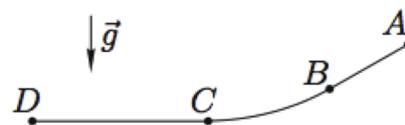




Данная подборка задач является **примером** того, что будет разбираться на смене. Здесь приведены 2–3 задачи из каждого семинара для того, чтобы вы смогли оценить уровень смены и темы, которые обсуждаются на ней. На самих семинарах будет разобрано гораздо больше задач.

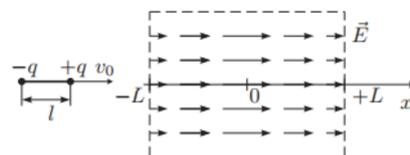
Занятие 1. Кинематика и динамика гармонических колебаний I

1. Муравей из точки A без начальной скорости скользит по гладкой соломинке, у которой наклонный прямолинейный участок AB в точке B плавно переходит в дугу BC с радиусом кривизны R , а эта дуга в точке C также плавно переходит в горизонтальный прямолинейный участок CD (см. рис.). Известно, что $AB : BC : CD = 1 : 2 : 3$ и суммарная длина пути много меньше R . Вычислите время скольжения муравья по соломинке от точки A до точки D .



2. В теплоизолированном вертикальном цилиндре под поршнем находится одноатомный идеальный газ. Найдите частоту малых колебаний поршня. Расстояние от поршня до дна цилиндра l . Над поршнем газа нет.

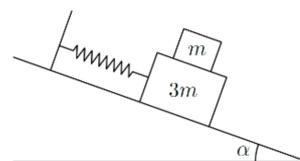
3. Диполь представляет собой два точечных заряда $+q$ и $-q$, закреплённых на расстоянии l друг от друга. Масса диполя m . Диполь ориентирован вдоль оси x и влетает со скоростью v_0 в область длиной $2L \gg l$. В этой области вектор напряжённости электрического поля \vec{E} везде направлен вдоль оси x , а его модуль изменяется по закону $E(x) = E_0(1 - x^2/L^2)$. Найдите зависимость силы F , действующей на диполь, от его координаты x , максимальную скорость диполя, а также время пролёта области $2L$. Считайте, что ориентация диполя в пространстве не меняется. *Примечание.* Такое электрическое поле можно создать между пластинами плоского конденсатора с помощью распределённого объёмного заряда.



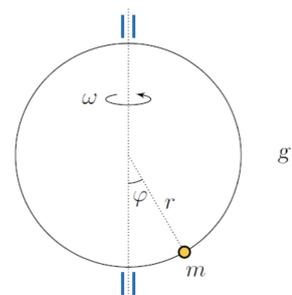
4. В глубинах вселенной вдали от всех тяготеющих масс находится тонкий однородный стержень длины $L = 10$ м и массой $M = 1,0$ кг. По нему без трения может скользить бусинка массой $m = 0,1$ кг. В начальный момент бусинка слегка смещена относительно центра стержня и система неподвижна. Через какое время τ бусинка впервые достигнет середины стержня? Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н \cdot м²/кг².

Занятие 2. Динамика гармонических колебаний II

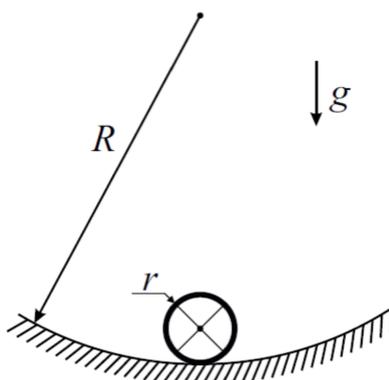
5. На гладкой наклонной плоскости с углом наклона к горизонту α колеблются с амплитудой A как одно целое вдоль прямой шайба массой m и брусок массой $3m$ под действием пружины жёсткостью k , прикреплённой к бруску (см. рисунок). При каком минимальном коэффициенте трения скольжения между шайбой и бруском такие колебания возможны?



6. Гладкое кольцо радиуса r расположено вертикально и вращается относительно вертикального диаметра с постоянной угловой скоростью ω . По кольцу может двигаться небольшая бусинка массы m . Найдите положение равновесия бусинки и исследуйте их на устойчивость при различных значениях угловой скорости ω . Найдите частоту малых колебаний груза, если $r = 10$ см, $\omega = 5$ с⁻¹. Для случая $\omega^2 r > g$ найдите значения ω , при котором частота колебаний груза будет равна $\omega/2$.

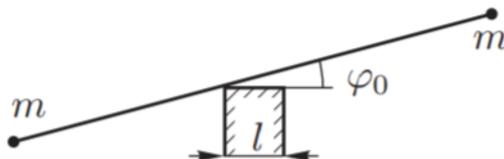


7. Колесо радиуса r и массы m совершает малые колебания в лунке с радиусом кривизны R . Колесо движется без проскальзывания. Найдите частоту малых колебаний такой системы.



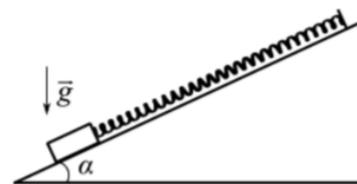
Занятие 3. Негармонические и затухающие колебания

8. На концах легкой спицы длины L закреплены два одинаковых маленьких металлических шарика. Спицу поставили на подставку ширины $l \ll L$ так, что ее середина оказалась над серединой подставки, и отклонили на небольшой угол $\varphi_0 \ll 1$. Определите период малых колебаний спицы, если при переходе спицы с одного ребра на другое потери энергии пренебрежимо малы, а спица от подставки не отрывается и не проскальзывает.



9. Нерастянутая легкая пружина закреплена своими концами в горизонтальном положении. Посередине пружины закреплён маленький шарик массой m . Шарик смещают поперек пружины на 1 см и отпускают. Период колебаний шарика оказался равным 2 с. Чему будет равен период колебаний, если начальное смещение будет 2 см? Силу тяжести не учитывать и считать, что длина пружины много больше поперечных смещений шарика.

10. На наклонённой под углом α ($\cos \alpha = 3/4$) к горизонту поверхности лежит брусок, прикрепленный к упругой невесомой и достаточно длинной пружине (см. рис.). Коэффициент трения бруска о поверхность $\mu = 1/6$. Брусок отклоняют вниз вдоль поверхности на расстояние $A_0 = 35$ см от точки O , соответствующей положению равновесия бруска при отсутствии трения. Затем брусок отпускают, и начинаются затухающие колебания. Если брусок подвесить на этой пружине, то она удлинится на $x_0 = 32$ см.

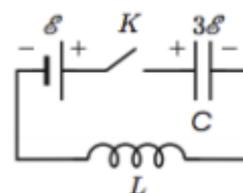


1. На каком расстоянии от точки O окажется брусок при первой остановке?
2. На каком расстоянии от точки O брусок остановится окончательно?
3. Через какое время брусок остановится окончательно?

Занятие 4. Свободные колебания в электрических цепях

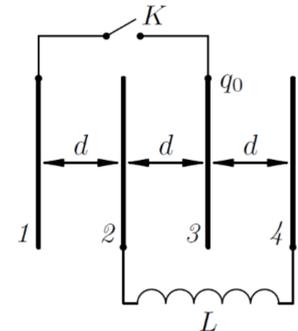
11. В электрической цепи (см. рисунок) конденсатор C заряжен до напряжения $3\mathcal{E}$. Затем ключ K замыкают. Найдите:

1. максимальную силу тока в цепи;
2. силу тока в цепи в момент времени, когда заряд на конденсаторе становится равным нулю;



3. заряд на конденсаторе в момент времени, когда сила тока в цепи становится равной нулю. Все элементы можно считать идеальными.

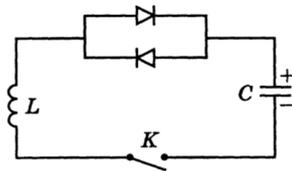
12. В электрической схеме, состоящей из катушки индуктивностью L и четырёх проводящих пластин, каждая площадью S , расположенных на расстоянии d друг от друга, ключ K разомкнут (см. рисунок). Пластина 3 заряжена зарядом q_0 .



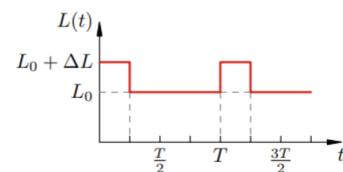
1. Найти заряды пластин после замыкания ключа K в момент, когда ток через катушку максимален.
2. Найти максимальный ток через катушку.

Считать, что площадь пластин $S \gg d^2$. Омическим сопротивлением в схеме пренебречь.

13. В колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности $L = 0,1$ Гн и конденсатора емкости $C = 10$ мкФ, включен «электронный ключ», составленный из двух одинаковых диодов (рис. слева). Вольтамперная характеристика диодов показана на рисунке справа. Пороговое напряжение, при котором диод открывается, $U_{\text{п}} = 0,7$ В. Перед замыканием ключа K напряжение на конденсаторе равно $U_0 = 4,5$ В. Через какое время после замыкания ключа K колебания в контуре прекратятся и установится стационарный режим? Чему будет равно установившееся (остаточное) напряжение на конденсаторе? Постройте график зависимости напряжения U_c на конденсаторе от времени.



14. Для поддержания незатухающих колебаний тока в колебательном LCR -контуре с периодом колебаний $T = 10^{-3}$ с индуктивность L контура периодически изменяют во времени по закону, представленному на рисунке ($\Delta L < L_0$). При каком максимальном значении сопротивления R колебания в контуре не будут затухать, если $\Delta L = 0,03$ Гн? *Указание.* Уменьшение индуктивности происходит при максимальном токе в контуре.



Занятие 5. Резерв

Лекция заложена на случай, если какая-то тема вызовет особенно много вопросов. Если же острой необходимости в повторении какой-то темы не будет, то на ней мы расскажем дополнительный интересный материал по теории колебаний (вынужденные колебания, явление антирезонанса и т. д.)