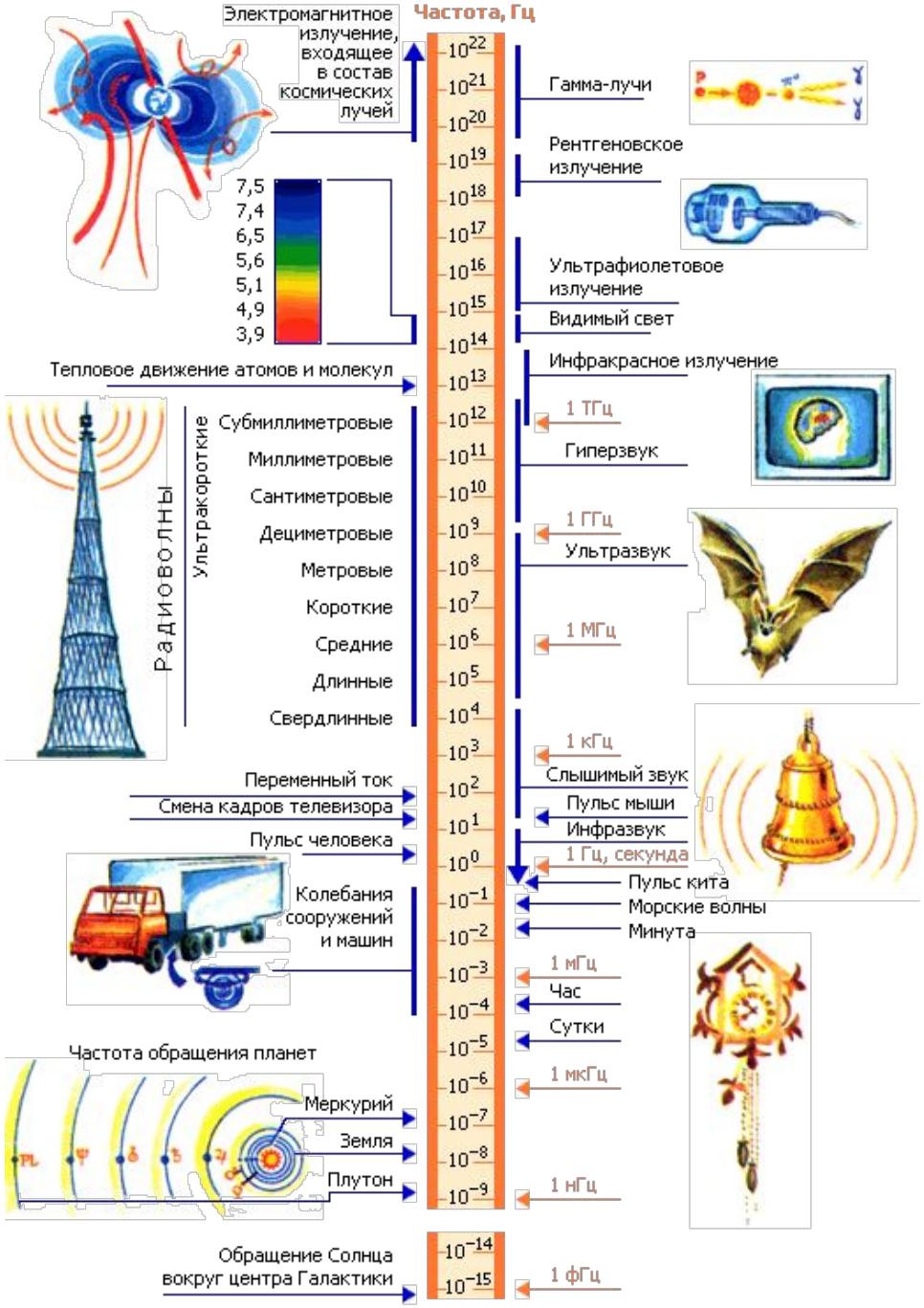
резонанс

мир колебаний

- Мы живем в мире колебаний. Маятник стенных часов, фундамент быстроходной турбины, кузов железнодорожного вагона, струна гитары и т.д.
- По современным воззрениям, все звуковые, тепловые, световые, электрические и магнитные явления, т.е. важнейшие физические процессы окружающего нас мира, сводятся к различным формам колебания материи.
- Речь, средство общения людей, музыка, способная вызвать у людей сложные эмоции, - физически определяются так же, как и другие звуковые явления, колебаниями струн, воздуха, пластин и других упругих тел.
- Колебания играют важную роль в таких ведущих областях техники, как электричество и радио. Выработка, передача и потребление электрической энергии, телефония, радиовещание, телевидение, радиолокация - все эти важные отрасли основаны на использовании электрических и электромагнитных колебаний.
- С колебаниями мы встречаемся и в живом организме. Биение сердца, сокращение желудка, деятельность кишечника имеют колебательный характер.
- Строители и механики имеют дело с колебаниями сооружений и машин. Кораблестроители - с качкой и вибрацией корабля и т. д

колебания


Электромагнитное излучение, входящее в состав космических лучей
Частота, Гц
7,5
7,4
6,5
5,6
5,1
4,9
3,9
Гамма-лучи
Рентгеновское излучение
Ультрафиолетовое излучение
Видимый свет
Инфракрасное излучение
1 ТГц
Гиперзвук
1 ГГц
Ультразвук
1 МГц
1 кГц
Слышимый звук
Пульс мыши
Инфразвук
1 Гц, секунда
Пульс кита
Морские волны
Минута
1 мГц
Час
Сутки
1 мкГц
1 нГц
1 фГц
Тепловое движение атомов и молекул
Радиоволны
Ультракороткие
Субмиллиметровые
Миллиметровые
Сантиметровые
Дециметровые
Метровые
Короткие
Средние
Длинные
Свердлинные
Переменный ток
Смена кадров телевизора
Пульс человека
Колебания сооружений и машин
Частота обращения планет
Меркурий
Земля
Плутон
Обращение Солнца вокруг центра Галактики

Резонанс

- **Резонанс** (франц. resonance, от лат. resono — звучу в ответ, откликаюсь), явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний в какой-либо колебательной системе,
- При вынужденных колебаниях любого вида возможно явление, называемое резонансом (от лат. resono - звучу в ответ, откликаюсь).

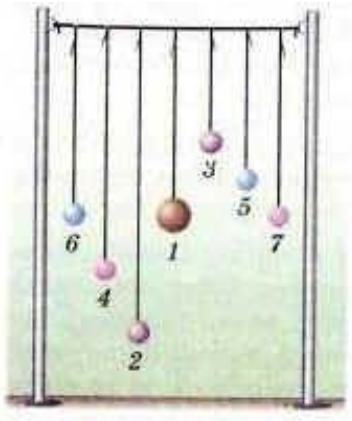
Вред и польза резонанса

- **Использование:**
- Растворение порошкового молока в воде.
- Резонаторы в музыкальных инструментах.
- Магнитно-резонансное обследование организма.
- Раскачивание качелей.
- Раскачивание языка колокола.
- Резонансные замки и ключи.

- **Вред:**
- Разрушение сооружений.
- Обрыв проводов.
- Расплескивание воды из ведра.
- Раскачивание вагона на стыках рельсов.
- Вибрации в трубопроводах.
- Раскачивание груза на подъёмном кране.

Демонстрация явления

- Механический резонанс - раскачивание маятника периодически меняющейся силой
- Механический резонанс - работа частотомера.
- Акустический резонанс - трубка с водой и камертон без резонатора.
- Механический резонанс - раскачивание маятника периодически меняющейся силой
- Механический резонанс - работа частотомера.
- Механический резонанс - маятники разной длины на одной струне.



вопросы для обсуждения:

Рассказывают, что при пении Ф.И. Шаляпина дрожали (резонировали) хрустальные подвески люстр. От того ли, что голос был громким? Вовсе нет. А от чего?

Участникам туристической эстафеты предлагалось перейти речку по перекинутому через неё бревну. Но случилось так, что собственная частота колебаний мостика была очень близка к частоте шагов спортсменов и : далее ясно. Почти все падали в речку. А один (студент-физик) быстро преодолел мостик, понаблюдав предварительно за неудачниками. Что осложняло процедуру преодоления, и что придумал студент?

Почему при некоторой скорости движения оконные стекла в пассажирском автобусе начинают дребезжать?

Когда несут ведро с водой, то вода при некоторой скорости начинает выплескиваться из ведра. Почему это происходит и как прекратить выплескивание?

"Способы борьбы с резонансом"

- Существует несколько возможностей исключения вредного действия резонанса:
- Уклонение от резонанса путем изменения частоты собственных колебаний.
- Организация взаимонейтрализации двух (или более) вредных действий.
- Введение второго внешнего действия в противофазе к вредному.
- Самонейтрализация вредного действия путем его разделения на два, сдвига одного из них по фазе и их столкновение.
- Самонейтрализация вредного действия путем введения дополнительных грузов со смещающимся центром тяжести.
- Ликвидация источника внешнего действия.

способ исключения вредного воздействия резонанса

- Подбор и покупка хорошей акустической системы - это еще не гарантия того, что в конечном итоге вы получите звук, на который рассчитываете. Очень важно грамотно установить и настроить все компоненты системы. Причем настройка аппаратуры обязательно должна производиться не только с учетом компонентного состава системы, но и с учетом самого помещения, которое впоследствии будет наполнено звуком.
- Если слушать музыку или смотреть кинофильм с высоким качеством звукового сопровождения в стандартной комнате, может возникнуть ощутимое явление резонанса. Если помещение имеет хотя бы две параллельные поверхности, то оно будет работать как акустический резонатор. В этом случае будет сильно усиливаться звук на определенных частотах. Таким образом, АЧХ (амплитудно-частотная характеристика) акустической системы с учетом помещения станет очень нелинейной, что сильно ухудшит звучание. Появляется эффект "гудящей" комнаты. Как от него избавиться?
- Для устранения явления резонанса необходимо слегка изменять наклон поверхностей, чтобы среди них не было двух параллельных. Достаточно совсем небольшого изменения (до 2-3 градусов). Как правило, для этого изменяют наклон или сходимость поверхностей двух смежных стен (например, в процессе установки звукоизолирующих панелей) и потолка (при установке акустических потолков).

способ исключения вредного воздействия резонанса

- Железнодорожный вагон является колебательной системой, которая может сильно раскачаться оттого, что при движении получает периодические удары, вызывающие вынужденные колебания. Как устранить ударную нагрузку на вагон при наезде колеса на стык рельса?
- Делать стык косым под углом 45 град. к оси рельса. Накатываясь на следующий отрезок рельса, колесо продолжает еще катиться по предыдущему отрезку, при этом оно не встречает промежутка между рельсами, перпендикулярного образующей колеса, и бесшумно перекатывается с одного отрезка на другой.)

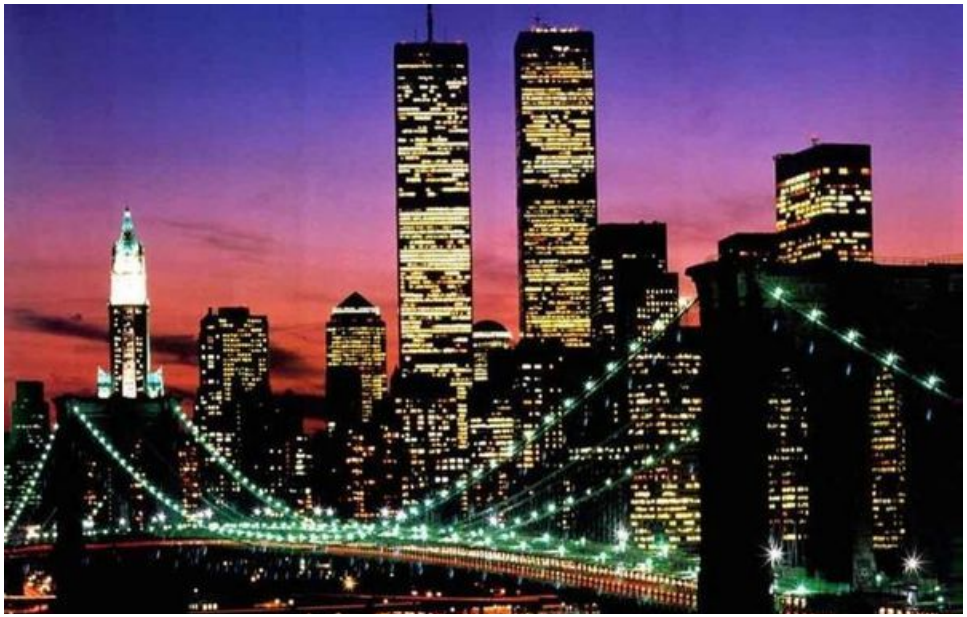
способ исключения вредного воздействия резонанса

- В странах Востока, например в Японии, во время землетрясения часто бывало так, что разрушались железобетонные здания, стальные мосты, а деревянные пагоды стояли как ни в чем ни бывало. В чем был секрет пагод?
- Секрет пагод на хорошем изобретательском уровне: внутри каждой пагоды древние строители подвешивали сверху вниз длинную деревянную балку с грузом на конце. Частоту колебаний этого своеобразного маятника подбирали такой, что во время землетрясения он раскачивался в противофазе с самой постройкой, помогая гасить колебания.

способ исключения вредного воздействия резонанса

Во многих городах мира строятся небоскребы высотой в десятки метров. Железобетонный каркас супернебоскребов должен выдерживать на большой высоте напор ветра, дующего со скоростью 150 км/час. Как предотвратить раскачивание зданий?

В одном из нью-йоркских небоскребов на верхнем этаже установлен скользящий противовес массой 365 тонн, который нейтрализует воздействие ветровой нагрузки и демпфирует колебания здания. В Японии одна из строительных компаний реализовала более простое решение: на крыше небоскреба устанавливается огромный резервуар с водой. Из-за огромной массы и инерционности жидкость реагирует на сотрясения с запозданием. Колебания здания нейтрализуются и в значительной степени гасятся.



Обрушение мостов

- С резонансом можно встретиться и тогда, когда это совсем нежелательно. Так, например, в 1750 году близ города Анжера во Франции через цепной мост длиной 102 м шел в ногу отряд солдат. Частота их шагов совпала с частотой свободных колебаний моста. Из-за этого размахи колебаний моста резко увеличились, и цепи оборвались. Мост обрушился в реку.
- В 1830 году по той же причине обрушился подвесной мост около Манчестера в Англии, когда по нему маршировал военный отряд.
- В 1906 году из-за резонанса разрушился и так называемый Египетский мост в Петербурге, по которому проходил кавалерийский эскадрон.
- Теперь для предотвращения подобных случаев войсковым частям приказывают “сбить ногу” и идти не строевым, а вольным шагом.
- Чтобы избежать резонанса при переезде поезда через мост, он проходит его либо на медленном ходу, либо на максимальной скорости (чтобы частота ударов колес о стыки рельсов не оказалась равной собственной частоте моста).
- С резонансом можно встретиться не только на суше, но и в море и даже в воздухе. Так, например, при некоторых частотах вращения гребного вала в резонанс входили целые корабли. А на заре развития авиации некоторые авиационные двигатели вызывали столь сильные резонансные колебания частей самолета, что он разваливался в

изречения древнекитайского философа, последователя Конфуция – Сюнь-цзы:

- “Не поднявшись на высокую гору, не узнаешь высоты неба.
- Не взглянув в глубокое ущелье в горах, не узнаешь толщины земли.
- Не услышав заветов предков, не узнаешь величия учёности”.
- “В учении нельзя останавливаться”.

Основные уравнения и зависимости, описывающие колебательные процессы

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

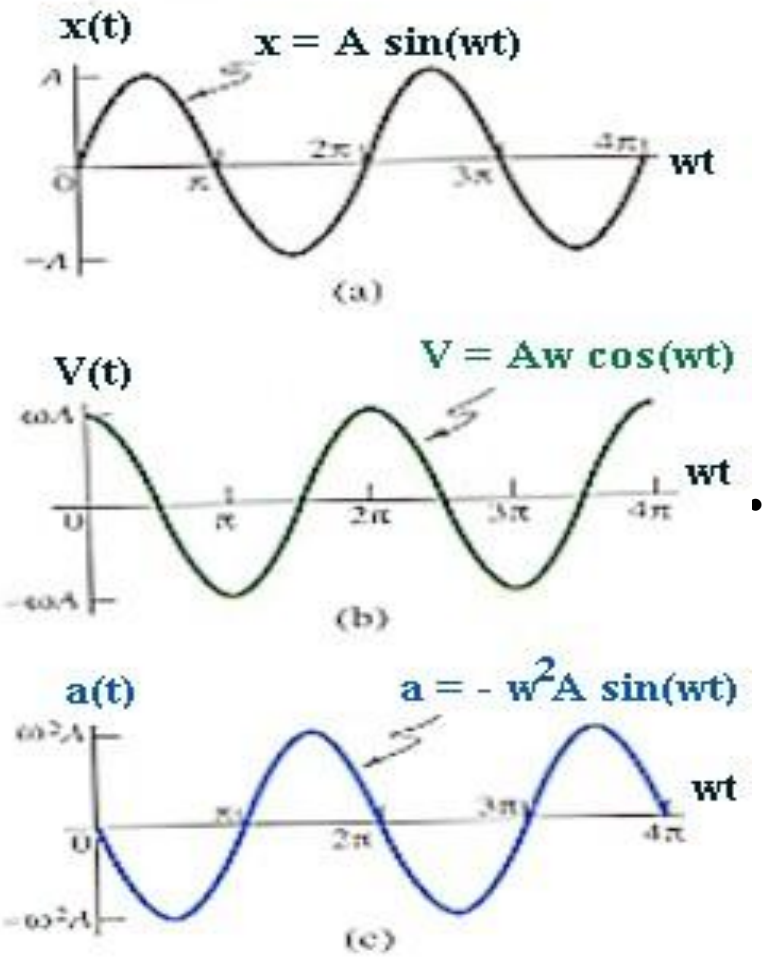
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$E_k = \frac{m\upsilon^2}{2}$$

$$E_p = \frac{kA^2}{2}$$

$$x = A\cos\omega t$$

Примеры колебательных систем.

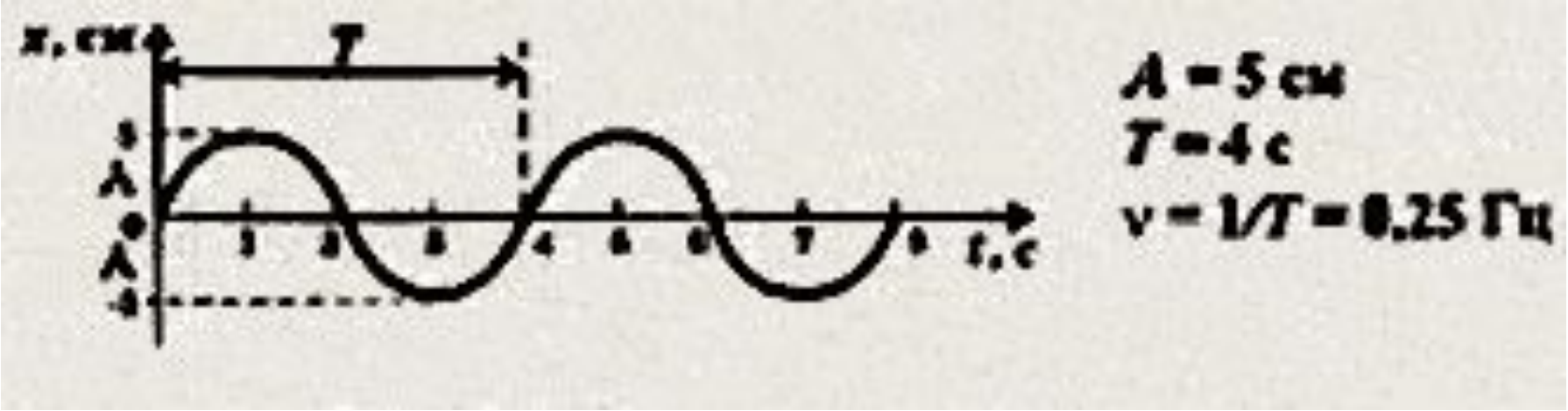


Математический маятник длиной l, находящийся в поле силы тяжести с ускорением g, имеет период колебаний, равный:
$T = 2p(l/g)^{1/2}$.
Пружинный маятник массой m с коэффициентом жесткости k имеет период, равеный $T = 2p(m/k)^{1/2}$.

- Поскольку скорость V - есть производная от координаты по времени, а ускорение a - производная от скорости, то для гармонических колебаний эти величины зависят от времени также по гармоническим законам:

$V = A*w*\cos(wt + f_0)$
$a = - A*w^2*\sin(wt + f_0) = - w^2*x$

Записать уравнение, найти скорость, ускорение



Вопросы для закрепления

- **Что было изучено сегодня на уроке?**
- **Как бы Вы сформулировали тему сегодняшнего урока?**
- **Какие новые понятия на уроке были введены?**
- **Какие новые формулы и законы изучили?**
- **С каким новым физическим явлением Вы познакомились?**

Сабитова Файруза Рифовна
преподаватель физики
ГАОУ СПО «Сармановский аграрный колледж»