

ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ



- **Люминесценция** – нетепловое свечение вещества после поглощения им энергии возбуждения.
- Она представляет собой избыток над тепловым излучением, если это избыточное излучение имеет длительность более 10^{-10} с.
- **Флуоресценция** имеет период (время жизни)
- 10^{-9} с – 10^{-8} с.
- **Фосфоресценция** имеет период 10^{-3} с и более.

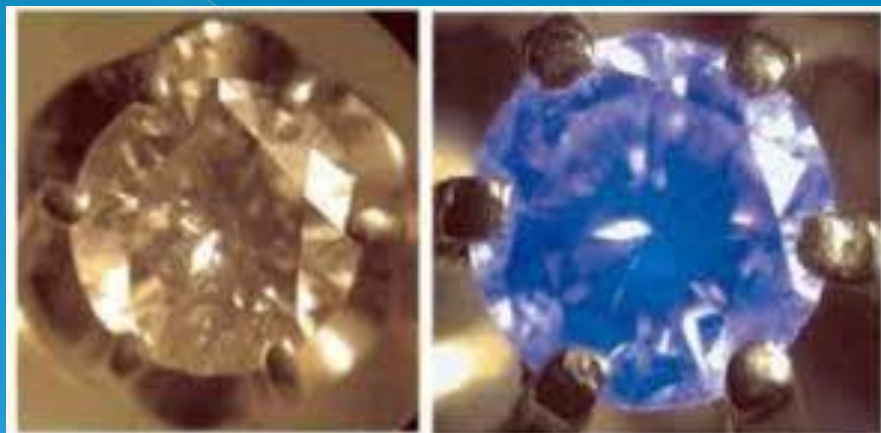


Рис. 3. Нелюминесцирующий (слева) и люминесцирующий (справа) бриллианты.



Виды люминесценции



Физический механизм люминесценции

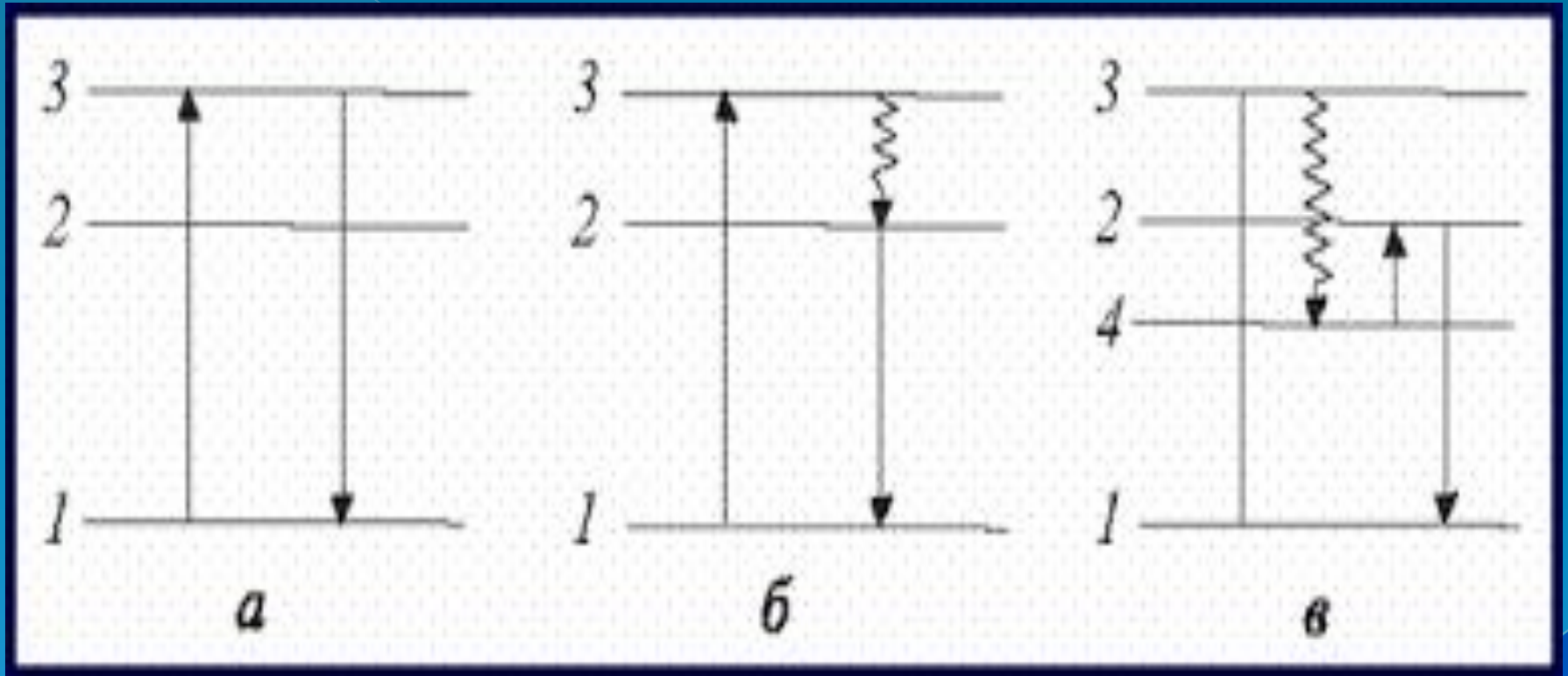


Схема квантовых переходов при элементарном процессе люминесценции

1 - основной энергетический уровень;
2 - уровень излучения;
3 - уровень возбуждения.
Переход 3-1, показанный пунктирной стрелкой, соответствует резонансной люминесценции,
Переход 2-1 - спонтанной люминесценции.

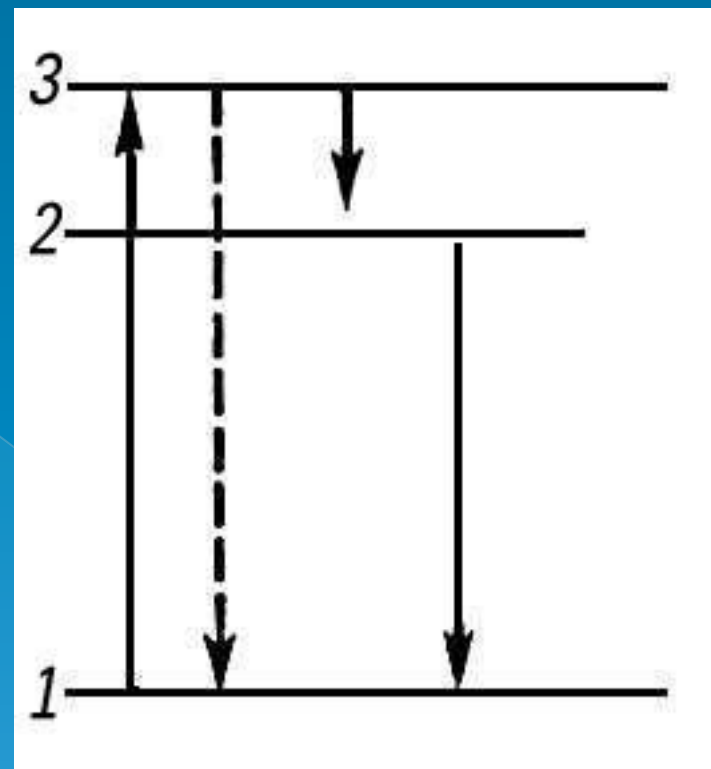
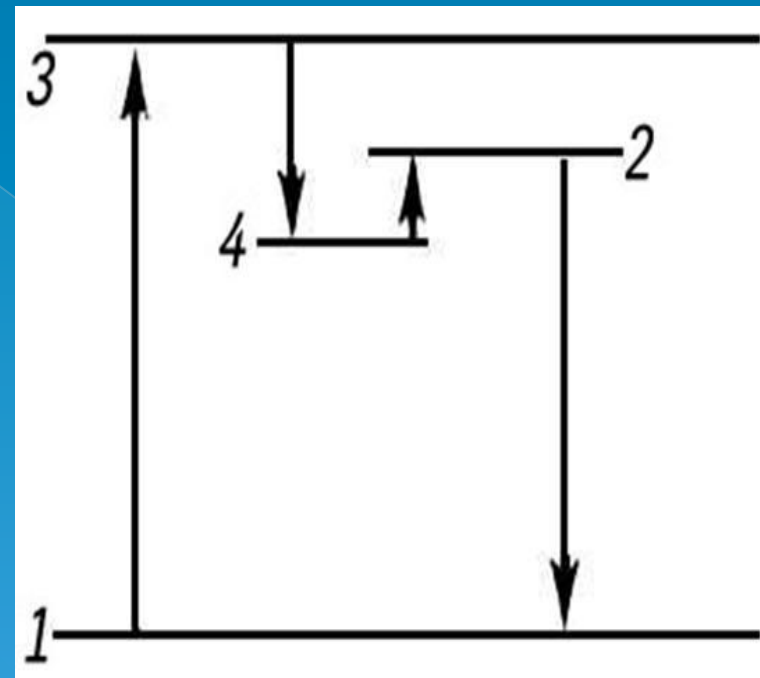
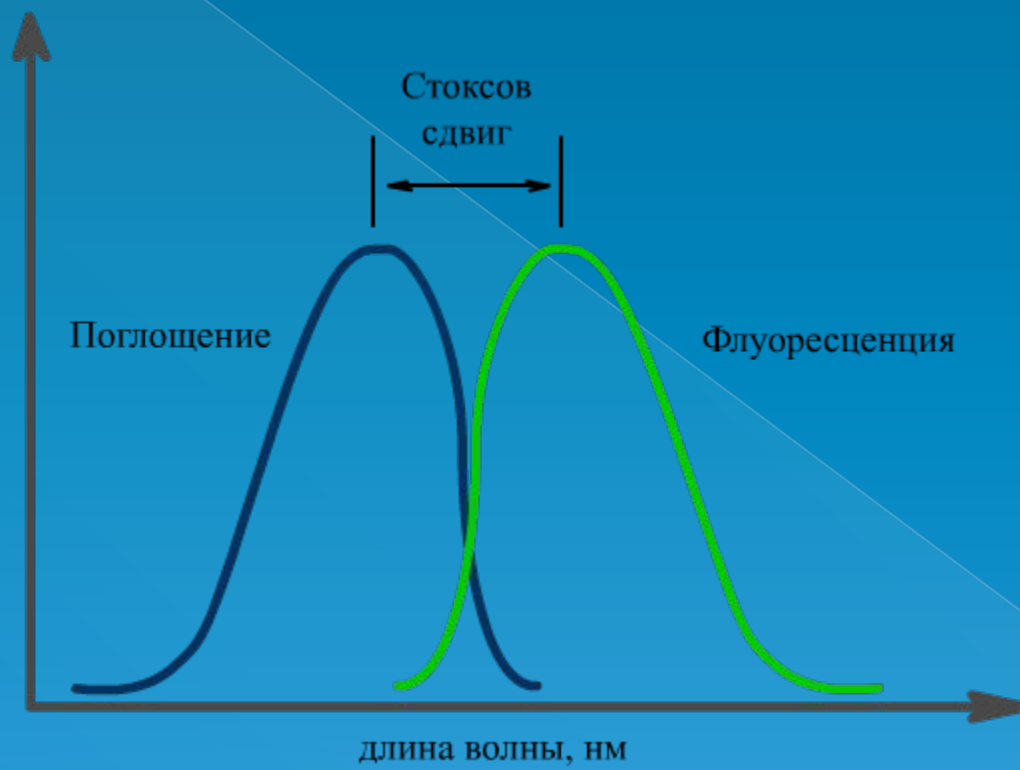


Схема энергетических переходов при люминесценции кристаллофосфоров

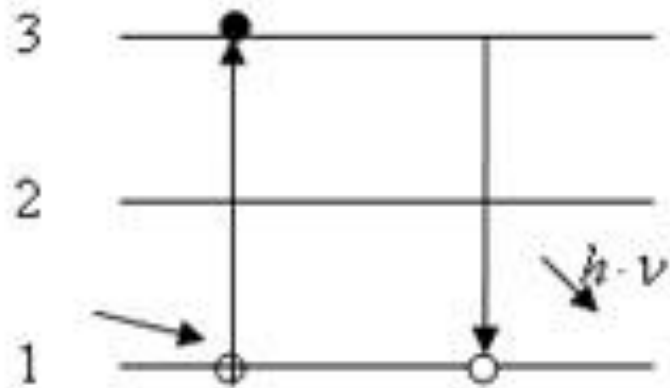
- 1 – основной энергетический уровень,
- 3 – уровень возбуждения.
- Переход 1-3 соответствует поглощению энергии, переходы 3-4 и 4-3 – захвату и освобождению электрона метастабильным уровнем
- (ловушкой 4), переход 2-1 – люминесценции..



СТОКСОВ СДВИГ

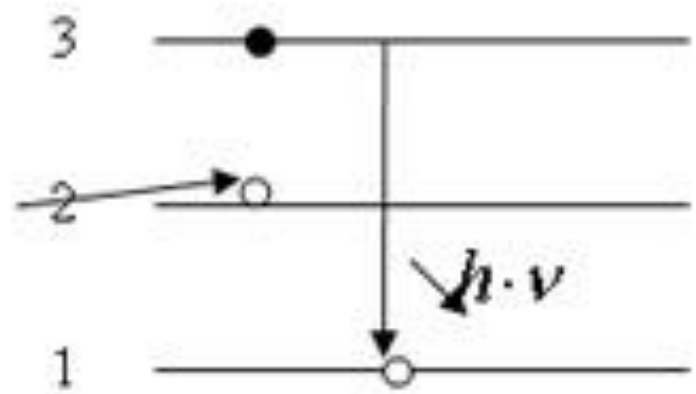


АНТИСТОКСОВСКАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ



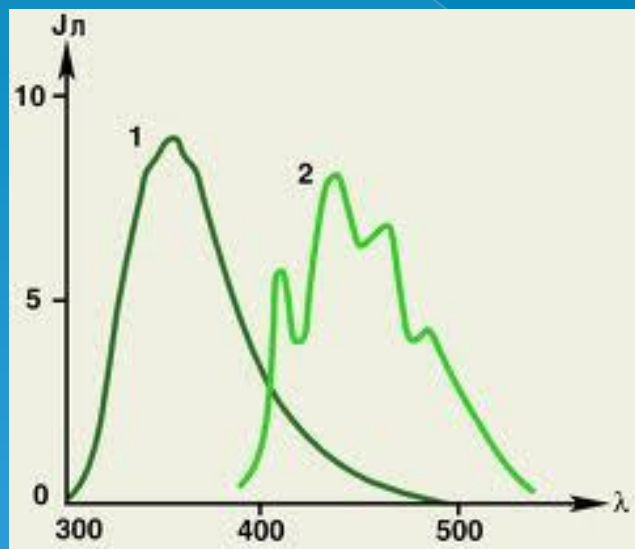
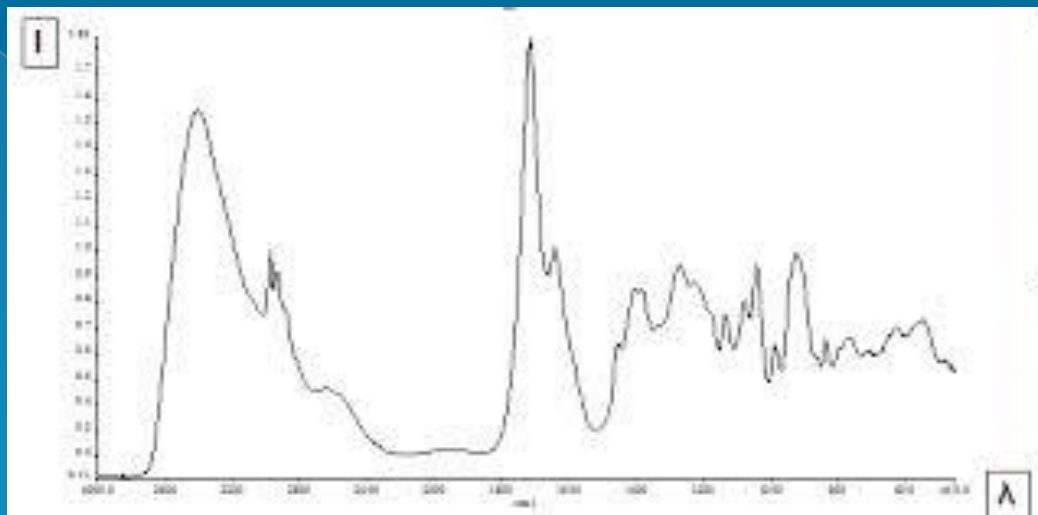
$$h \cdot \nu_0 > h \cdot \nu$$

$$h \cdot \nu_0$$



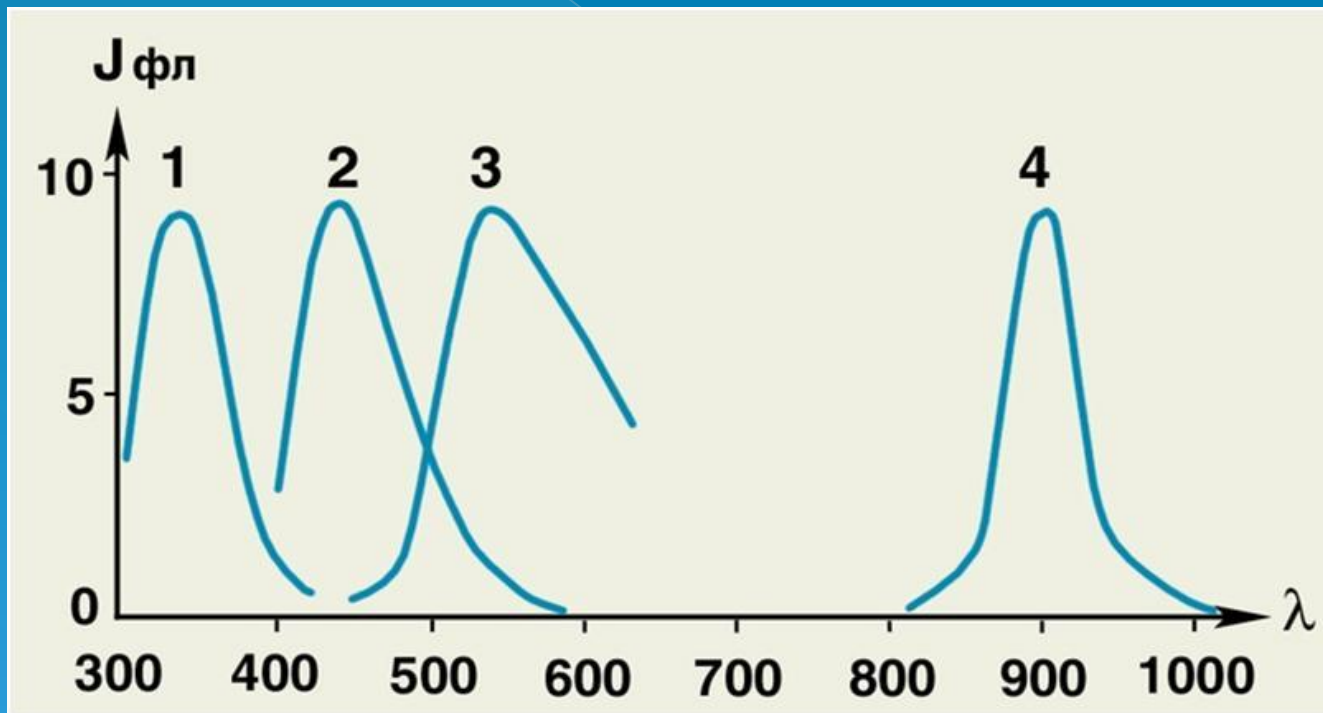
$$h \cdot \nu_0 < h \cdot \nu$$

Флюоресцентный анализ



Спектры флюоресценции различных веществ

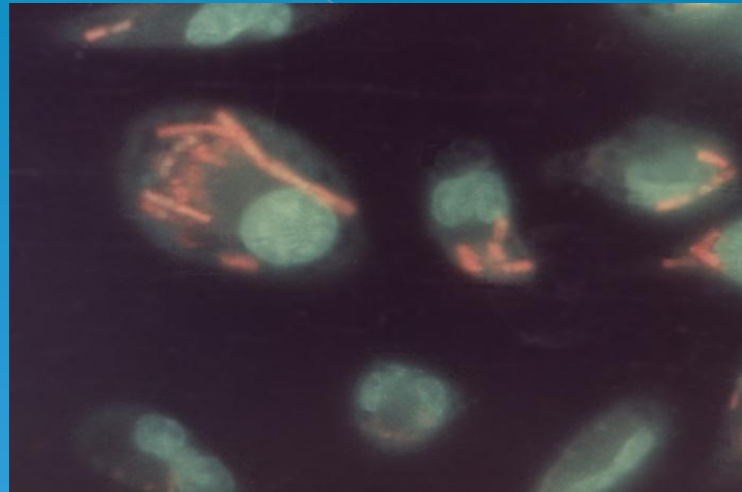
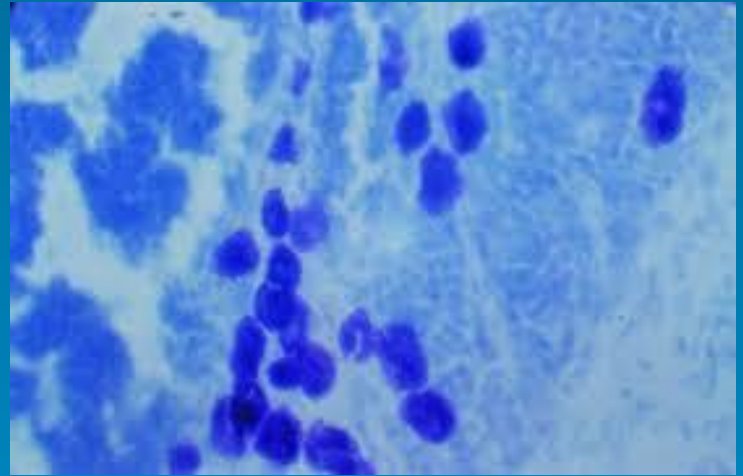
- по оси абсцисс, λ — длина волны (в нм), по оси ординат, $J_{\text{фл}}$ — интенсивность флюоресценции (в условных единицах); 1 — сывороточный альбумин человека ($\lambda = 335 \text{ нм}$); 2 — восстановленные пиридиннуклеотиды в культуре дрожжей ($\lambda = 443 \text{ нм}$); 3 — водный раствор рибофлавина ($\lambda = 535 \text{ нм}$); 4 — бактериохлорофилл в культуре *Rhodospseudomonas palustris* ($\lambda = 901 \text{ нм}$). По положению λ_{max} можно идентифицировать определенное вещество



Люминесцентная ангиография

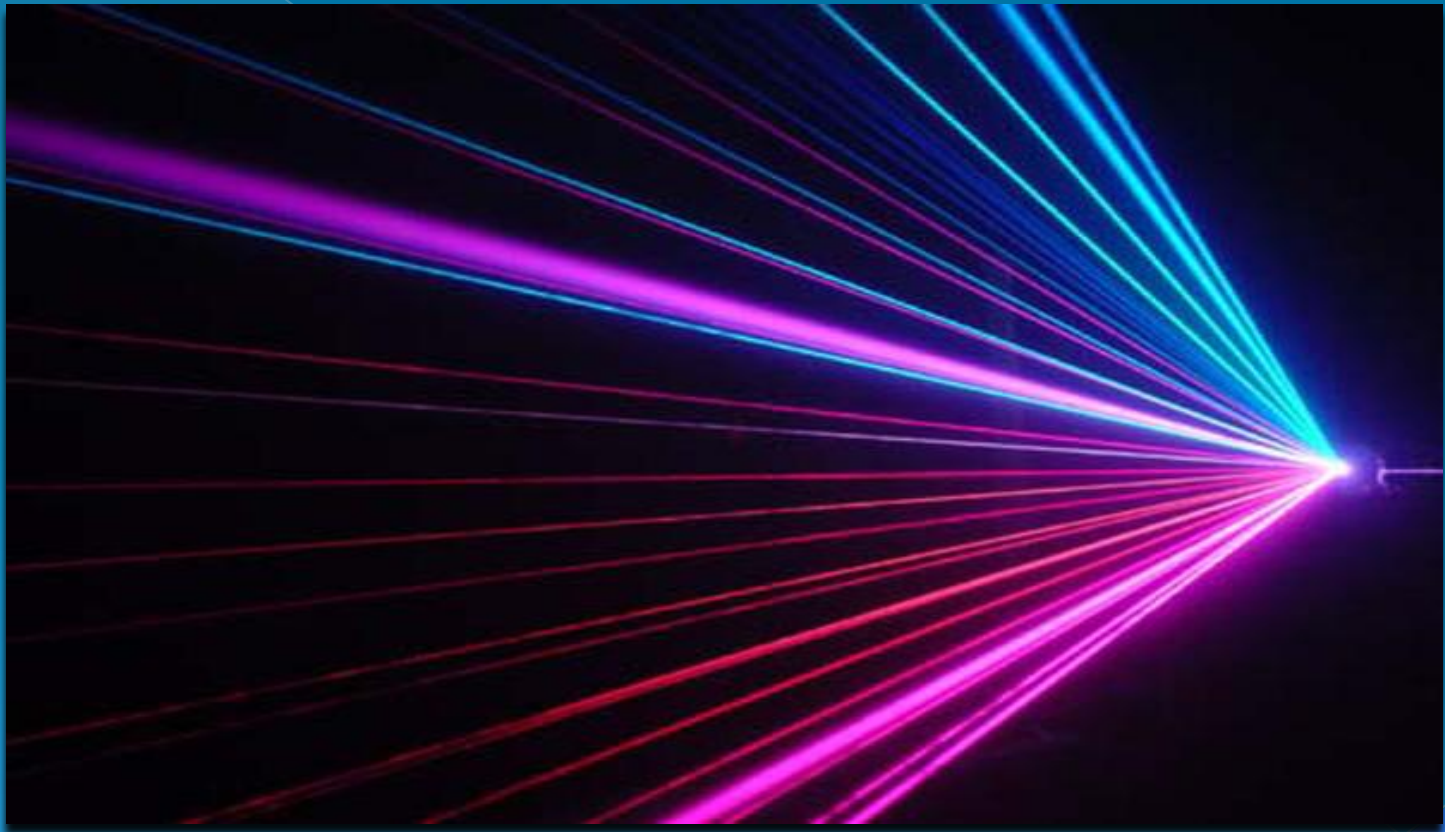


Люминесцентная микроскопия





Лазеры, их применение в медицине



- Различают **спонтанное** излучение, которое происходит самопроизвольно, без внешнего воздействия (тепловое, люминесценция) и **индуцированное** (вынужденное) излучение, которое происходит под действием кванта энергии электромагнитного поля $E = h\nu$.
- Если энергия кванта действует на атом, находящийся на **низком** (основном) энергетическом уровне, энергия кванта **поглощается**, а атом переходит в возбужденное состояние.
- Если энергия кванта действует на атом в возбужденном состоянии, то он при определенных условиях испускает квант энергии (индуцированное излучение).
- В обычных условиях атомы вещества «заселяют» низкие энергетические уровни.
- Условием индуцированного излучения является «заселение» атомами **высоких энергетических**

- **Лазер** (англ. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) – усиление света с помощью индуцированного излучения.
- Это устройство, использующее индуцированное излучение для создания потока света.

Луч лазера характеризуется следующими свойствами:

монохроматичностью,
когерентностью,
высокой направленностью,
большой плотностью энергии.

Виды лазеров

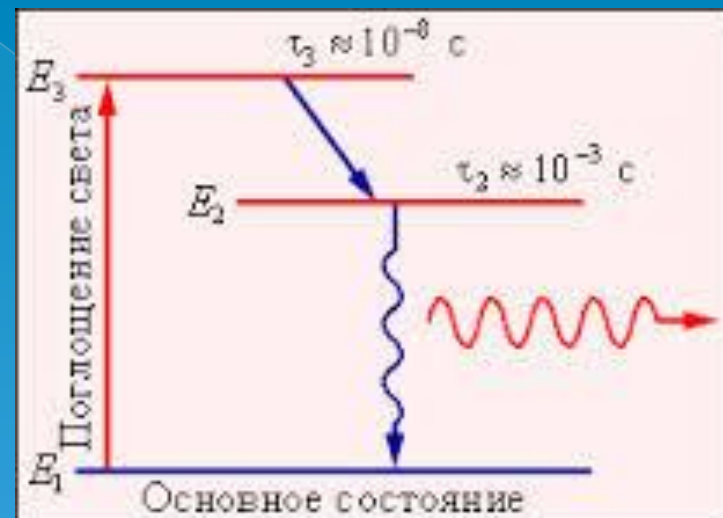
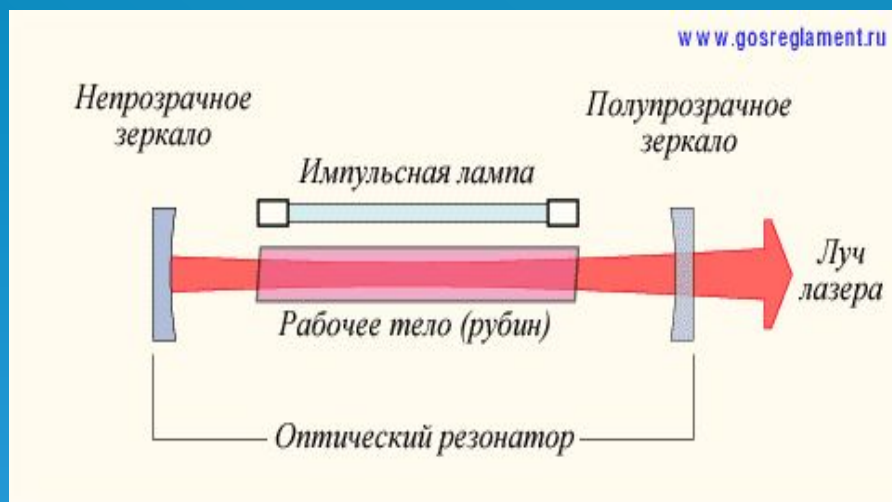
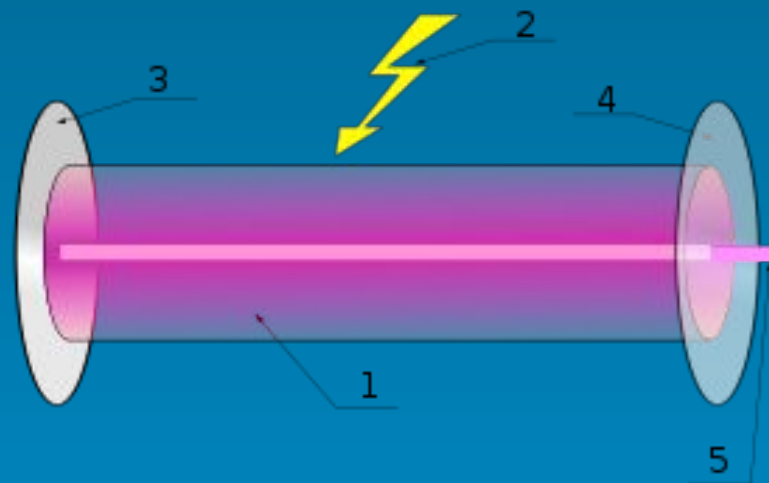
Говоря о лазерах, упоминают режим его работы (импульсный, непрерывный), вид рабочего вещества (твердотельный, жидкостный, газовый), его материал (рубиновый, гелий-неоновый и др.), цвет его излучения.



УСТРОЙСТВО ЛАЗЕРА

На схеме обозначены:

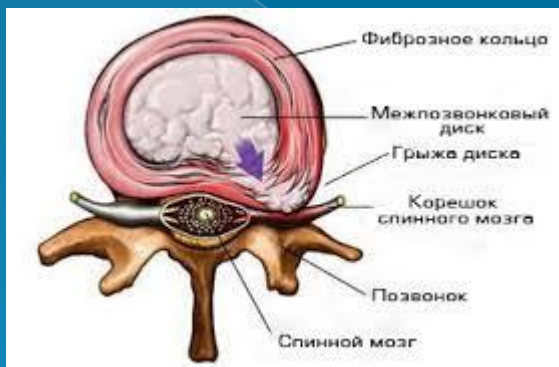
- 1 — рабочее тело;
- 2 — энергия накачки (лампа)
- 3 — непрозрачное зеркало;
- 4 — полупрозрачное зеркало;
- 5 — лазерный луч



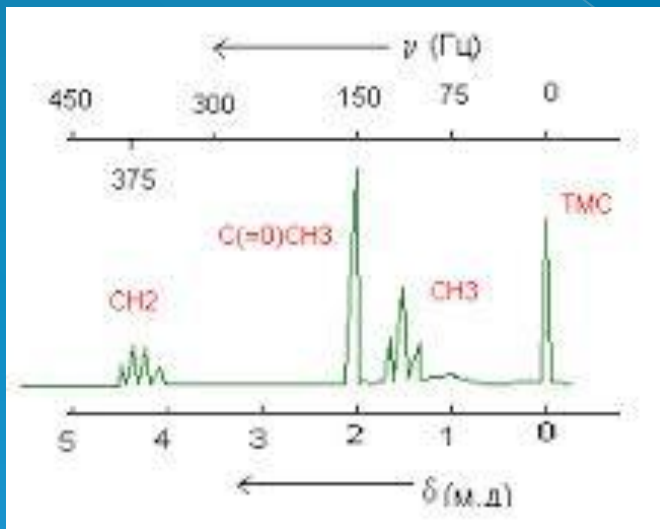
Применение лазера



Лечение грыжи межпозвоночных дисков

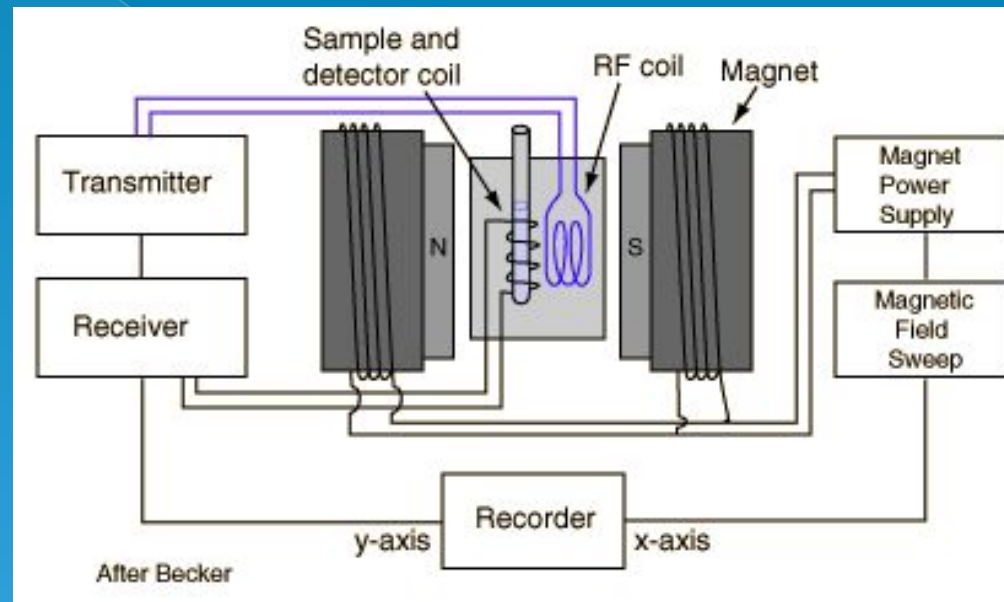
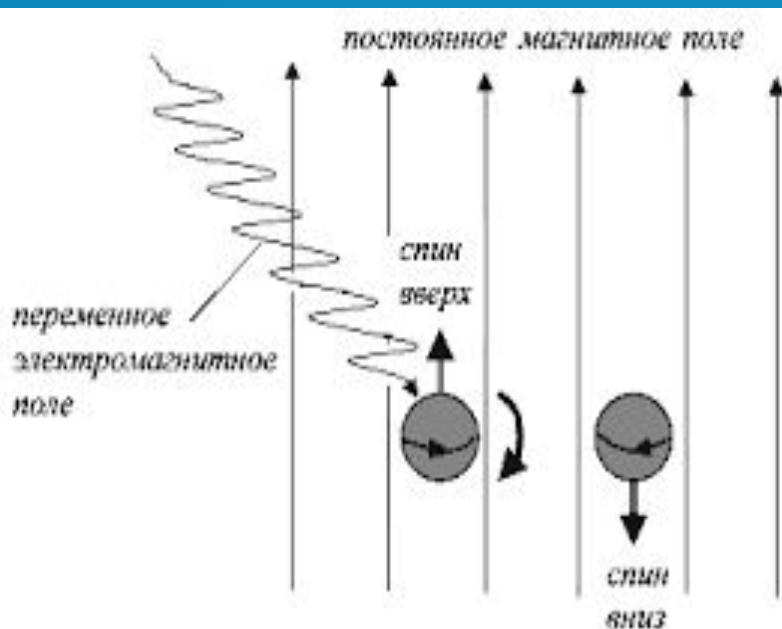


Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Магнито-резонансная томография (МРТ).



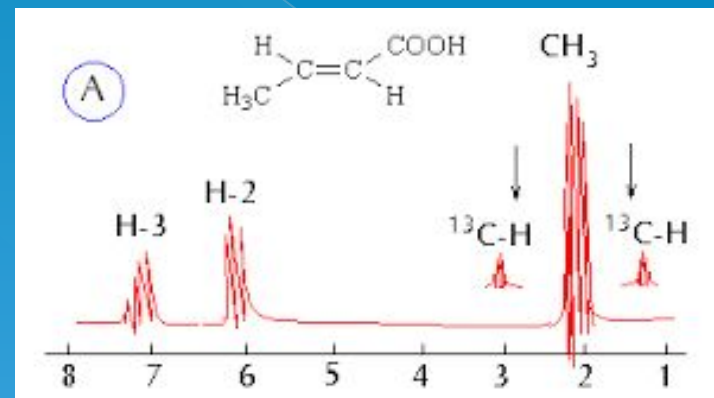
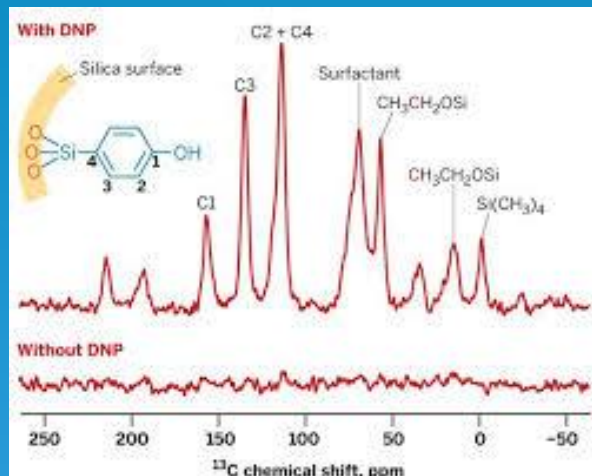
Физическая природа ЯМР

Ядра некоторых атомов (H, P и др.) обладают магнитным моментом. Если поместить их в постоянное магнитное поле, магнитные моменты ориентируются по направлению силовых линий поля или против них. Соответственно ядра распределяются на два энергетических подуровня. В таком состоянии ядра способны к резонансному поглощению квантов энергии электромагнитной волны. Условие поглощения – равенство энергии кванта и разности энергии подуровней: $h\nu = \Delta E$. Затем происходит релаксация – возвращение ядер на нижний подуровень с излучением энергии в виде радиосигнала.



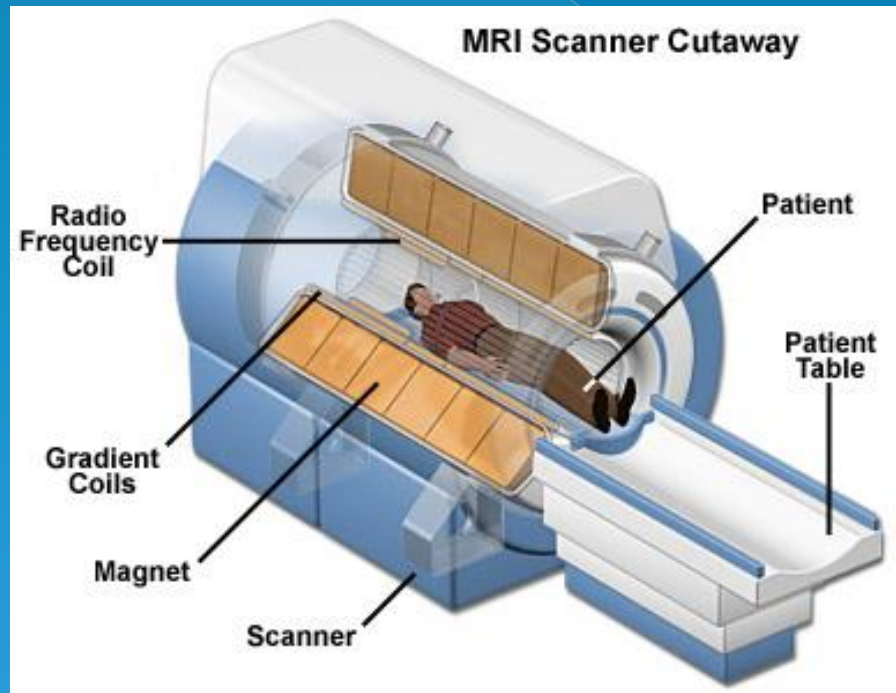
ЯМР-спектроскопия

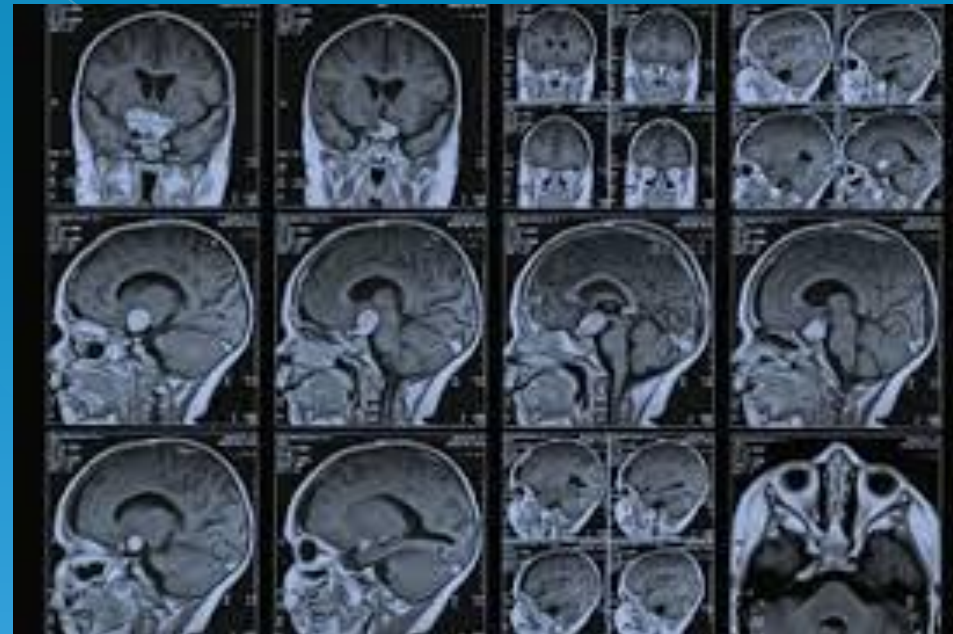
Спектр излучения при ЯМР зависит от структуры молекул вещества и позволяет определить ее.



Магнито-резонансная томография

Пациента помещают в постоянное магнитное поле. С помощью дополнительных электромагнитов создают условия для ЯМР ядер водорода в определенном сегменте тела. Посылают электромагнитную волну такой частоты, чтобы вызвать ЯМР в этом сегменте. Затем происходит релаксация, и ядра водорода испускают радиосигналы. Они улавливаются детекторами и обрабатываются компьютером. Получают визуальное изображение органов в данном сегменте.

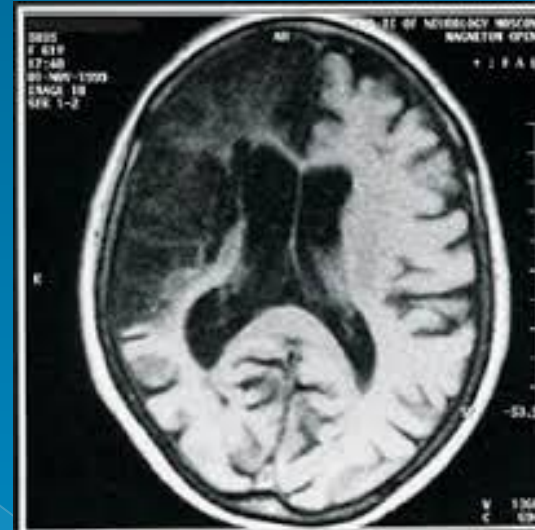




MPT при разрыве спинного мозга



МРТ головного мозга



MPT-ангиография

