

Геосферы планеты Земля и проблемы устойчивого развития

Атмосфера

Гидросфера

Литосфера

Биосфера

The background features several sets of concentric circles in a lighter shade of blue, resembling ripples in water, scattered across the lower half of the slide.

Кузнецов Владимир Алексеевич,
профессор кафедры ЮНЕСКО
«Зеленая химия для устойчивого
развития»

Основная литература

Н.П. Тарасова., В.А. Кузнецов . Химия окружающей среды.
Атмосфера.

Н.П. Тарасова., В.А. Кузнецов и др. Задачи и вопросы по химии
окружающей среды.



ЦЕЛИ

в области



УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ

1 ЛИКВИДАЦИЯ
НИЩЕТЫ



2 ЛИКВИДАЦИЯ
ГОЛОДА



3 ХОРОШЕЕ ЗДОРОВЬЕ
И БЛАГОПОЛУЧИЕ



4 КАЧЕСТВЕННОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ



5 ГЕНДЕРНОЕ
РАВЕНСТВО



6 ЧИСТАЯ ВОДА
И САНИТАРИЯ



7 НЕДОРОГОСТОЯЩАЯ
И ЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ



8 ДОСТОЙНАЯ РАБОТА
И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
РОСТ



9 ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ,
ИННОВАЦИИ И
ИНФРАСТРУКТУРА



10 УМЕНЬШЕНИЕ
НЕРАВЕНСТВА



11 УСТОЙЧИВЫЕ
ГОРОДА И
НАСЕЛЕННЫЕ ПУНКТЫ



12 ОТВЕТСТВЕННОЕ
ПОТРЕБЛЕНИЕ
И ПРОИЗВОДСТВО



13 БОРЬБА
С ИЗМЕНЕНИЕМ
КЛИМАТА



14 СОХРАНЕНИЕ
МОРСКИХ
ЭКОСИСТЕМ



15 СОХРАНЕНИЕ
ЭКОСИСТЕМ
СУШИ



16 МИР, ПРАВОСУДИЕ
И ЭФФЕКТИВНЫЕ
ИНСТИТУТЫ



17 ПАРТНЕРСТВО
В ИНТЕРЕСАХ
УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ



ЦЕЛИ
в области
УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ

Атмосфера.

Строение.

Состав.

**Физико-химические
процессы в атмосфере.**



Межфакультетский учебный курс

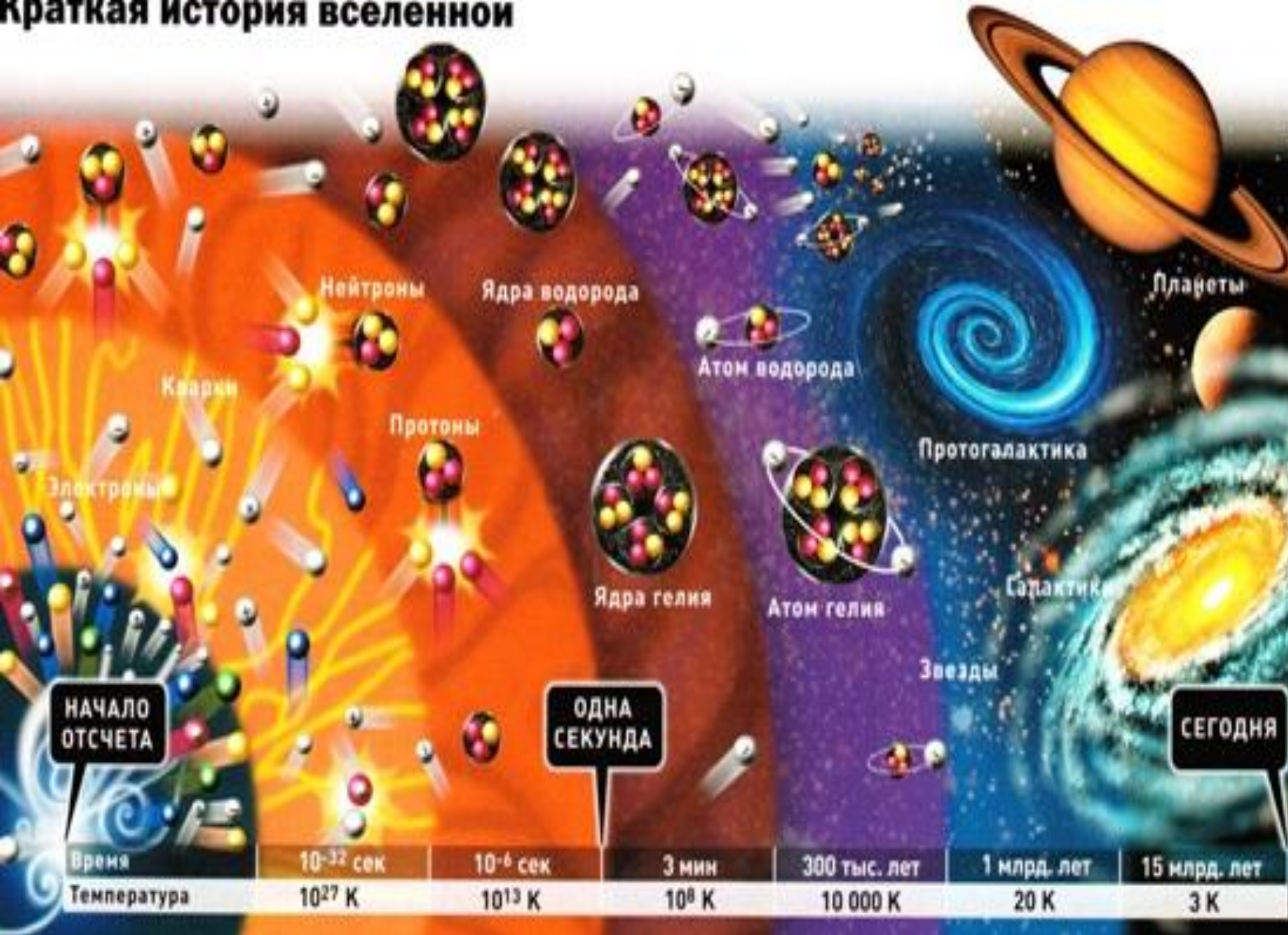
Общая астрономия

доцент, к.ф.-м.н. Владимир Георгиевич Сурдин



Лекция 2 - Состав Вселенной

Краткая история вселенной



What The Universe Is Made Of



DARK MATTER

21%

DARK ENERGY

74%

Тёмная материя

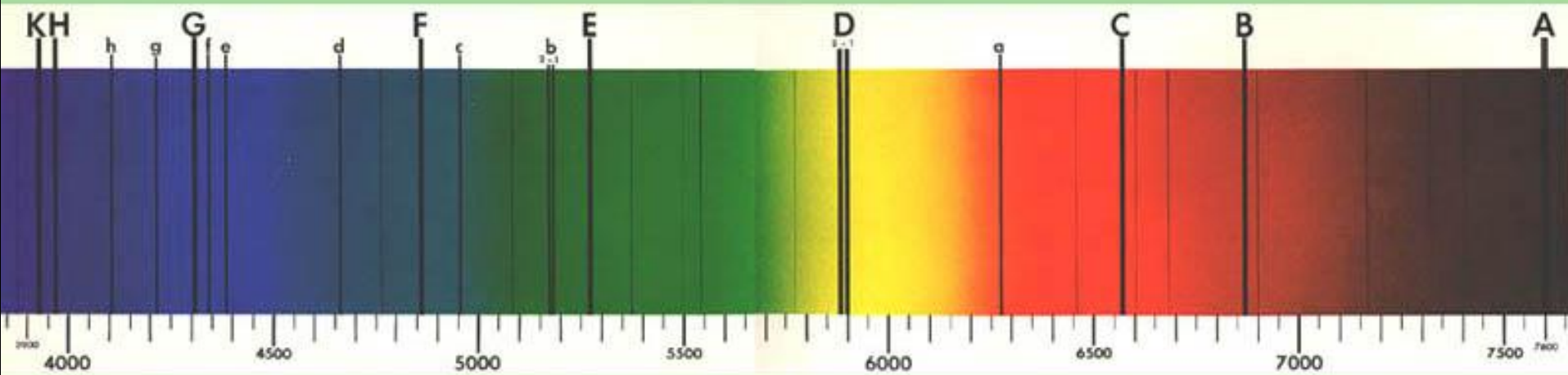
Тёмная энергия

NORMAL MATTER



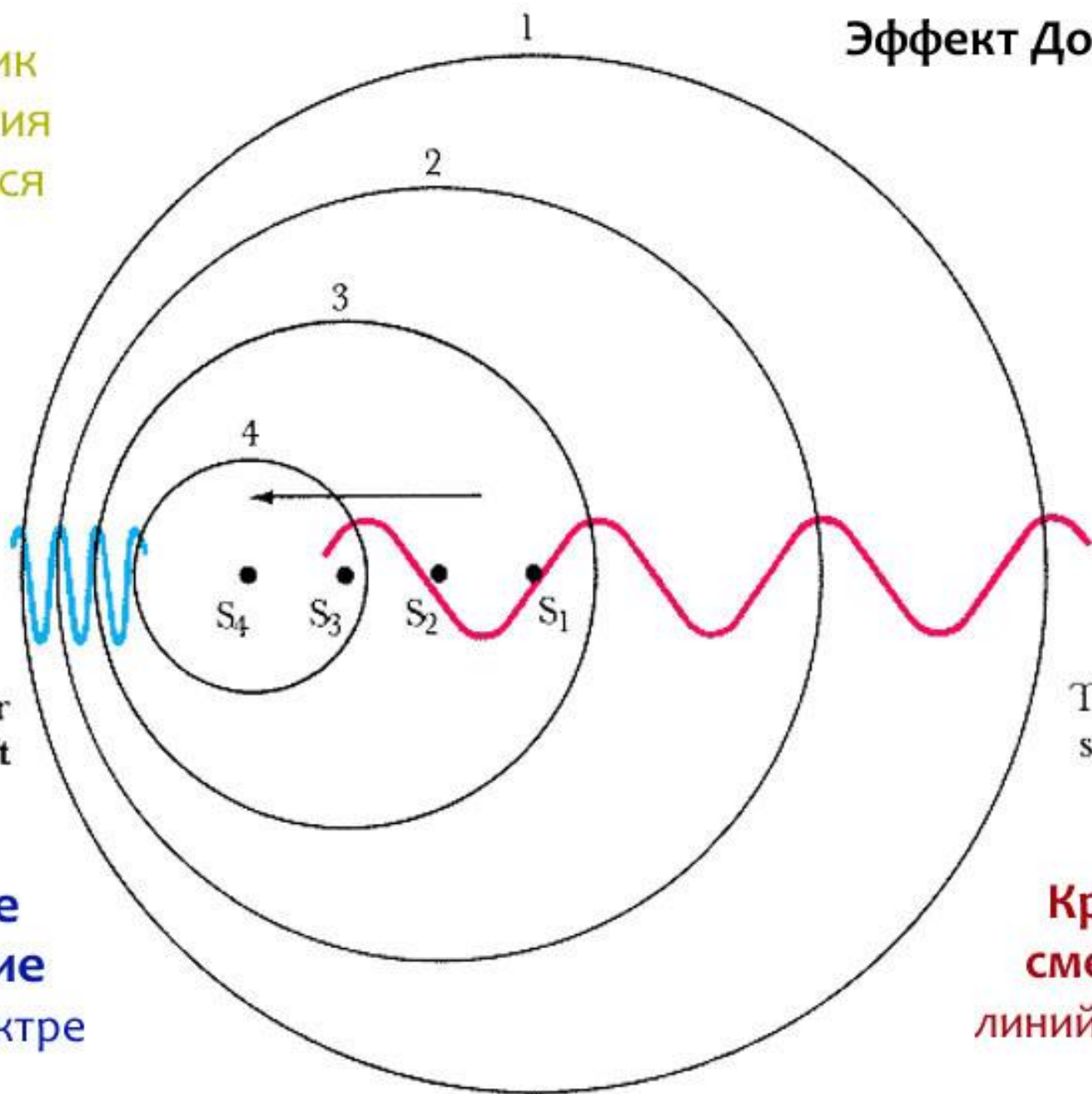
планеты
ЗВЕЗДЫ
ГАЛАКТИКИ

Оптический спектр типичной звезды



Эффект Доплера

Источник излучения движется



This observer sees **blueshift**

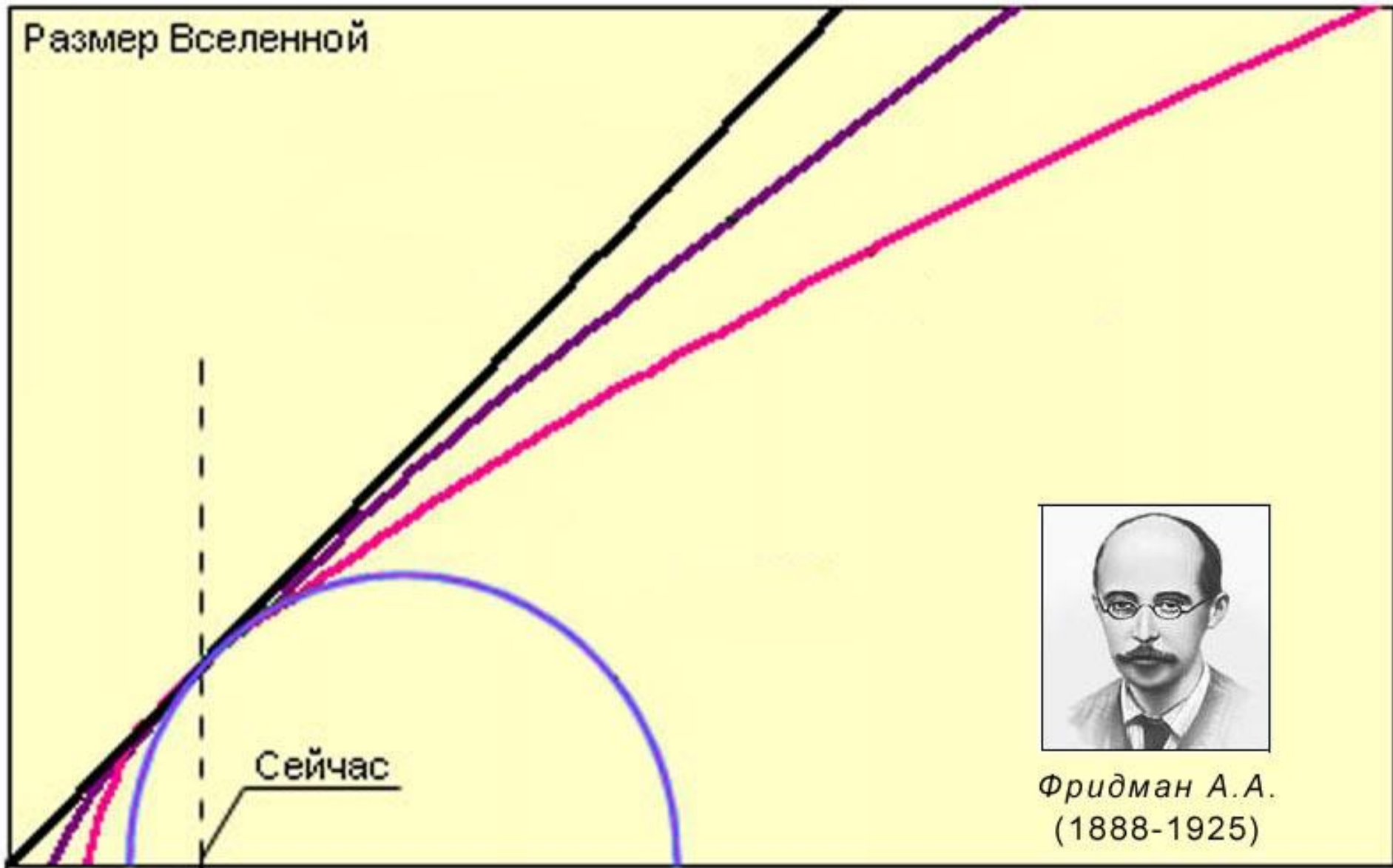


This observer sees **redshift**

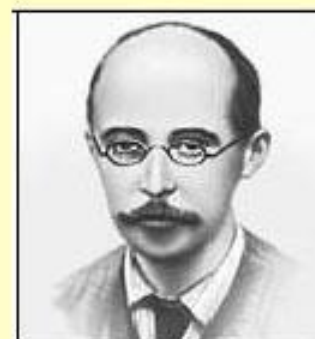
Голубое смещение
линий в спектре

Красное смещение
линий в спектре

Размер Вселенной



Сейчас



Фридман А.А.
(1888-1925)

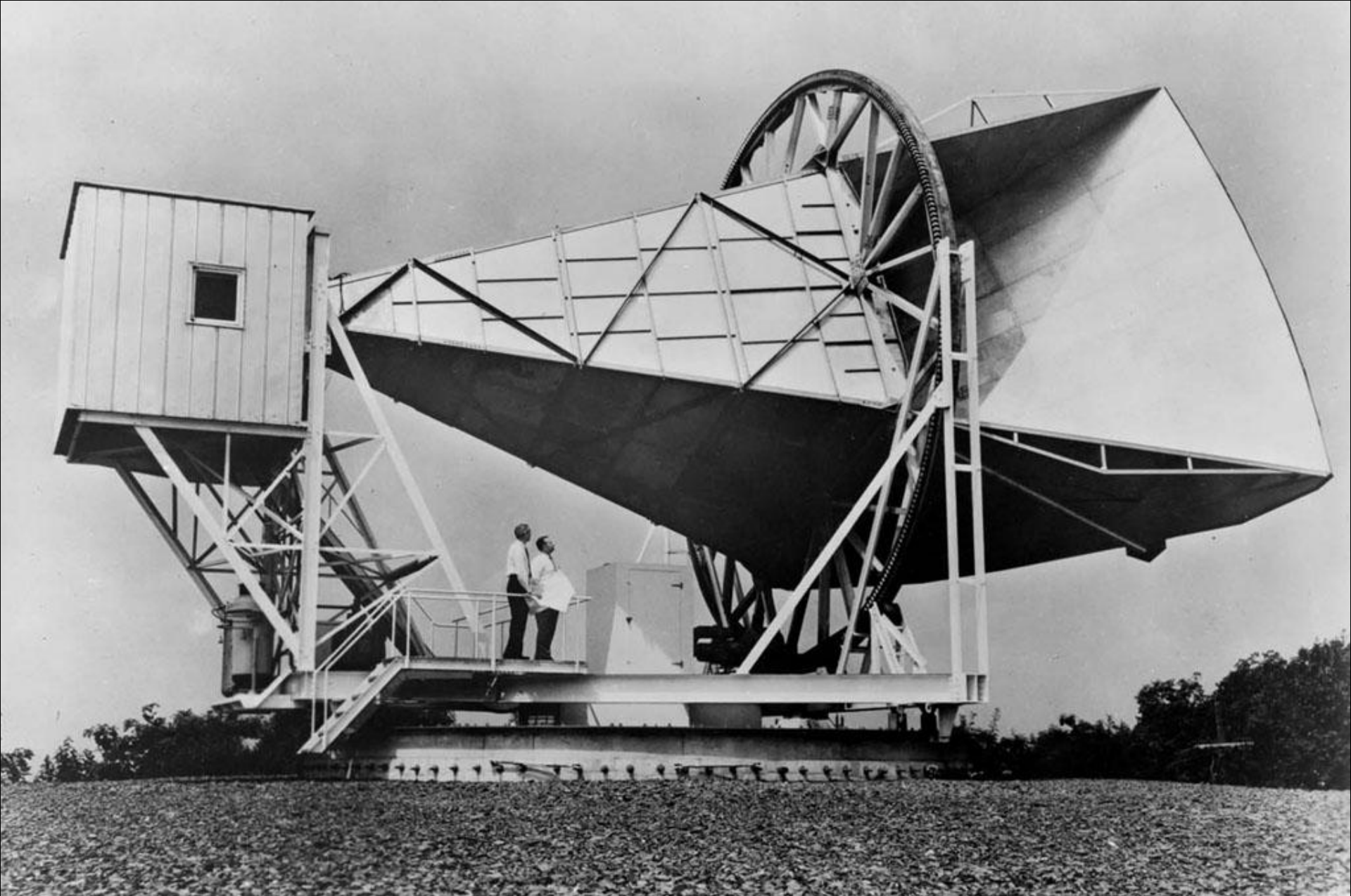
$1/H$

Время

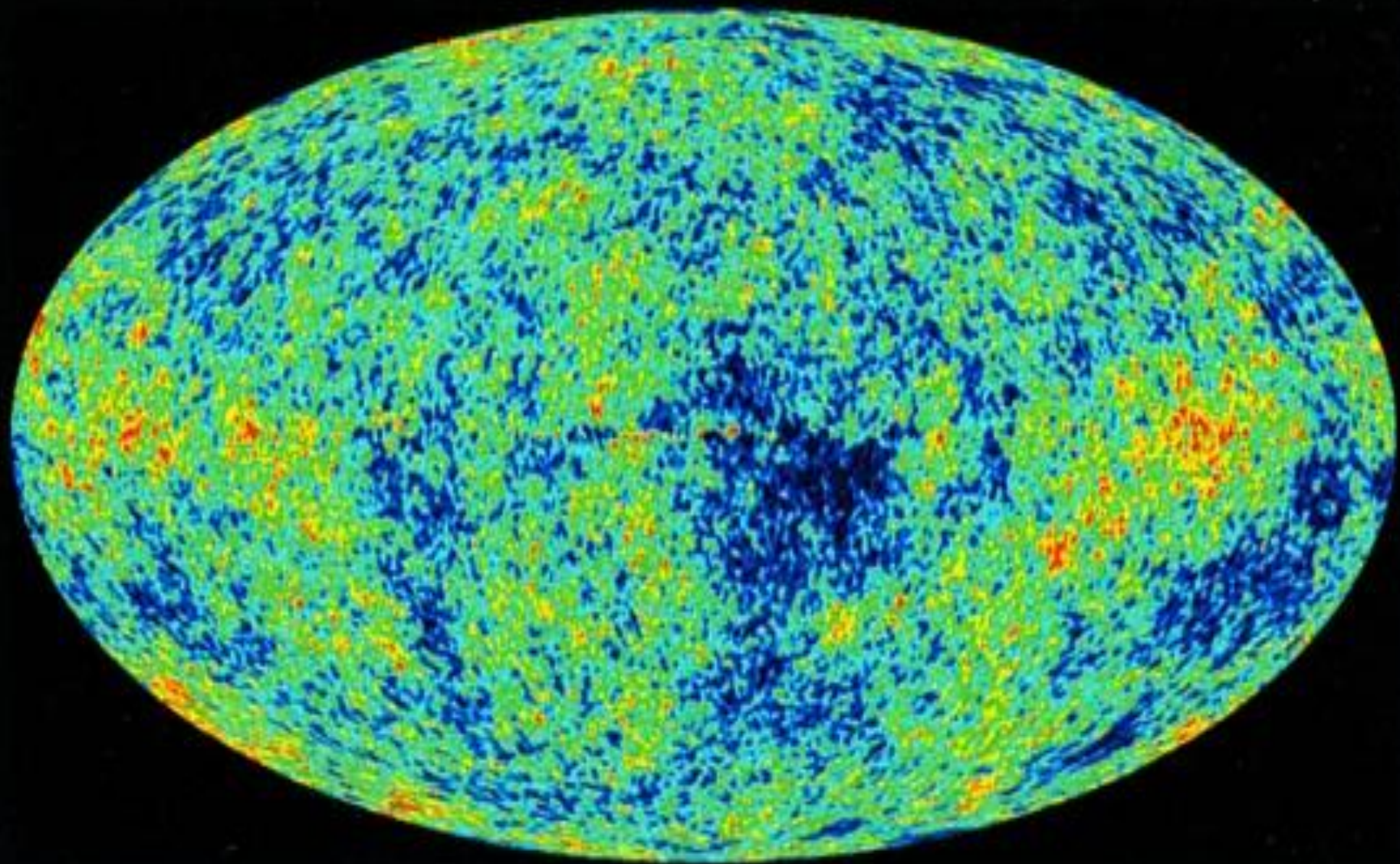
Изменение масштабного фактора со временем

Реликтовое излучение

Первое подтверждение факта взрыва пришло в 1964 году, когда американские радиоастрономы Р. Вильсон и А. Пензиас обнаружили реликтовое электромагнитное излучение с температурой около 3° по шкале Кельвина (-270°C). Именно это открытие, неожиданное для ученых, убедило их в том, что Большой взрыв действительно имел место и поначалу Вселенная была очень горячей.



Рупорная антенна, с которой в 1965 г. было открыто реликтовое излучение Bell Labs, Holmdel, New Jersey. Арно Пензиас и Роберт Вилсон (Ноб.премия 1978)



- 13,7 млрд лет назад – Большой взрыв
- Через 400 000 лет – атомы (водород, гелий, литий)
- Через 1 млрд лет – звезды первого поколения, галактики
- Через 3 млрд лет – звезды второго поколения
- Около 4,6 млрд лет назад – наша Солнечная система

Вопросы к теории

Что было до Большого взрыва?

Что привело к начальному нагреву

**Вселенной до невообразимой
температуры более 10^{13} К?**

Теория Большого взрыва

- 3. Химический состав Вселенной: $\frac{3}{4}$ водорода, $\frac{1}{4}$ гелия и 1% другие элементы (по спектрам звезд и межзвездного газа). Тяжелые элементы образовались внутри звезд. И при их взрыве попадают в межзвездное пространство. Преобладание водорода позволило предсказать реликтовое излучение.

Атмосфера

В переводе с греческого

ατμός — «пар»

σφαῖρα — «сфера»

Газовая оболочка небесного тела, удерживаемая
около него гравитацией.

Атмосферой принято считать область вокруг
небесного тела, в
которой газовая среда вращается вместе с ним
как единое целое

Состав атмосферы вблизи земной поверхности

Концентрация квазипостоянных компонентов, % об.		Концентрация “активных” примесей, % об.	
N ₂	78,11 ± 0,004	H ₂ O	0 – 7
O ₂	20,95 ± 0,001	CO ₂	0,01 – 0,1 (среднее 0,04)
Ar	0,934 ± 0,001		
Ne	$(18,18 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$	Общее количество O ₃	0 – 10 ⁻⁴ (среднее 3 · 10 ⁻⁵)
He	$(5,24 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$		
Kr	$(1,14 \pm 0,01) \cdot 10^{-4}$	SO ₂	0 – 10 ⁻⁴
Xe	$(0,087 \pm 0,01) \cdot 10^{-4}$	CH ₄	1,6 · 10 ⁻⁴
H ₂	0,5 · 10 ⁻⁴	NO ₂	2 · 10 ⁻⁶

Способы выражения концентрации примесей в воздухе

Объемная доля – a

$$a = v / V,$$

где v – объем примеси, V – объем газа, в котором она находится.

$$\% \text{ об.} = a * 100$$

$$\text{ppm} = \text{млн}^{-1} = a * 10^6$$

$$\text{ppb} = \text{млрд}^{-1} = a * 10^9$$

Количество молекул в каждом кубическом сантиметре воздуха

$$N_0 \text{ (Молекул /см}^3\text{)} = N \text{ см}^{-3}$$

При нормальных условиях

$(T_0 = 273^\circ\text{К}, P_0 = 1 \text{ атм.} = 101,3 \text{ кПа} = 760 \text{ мм.рт. ст.})$

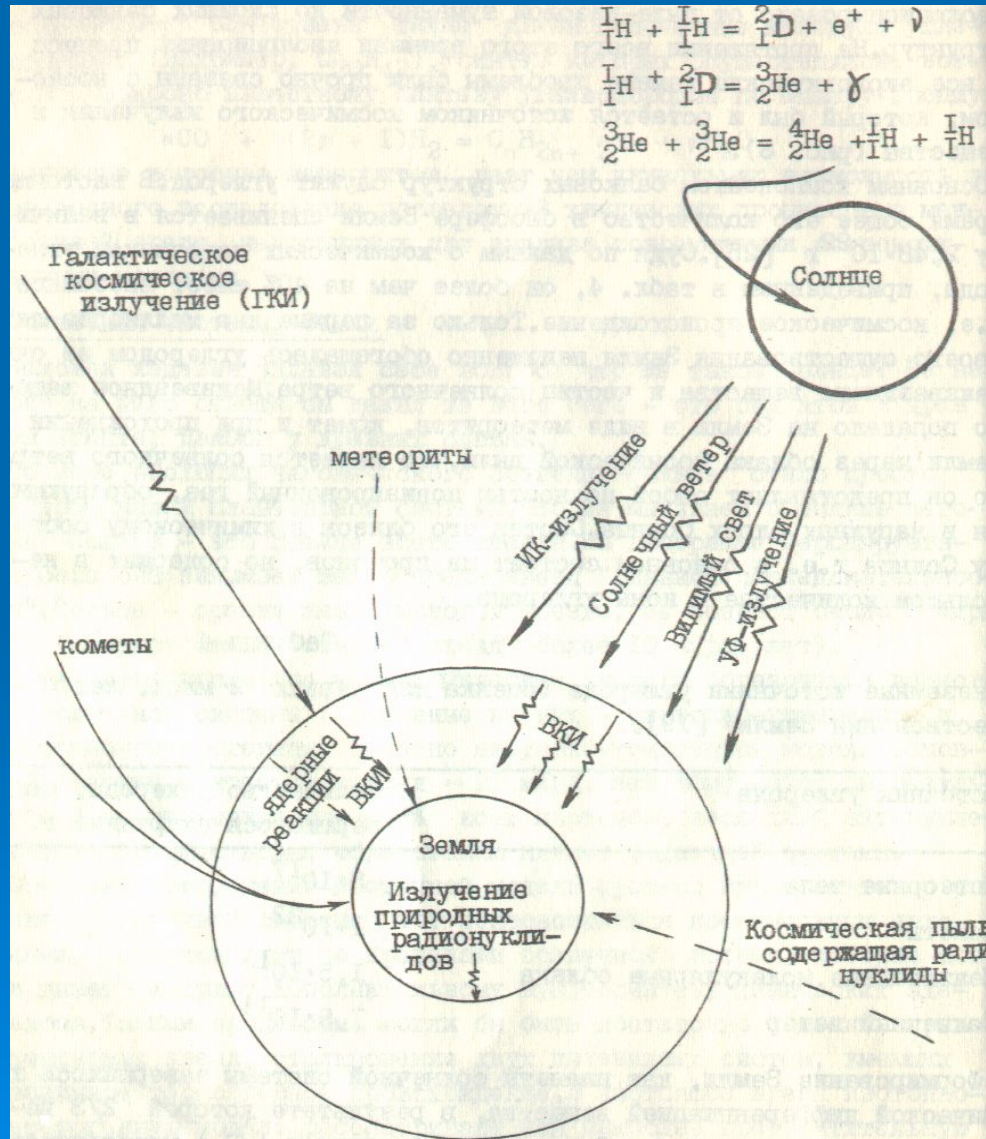
$$N_0 = 6,02 * 10^{23} / 22,4 * 10^3 = 2,69 * 10^{19} \text{ см}^{-3}$$

При других условиях

$$N_i = N_0 * T_0 * P_i / T_i * P_0$$

$$n_{ji} = N_i * a_j$$

Земля и ее космические связи



ФОТОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

На первом этапе фотохимической реакции поглощение фотона приводит к возбуждению молекулы:



где A^ - молекула в возбужденном состоянии.*

Следующий этап фотохимической реакции может протекать по одному из пяти возможных направлений.

Молекула возвращается в первоначальное состояние в результате процесса флюоресценции:



Молекула диссоциирует:



Молекула вступает в химическую реакцию:



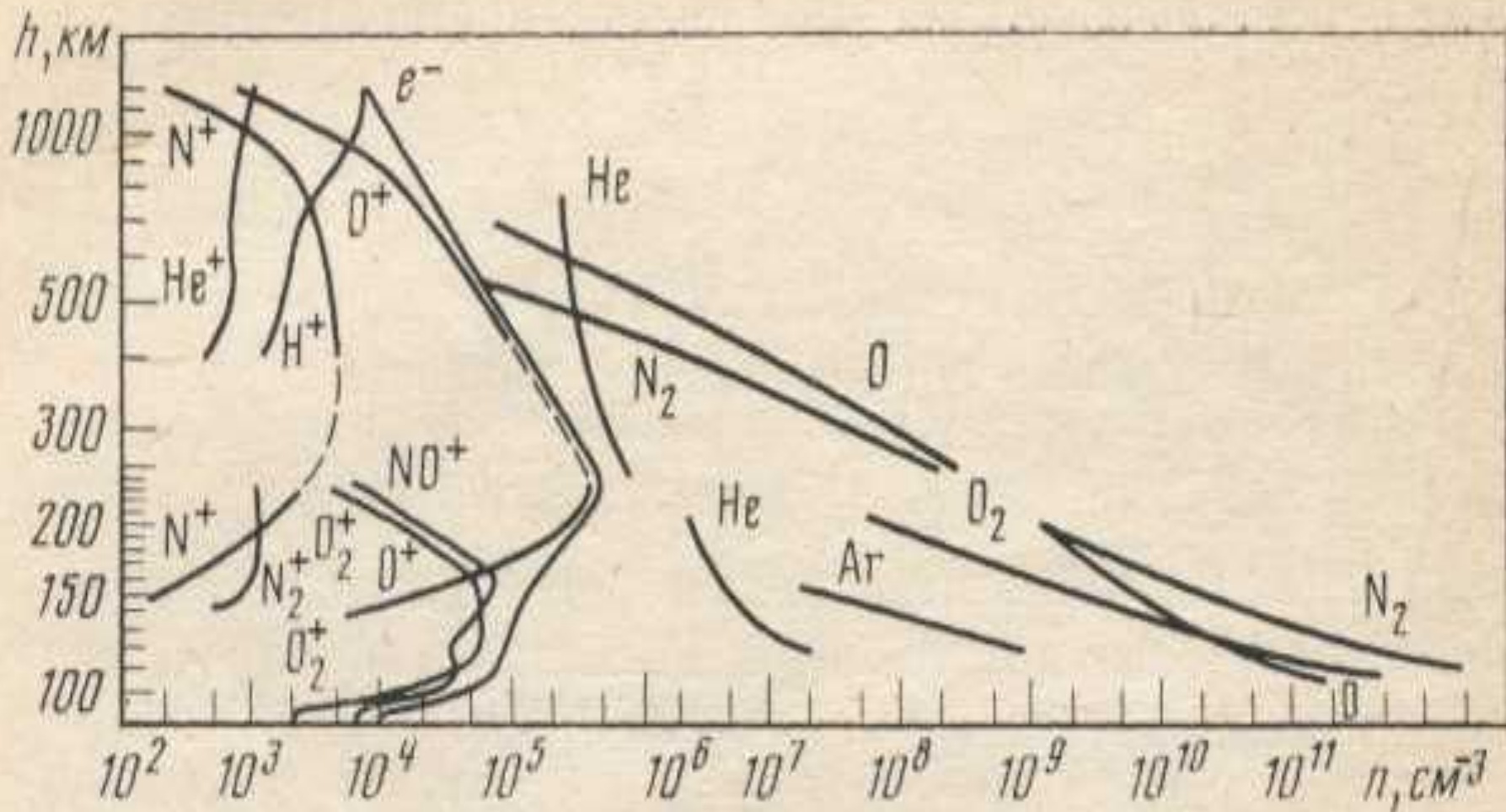
Молекула отдает избыточную энергию в результате столкновения и дезактивации:



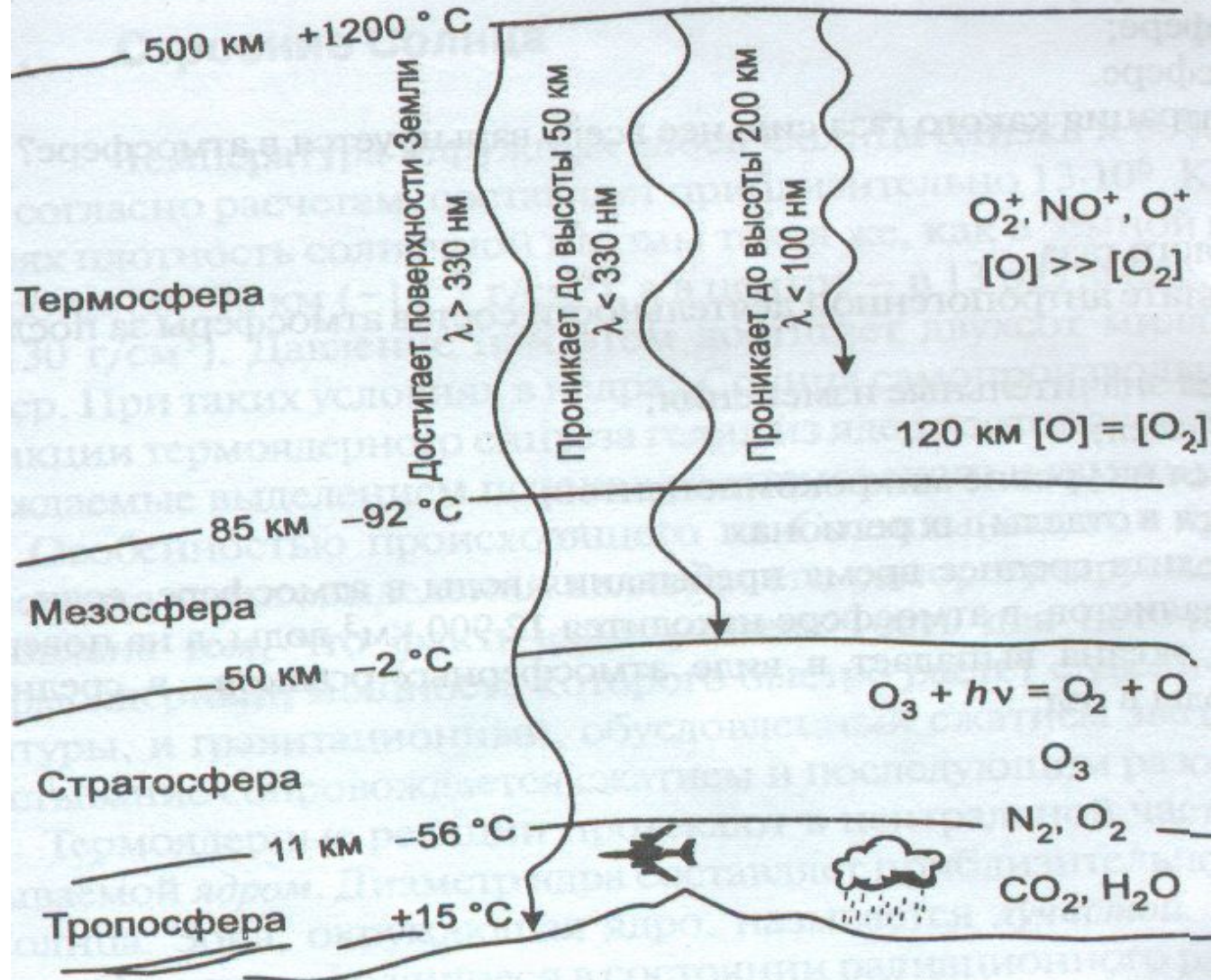
Молекула подвергается ионизации:



Изменение концентрации ионов в ионосфере Земли



Солнечное излучение



Строение атмосферы

Характеристика основных зон, выделяемых в атмосфере

Зона атмосферы	Температура, °С		Температурный градиент, °С/км	Нижняя и верхняя граница от уровня моря, км
	нижняя граница зоны	верхняя граница зоны		
Тропосфера	15	-56	-6,45	0-11
Стратосфера	-56	-2	+1,38	11-50
Мезосфера	-2	-92	-2,56	50-85
Термосфера	-92	1200	+3,11	85-500

□ Содержание озона в атмосфере в начале прошлого века начали измерять в специальных "единицах Добсона" (ед, DU).



□ еД - толщине слоя озона, собранного из всей атмосферы над наблюдателем.

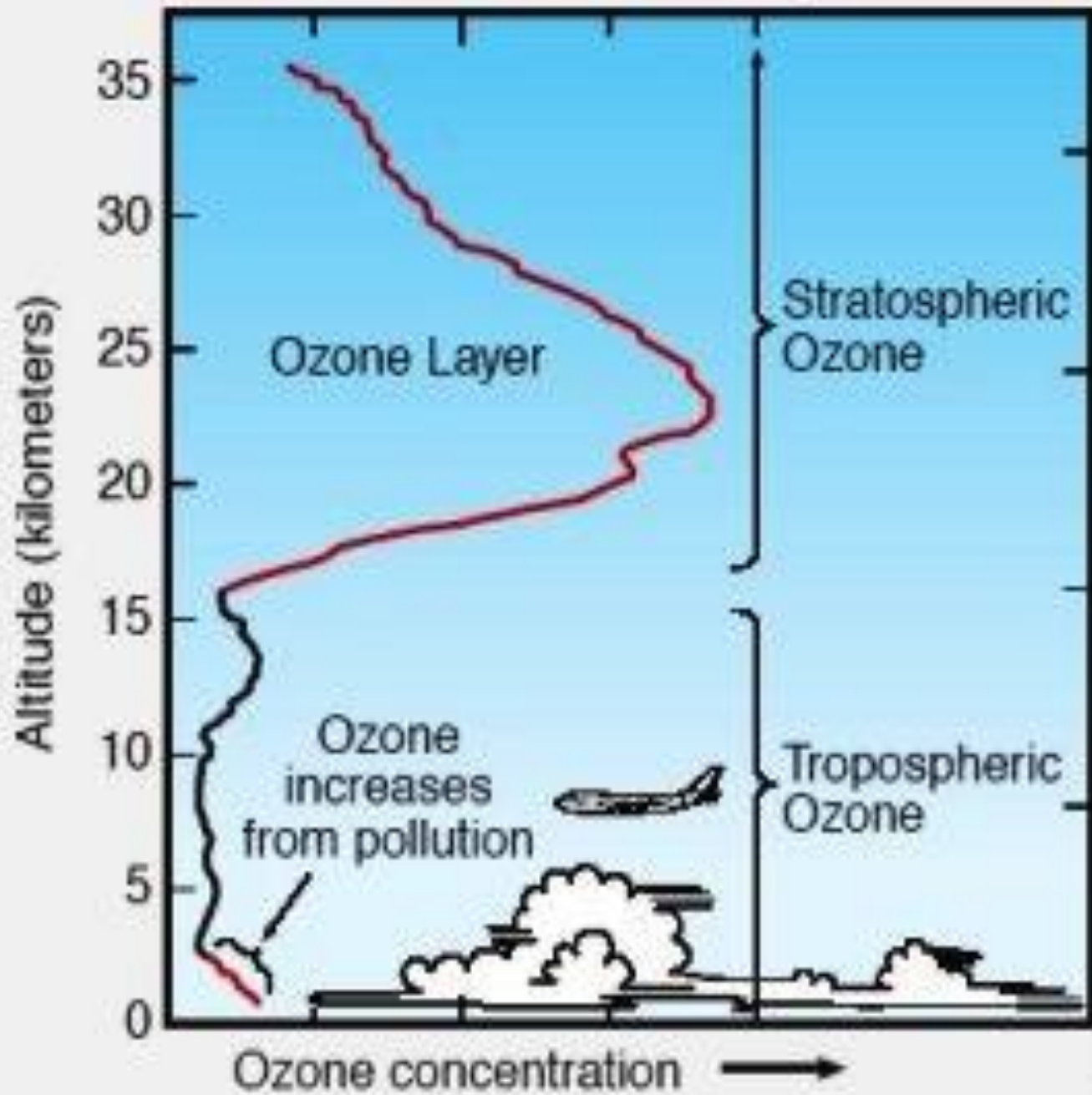
□ $1 \text{ еД} = 10^{-5} \text{ м.}$



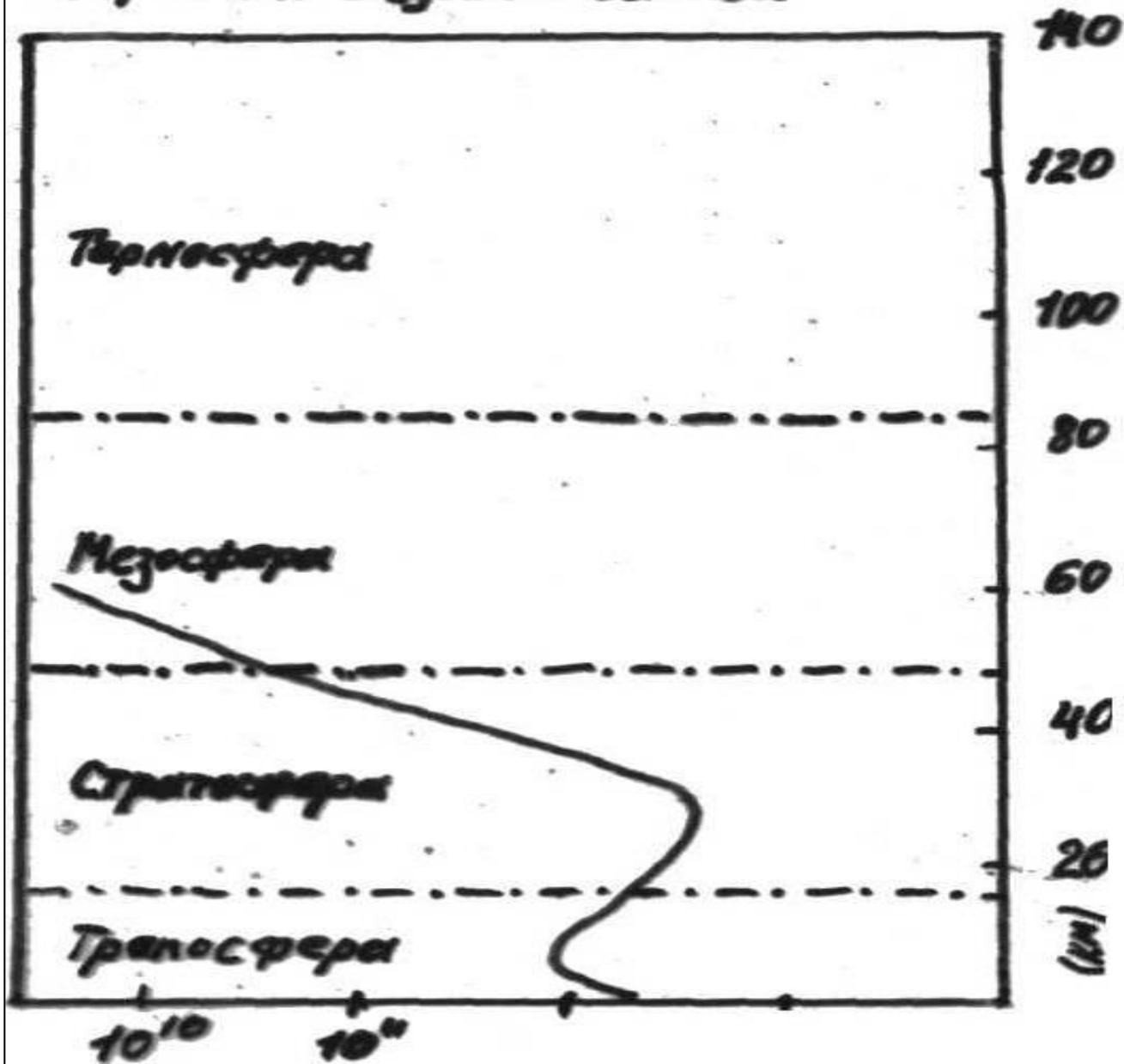
Среднее количество озона в атмосфере составляет 300 ЕД., что соответствует толщине слоя - 3 мм.

- Основная масса озона сосредоточена в слое 15 - 35 км
 - с максимумом концентрации в слое
 - 20 - 25 км
- Даже в самом озоновом слое только одна молекула из 100 000 является молекулой озона.

Ozone in the Atmosphere



Распределение озона с высотой



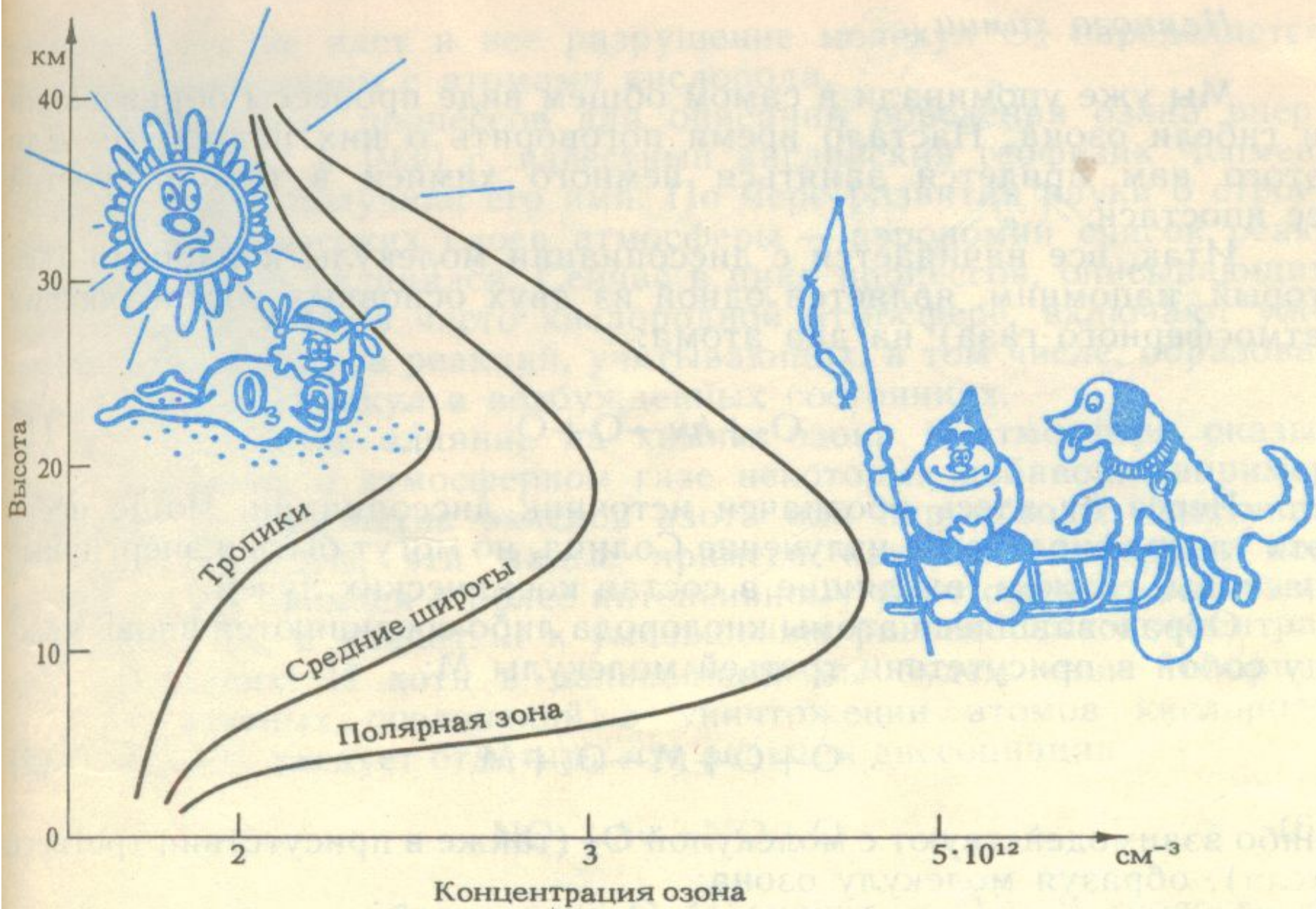
Озон (O_3) – аллотропная модификация кислорода.

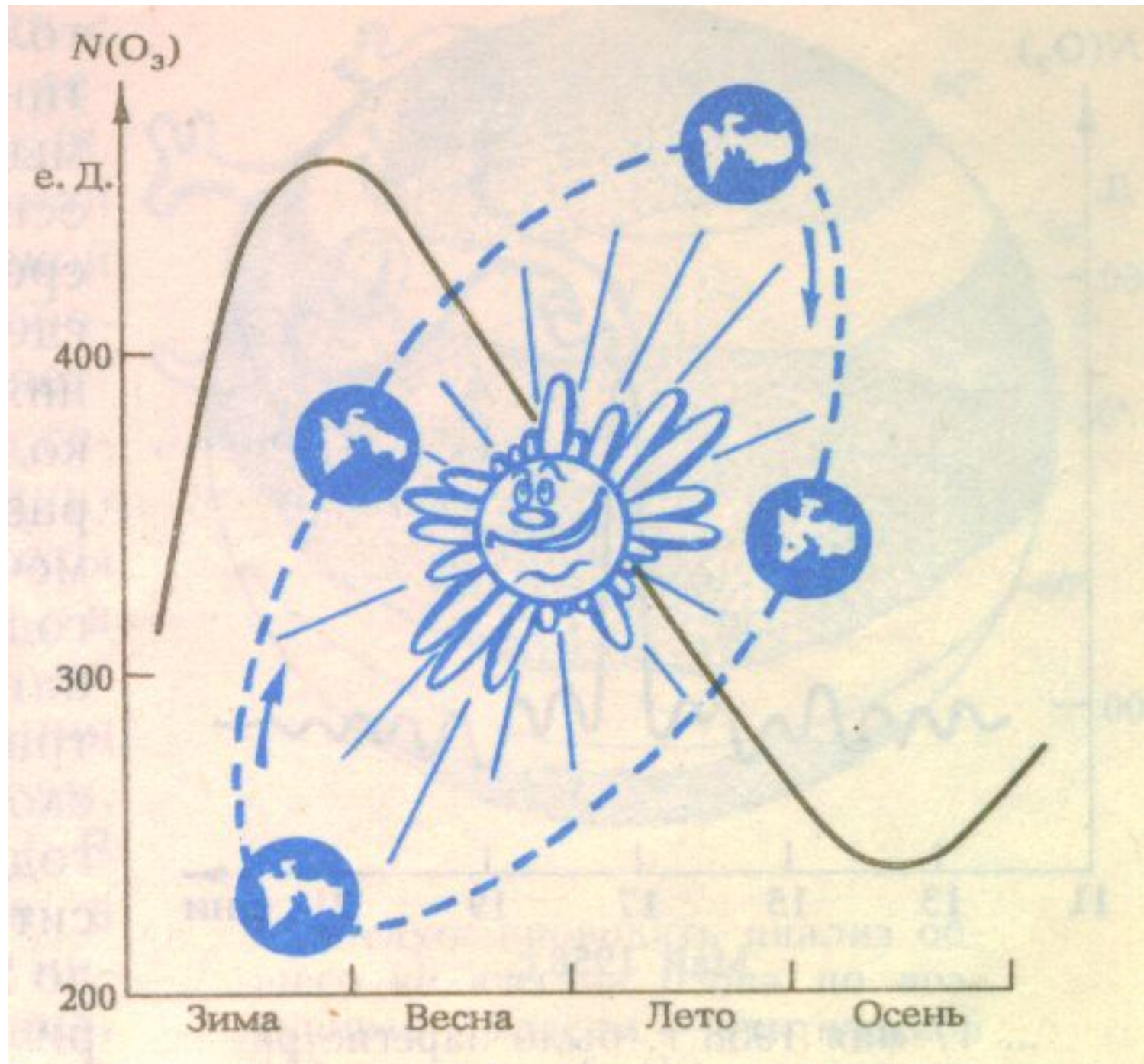
Общая масса озона в атмосфере оценивается примерно в 3,3 млрд. т.

Это высокотоксичный газ, токсичность его примерно на порядок превышает токсичность диоксида серы.

Поэтому дышать озоном нельзя, и его присутствие в воздухе тропосферы, даже в сравнительно небольших количествах, представляет опасность для всего живого.

Важной особенностью озона является его способность поглощать излучение:





Ультрафиолет – излучение с длиной волны $10 \leq \lambda \leq 400$ нм,

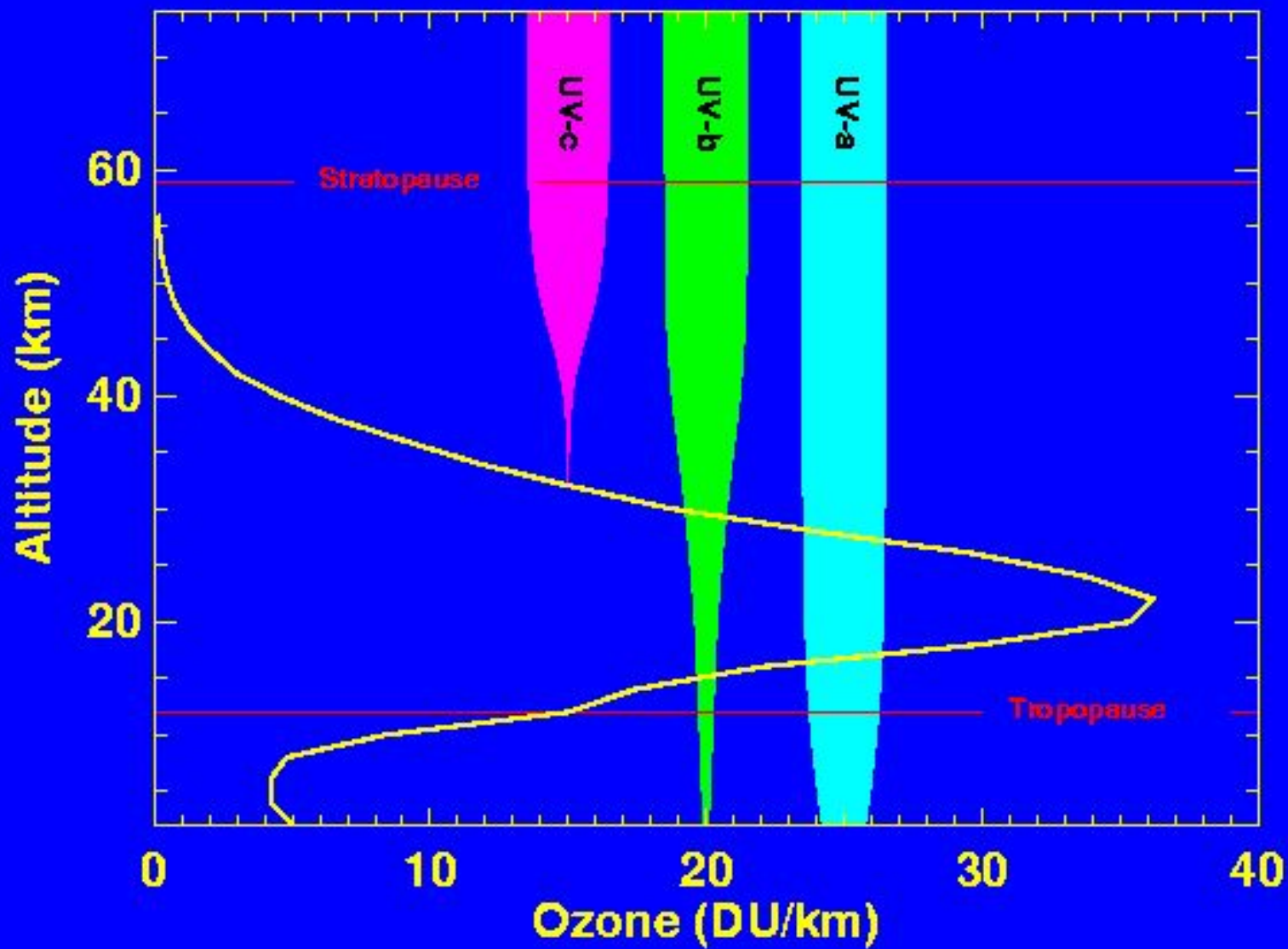
□ Ультрафиолет С с длиной волны $200 \leq \lambda$ - вакуумный, задерживается на высоте около 50 км

ультрафиолет В - излучение с длиной волны $200 \leq \lambda \leq 320$ нм,

ультрафиолет А – излучение с длиной волны $320 \leq \lambda \leq 400$ нм,

Строение клеток





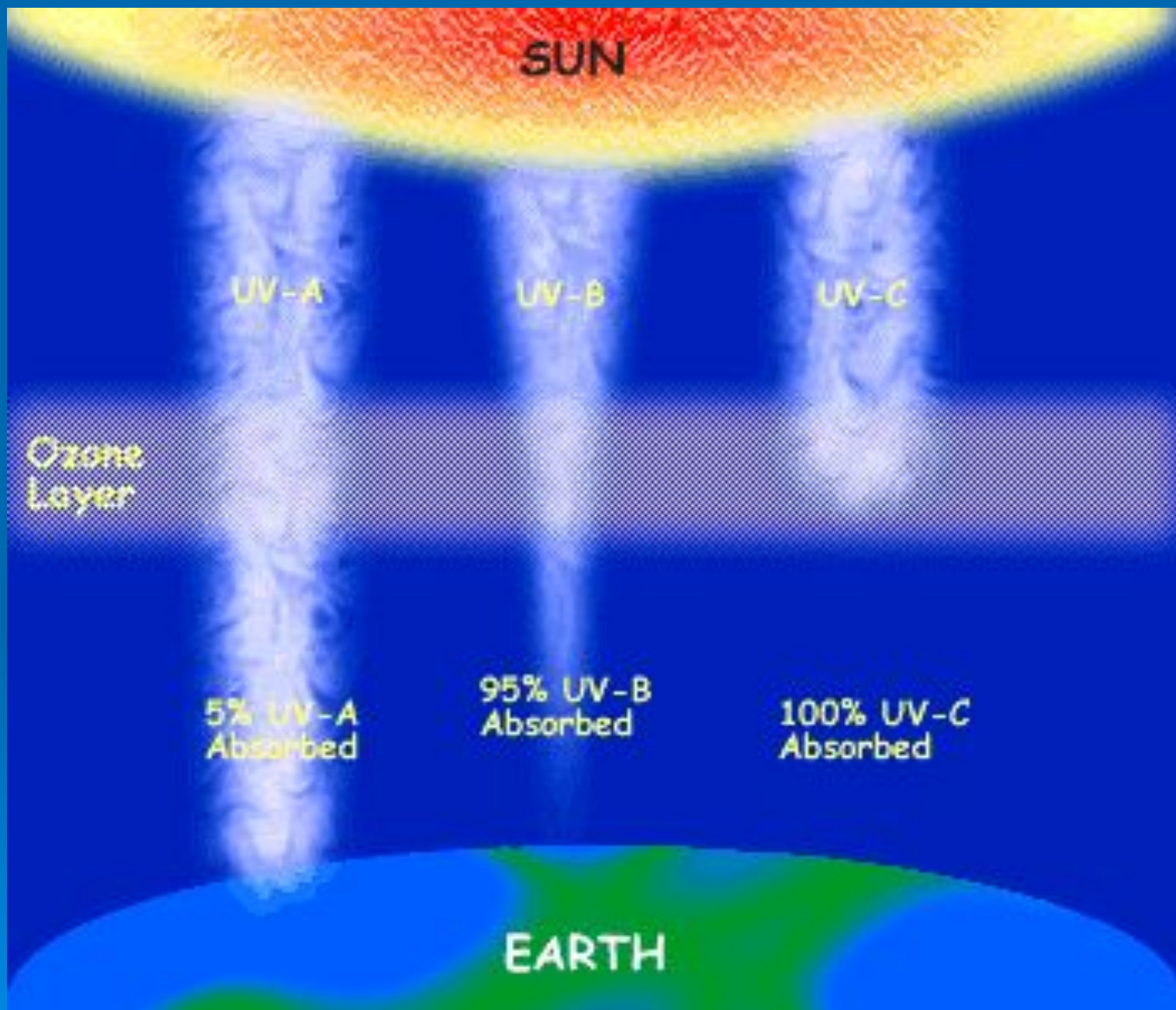
$$1 \text{ нм} = 10 \text{ \AA}$$

$$1 \text{ \AA} = 0,1 \text{ нм}$$

- Стратосферный озон поглощает ультрафиолетовое излучение в диапазоне волн 200–320 нм (UV-B)
- В результате при истощении озонового слоя возрастает именно UV-B излучение.

Уменьшение плотности озонового слоя на 10%

- (сегодняшняя ситуация) приводит к увеличению опасного UV-B излучения на 13%, что в свою очередь провоцирует рост числа заболеваний раком кожи разного типа теоретически на 20 – 30%.



UV-B излучение

- . составляет всего лишь 2% полного солнечного излучения, причём далеко не всё оно доходит до земной поверхности, однако именно это излучение определяет загар, вызывает рак кожи, ухудшение зрения.
- UV-B излучение повреждает молекулы ДНК, снижает скорость деления и, в конце концов, приводит к их гибели

- Для человечества важно и то, что повышение UV-B излучения пагубно для всего живого мира и прежде всего – океанического фитопланктона, который составляет начальное звено в природной цепи питания.

Свойства молекулы озона

- Энергия связи атомов в молекуле озона составляет 23, 9 ккал на моль, что в пять раз меньше, чем в молекуле кислорода.
- Это приводит к тому, что молекула озона разваливается под действием даже видимого солнечного излучения.

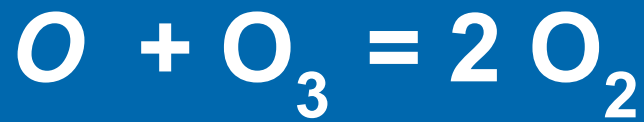
□ Озон в стратосфере образуется в результате фотохимической диссоциации молекулярного кислорода под воздействием солнечной радиации с длиной волны $h\lambda \leq 240 \text{ nm}$



□ где M - любая молекула (обычно азота или кислорода), уносящая из реакции избыток энергии.

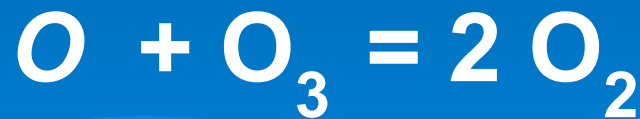
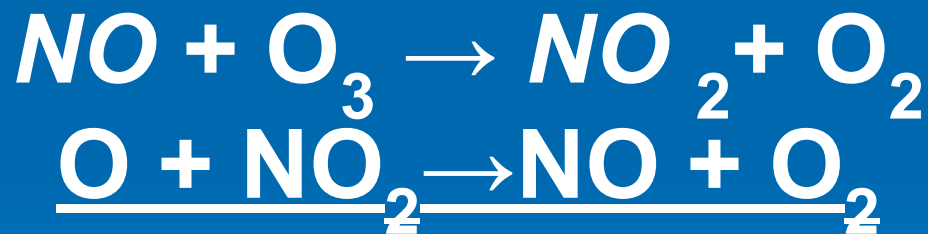
□ *Реакция была открыта в 1930 г. Сиднеем Чепманом*

Газолюбие озона



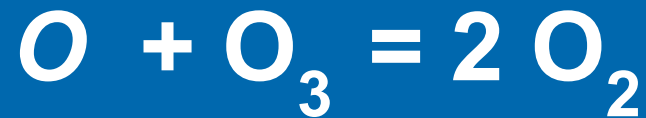
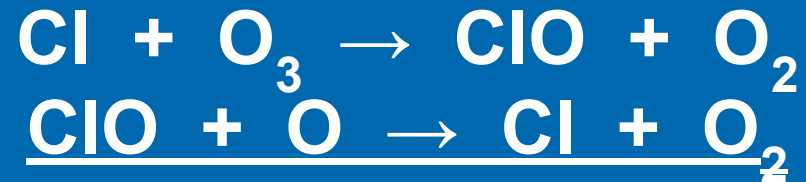
Циклические процессы разрушения озона

Азотный цикл



- Опасность представляют только образующиеся непосредственно в стратосфере оксид и диоксид азота.
- Из тропосферы они не доходят из-за малого срока жизни.
- Исключение гемеоксид азота N_2O

Хлорный цикл



Один атом хлора может разрушить 10^7 молекул озона.

На высоте около 25 км вследствие высокой интенсивности солнечной радиации происходит разрушение ХФУ (фреонов) с выделением атомов хлора (Cl) и молекул монооксида хлора (ClO), которые являются более сильными катализаторами процесса разрушения молекул озона, чем оксиды азота

Нобелевская премия по химии вручается с 1901 года

□

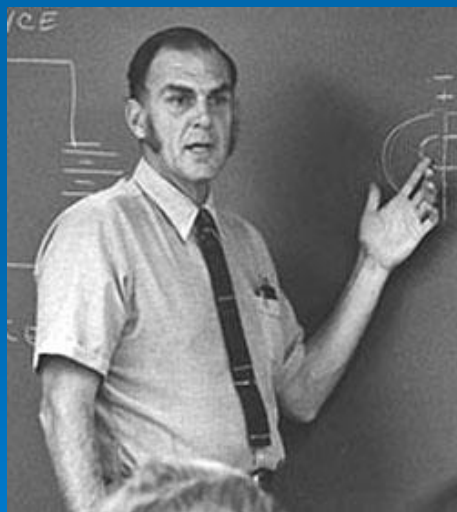


Нобелевская премия по химии, 1995

- «за работу по химии атмосферы, особенно в связи с образованием и разрушением озона».



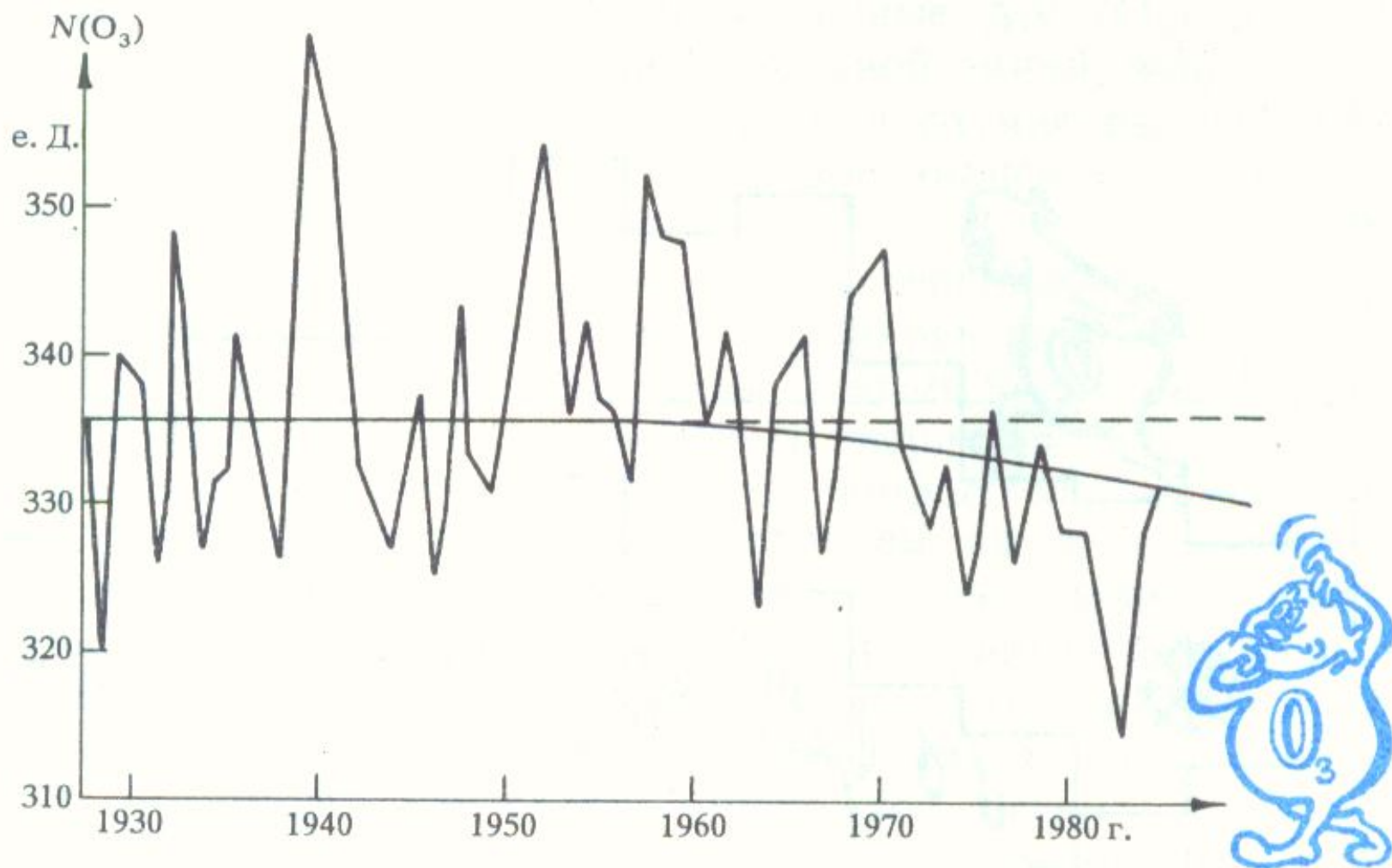
Марио Молина



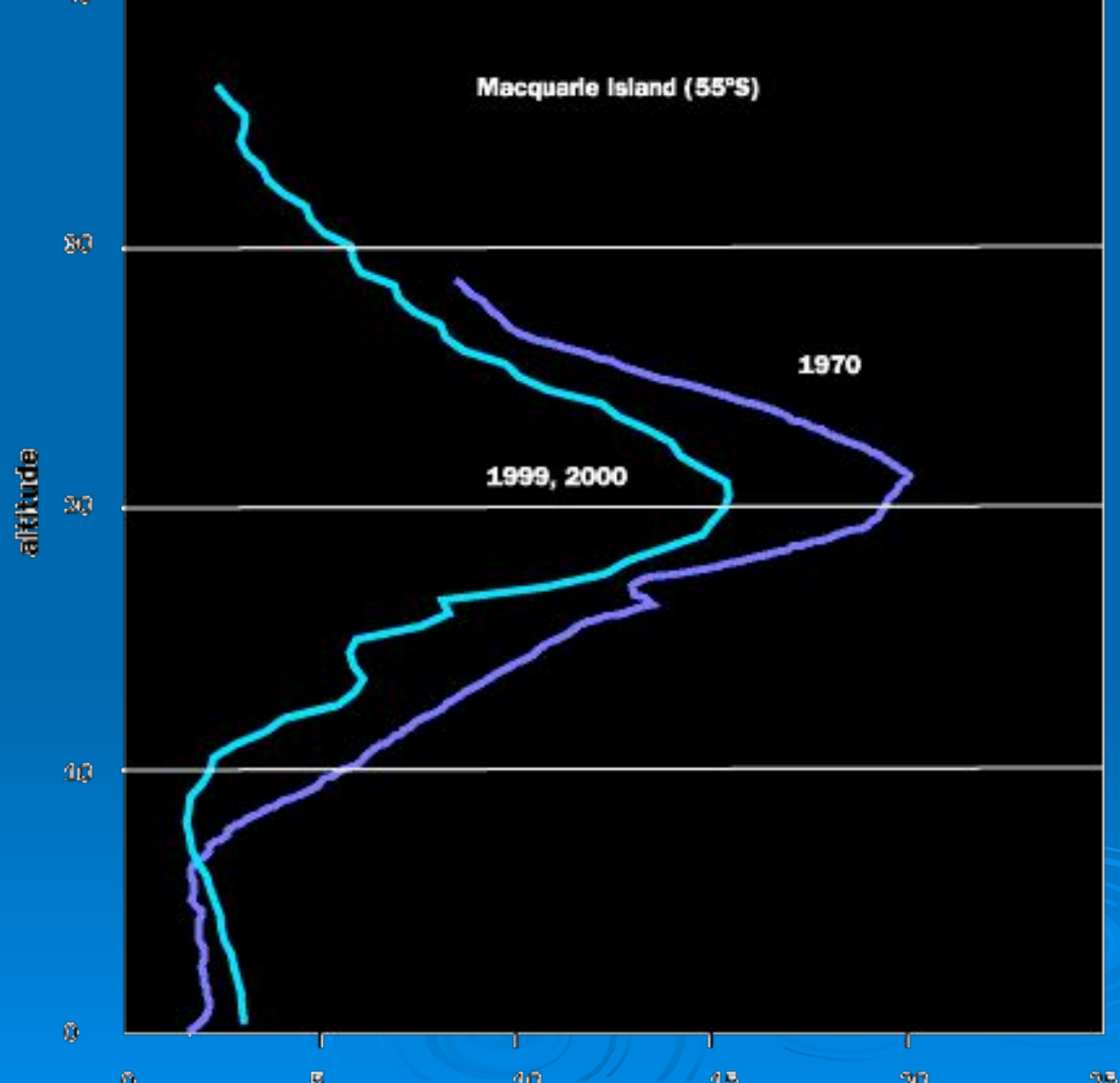
Шервуд Роуленд



Пауль Крутцен



... поиск уменьшения общего количества озона на несколько процентов приходится вести на фоне как регулярных, так и нерегулярных вариаций $N(O_3)$ на десятки процентов...



Механизм образования «ОЗОНОВЫХ ДЫР»

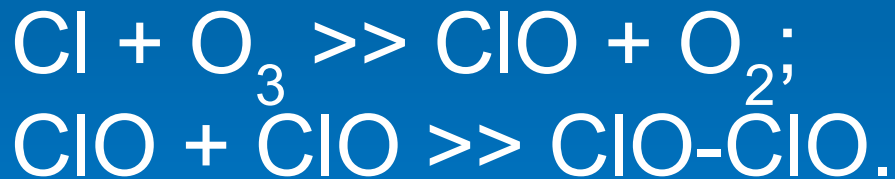
- Антарктида со всех сторон окружена океаном и ветры могут беспрепятственно циркулировать вокруг континента. Во время зимы вокруг Антарктиды возникает околополюсной вихрь - своеобразная воронка из ветров, которая собирает воздух над Антарктидой и не дает ему смешиваться с остальной атмосферой.

Механизм образования «ОЗОНОВЫХ ДЫР»

- В стратосфере при температуре ниже -100°C происходит конденсация азотной кислоты, появляющейся в результате взаимодействия окислов азота и воды. Образуются, так называемые, полярные стратосферные облака. Поверхность мельчайших кристаллов этих облаков катализирует реакции высвобождения хлора из фреонов, соляной кислоты и других галогенсодержащих веществ.

Механизм образования «ОЗОНОВЫХ ДЫР»

- В темноте антарктической зимы атомы хлора не сразу вступают в цепную реакцию по разрушению озона, а образуют димер оксида хлора.



Механизм образования «ОЗОНОВЫХ ДЫР»



Когда наступает весна, солнечная радиация разрушает накопившийся димер, хлор высвобождается и начинается цепная реакция разрушения озона. Постепенно околополярный вихрь рассеивается и обедненный озоном воздух перемешивается с нормальным - концентрация озона опять повышается.

Использование ХФУ(хлорфторуглеродов)

- охладители в холодильных установках и кондиционерах.
- для производства поролонов и пенопластов - материалов, широко используемых во многих потребительских товарах, начиная от одноразовой пенопластовой посуды и заканчивая изоляционными материалами.
- в баллонах для распыления аэрозолей
- для промывания электрооборудования.

Озоноразрушающий потенциал некоторых веществ (CFC обозначает «хлорфтороуглерод»):

	Разрушающий потенциал	Продолжительность жизни
	(усл.ед)	(лет)
CFC 11	1,00	75
CFC 12	1,00	111
CFC 114	1,00	185
CFC 115	0,60	380
Метилхлороформ	0,10	7
Четыреххлористый углерод	1,06	50
Halon 1211	3,00	25
Halon 1301	10,00	110
Halon 2402	6,00	Не известно

В 1987 года представители 24 стран в Монреале подписали соглашение, по которому обязались сократить вдвое использование озоноразрушающих ХФУ к 1999-му году. Однако в связи с ухудшающейся ситуацией в 1990-м году в Лондоне были приняты поправки к Монреальскому протоколу.

Согласно Лондонским поправкам в список регулируемых ХФУ вошли еще 10 веществ и было принято решение прекратить использование ХФУ, галогенов и четыреххлористого углерода к 2000-х тысячному, а метилхлороформа - к 2005-му году

В Монреале была принята система, по которой озоноразрушающие вещества подразделялись по следующим критериям:

- способность разрушать озон
- продолжительность их жизни

Потребление хлорфторуглеродов, тысяч тонн озоноразрушающего потенциала

