

# Использование междисциплинарных связей при подготовке к ЕГЭ

А. В. Селиверстов

к.п.н., старший преподаватель Кафедры общей физики

XIII Летняя школа учителей физики «Предметная компетентность учителя физики  
в современной школе» — Усть-Лабинск, 30 июня–3 июля 2025 г.

Любимые вещи: музыка, природа, стихи, одиночество.  
Любила простые и пустые места, которые никому не нравятся.  
Люблю физику, её загадочные законы притяжения  
и отталкивания, похожие на любовь и ненависть.

*Марина Цветаева*

# Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца



# Сила Лоренца















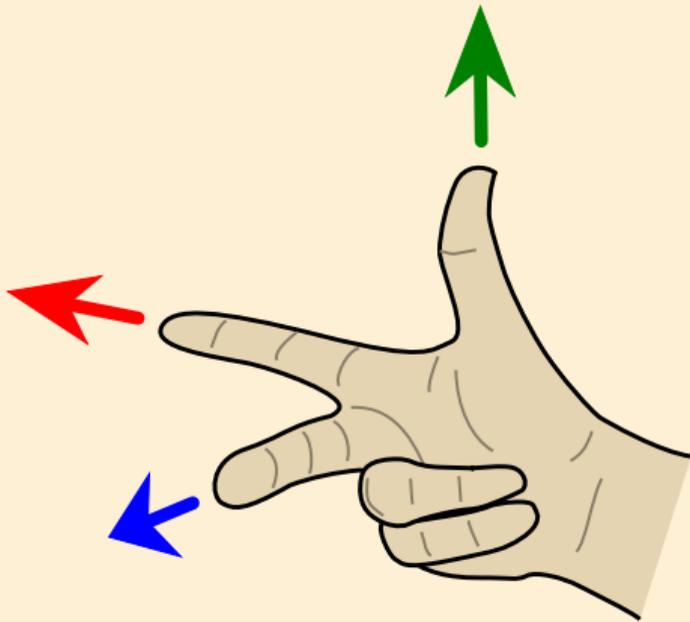


# Сила Лоренца

$$\vec{F} = q[\vec{v} \times \vec{B}]$$

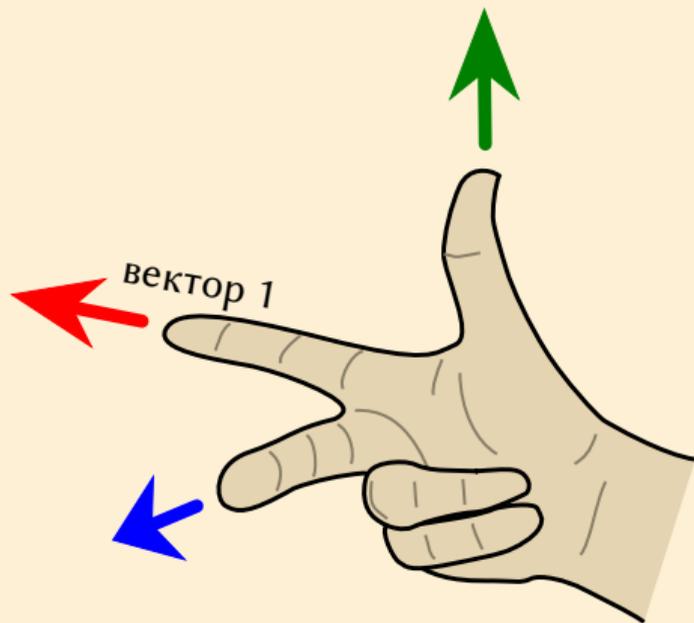
# Сила Лоренца

$$\vec{F} = q[\vec{v} \times \vec{B}]$$



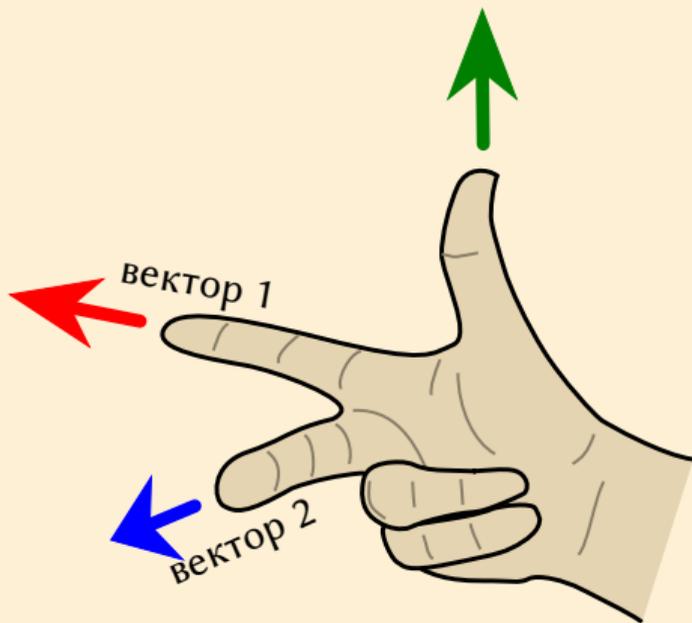
# Сила Лоренца

$$\vec{F} = q[\vec{v} \times \vec{B}]$$



# Сила Лоренца

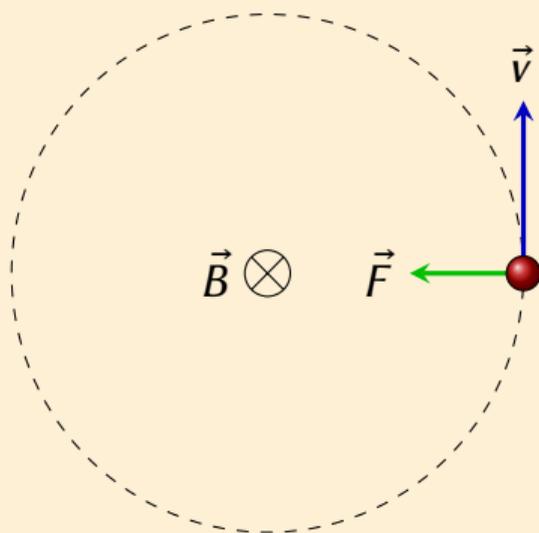
$$\vec{F} = q[\vec{v} \times \vec{B}]$$







# Движение по окружности

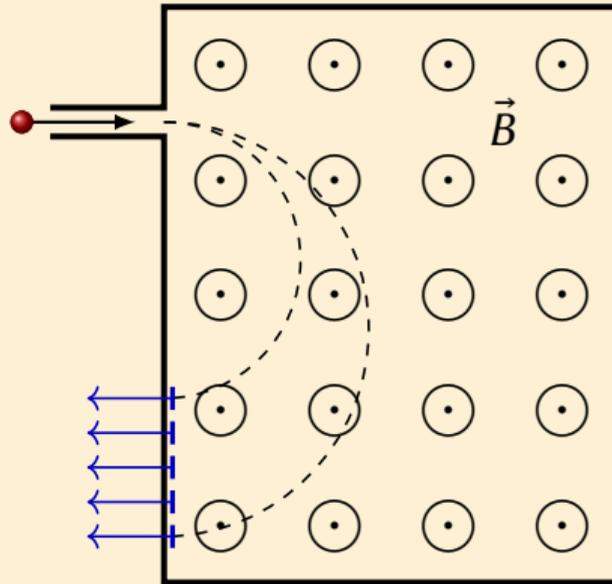


$$\vec{v} \perp \vec{B}: m \frac{v^2}{R} = qvB$$

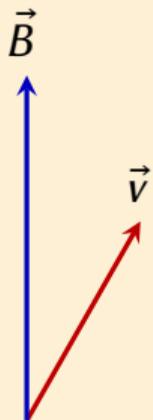
# Ускорители заряженных частиц



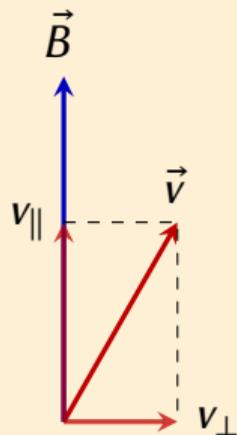
# Масс-спектрометр



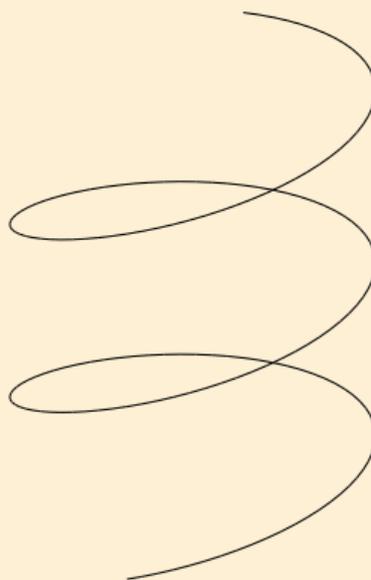
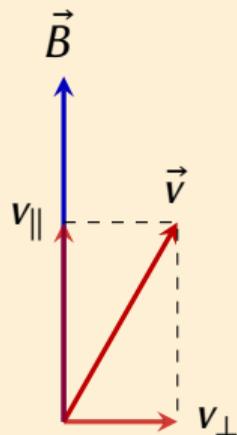
# Движение вдоль магнитной линии



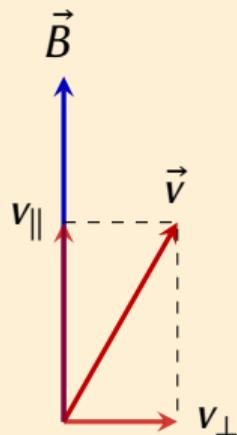
# Движение вдоль магнитной линии



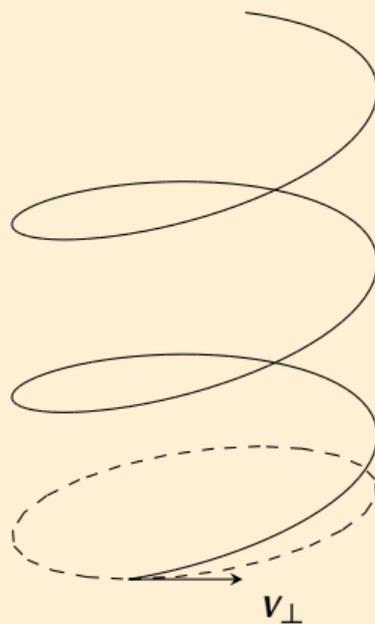
# Движение вдоль магнитной линии



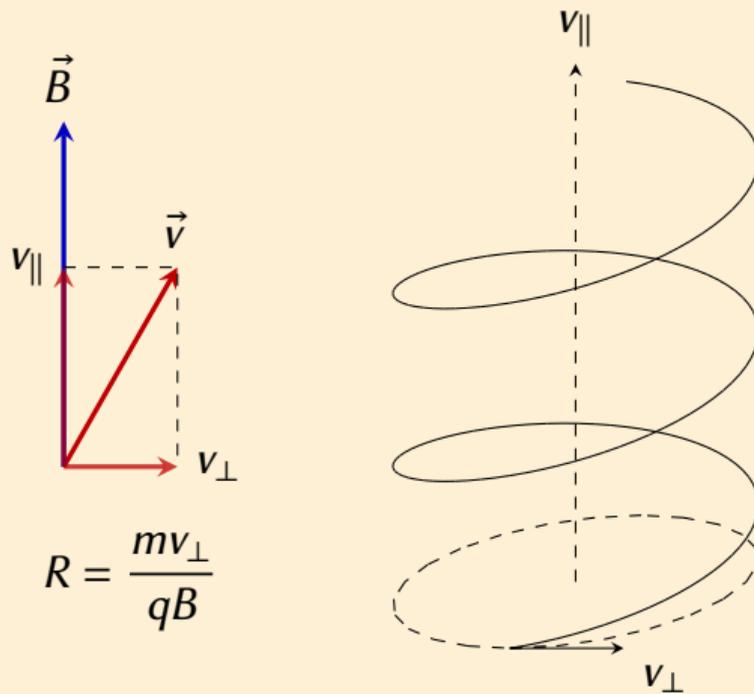
# Движение вдоль магнитной линии



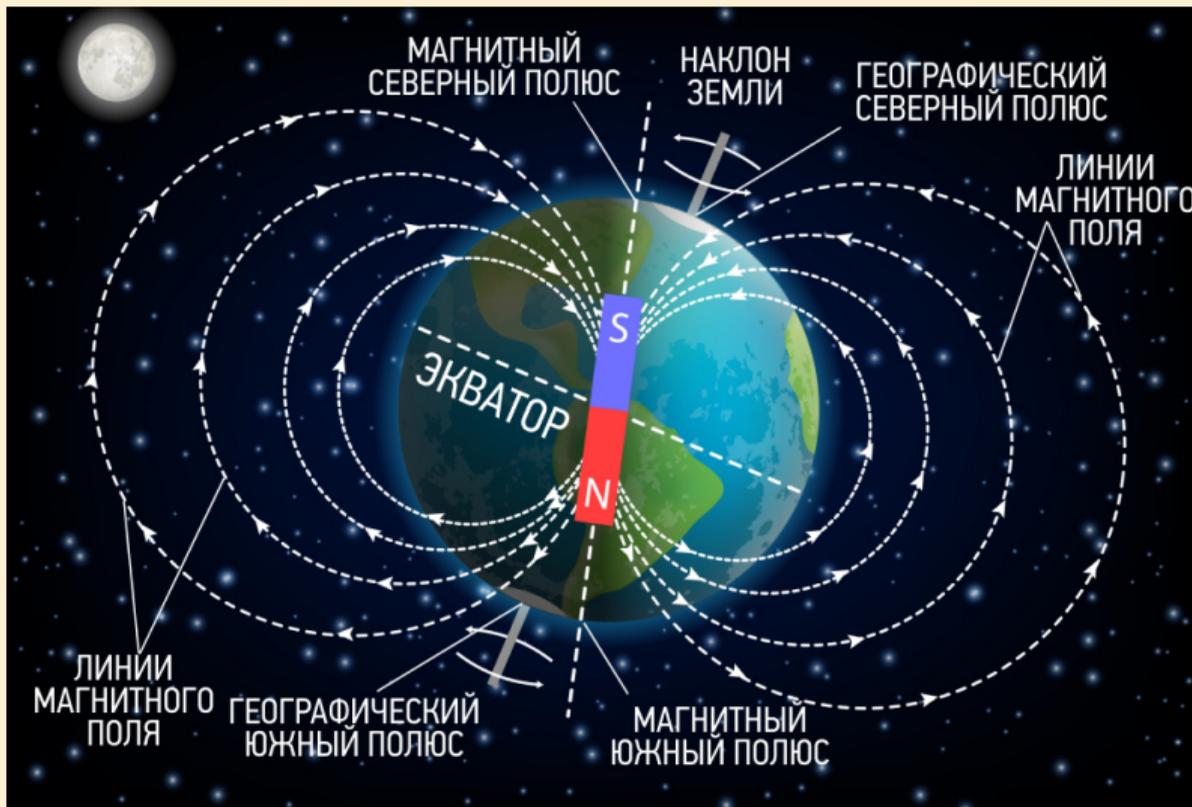
$$R = \frac{mv_{\perp}}{qB}$$



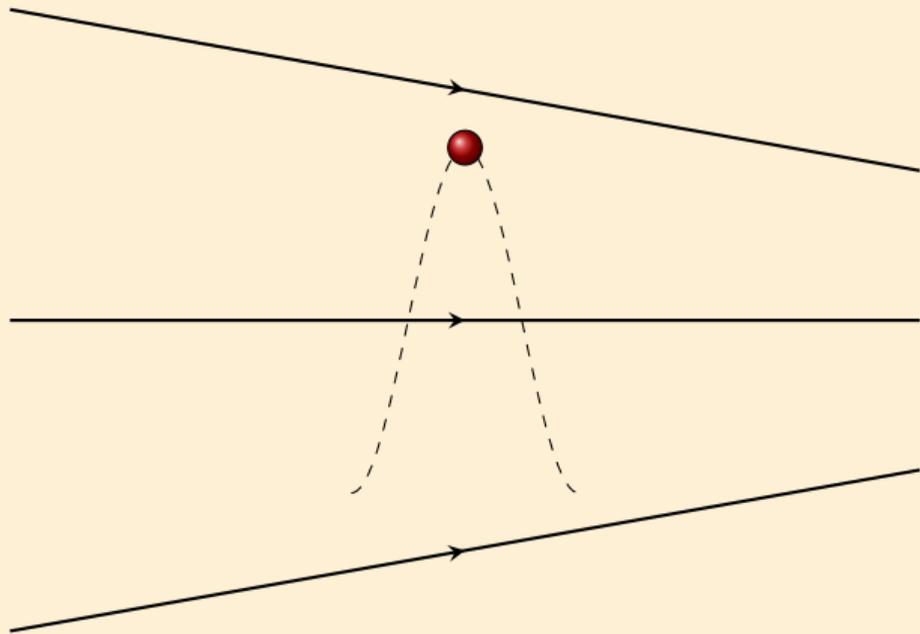
## Движение вдоль магнитной линии



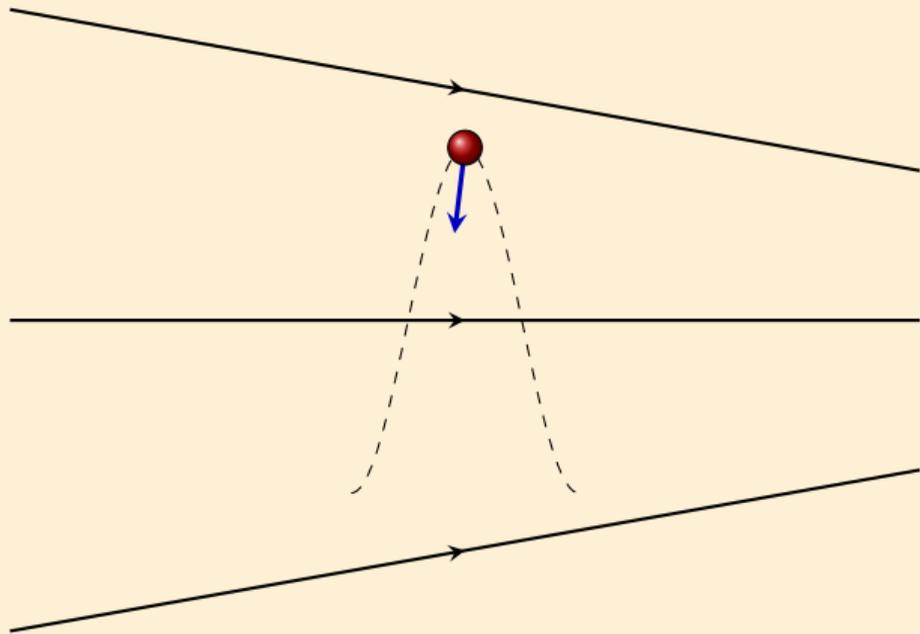
# Магнитное поле Земли



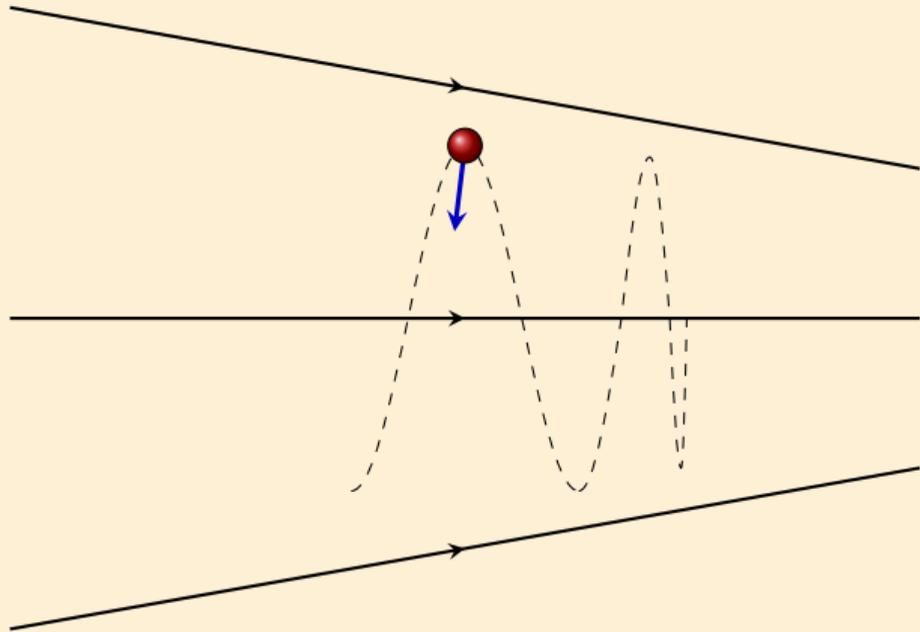
# Движение в неоднородном поле



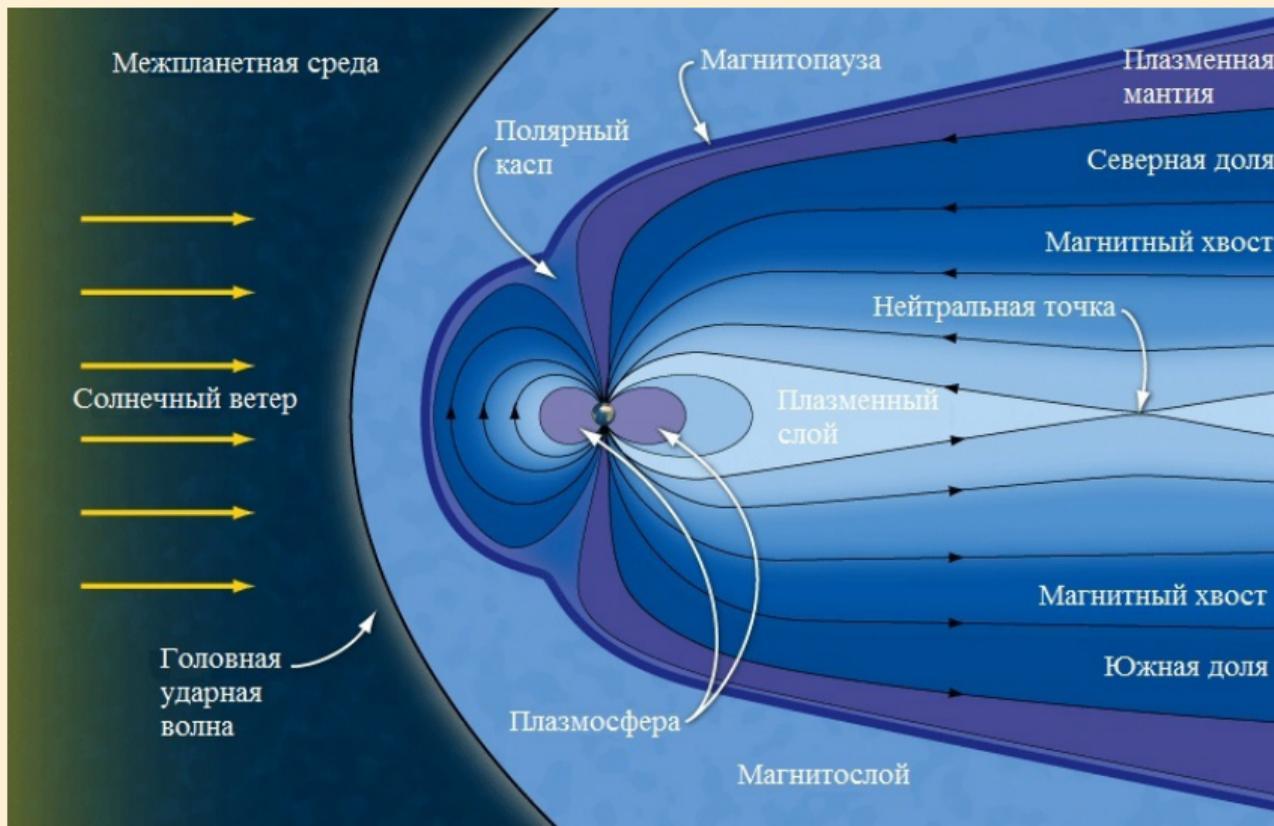
# Движение в неоднородном поле



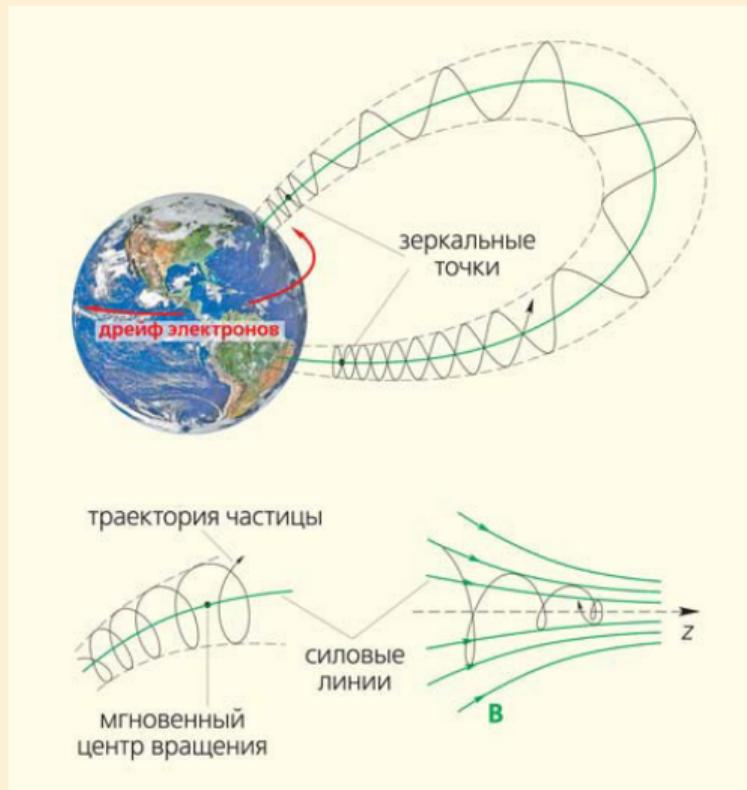
# Движение в неоднородном поле



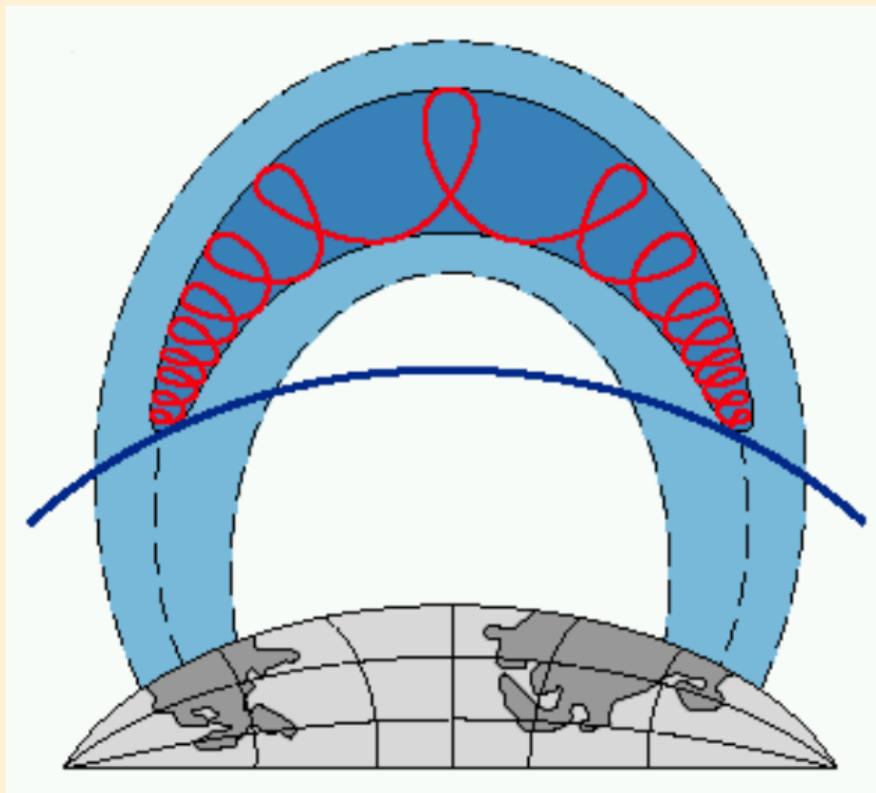
# Магнитосфера Земли



# Движение заряженных частиц в магнитосфере Земли



# Радиационные пояса Земли



## Радиационные пояса Земли

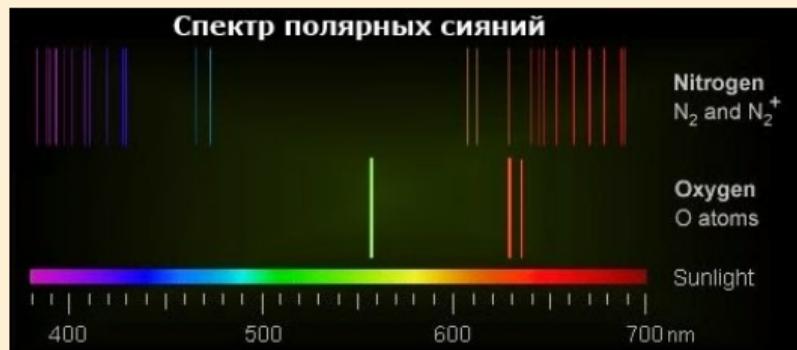
- **Внутренний пояс:** высота примерно 4000 км, в основном протоны с энергией десятки МэВ.
- **Внешний пояс:** высота примерно 17 000 км, в основном электроны с энергией в десятки кэВ.
- Временные пояса.

Радиационный фон начинает расти на высотах 500–1500 км.

# Полярные сияния



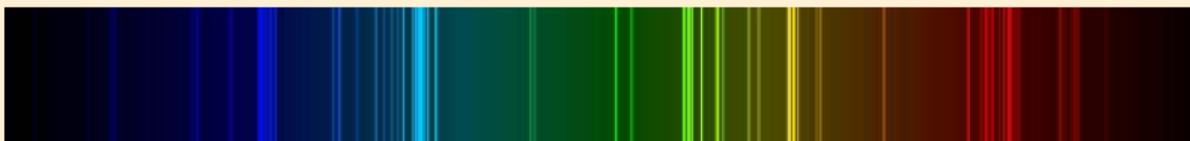
# Цвета полярных сияний



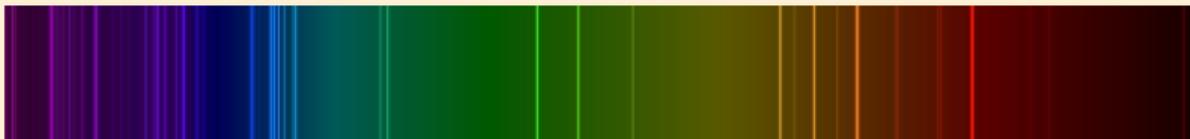
Цвет	Элемент	Высота, км
Красный	N, O	150–400
Зелёный	O	80–150
Пурпурный	N, O	95–140
Синий	N	140–160

# Спектры излучения

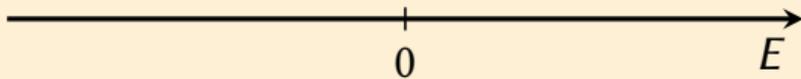
Спектр излучения азота



Спектр излучения кислорода

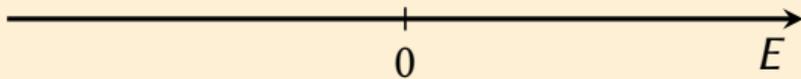


# Линейчатые спектры



# Линейчатые спектры

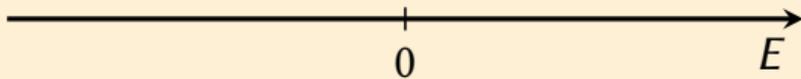
$$E_{\text{пот}} = -k \frac{Ze^2}{r}$$



# Линейчатые спектры

$$E_{\text{пот}} = -k \frac{Ze^2}{r}$$

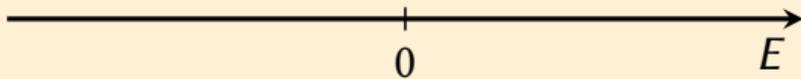
$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} =$$



# Линейчатые спектры

$$E_{\text{пот}} = -k \frac{Ze^2}{r}$$

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} = k \frac{Ze^2}{r^2} \cdot \frac{r}{2} = -\frac{E_{\text{пот}}}{2}$$

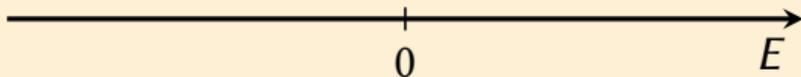


# Линейчатые спектры

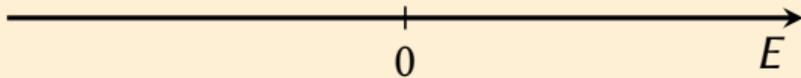
$$E_{\text{пот}} = -k \frac{Ze^2}{r}$$

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{r} \cdot \frac{r}{2} = k \frac{Ze^2}{r^2} \cdot \frac{r}{2} = -\frac{E_{\text{пот}}}{2}$$

$$E = -k \frac{Ze^2}{2r}$$



# Линейчатые спектры



$$E_{\text{пот}} = -k \frac{Ze^2}{r}$$

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{r} \cdot \frac{r}{2} = k \frac{Ze^2}{r^2} \cdot \frac{r}{2} = -\frac{E_{\text{пот}}}{2}$$

$$E = -k \frac{Ze^2}{2r}$$

$$E_n = -k \frac{Ze^2}{2r_n}$$

# Линейчатые спектры

$$E_{\text{пот}} = -k \frac{Ze^2}{r}$$

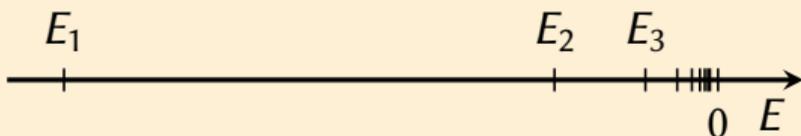
$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{r} \cdot \frac{r}{2} = k \frac{Ze^2}{r^2} \cdot \frac{r}{2} = -\frac{E_{\text{пот}}}{2}$$

$$E = -k \frac{Ze^2}{2r}$$

$$E_n = -k \frac{Ze^2}{2r_n}$$



# Линейчатые спектры



$$E_{\text{пот}} = -k \frac{Ze^2}{r}$$

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{r} \cdot \frac{r}{2} = k \frac{Ze^2}{r^2} \cdot \frac{r}{2} = -\frac{E_{\text{пот}}}{2}$$

$$E = -k \frac{Ze^2}{2r}$$

$$E_n = -k \frac{Ze^2}{2r_n}$$

$$E_n = -\frac{R}{n^2}$$

# Линейчатые спектры



$$E_{\text{пот}} = -k \frac{Ze^2}{r}$$

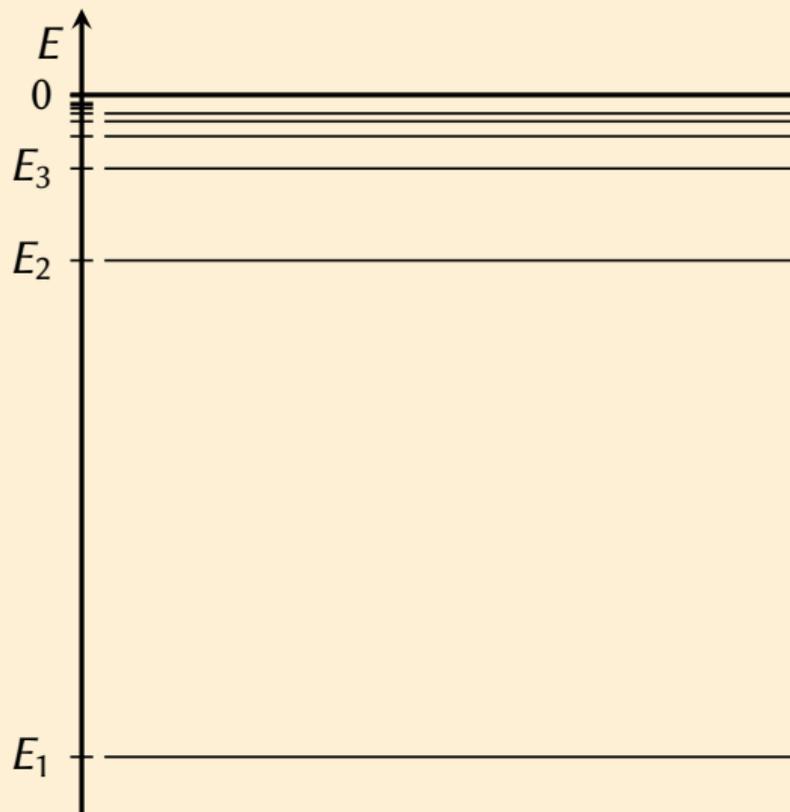
$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{r} \cdot \frac{r}{2} = k \frac{Ze^2}{r^2} \cdot \frac{r}{2} = -\frac{E_{\text{пот}}}{2}$$

$$E = -k \frac{Ze^2}{2r}$$

$$E_n = -k \frac{Ze^2}{2r_n}$$

$$E_n = -\frac{R}{n^2}$$

# Линейчатые спектры



$$E_{\text{пот}} = -k \frac{Ze^2}{r}$$

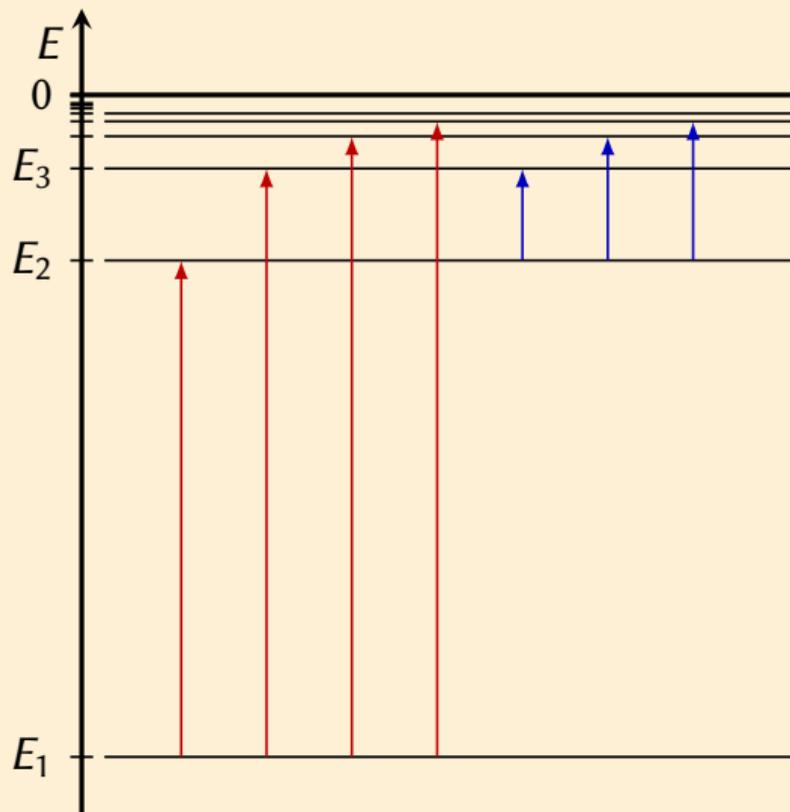
$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{r} \cdot \frac{r}{2} = k \frac{Ze^2}{r^2} \cdot \frac{r}{2} = -\frac{E_{\text{пот}}}{2}$$

$$E = -k \frac{Ze^2}{2r}$$

$$E_n = -k \frac{Ze^2}{2r_n}$$

$$E_n = -\frac{R}{n^2}$$

# Линейчатые спектры



$$E_{\text{пот}} = -k \frac{Ze^2}{r}$$

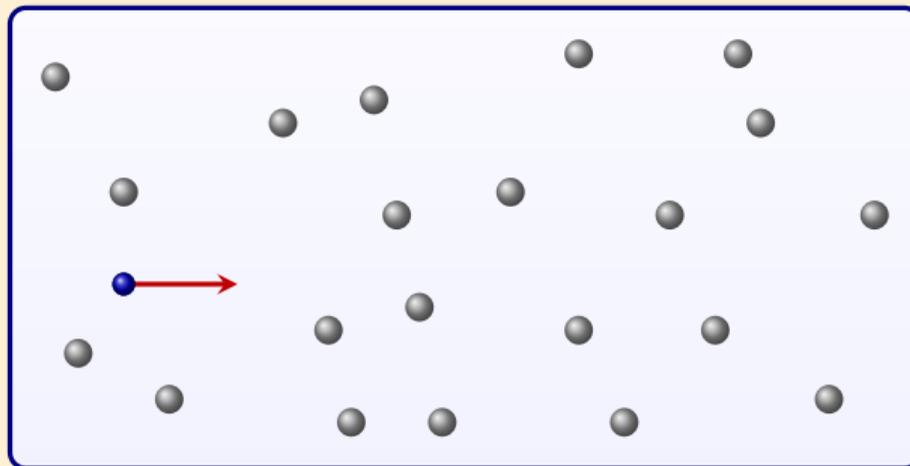
$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} = k \frac{Ze^2}{r^2} \cdot \frac{r}{2} = -\frac{E_{\text{пот}}}{2}$$

$$E = -k \frac{Ze^2}{2r}$$

$$E_n = -k \frac{Ze^2}{2r_n}$$

$$E_n = -\frac{R}{n^2}$$

# Ток в газах



## Открытие благородных газов

- He: 1868 г., П. Жансен и Н. Локьер — в солнечной короне;  
1895 г., У. Рамзай — в горных породах;
- Ar: 1894 г., У. Рамзай и Дж. У. Стрэтт, лорд Рэлей — в воздухе;
- Ne: 1898 г., У. Рамзай и М. Траверс — в воздухе;
- Kr: 1898 г., У. Рамзай — в воздухе;
- Xe: 1898 г., У. Рамзай — в воздухе.

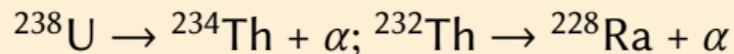
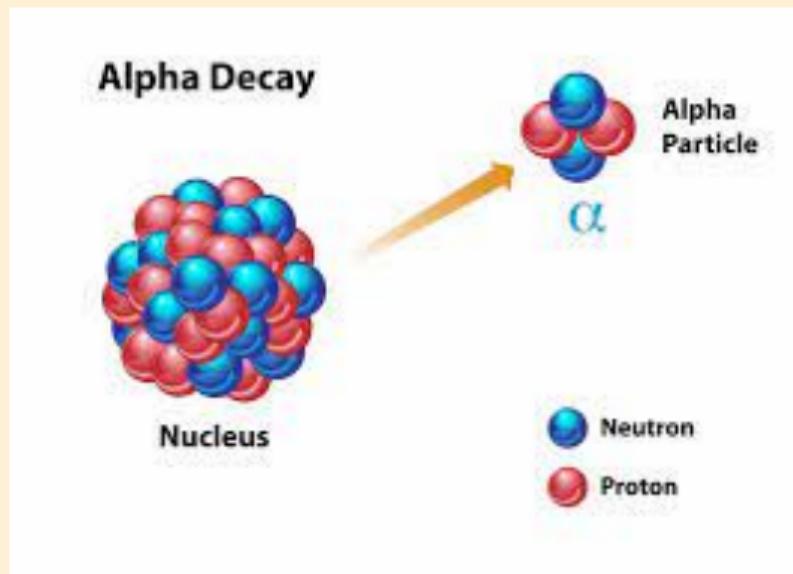
За открытие инертных газов, в частности ксенона, и определение их места в периодической таблице Менделеева У. Рамзай получил в 1904 году Нобелевскую премию по химии.

## Загадка гелия

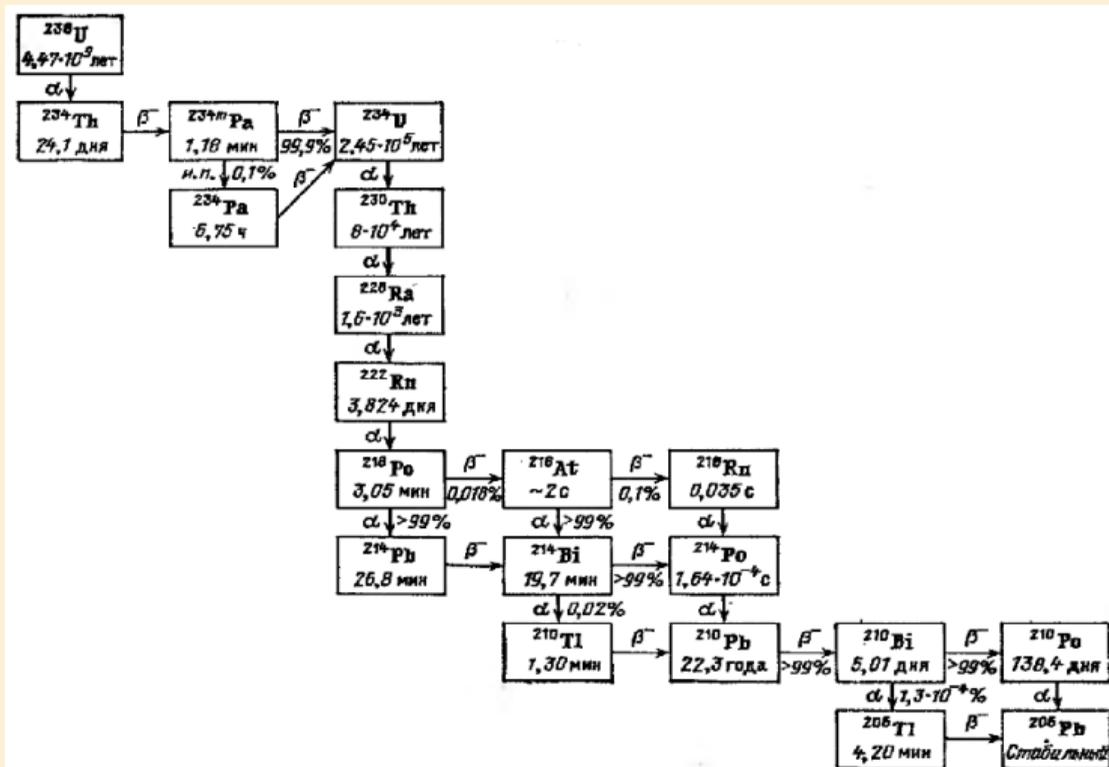
Исследуя различные минералы, Рамзай обнаружил, что гелий в них сопутствует урану и торию.

# Загадка гелия

Исследуя различные минералы, Рамзай обнаружил, что гелий в них сопутствует урану и торию.



# Радиоактивные ряды



# Банановый эквивалент

**Бананы радиоактивны!**

## Банановый эквивалент

### Бананы радиоактивны!

Бананы содержат калий. Природный калий содержит изотоп  $^{40}\text{K}$ .

В 1 г природного калия происходит в среднем 32 распада  $^{40}\text{K}$  в секунду.

Активность  $A = 32$  беккереля или 865 пикокюри.

Средний банан содержит около 0,42 грамма калия.

Для заметного влияния на здоровье человеку необходимо съесть несколько вагонов бананов.



**Благодарю за внимание!**