

# Электромагнитное поле

- Максвелл был глубоко убежден в реальности электромагнитных волн, но не дожидаясь их экспериментального обнаружения.
- Лишь через 10 лет после его смерти электромагнитные волны экспериментально получены Герцем.
- В 1895 году А.С. Попов продемонстрировал практическое применение ЭМВ для радиосвязи.
- Сейчас мы знаем, что все пространство вокруг нас буквально пронизано электромагнитными волнами разных частот.

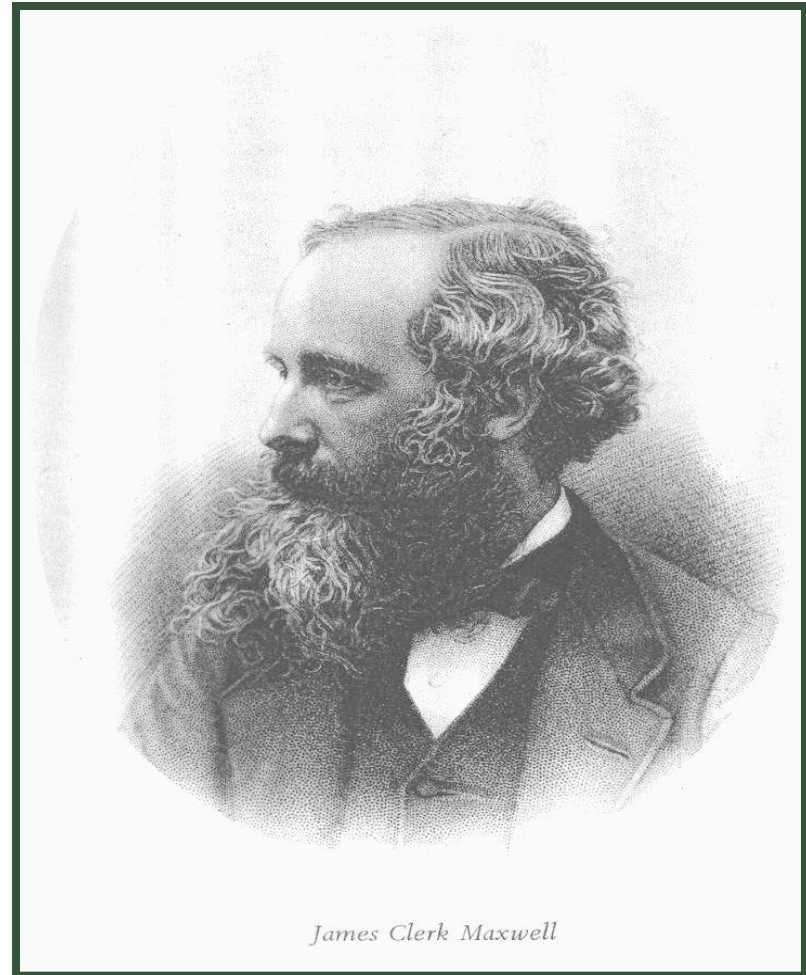
# Теория электромагнитного поля

- Согласно теории Максвелла, переменные электрические и магнитные поля не могут существовать по отдельности: изменяющееся магнитное поле порождает электрическое поле, а изменяющееся электрическое поле порождает магнитное.



# Теория электромагнитного поля

Термин  
*«электромагнитное поле»*  
впервые появился в работе  
Джеймса Максвелла  
*«Динамическая теория  
электромагнитного поля»*  
в 1864 году.



# Верно ли утверждение, что в данной точке пространства существует только электрическое или только магнитное поле?

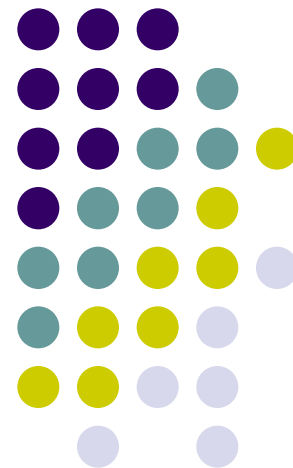
- Покоящийся заряд создает электрическое поле. Но ведь заряд покоится лишь относительно определенной системы отсчета. Относительно других он может двигаться и, следовательно, создавать магнитное поле.
- Лежащий на столе магнит создает только магнитное поле. Но движущийся относительно него наблюдатель обнаружит и электрическое поле

Утверждение, что в данной точке пространства существует только электрическое или только магнитное поле бессмысленно, если не указать, по отношению к какой системе отсчета эти поля рассматриваются.

Вывод:

электрические и магнитные поля  
– проявление единого целого:  
**электромагнитного поля.**

**Источником** электромагнитного поля  
служат **ускоренно движущиеся**  
**электрические заряды.**



# Электромагнитное поле

- Переменные электрические и магнитные поля не могут существовать по отдельности: изменяющееся магнитное поле порождает электрическое поле, изменяющееся электрическое поле порождает магнитное поле.
- И так как такие поля существуют вместе, то, значит, они образуют единое целое — *электромагнитное поле*

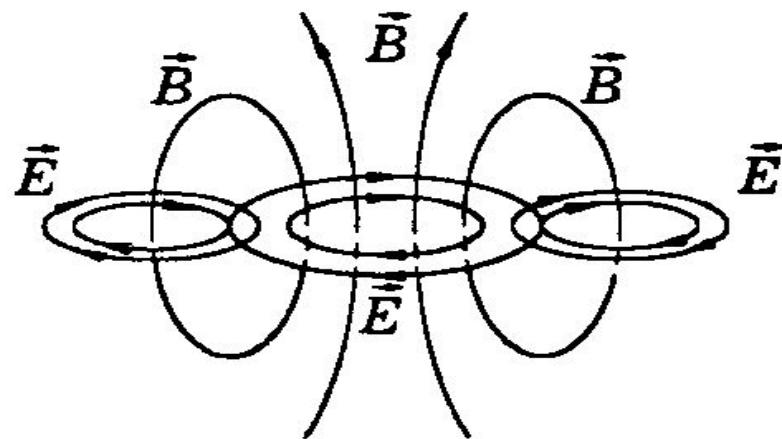
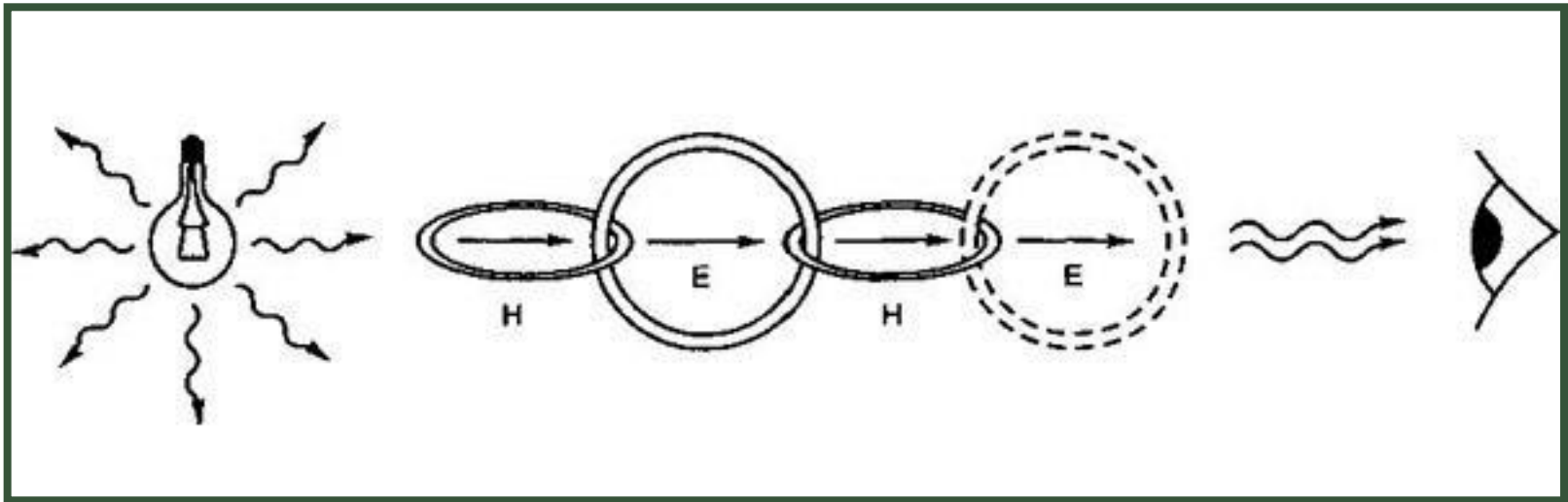


Рис. 31

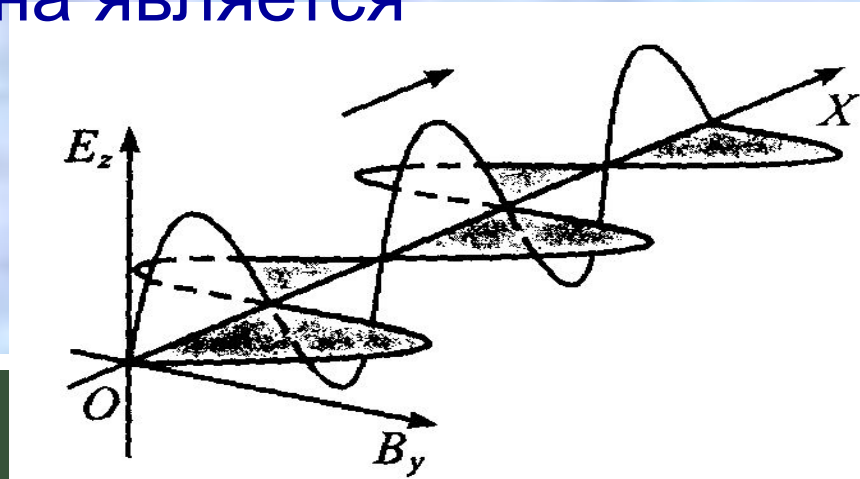
# Электромагнитная волна

- ▣ *Электромагнитной волной* называют распространяющиеся возмущения электромагнитного поля





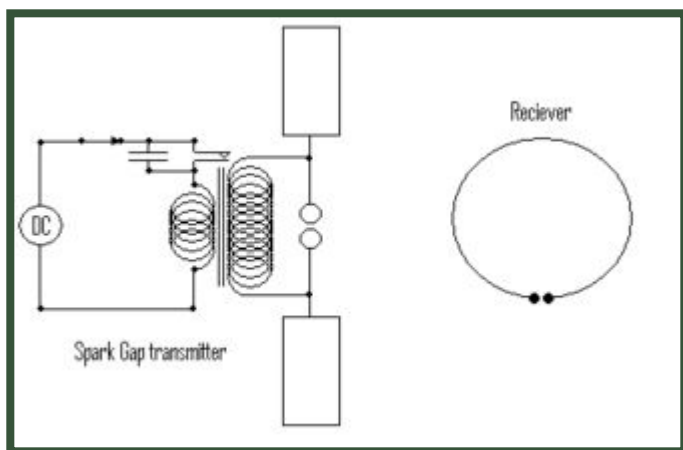
- Электромагнитное поле излучается заметным образом не только при колебании заряда, но и при любом быстром изменении его скорости. Причем интенсивность излучения волны тем больше, чем больше ускорение, с которым движется заряд.
- Векторы  $E$  и  $B$  в электромагнитной волне перпендикулярны друг другу и перпендикулярны направлению распространения волны.
- Электромагнитная волна является поперечной



- Переменное магнитное поле создаст изменяющееся электрическое поле. Это электрическое поле породит переменное магнитное. То, в свою очередь, снова электрическое и т.д.
- Возмущение электромагнитного поля начнет распространяться от своего источника (проводника с переменным током), захватывая все большие и большие области пространства. Это и означает, что в пространстве вокруг проводника появятся электромагнитные волны.

# Доказательство существования электромагнитных волн

Экспериментально получил  
электромагнитную волну  
Генрих Герц в 1888 году



Heinrichas HERCAS  
1857-1894

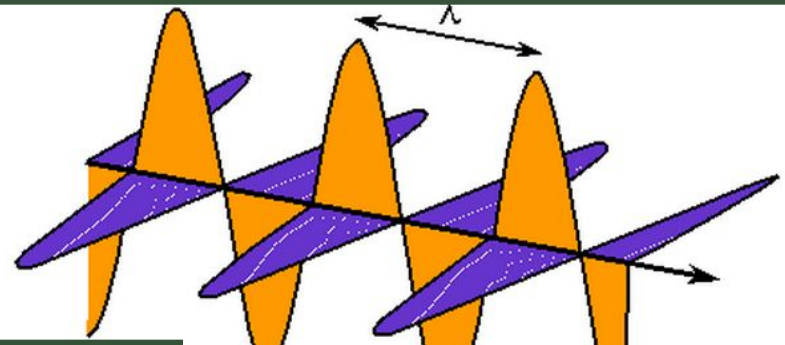
# Характеристики электромагнитных волн

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с} - \text{скорость (в вакууме)}$$

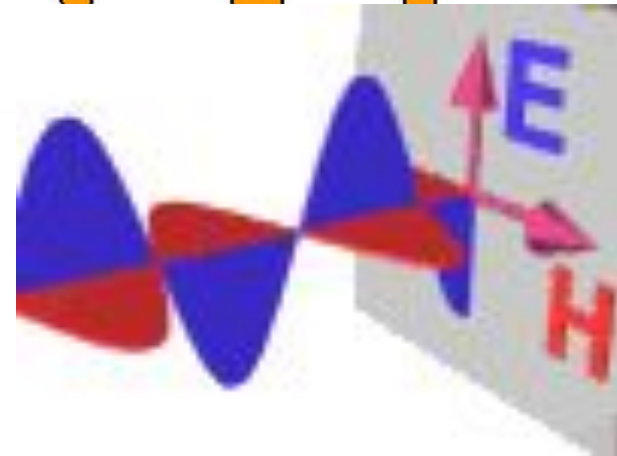
$v < c$

В воде  $\approx$  в 1,3 раза

В стекле  $\approx$  в 1,5 раза

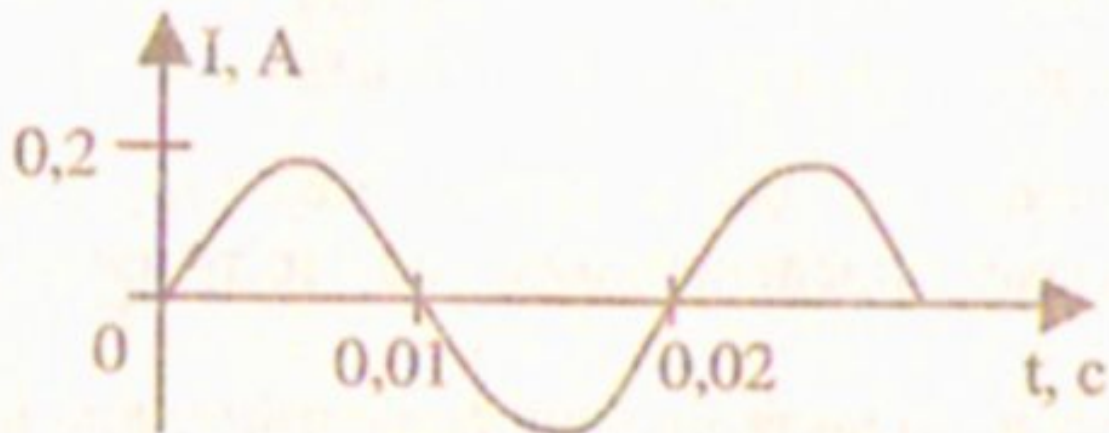


$$\lambda = \frac{v}{\nu} - \text{длина волны}$$



# Решаем задачи

1. Определите частоту электромагнитных волн в воздухе, длина которых равна 2 см.
2. Чему равна длина волны, посылаемых радиостанцией, работающей на частоте 1400 кГц.
3. Радиопередатчик работает на частоте 6 мГц. Сколько волн находится на расстоянии 100 км по направлению радиосигнала?
4. Сила тока в обмотке генератора переменного тока меняется согласно графику. Определите амплитуду, период, частоту колебаний тока.



# ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

теория Дж. Максвелла (англ.) 1864 г.

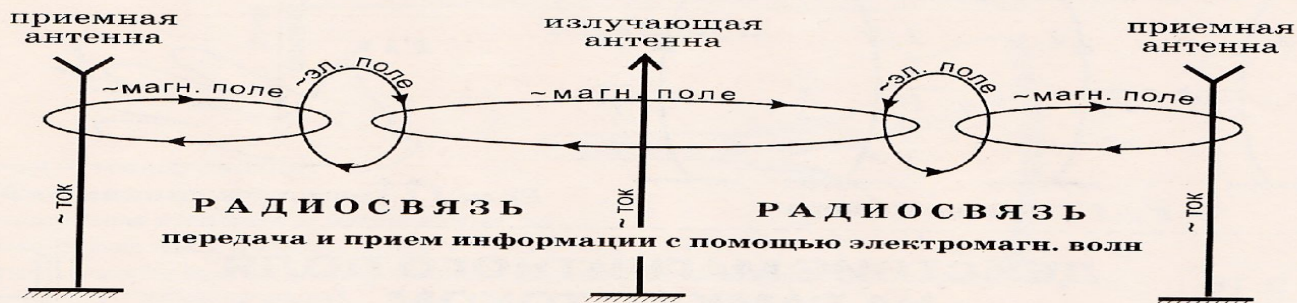
~ МАГН. ПОЛЕ  $\Rightarrow$  ~ ЭЛЕКТР. ПОЛЕ  $\Rightarrow$  ~ МАГН. ПОЛЕ

~ МАГН. ПОЛЕ + ~ ЭЛЕКТР. ПОЛЕ = ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

Г. Герц (нем.)  
1888 г.

распространяющиеся возмущения (колебания) электромагнитного поля



## СКОРОСТЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

В ВАКУУМЕ

$$c = 299\,792 \text{ км/с} \approx 300\,000 \text{ км/с}$$

В ВЕЩЕСТВЕ

$v < c$   
в воде  $\approx$  в 1,3 раза  
в стекле  $\approx$  в 1,5 раза

$$v = \lambda \nu \quad \lambda = vT \quad \nu = \frac{1}{T}$$

$\lambda$  — длина электромагнитной волны

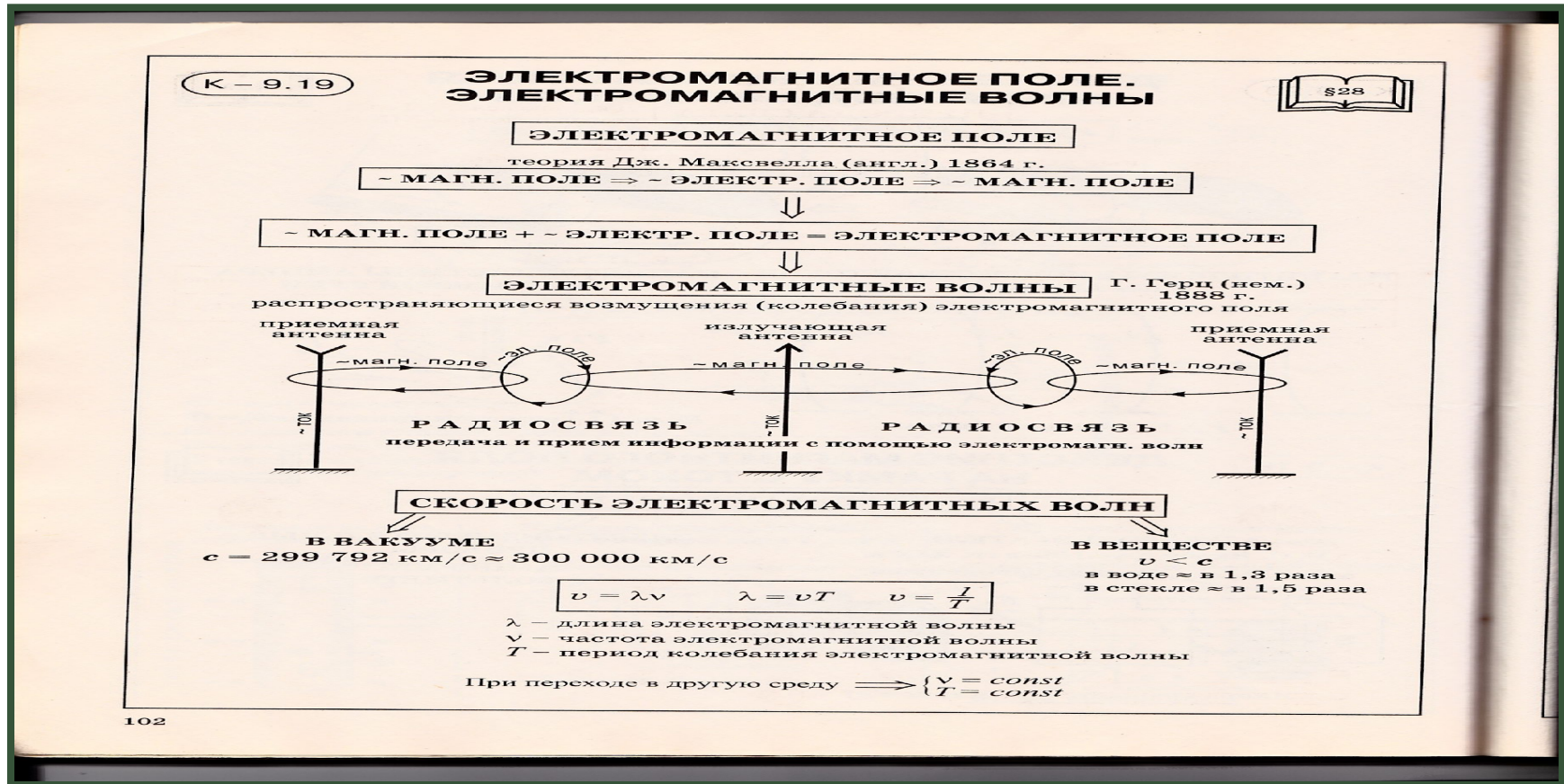
$\nu$  — частота электромагнитной волны

$T$  — период колебания электромагнитной волны

При переходе в другую среду  $\Rightarrow \begin{cases} v = const \\ T = const \end{cases}$

# Получение электромагнитных волн

Электромагнитные волны возникают при ускоренном движении электрических зарядов



# Условия существования полей

**Электрическое поле существует всегда**

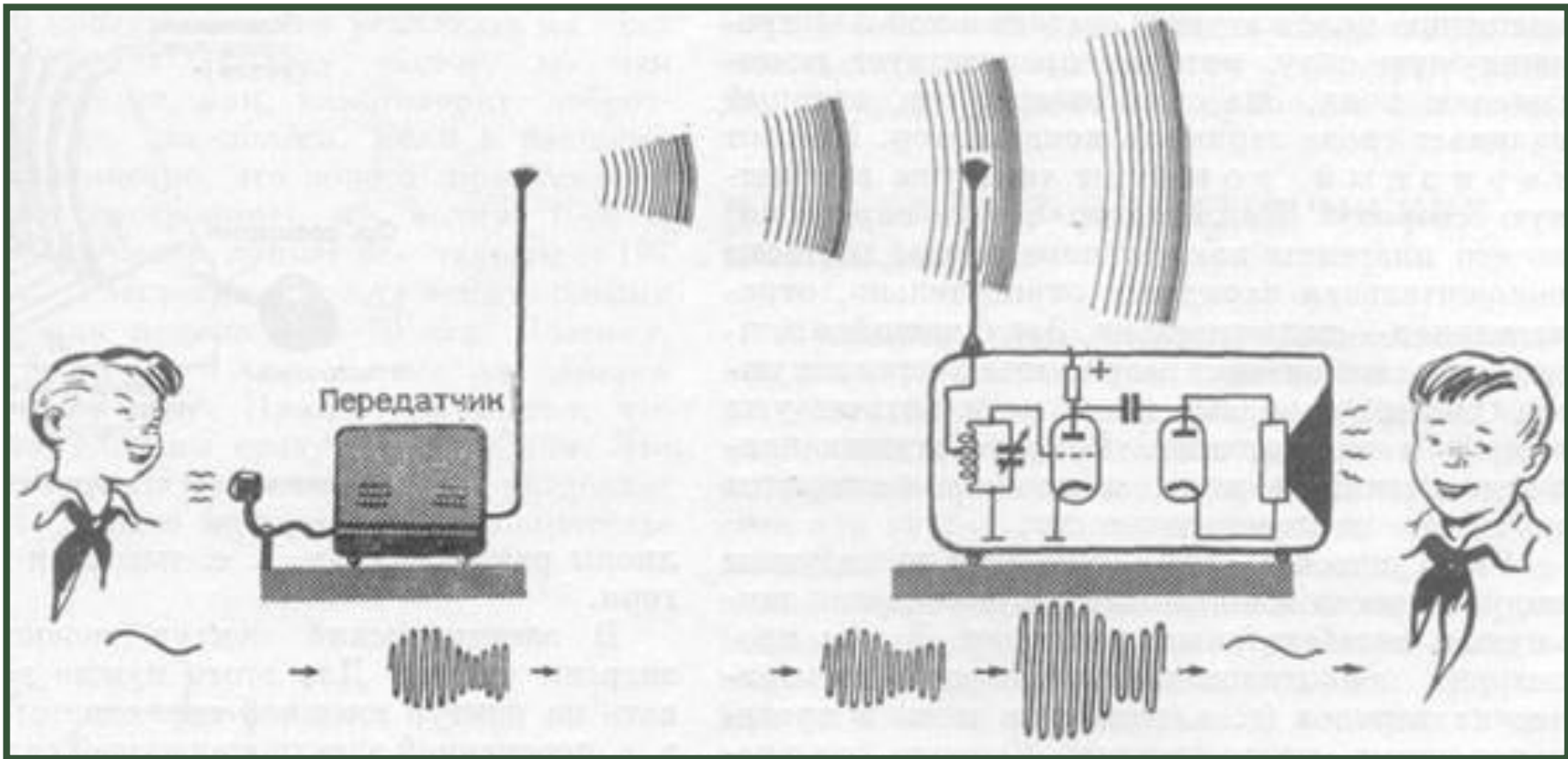
**вокруг электрического заряда, в любой системе отсчета,**

**магнитное – в той, относительно которой электрические заряды движутся,**

**электромагнитное – в системе отсчета, относительно которой электрические заряды движутся с ускорением.**



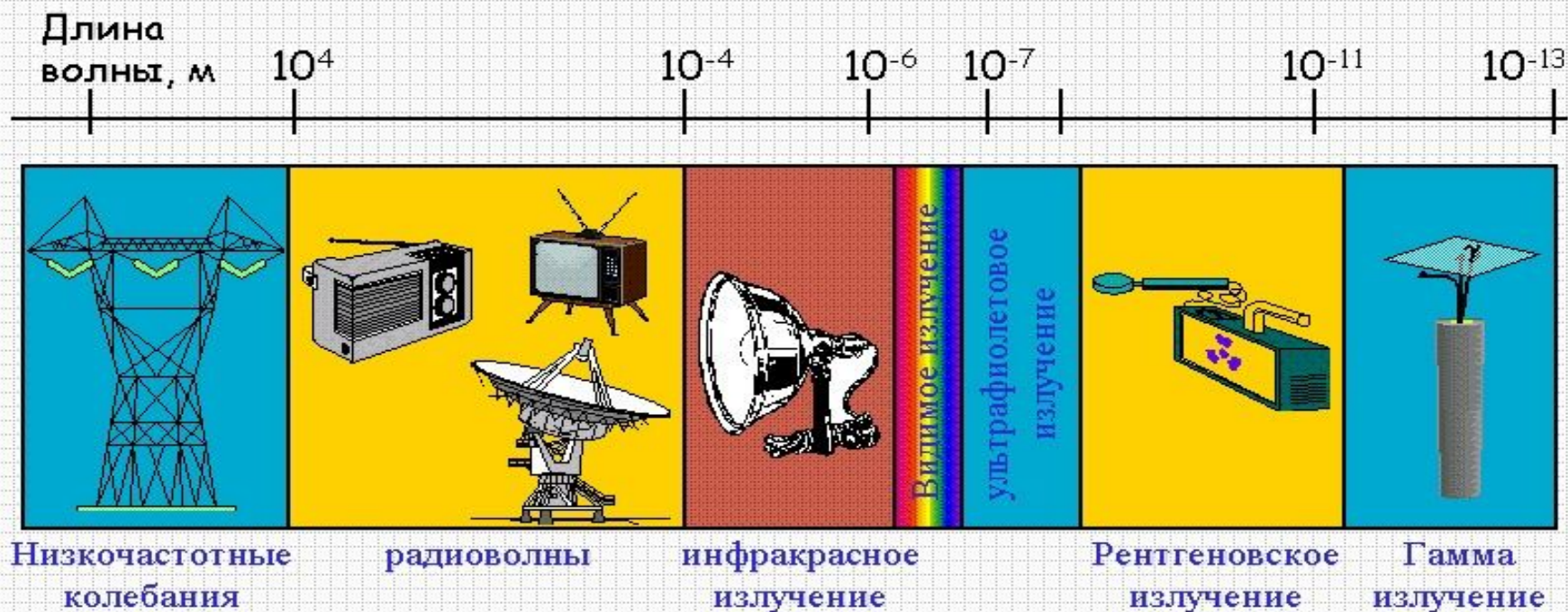
# Получение электромагнитных волн



Радиосвязь- передача и прием информации с помощью электромагнитных волн

# Шкала электромагнитных волн

## Шкала электромагнитных волн.

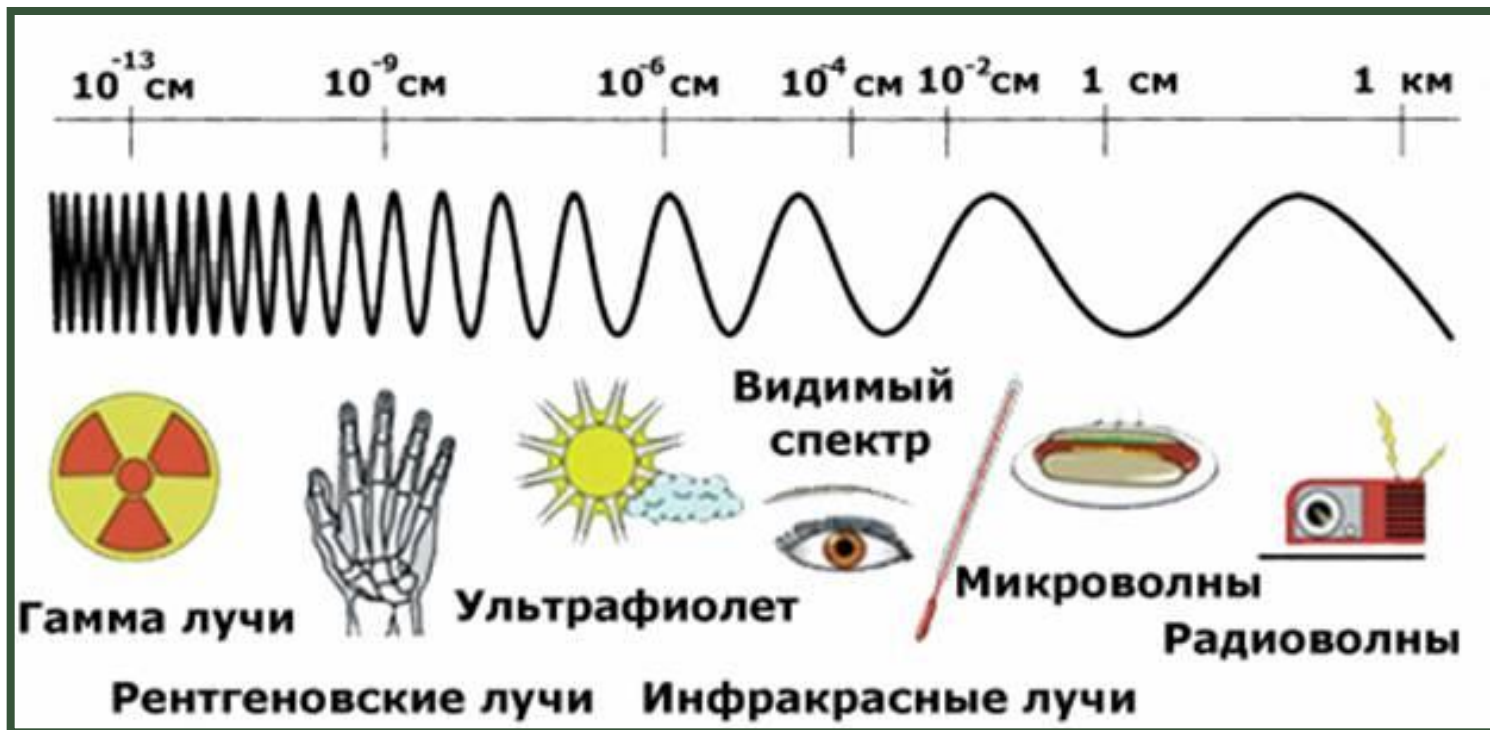


В настоящее время все электромагнитные волны разделены по длинам волн на шесть диапазонов

# Электромагнитные волны разных частот отличаются друг от друга.

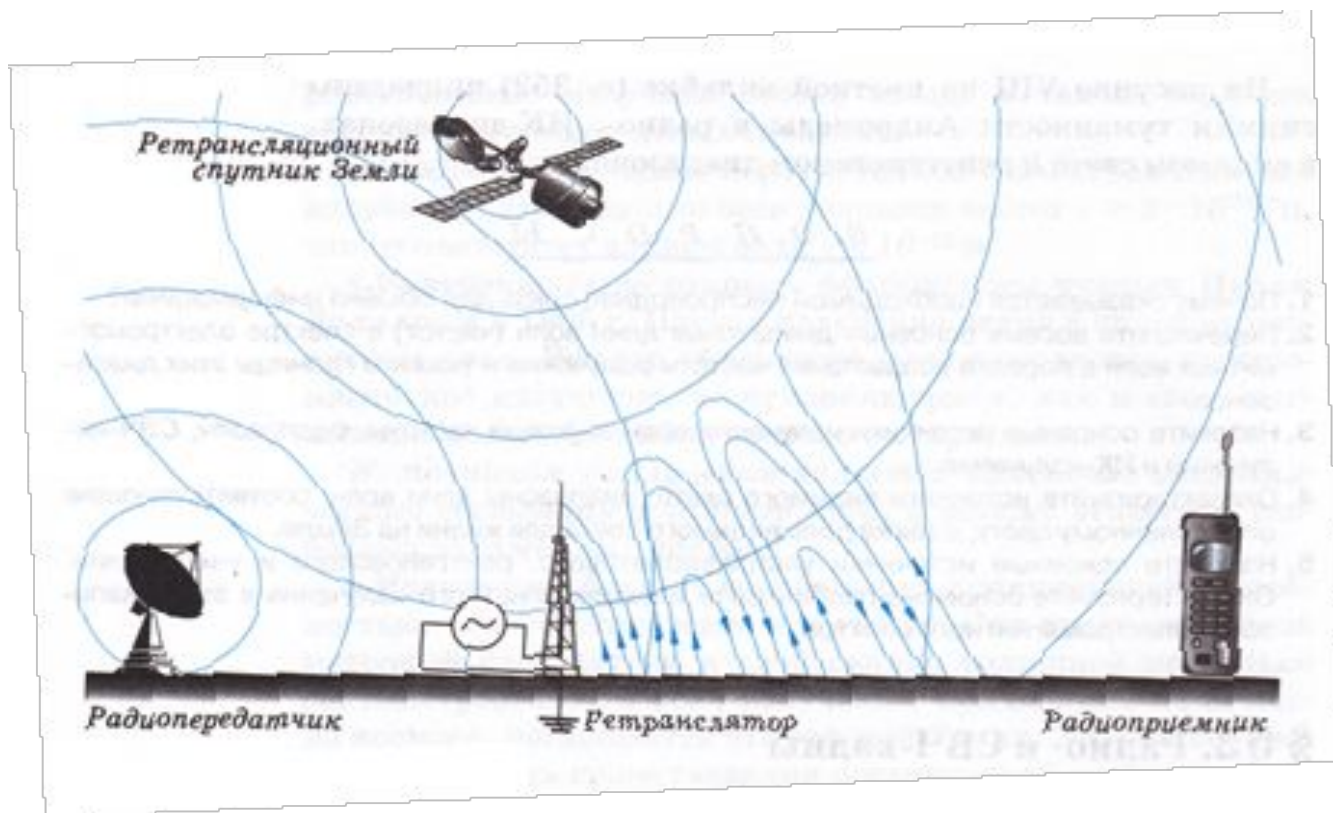
В настоящее время все электромагнитные волны разделены по длинам волн (и, соответственно, по частотам) на шесть основных диапазонов: радиоволны, инфракрасное излучение, видимое излучение, ультрафиолетовое излучение, рентгеновские лучи,  $\gamma$ -излучение

# Шкала электромагнитных волн



Электромагнитные волны разных частот отличаются друг от друга проникающей способностью, скоростью распространения, цветностью и некоторыми другими свойствами

# Радиоволны



Применение радиоволн очень широко: телевизионная связь, радиовещание, радиолокация, радиоастрономия и др.



Получаются с помощью колебательных контуров и макроскопических вибраторов.

*Свойства:*

- радиоволны различных частот и с различными длинами волн по-разному поглощаются и отражаются средами.
- проявляют свойства дифракции и интерференции.

*Применение:* Радиосвязь, телевидение, радиолокация.

# Инфракрасное излучение (тепловое)

Излучается атомами или молекулами вещества.

Инфракрасное излучение дают все тела при любой температуре.

*Свойства:*

- проходит через некоторые непрозрачные тела, а также сквозь дождь, дымку, снег, туман;
- производит химическое действие (фототгластинки);
- поглощаясь веществом, нагревает его;
- невидимо;
- способно к явлениям интерференции и дифракции;
- регистрируется тепловыми методами.

*Применение:* Прибор ночного видения, криминалистика, физиотерапия, в промышленности для сушки изделий, древесины, фруктов.



Часть электромагнитного излучения,  
воспринимаемая глазом.

*Свойства:*

- отражение,
- преломление,
- воздействует на глаз,
- способно к явлению дисперсии,
- интерференции,
- дифракции.





# Ультрафиолетовое излучение

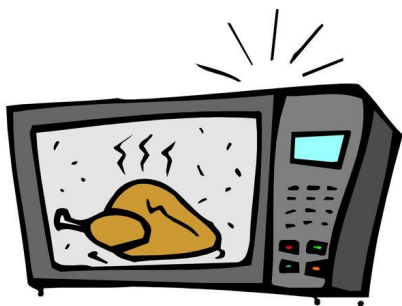
- *Источники:* газоразрядные лампы с кварцевыми трубками. Излучается всеми твердыми телами, у которых  $t_0 > 1\ 000^\circ\text{C}$ , а также светящимися парами ртути.
- *Свойства:* Высокая химическая активность, невидимо, большая проникающая способность, убивает микроорганизмы, в небольших дозах благоприятно влияет на организм человека (загар), но в больших дозах оказывает отрицательное воздействие, изменяет развитие клеток, обмен веществ.
- *Применение:* в медицине, в промышленности.

- Излучаются при больших ускорениях электронов.
- *Свойства:* интерференция, дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке, большая проникающая способность. Облучение в больших дозах вызывает лучевую болезнь.
- *Применение:* в медицине с целью диагностики заболеваний внутренних органов; в промышленности для контроля внутренней структуры различных изделий.

- Источники: атомное ядро (ядерные реакции).
- Свойства: Имеет огромную проникающую способность, оказывает сильное биологическое воздействие.
- Применение: В медицине, производстве (γ - дефектоскопия).

# Способы защиты от воздействия электромагнитного излучения

1. Способы защиты от воздействия электромагнитного излучения подразумевают, что, покупая в магазине новую бытовую технику, обращайте внимание на ее параметры ЭМИ. Проконсультируйтесь в случае необходимости с продавцом.



Источник ЭМИ	Показатели излучения, мкТл	Превышение, раз
Компьютер	1–100	5–500
Холодильник	1	5
Кофеварка	10	50
Печь СВЧ	8–100	40–500
Электробритва и фен	15–17	75–85
Провод от лампы	0,7	3,5
Трамвай, троллейбус	150	750
Метро	300	1500
Сотовый телефон	40	200
Предельно допустимая норма для человека — 0,2 мкТл.		

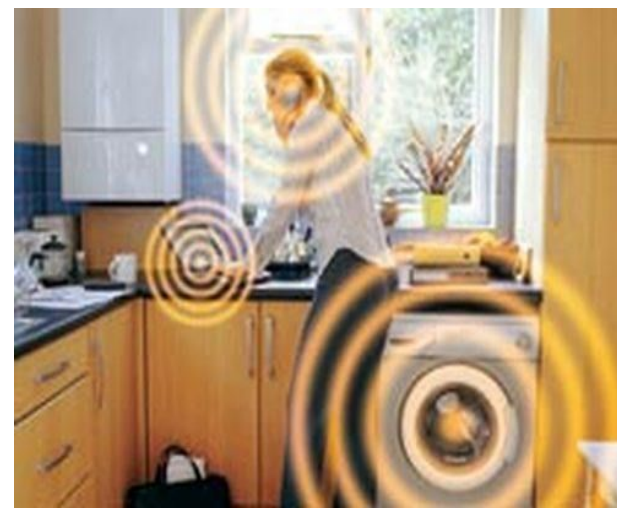
# Способы защиты от воздействия электромагнитного излучения



2. Самое часто посещаемое место в квартире – это кухня, именно там сосредоточено большое количество бытовой техники.

Как правило, хозяйка старается расположить всю технику компактно, чтобы можно было легко дотянуться до любой из них, не перемещаясь далеко. Такое скопление приборов в одном месте, дает мощное излучение. Один прибор не окажет на вас такого негативного воздействия как их массовая «атака».

*Поэтому в качестве защиты постарайтесь не использовать все приборы одновременно или не находиться рядом, когда они в работающем состоянии.*



# Способы защиты от воздействия электромагнитного излучения



3. В спальне мы проводим, как минимум, восемь часов в сутки, поэтому эта зона должна быть наиболее безопасна. Не загромождайте ее электротехникой и не ставьте кровать у стены, за которой находится холодильник – его электромагнитное излучение достаточно мощное и легко проходит сквозь стены.

4. Прикроватные электронные часы (даже если они работают от батареек) не должны стоять слишком близко к вашей подушке. *Отодвиньте их на расстояние вытянутой руки.*



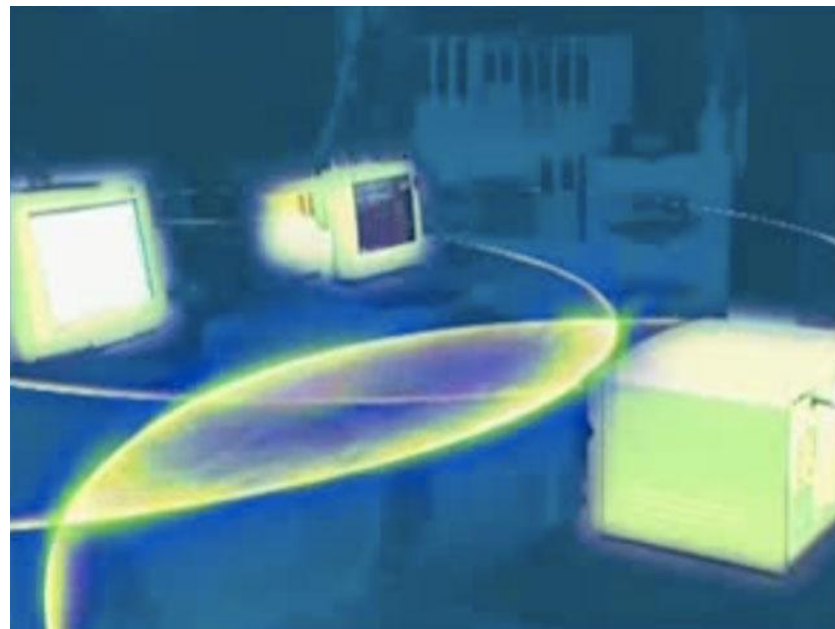
# Способы защиты от воздействия электромагнитного излучения

5. Во время вызова, не держите трубку мобильного или беспроводного телефона возле уха, поскольку именно в этот момент происходит самое сильное излучение. Даже во время разговора, желательно держать его на некотором расстоянии от головы и не увлекаться долгими беседами.



# Способы защиты от воздействия электромагнитного излучения

6. Офисная техника (факс, принтер, ксерокс, сканер) уже давно перекочевала в наши квартиры. Постарайтесь, разместить их так, чтобы они *находились от вас на расстоянии не менее полутора метров*, а если не пользуетесь ими в данный момент, отключите из розетки.





# Способы защиты от воздействия электромагнитного излучения

7.Используйте ЖК-монитор вместо устаревшего монитора с лучевой трубкой.

8. Расстояние между монитором компьютера и вами должно быть не менее 30 см. То же самое касается и телевизоров.

9.Беспроводные устройства – модемы, радиотелефоны, система Wi-Fi, являются мощным источником излучения, ведь радио и микроволновое излучение еще опаснее

*низкочастотного. У источника бесперебойного питания уровень электромагнитного облучения выше, чем от самого компьютера.*

Значит, если нет возможности отказаться от них, поместите их как можно дальше от себя и постарайтесь не пользоваться часто.



# Способы защиты от воздействия электромагнитного излучения

11. Если вы собираетесь покупать дом или квартиру, обратите внимание на расстояние от дома до трансформаторных будок, технических подстанций и вышек сотовой связи. Электромагнитное излучение от них может распространяться на многие десятки метров. В частности, *безопасным расстоянием для защиты от воздействия вышек сотовой связи считается 400 метров*. Телевизионные и радиоантенны являются еще более агрессивными излучателями. От них надо держаться не менее чем несколько километров.



# Влияние электромагнитных излучений на живые организмы

- Радиоволны
- Инфракрасное
- Ультрафиолетовое
- Рентгеновское
- $\gamma$ -излучение

Домашнее задание:  
Выписать в тетрадь о влиянии каждого излучения на человека, животных, растения.

# Задача №1

Сотрудник Центра управления полетом задал вопрос астронавту, находящемуся на Луне. Через какое минимальное время он может услышать ответ, если расстояние от Земли до Луны 384 000 км?



## Задача №2

Электромагнитные волны с космической станции, находящейся на Марсе, достигают Земли примерно за 3,3 мин. Чему равно расстояние от Земли до Марса?



## Задача №3

На какой частоте суда передают сигнал бедствия *SOS*, если по международному соглашению длина радиоволны должна составлять 600 м?



## Задача №4

В 1896г. Русский ученый А. Попов с помощью сконструированных им радиопередатчика и приемника радиосигналов передал первую в мире радиограмму, состоящую всего из двух слов «Генрих Герц». На какое расстояние была передана эта радиограмма, если расстояние от передатчика до приемника радиосигналы преодолели за  $8,3 \cdot 10^{-7} \text{ с}$  ?

*Радиосигналы*- это электромагнитные волны, излучаемые в диапазоне частот от  $10^2$  до  $10^9$  Гц

Установите соответствие между физическими открытиями и фамилиями ученых, которым эти открытия принадлежат

Физические открытия	Имена ученых
А) Действие проводника с током на магнитную стрелку	1.Фарадей
Б)магнитное взаимодействие токов	2.Эрстед
В) Явление электромагнитной индукции	3.Ампер

А	Б	В



# Установите взаимосвязь между физическими явлениями и их использованием в технических устройствах

Физические явления	Технические устройства
А) Тепловое действие тока	1) Кинескоп
Б) Электромагнитная индукция	2) Электродуговая печь
В) Действие магнитного поля на движущийся заряд	3) Генератор

А	Б	В

1. Что называют электромагнитной волной?
2. Что является источником электромагнитной волны?
3. Как ориентированы векторы  $E$  и  $B$  по отношению друг к другу в электромагнитной волне?
4. Какова скорость распространения электромагнитных волн в воздухе?

5. Какие выводы относительно электромагнитных волн вытекали из теории Максвелла?
6. Какие физические величины периодически меняются в электромагнитной волне?
7. Какие отношения между длиной волны, ее скоростью, периодом и частотой колебаний справедливы для электромагнитных волн?
8. При каком условии волна будет достаточно интенсивной для того, чтобы ее можно было зарегистрировать?

9. Когда и кем были впервые получены электромагнитные волны?
10. Приведите примеры применения электромагнитных волн.
11. Расположите в порядке возрастания длины волны электромагнитные волны различной природы: 1) инфракрасное излучение; 2) рентгеновское излучение; 3) радиоволны; 4)  $\gamma$  -волны.

# ПОПРОБУЙ РЕШИ !

Кусок янтаря потёрли о ткань, и он зарядился статическим электричеством. **Какое поле можно обнаружить вокруг неподвижного янтаря? Вокруг движущегося?**

Заряженное тело **покоится** относительно поверхности земли. Автомобиль равномерно и прямолинейно движется относительно поверхности земли. Можно ли обнаружить **постоянное магнитное поле** в системе отсчета, связанной с автомобилем?

Какое поле возникает **вокруг электрона**, если он: покоится; движется с постоянной скоростью; движется с ускорением?

# Используемые ресурсы:

1. Защита от воздействия электромагнитного излучения  
-<http://avastek.ru/poleznoe/2136-zaschita-ot-vozdeystviya-elektr.html>

## Рисунки:

1. Дж.К.Максвелл-<http://www.nrao.edu/whatisra/images/maxwell2.jpg>
2. Электромагнитное поле-[http://xreferat.ru/image/102/1307349221\\_26.png](http://xreferat.ru/image/102/1307349221_26.png)
3. Электромагнитная волна-[http://altenergy.org.ua/wp-content/uploads/2011/09/electromagnitnaya\\_volna.jpg](http://altenergy.org.ua/wp-content/uploads/2011/09/electromagnitnaya_volna.jpg)
4. Генрих Герц-  
<http://www.mokymopriemones.lt/img/p/119-793-thickbox.jpg>
5. Шкала электромагнитных волн-  
[http://mrcpk.marsu.ru/works\\_iso/2007-09-28-ast/kuklin/chkala.jpg](http://mrcpk.marsu.ru/works_iso/2007-09-28-ast/kuklin/chkala.jpg)

# ИНТЕРЕСНО, ЧТО ...

Железобетонные дома, экранируют внешние "уличные" электромагнитные поля,

поэтому внутри такого дома влияния внешних полей не ощущается.

В наших домах в настоящее время используется много электробытовых приборов.

Все они **создают при работе** электромагнитные поля.

Даже включенный **утюг** окружен электромагнитным полем в радиусе примерно 25 см.,

у **электрочайника** электромагнитное поле в два раза шире.

Электромагнитное поле обычной **электробритвы** достаточно сильное, поэтому электробритва хороша лишь для кратковременного пользования.

**Телевизор** является сильным источником электромагнитного поля ( причём цветной - в большей степени, чем черно-белый), но на расстоянии 1,5 метров от него электромагнитный фон становится уже безопасным.

При использовании исправной **микроволновой печи** безопасно находится от нее

на расстоянии 1-1,5 метров, хотя включение печи должно быть тоже достаточно кратковременным.

Наиболее сильно электромагнитное поле **компьютера** проявляется со

сторон

9.3.15 задней стенки и монитора., поэтому удобнее устанавливать его в углу комнаты.

Перед экраном безопасно сидеть на расстоянии вытянутой руки.

# Электронные адреса используемых рисунков:

1. Дж.К.Максвелл-<http://www.nrao.edu/whatisra/images/maxwell2.jpg>
2. Электромагнитное поле-[http://xreferat.ru/image/102/1307349221\\_26.png](http://xreferat.ru/image/102/1307349221_26.png)
3. Электромагнитная волна-[http://altenergy.org.ua/wp-content/uploads/2011/09/electromagnitnaya\\_volna.jpg](http://altenergy.org.ua/wp-content/uploads/2011/09/electromagnitnaya_volna.jpg)
4. Генрих Герц-  
<http://www.mokymopriemones.lt/img/p/119-793-thickbox.jpg>
5. Шкала электромагнитных волн-  
[http://mrcpk.marsu.ru/works\\_iso/2007-09-28-ast/kuklin/chkala.jpg](http://mrcpk.marsu.ru/works_iso/2007-09-28-ast/kuklin/chkala.jpg)
6. Шкала электромагнитных волн-  
<http://x506.w.gallerix.ru/b/196545138.jpg>
7. Эксперимент Герца-