

Группа 12. Физика

Дата: 22.01.2022

Уроки № 60, 61

Тип урока: комбинированный урок

Темы уроков:

Контрольная работа №10: «Магнитное поле. Электромагнитная индукция»

Свободные и вынужденные колебания. Условия возникновения свободных колебаний.

Задание:

Выполнить контрольную работу №10.

Ознакомиться с текстом по теме урока. Написать в тетради краткий конспект. Ответить на контрольные вопросы.

План работы:

- 1. Выполнить контрольную работу №10.**
- 2. Колебательные движения.**
- 3. Маятник.**
- 4. Механические колебания.**
- 5. Свободные колебания.**
- 6. Затухающие колебания.**
- 7. Вынужденные колебания.**
- 8. Условия возникновения свободных колебаний.**

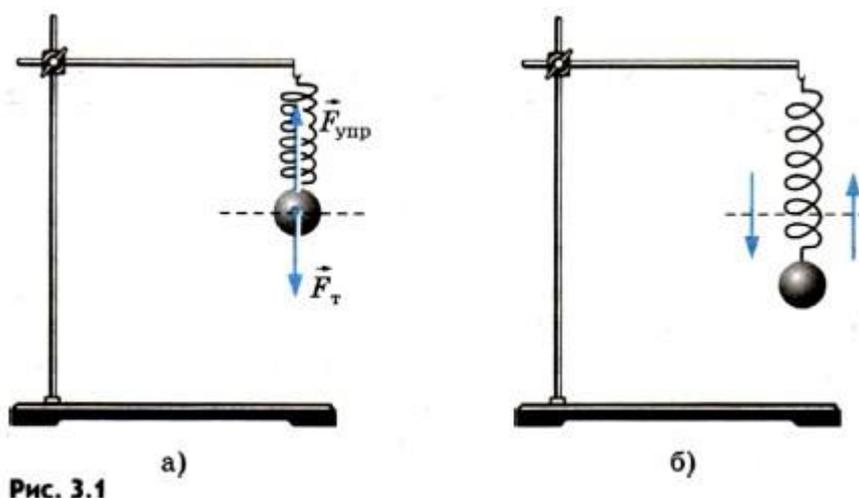
Контрольная работа №10: «Магнитное поле. Электромагнитная индукция»

1. В каких единицах измеряют следующие физические величины:
 - Индуктивность
 - Магнитный поток
 - Магнитная индукция?
2. На протон, движущийся со скоростью 10^7 м/с в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции, действует сила $0,32 \cdot 10^{-12}$ Н. Какова индукция магнитного поля?

3. Определите длину активной части прямолинейного проводника, помещенного в однородное магнитное поле с индукцией 400 Тл, если на проводник действует сила 100 Н. Проводник расположен под углом 30° к линиям магнитной индукции, сила тока в проводнике 2 А.
4. Где применяют ферромагнетики?
5. Как повышение температуры влияет на магнитные свойства ферромагнетиков?

Свободные и вынужденные колебания.

Колебательные движения, или просто колебания, широко распространены в природе. Заставить предмет колебаться, т. е. совершать повторяющиеся движения, очень просто.



Подвесим пружину к штативу. К нижнему свободному концу пружины прикрепим металлический шарик. Пружина растянется, и сила упругости $\vec{F}_{\text{упр}}$ уравновесит силу тяжести $\vec{F}_{\text{т}}$, действующую на шарик (рис. 3.1, а). Если теперь вывести шарик из положения равновесия, слегка оттянув его вниз, и отпустить, то он начнет совершать движения — вверх-вниз, вверх-вниз и т. д. (рис. 3.1, б). Такого рода движения, при которых тело поочередно смещается то в одну, то в другую сторону, и называются колебаниями. С течением времени колебания постепенно ослабевают (затухают), и в конце концов шарик остановится.

Еще проще можно заставить шарик колебаться, если подвесить его на нити. В положении равновесия нить вертикальна и сила тяжести $\vec{F}_{\text{т}}$, действующая на шарик, уравновешивается силой упругости $\vec{F}_{\text{упр}}$ нити (рис. 3.2, а). Если шарик отклонить и затем отпустить, то он начнет качаться направо-налево, налево-направо (рис. 3.2, б) до тех пор, пока колебания не затухнут. Шарик, подвешенный на нити, — это простейший маятник¹.

¹ Нужно иметь в виду, что шарик, подвешенный на нити, будет представлять собой маятник лишь в том случае, если на него действует сила тяжести Земли. Создающий эту силу земной шар входит в колебательную систему, которую мы для краткости называем просто маятником.

Вообще же обычно маятником называют подвешенное на нити или закрепленное на оси тело, которое может совершать колебания под действием силы тяжести. При этом ось не

должна проходить через центр тяжести тела. Маятником можно назвать линейку, подвешенную на гвоздь, люстру, коромысло рычажных весов и т. д.

Что же является наиболее характерным признаком колебательного движения? Прежде всего это то, что при колебаниях движения тела *повторяются* или почти повторяются. Так, маятник, совершив один цикл колебаний, т. е. проделав путь от крайнего левого положения до крайнего правого и обратно, вновь совершает такой же цикл. Если движение повторяется точно, то его называют **периодическим**.

Механические колебания

Механические колебания — это движения, которые точно или приблизительно повторяются через определенные интервалы времени.

Повторяются движения поршней в двигателе автомобиля, поплавок на волне, ветки дерева на ветру, нашего сердца. Все это различные примеры колебаний.

Свободные колебания

Группу тел, движение которых мы изучаем, называют в механике *системой тел* или просто *системой*. Напомним, что силы, действующие между телами системы, называют *внутренними*. *Внешними силами* называют силы, действующие на тела системы со стороны тел, не входящих в нее.

Самым простым видом колебаний являются свободные колебания. **Свободными колебаниями** называются колебания в системе под действием внутренних сил, после того как система выведена из положения равновесия и предоставлена затем самой себе.

Колебания груза, прикрепленного к пружине, или груза, подвешенного на нити, — это примеры свободных колебаний. После выведения системы из положения равновесия создаются условия, при которых груз колеблется без воздействия внешних сил.

Однако с течением времени колебания затухают, так как на тела системы всегда действуют силы сопротивления. Под действием внутренних сил и сил сопротивления система совершает **затухающие колебания**.

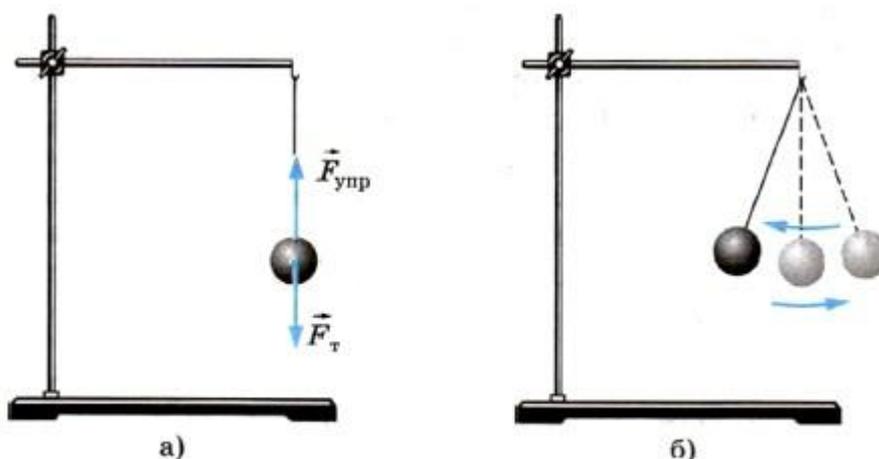


Рис. 3.2

Вынужденные колебания

Для того чтобы колебания не затухали, на тела системы должна действовать периодически изменяющаяся сила. Постоянная сила не может поддерживать колебания, так как под действием этой силы может измениться только положение равновесия, относительно которого происходят колебания.

Вынужденными колебаниями называются колебания тел под действием внешних периодически изменяющихся сил.

Колебания бывают свободными, затухающими и вынужденными. Наибольшее значение имеют вынужденные колебания.

Условия возникновения свободных колебаний

Выясним, какими свойствами должна обладать система для того, чтобы в ней могли возникнуть свободные колебания. Удобнее всего рассмотреть вначале колебания шарика, нанизанного на гладкий горизонтальный стержень под действием силы упругости пружины¹.

¹ Анализ колебаний шарика, подвешенного на вертикальной пружине, несколько сложнее. В этом случае действуют одновременно переменная сила упругости пружины и постоянная сила тяжести. Но характер колебаний в том и другом случаях совершенно одинаков.

Если немного сместить шарик из положения равновесия (рис. 3.3, а) вправо, то длина пружины увеличится на x_m (рис. 3.3, б), и на шарик начнет действовать сила упругости со стороны пружины. Эта сила согласно закону Гука пропорциональна деформации пружины и направлена влево. Если отпустить шарик, то под действием силы упругости он начнет двигаться с ускорением влево, увеличивая свою скорость. Сила упругости при этом будет убывать, так как деформация пружины уменьшается. В момент, когда шарик достигнет положения равновесия, сила упругости пружины станет равной нулю. Следовательно, согласно второму закону Ньютона станет равным нулю и ускорение шарика.

К этому моменту скорость шарика достигнет максимального значения. Не останавливаясь в положении равновесия, он будет по инерции продолжать двигаться влево. Пружина при этом сжимается. В результате появляется сила упругости, направленная уже вправо и тормозящая движение шарика (рис. 3.3, в). Эта сила, а значит, и направленное вправо ускорение увеличиваются по модулю прямо пропорционально модулю смещения x шарика относительно положения равновесия. Скорость же будет уменьшаться до тех пор, пока в крайнем левом положении шарика не обратится в нуль. После этого шарик начнет ускоренно двигаться вправо. С уменьшением модуля смещения x сила $F_{упр}$ убывает по модулю и в положении равновесия опять обращается в нуль. Но шарик уже успевает к этому моменту приобрести скорость и, следовательно, по инерции продолжает двигаться вправо. Это движение приводит к растяжению пружины и появлению силы, направленной влево. Движение шарика тормозится до полной остановки в крайнем правом положении, после чего весь процесс повторяется сначала.

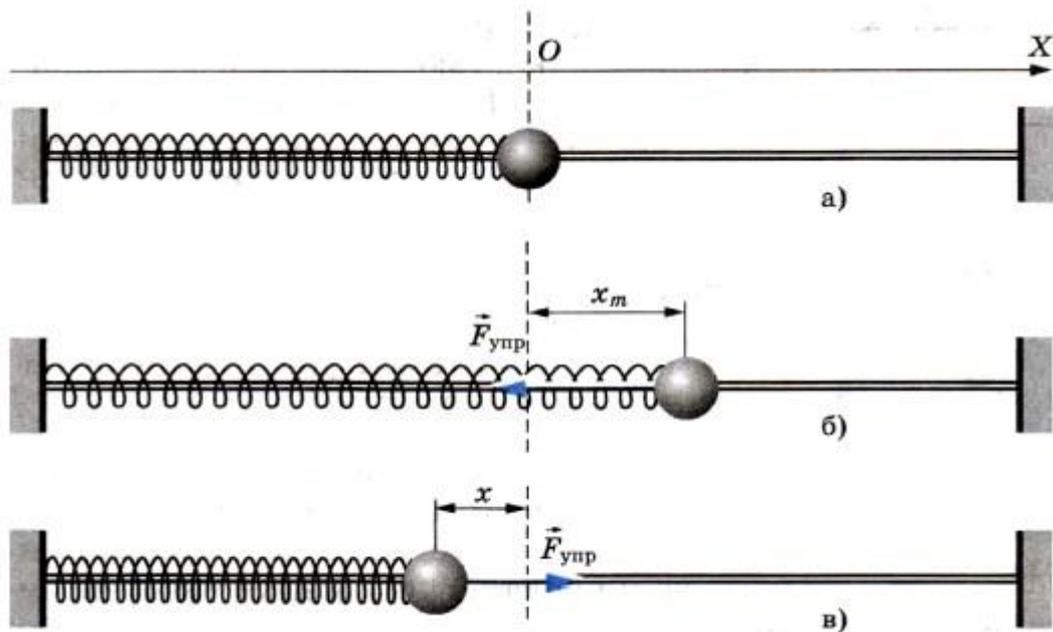


Рис. 3.3

Если бы не существовало трения, то движение шарика не прекратилось бы никогда. Однако трение и сопротивление воздуха препятствуют движению шарика. Направление силы сопротивления как при движении шарика вправо, так и при его движении влево все время противоположно направлению скорости. Размах его колебаний постепенно будет уменьшаться до тех пор, пока движение не прекратится. При малом трении затухание становится заметным лишь после того, как шарик совершит много колебаний. Если наблюдать движение шарика на протяжении не очень большого интервала времени, то затуханием колебаний можно пренебречь. В этом случае влияние силы сопротивления на движение можно не учитывать.

Если сила сопротивления велика, то пренебречь ее действием даже в течение малых интервалов времени нельзя.

Опустите шарик на пружине в стакан с вязкой жидкостью, например с глицерином (рис. 3.4). Если жесткость пружины мала, то выведенный из положения равновесия шарик совсем не будет колебаться. Под действием силы упругости он просто вернется в положение равновесия (штриховая линия на рисунке 3.4). За счет действия силы сопротивления скорость его в положении равновесия будет практически равна нулю.

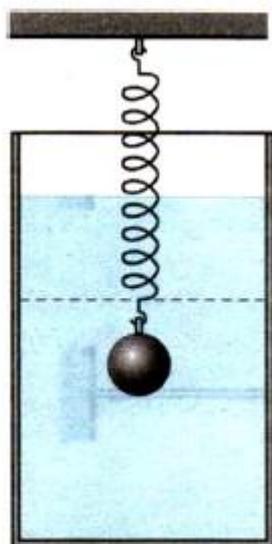


Рис. 3.4

Для того, чтобы в системе могли возникнуть свободные колебания, должны выполняться два условия. *Во-первых*, при выведении тела из положения равновесия в системе должна возникать сила, направленная к положению равновесия и, следовательно, стремящаяся вернуть тело в положение равновесия. Именно так действует в рассмотренной нами системе (см. рис. 3.3) пружина: при перемещении шарика и влево, и вправо сила упругости направлена к положению равновесия. *Во-вторых*, трение в системе должно быть достаточно мало. Иначе колебания быстро затухнут. Незатухающие колебания возможны лишь при отсутствии трения.

Контрольные вопросы:

1. Какие колебания называют свободными?
2. При каких условиях в системе возникают свободные колебания?
3. Какие колебания называют вынужденными? Приведите примеры вынужденных колебаний.

Литература:

Мякишев Г. Я. Физика 10 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений. М., 2010. глава 2, §18; §19 упр. 1-3