

Астрофизическое оборудование

2. Расцвет астрофизики

Емельянов Эдуард Владимирович

Специальная астрофизическая обсерватория РАН
Лаборатория обеспечения наблюдений

24 мая 2016 года



1 Появление телескопов

- Рефракторы
- Рефлекторы

2 Монтировки телескопов

- Экваториальная монтировка
- Альт-азимутальная монтировка

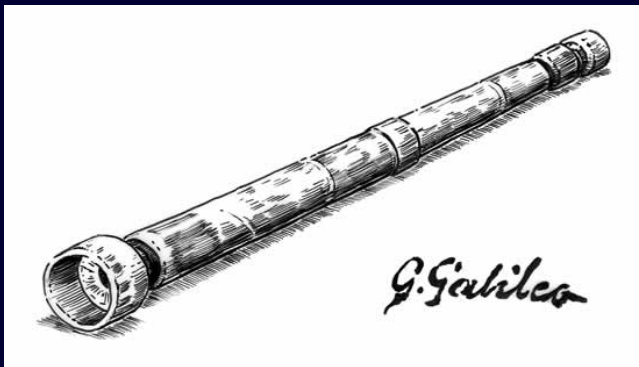
3 Астрофизика

- Фотометрия
- Спектроскопия

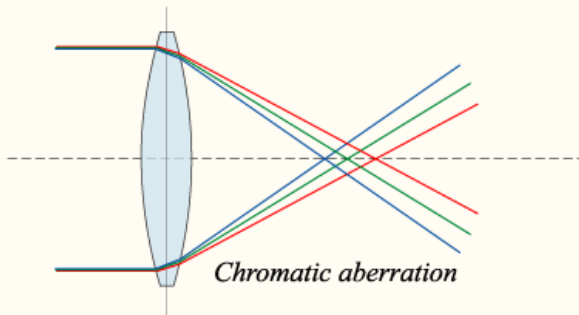


Рефракторы

Рефрактор — оптический телескоп, в котором в качестве объектива выступает линза или система линз. Галилео Галилей, 1609 г.



Аберрации



Хроматическая аберрация

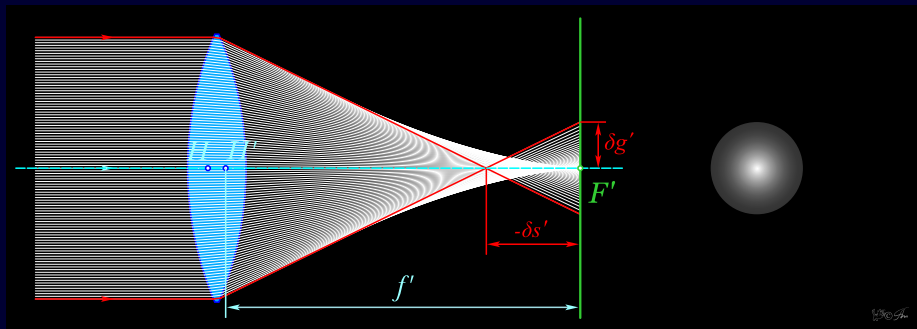
Невозможно построить однолинзовые объективы, лишенные хроматической аберрации.



Аберрации

Сферическая аберрация

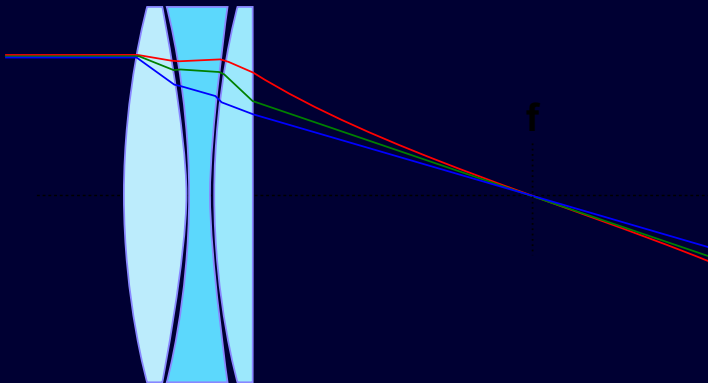
Свойственна толстым линзам.



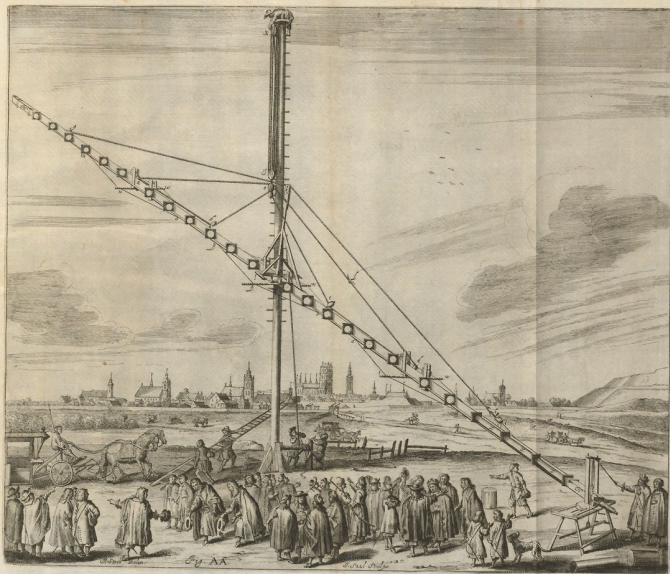
Аберрации

Апохромат

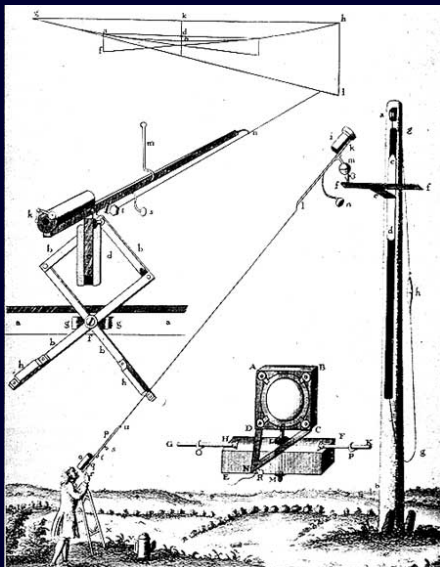
Коррекция сферической аберрации и хроматической для трех и более цветов



Телескоп Яна Гевелия



Христиан Гюйгенс



1655 — кольца Сатурна, Титан;
1657 — маятниковые часы;
1659 — туманность Ориона;
1675 — часовая спираль.



Рефлекторы

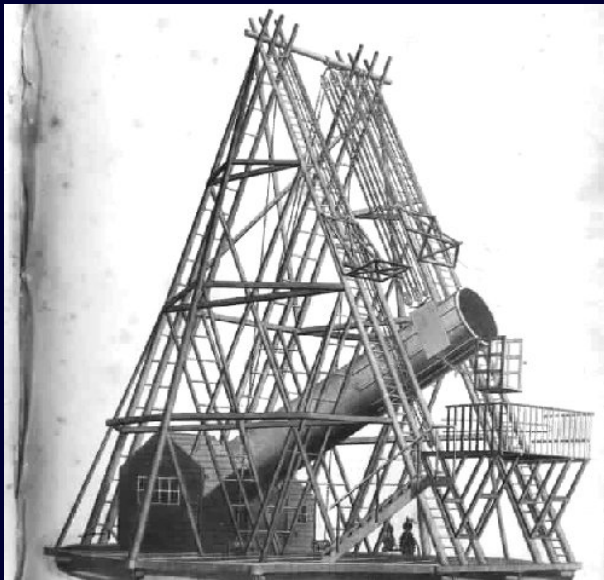


Рефлектор — оптический телескоп, в котором в качестве объектива выступает зеркало. Исаак Ньютон, 1668.

1663 — система Грегори.
1672 — система Кассегрена.
1721 — рефлектор Хэдли на альт-азимутальной монтировке.



Уильям Гершель, 1785



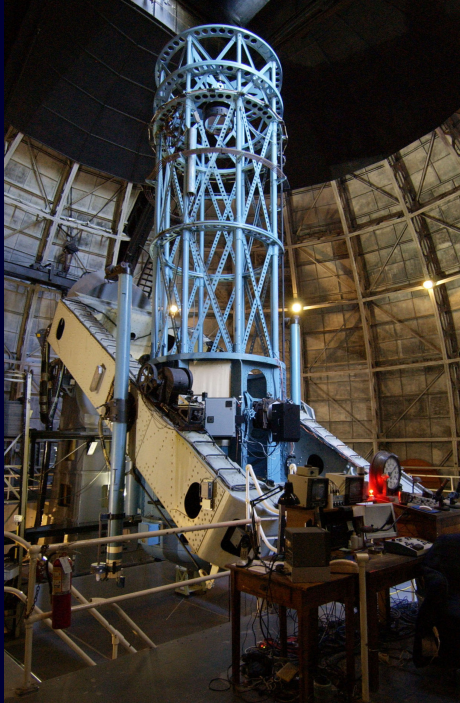
Экваториальная монтировка



1824, Йозеф фон Фраунгофер

Телескоп обсерватории Тарту.
Германская монтировка.
В 1853 г. Юстус фон Либих
предложил метод выделения
металлического серебра из
раствора нитрата серебра для
серебрения стекла. В
1856-57 гг. Карл Август фон
Штайнхейль и Леон Фуко
(независимо) впервые
использовали этот метод.





Телескоп Хукера

100 дюймов, 1917 г.

Английская монтировка «с ярмом». Обсерватория Маунт Вилсон. Крупнейший до 1949 г.

В 1935 г. серебряное покрытие сменено алюминиевым (Джон Донаван Стронг, калтех, 1932 г.).





Zeiss-1000, Италия

Асимметрическая английска
монтаж — фокус Куде.



Телескоп Хейла

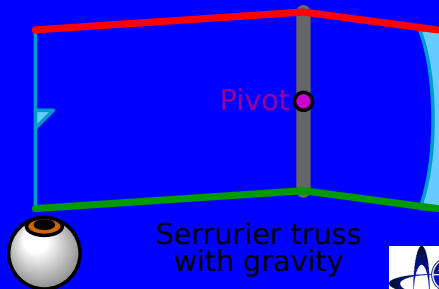
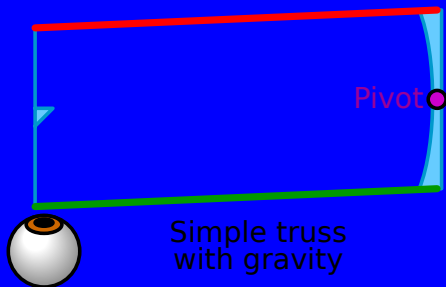
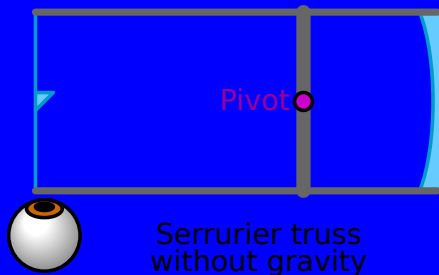
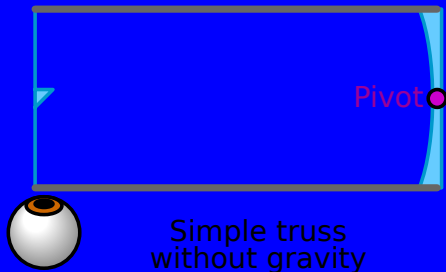
200 дюймов, 1949 г. Прямой фокус, Куде и Несмит.

Первый гидравлический подшипник. Пирексовое зеркало (14.5 тонн). Первая в мире труба Серрюрье.

Полярная монтировка «седло».



Труба Серрюрье



Альт-азимутальная монтировка



Астрофизика — раздел астрономии, тесно переплетенный с химией и физикой. «It seeks to ascertain the nature of the heavenly bodies, rather than their positions or motions in space — what they are, rather than where they are» (1897, Джеймс Килер).

Основоположники — Вильям Хайд Волластон и Йозеф фон Фраунгофер. Сам термин «астрофизика» предложен Иоганном Карлом Фридрихом Цёлльнером (известен по точной фотометрии) в 1865 г.

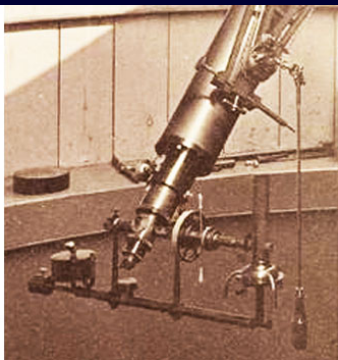
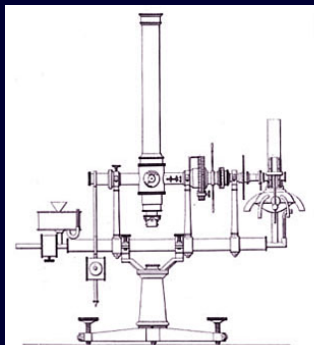
Астрофизика делится на наблюдательную и теоретическую, находящиеся в тесной взаимосвязи.



Фотометрия

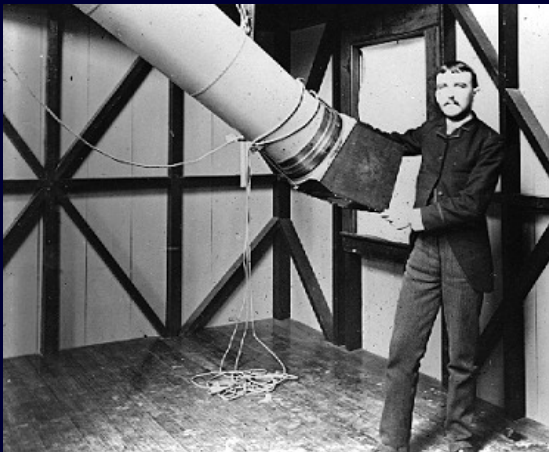
Фотометр Цёлльнера

1861 г. — первый фотометр с эталонным источником. Газовая горелка, призмы Волластона, плоскопараллельная пластинка.



Фотография

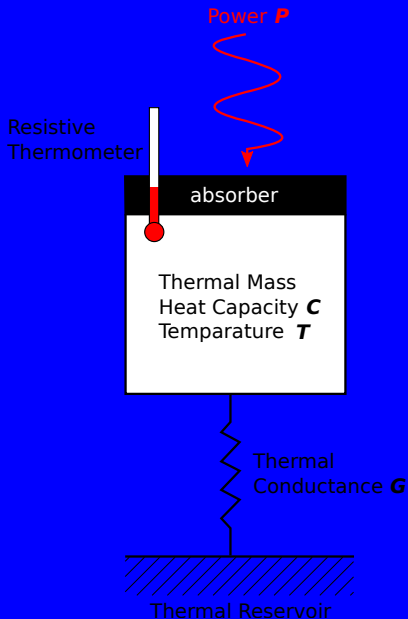
В 1822 г. Нисефор Ньепс изобрел гелиографию. Луи Дагер в 1837 г. разработал дагеротипию. 1840 г Джон Уильям Дрэпер (отец Генри Дрэпера) — первое астрофото Луны.





Эндрю Эйнсли Камэн (Andrew Ainslie Common),
1883 г. — туманность Ориона.





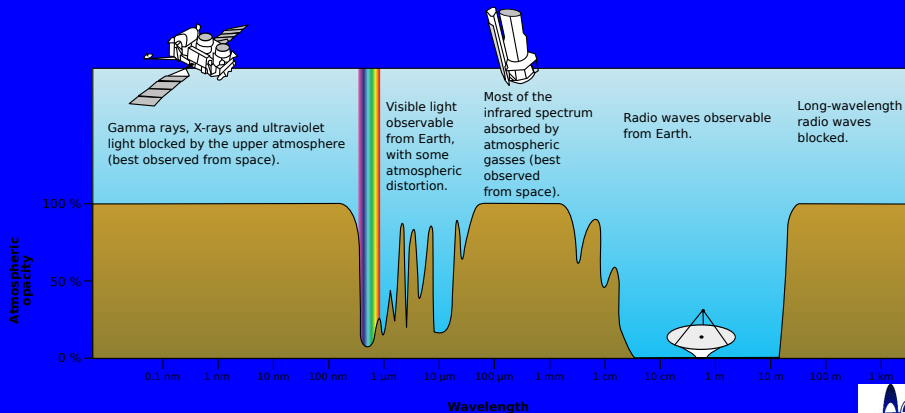
1878 г. Сэмюэль Лэнгли изобрел болометр: две платиновые полоски, зачерненные ламповой сажей, включенные по схеме моста Уитсона и подключенные к чувствительному гальванометру. Болометр Лэнгли чувствовал корову за милю! Расширение диапазона до ИК.



Спектроскопия

Земная атмосфера

Наземная астрофизика сильно сжата в спектральном диапазоне земной атмосферой.



Йозеф фон Фраунгофер



В 1860 г. Густав Кирхгофф и Роберт Бунзен обнаружили, что многим темным фраунгоферовым линиям соответствуют светлые линии спектров сжигаемых металлов. Кирхгофф объяснил происхождение фраунгоферовых линий поглощением света в атмосфере Солнца.

В 1868 г. Норман Локьер (пионер археоастрономии) и Пьер Жансен обнаружили гелий.

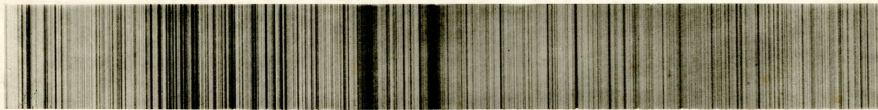
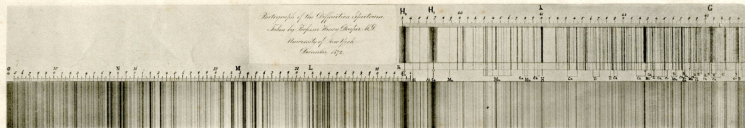
Спектральные наблюдения с использованием призмы проводил еще Исаак Ньютон в 1666–1672 гг., он и предложил термин «спектр».

Применение спектрального анализа к звездам начато работами Анджело Секки (ватиканская обсерватория) и Уильяма Хаггинса (частная обсерватория в Англии) в 1863 г. Секки первым доказал, что Солнце — звезда, первым предложил спектральную классификацию (4 класса).



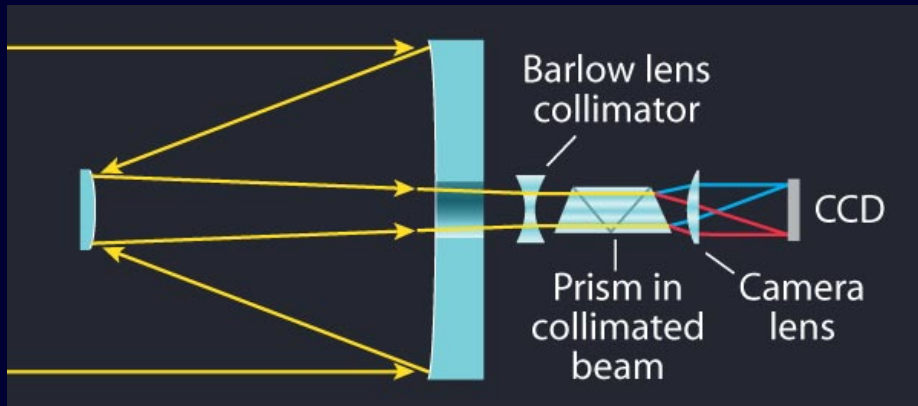
Генри Дрэпер

1872, первый спектр Веги на фотопластинке. С 1918 по 1924 г. вышел каталог HD в честь Дрэпера (изначально 225300 звезд, Эдвард Пикеринг со товарищи, наблюдения в гарвардской обсерватории с объективной призмой).

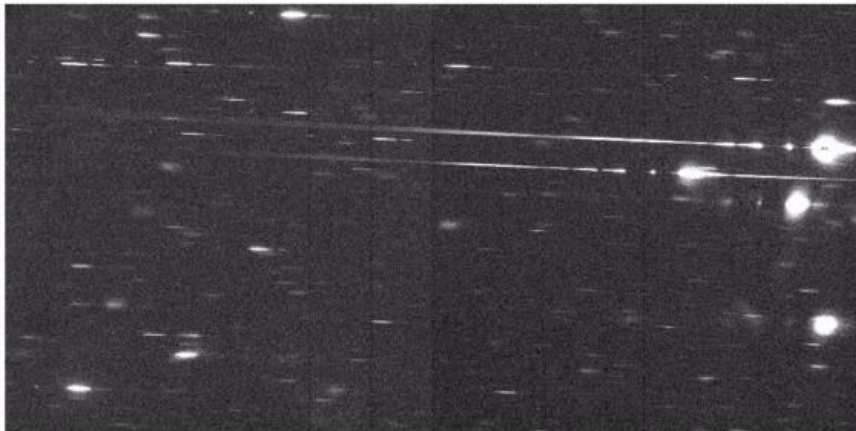


Бесщелевые спектры

Николас Мейол, 1930-е.



Бесщелевые спектры

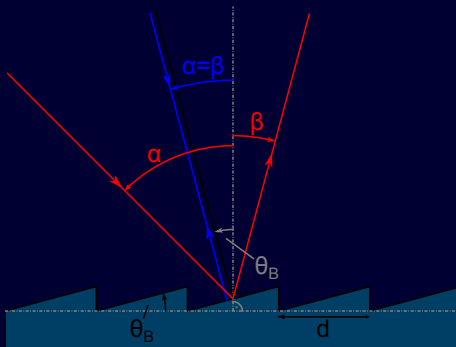


Дифракционная решетка

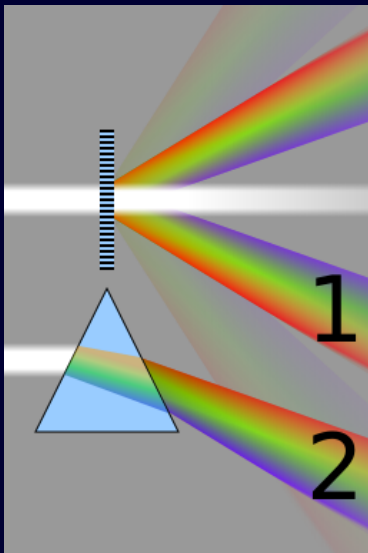
Середина 18 века, Джеймс Грегори — принцип построения дифракционной решетки.

1785, Дэвид Риттенхаус (Филадельфия) — первая дифракционная решетка (почти 4 линии на мм). Аналог — Йозеф Фраунгофер, 1821 г.

Нарезные решетки. Предел — около 4.7/мм (1899, Генри Джозеф Грейсон).



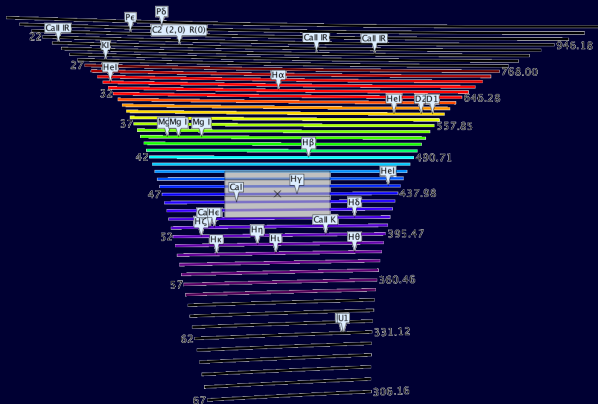
Дифракция и дисперсия



Эшелле

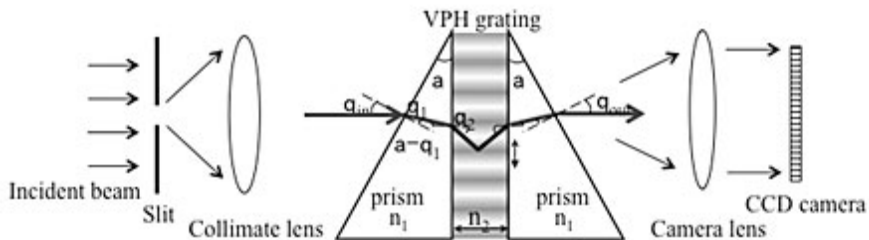
1898, Альберт Михельсон (стопка тонких зеркал). 1923 — первый эшелле-спектрограф.

Автоколлимационная конфигурация Литтрова (Йозеф Йоханн фон Литтроу), угол блеска больше 45° ($\theta_B = \arcsin \frac{m\lambda}{2d}$). Кросс-дисперсор.

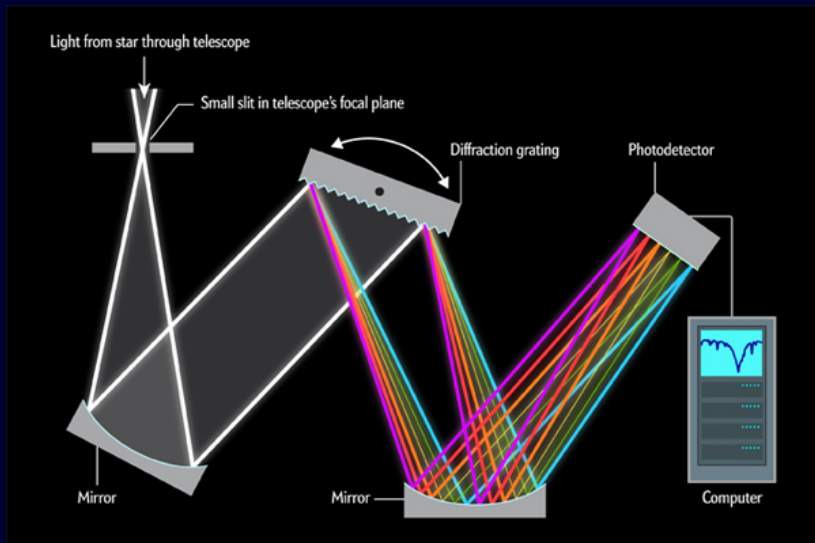


Дифракция Брэгга: $2d \sin(\theta + \phi) = m\lambda$,

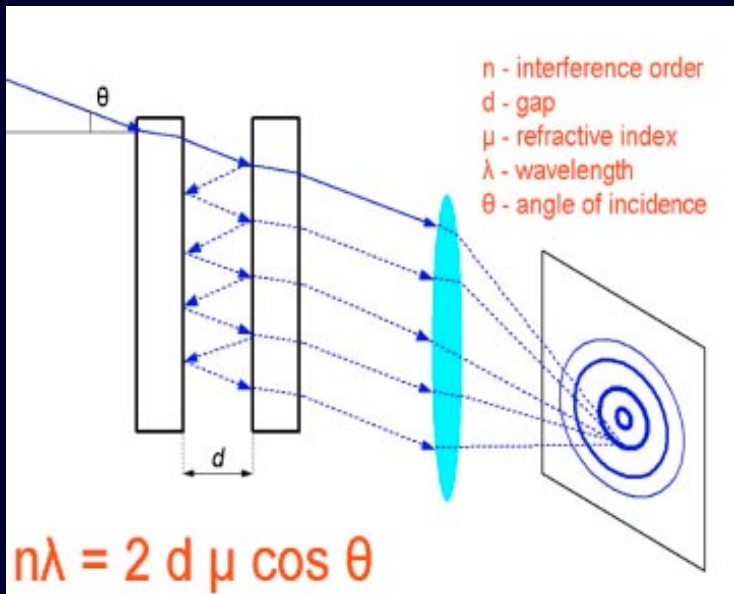
Периодическая структура изменяющегося показателя преломления. $1/d$ до 6000! $d < \lambda$!!!



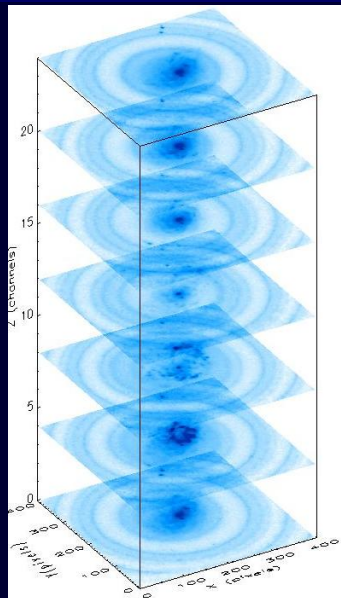
Спектрограф

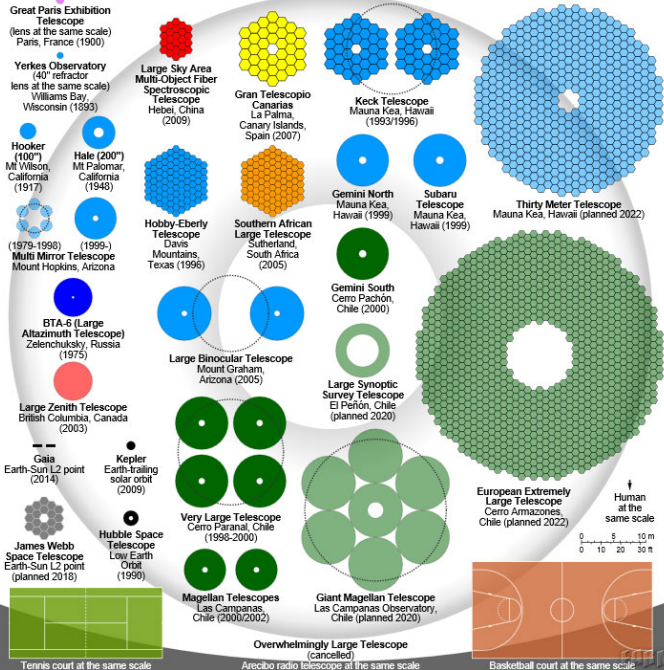


Интерферометр Фабри–Перо



Интерферометр Фабри–Перо





Спасибо за внимание!

mailto

eddy@sao.ru

edward.emelianoff@gmail.com

