Вынужденные колебания. Резонанс.

1. Посмотреть видеоурок
   https://youtu.be/FvAvXBw2uPY

2. Списать

Свободные колебания всегда затухающие, так как весь запас энергии, первоначально сообщённый колебательной системе, в конце концов уходит на совершение работы по преодолению сил трения и сопротивления среды (т. е. механическая энергия переходит во внутреннюю). Поэтому свободные колебания почти не имеют практического применения.

Обрати внимание!

Чтобы колебания были незатухающими, необходимо восполнять потери энергии за каждый период колебаний.

Это можно осуществить, воздействуя на колеблющееся тело периодически изменяющейся силой. Например, каждый раз подталкивая качели в такт их колебаниям, можно добиться того, чтобы колебания не затухали.

Колебания, совершаемые телом под действием внешней периодически изменяющейся силы, называются вынужденными колебаниями.

Внешняя периодически изменяющаяся сила, вызывающая эти колебания, называется вынуждающей силой.

Если на покоящиеся качели начать действовать периодически меняющейся вынуждающей силой, раскачивая их, то в течение некоторого времени амплитуда вынужденных колебаний качелей будет возрастать, т. е. амплитуда каждого последующего колебания будет больше, чем предыдущего. Увеличение амплитуды прекратится тогда, когда энергия, теряемая качелями на преодоление силы трения, станет равна энергии, получаемой ими извне (за счёт работы вынуждающей силы).
В большинстве случаев постоянная частота вынужденных колебаний устанавливается не сразу, а спустя некоторое время после их начала. Когда амплитуда и частота вынужденных колебаний перестают меняться, говорят, что колебания установились.

Обрати внимание!

Частота установившихся вынужденных колебаний равна частоте вынуждающей силы.

Вынужденные колебания могут совершать даже тела, которые не являются колебательными системами, например игла швейной машины, клапаны в двигателе внутреннего сгорания и многие другие. Колебания таких тел тоже происходят с частотой вынуждающей силы.

Обрати внимание!

Вынужденные колебания — незатухающие. Они происходят до тех пор, пока действует вынуждающая сила.

Существуют системы, в которых незатухающие колебания возникают не за счёт периодического внешнего воздействия, а в результате имеющейся у таких систем способности самой регулировать поступление энергии от постоянного источника. Такие системы называются автоколебательными, а процесс незатухающих колебаний в таких системах — автоколебаниями.

В автоколебательной системе можно выделить три характерных элемента — колебательная система, источник энергии и устройство обратной связи между колебательной системой и источником.
В качестве колебательной системы может быть использована любая механическая система, способная совершать собственные затухающие колебания (например, маятник настенных часов).
Источником энергии может служить энергия деформация пружины или потенциальная энергия груза в поле тяжести.
Устройство обратной связи представляет собой некоторый механизм, с помощью которого автоколебательная система регулирует поступление энергии от источника.

Балансир совершает крутильные колебания вокруг своей оси. Колебательной системой в часах является маятник, или балансир. Источником энергии — поднятая вверх гиря или заведённая пружина. Устройством, с помощью которого осуществляется обратная связь, является анкер, позволяющий ходовому колесу повернуться на один зубец за один полупериод.

Обратная связь осуществляется взаимодействием анкера с ходовым колесом. При каждом колебании маятника зубец ходового колеса толкает анкерную вилку в направлении движения маятника, передавая ему некоторую порцию энергии, которая компенсирует потери энергии на трение. Таким образом, потенциальная энергия гири (или закрученной пружины) постепенно, отдельными порциями, передаётся маятнику.

Механические автоколебательные системы широко распространены в окружающей нас жизни и в технике. Автоколебания совершают поршни в паровых машинах и в двигателях внутреннего сгорания, молоточки в электрических звонках, струны смычковых музыкальных инструментов, воздушные столбы в трубах духовых инструментов, голосовые связки при разговоре или пении и т. д.