
Способы получения плоско-поляризованного света:

1. Закон Брюстера – отражение от неметаллического зеркала
2. Двойное лучепреломление
3. Дихроизм

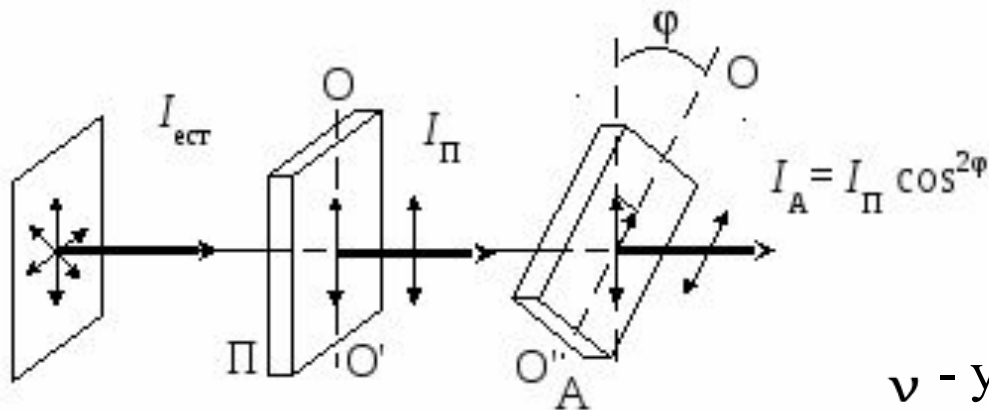
Система поляризатор – анализатор



П-поляризатор - устройство, с помощью которого можно получить плоскополяризованный свет.



А-анализатор - устройство, с помощью которого можно обнаружить положение плоскости поляризации света.



$I_A = I_P \cos^2 \varphi$ - закон Малюса.

ν - угол между плоскостями поляризации поляризатора и анализатора.

*Оптически активные вещества.
Вращение плоскости поляризации.
Поляриметрия*

Лабораторная работа №7

Поляризационный микроскоп

www.studmedlib.ru

Медицинская и биологическая физика - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. Параграф
25.5

Тепловое излучение

The background features abstract, overlapping geometric shapes in various shades of green, ranging from light lime to dark forest green. The shapes are primarily triangles and polygons, creating a dynamic, layered effect. A thin, light gray line runs diagonally across the lower right portion of the image.

План:

1. Природа теплового излучения. Характеристики теплового излучения.
2. Абсолютно черное тело. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела. Закон Кирхгофа.
3. Экспериментальные законы излучения абсолютно черного тела Стефана-Больцмана и Вина.
4. Источники теплового излучения (естественные и искусственные). Актинометрия.
5. Инфракрасное и ультрафиолетовое излучение. Применение в медицине. Термография и тепловидение.

Тепловое излучение -это электромагнитное излучение нагретых тел, обусловленное возбуждением атомов и молекул при соударениях в процессе теплового движения. Тепловое излучение происходит при всех температурах, кроме абсолютного нуля 0K , при котором движение прекращается.

Тепловое излучение является термодинамически равновесным: в единицу времени испускается столько же энергии, сколько и поглощается.

Характеристики теплового излучения:

1. Поток излучения (мощность излучения) – энергия, испускаемая со всей поверхности тела за 1 с:

$$\Phi = \frac{\Delta W}{\Delta t}, [\Phi] = 1 \text{ Вт.}$$

2. Энергетическая светимость – энергия, испускаемая с единицы площади поверхности тела за 1 с:

$$R_{\varepsilon} = \frac{\Delta W}{S \Delta t}, [R_{\varepsilon}] = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}.$$

3. Спектральная плотность энергетической светимости

$$r_{\lambda} = \frac{dR_{\varepsilon}}{d\lambda},$$

-функцией распределения энергии по спектру, выражает собой энергию, испускаемую с единицы площади поверхности тела за 1 с в единичном интервале длин волн вблизи данной волны .

4. Монохроматический коэффициент поглощения . Он характеризуется отношением потока излучения, поглощенного данным телом в единичном интервале длин волн, к потоку излучения, падающего на ту же площадь тела:

$$a_{\lambda} = \frac{\Phi_{\lambda \text{ погл}}}{\Phi_{\lambda \text{ пад}}},$$

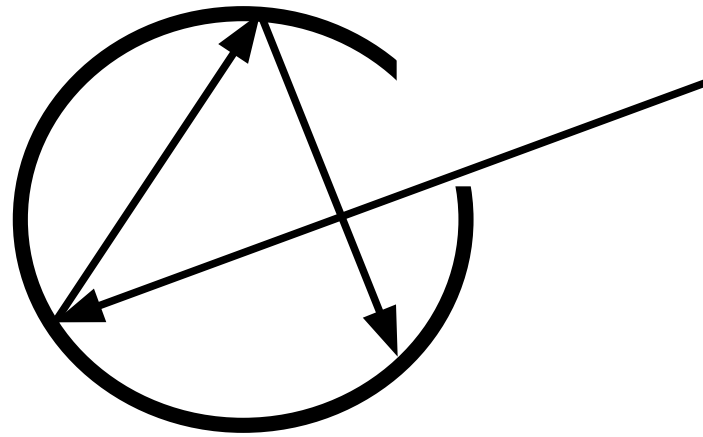
$$0 \leq a_{\lambda} \leq 1$$

$a_{\lambda} \approx 0$ - у зеркал, тел с белой тканью;

$a_{\lambda} \approx 1$ - у таких тел как черная бумага, черный бархат;

$a_{\lambda} = 1$ - АЧТ, таких в природе нет.

Модель АЧТ :



$$a_{\lambda} = 0,9$$

- серые тела, коэффициент поглощения не зависит от длины волны света, падающего на него: в природе серых тел нет, однако некоторые тела в определенном интервале длин волн ведут себя как серые, например: кожа человека в инфракрасной области.

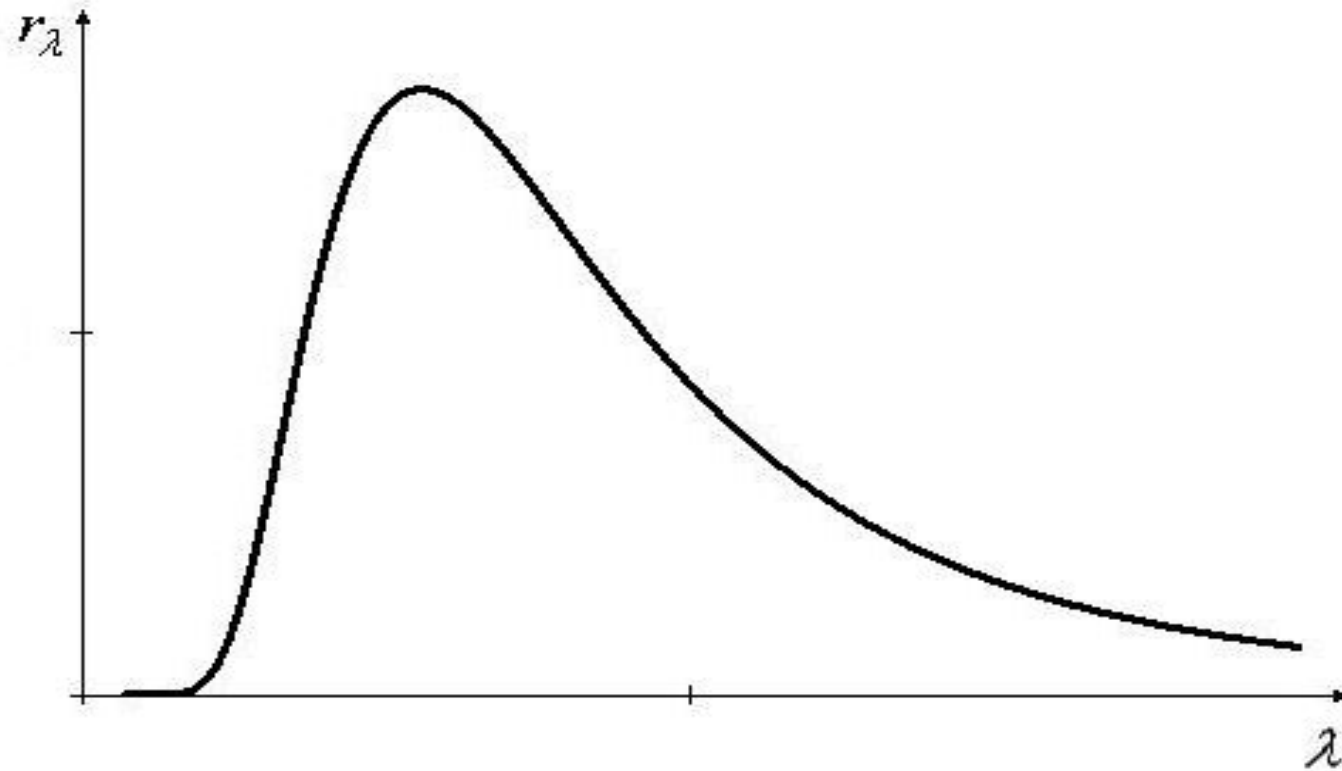
Закон Кирхгофа

В состоянии термодинамического равновесия у тел, обменивающихся энергией только путем излучения и поглощения:

$$\left(\frac{r_{\lambda,T}}{a_{\lambda,T}}\right)_1 = \left(\frac{r_{\lambda,T}}{a_{\lambda,T}}\right)_2 = \dots = \varepsilon_{\lambda,T}$$

Этой функцией является спектральная плотность энергетической светимости абсолютно черного тела .

Спектр излучения АЧТ



Законы излучения АЧТ

(законы были установлены экспериментально)

1. Закон Стефана-Больцмана: энергетическая светимость абсолютно черного тела пропорциональна четвертой степени его абсолютной температуры

$$R_{\text{э}} = \sigma T^4,$$

$\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4}$ - постоянная Стефана-Больцмана.

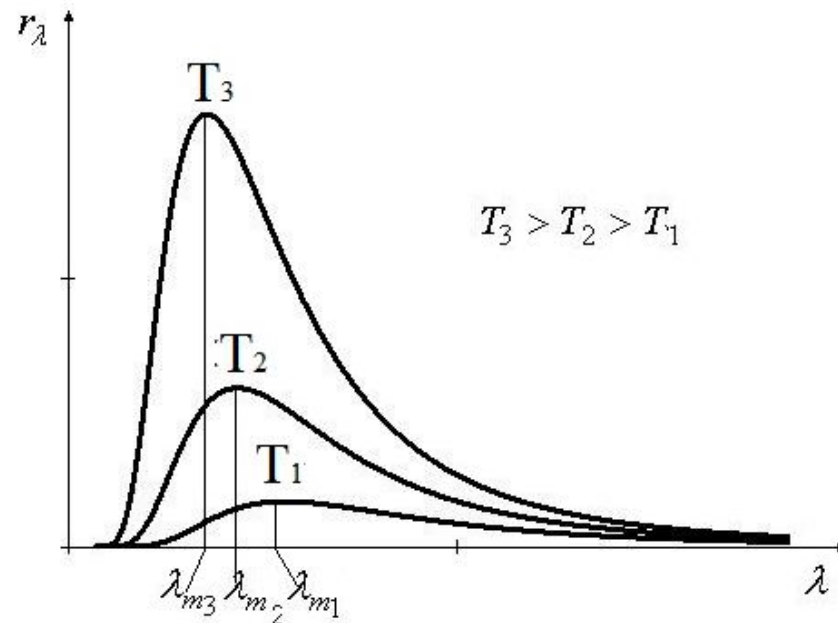
Для серых тел этот закон можно записать как

$$R_{\text{э}} = a \sigma T^4 .$$

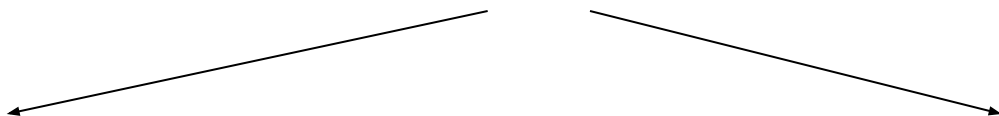
2. Закон смещения Вина: Длина волны в спектре излучения абсолютно черного тела, на которую приходится максимум спектральной плотности излучения, обратно пропорциональна его абсолютной температуре

$$\lambda_{\varepsilon_{max}} = \frac{b}{T},$$

$b = 2,89 \times 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$ - постоянная Вина.



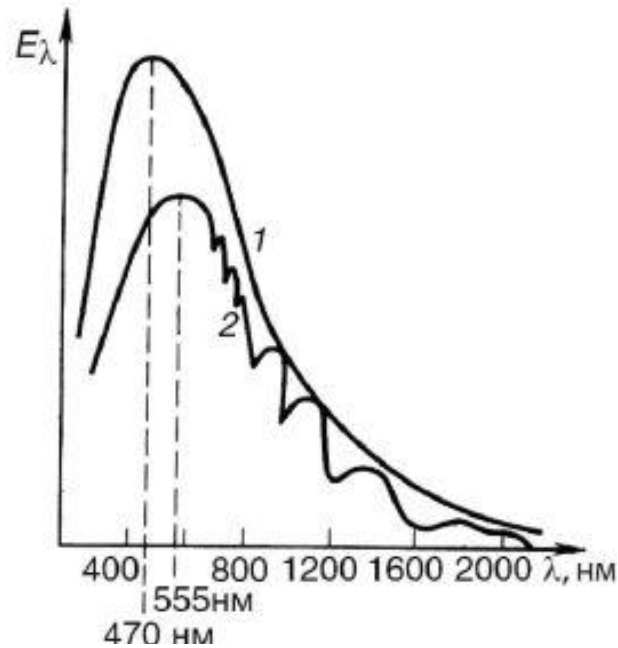
Источники теплового излучения, применяемые для лечебных целей



Естественные
Солнце

Искусственные:
лампы накаливания
(Соллюкс), ИК-
излучатели
“Инфраруж”, ртутные
лампы ПРК.

Спектр излучения Солнца практически совпадает со спектром излучения АЧТ. В атмосфере Земли спектр Солнца меняется из-за поглощения излучения молекулами газов атмосферы.



1 – на границе Земной атмосферы

2 – вблизи поверхности Земли

Поток солнечной радиации составляет 1350 Вт

ИК- и УФ- излучение и их применение в медицине

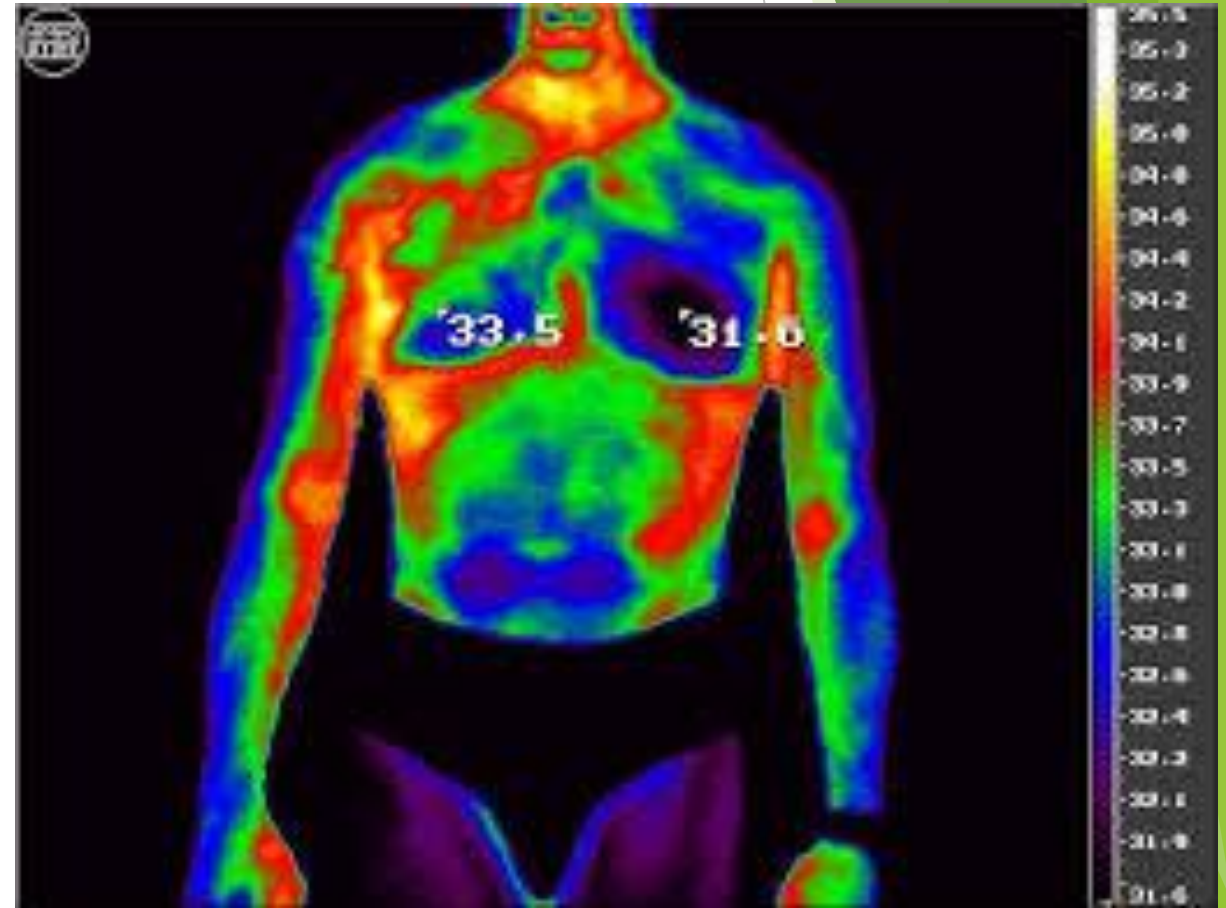
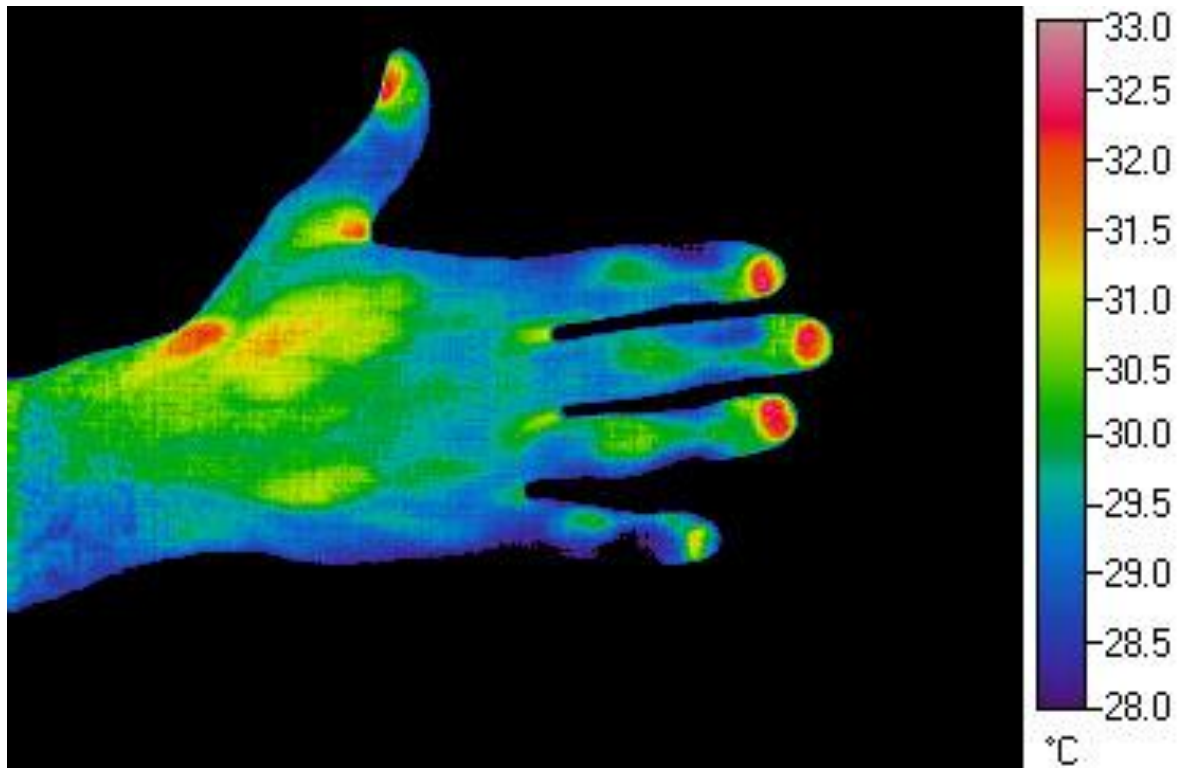
ИК - излучение лежит в диапазоне $0,76 \div 2000$ мкм , т.е. от красной границы видимого спектра до более высоких длин волн. 50% солнечного излучения относится в ИК-излучению. Оно не видимо для глаза.

Для лечения используется короткая область излучения $0,76$ мкм.

Первичное действие на ткани организма – тепловое. ИК-излучение проникает в ткани на глубину $15-20$ мм, прогревая их.

Особую роль играет ИК - излучение для диагностики заболеваний методом термографии и тепловидения, в основе которых лежат законы Стефана-Больцмана и Вина.

Источники ИК — излучения: лампы накаливания (Соллюкс), ИК-излучатели “Инфраруж”.



УФ - излучение лежит в диапазоне $10 \div 380 \text{ нм}$, т.е в области длин волн, короче длины волны фиолетового излучения видимой части излучения. Оно также невидимо для глаза.

Вредное действие УФ – излучения – вызывает ожог сетчатки глаза, а самое короткое излучение может обладать ионизирующим действием.

Первичное действие на ткани организма – фотохимические реакции. Проникает в ткани организма на глубину $0,1-1 \text{ мм}$.

УФ – излучение делят на три зоны действия:

А – антирахитичная зона $380-315\text{нм}$. Под действием этого излучения в тканях организма проходят реакции, приводящие к получению витамина D.

В – эритемная зона $315-280\text{нм}$. Под действием этого излучения проходят химические реакции, дающие загар.

С – бактерицидная зона $280-200\text{нм}$. Это излучение обладает большой энергией и убивает бактерии.

Источником УФ – излучения является Солнце, а в медицине – ртутные лампы ПРК, в которых излучение возникает при люминесценции паров ртути, находящихся в колбе из кварцевого стекла, хорошо пропускающего ультрафиолет.

Спасибо за внимание !

