

Онлайн-школа «Фоксфорд»



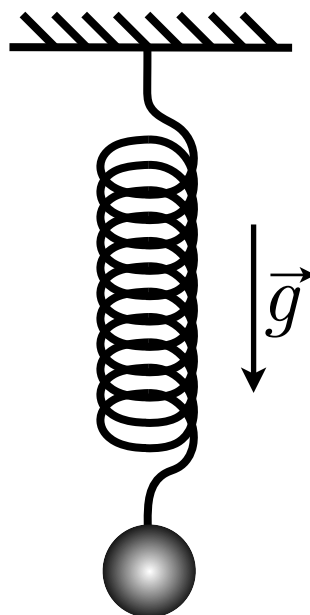
**М.А. ПЕНКИН**

# Урок 12

Анализ механических колебаний

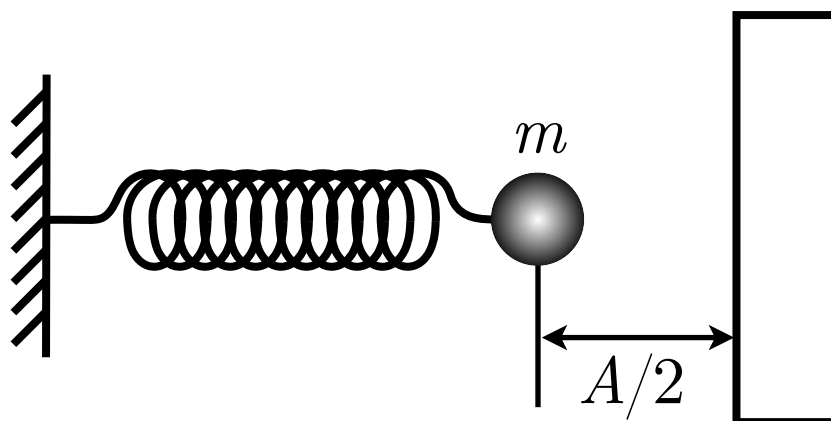
Курс подготовки к вузовским  
олимпиадам 11 класса

№1. Висящий на упругой пружине шар совершает колебания с периодом  $T$  и амплитудой  $A$  вдоль вертикали. Масса шара намного больше массы пружины.

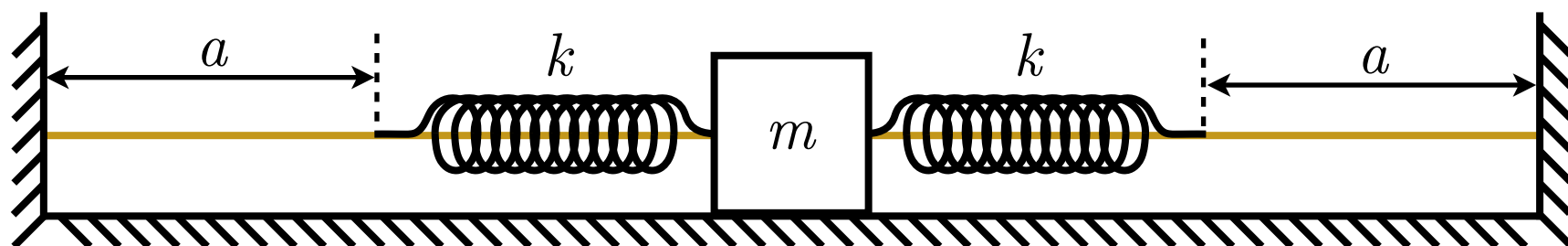


- 1) Найдите величину максимального ускорения  $a_{\max}$  шарика.
- 2) Определите величину его скорости в те моменты, когда его ускорение  $a = 0,75a_{\max}$ .
- 3) За какое время шар преодолевает первую половину пути от среднего положения к крайнему?

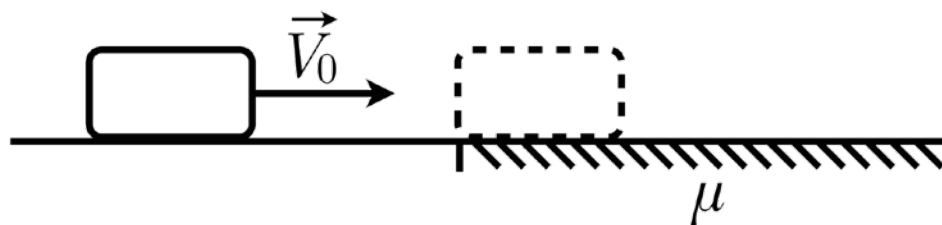
№2. Шарик массой  $m$  совершает гармонические колебания с амплитудой  $A$  на пружине жёсткостью  $k$ . На расстоянии  $A/2$  от положения равновесия установили массивную стальную плиту, от которой шарик абсолютно упруго отскакивает. Найдите период колебаний в этом случае.




№3. Тело массой  $m$  может перемещаться вдоль горизонтальной оси АВ между двумя вертикальными стенками. По бокам к телу прикреплены невесомые пружины одинаковой жёсткости  $k$ . Если тело расположено симметрично между стенками, расстояния от концов пружин до стенок равны  $a$ . Если телу сообщить скорость  $V_0$ , оно начнёт совершать колебания между стенками. Каков период этих колебаний? Трением пренебречь.



№4. Брусок, скользящий по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью  $V_0 = 5,6$  м/с, наезжает на шероховатую поверхность с коэффициентом трения скольжения, равным  $\mu = 0,43$ . Брусок останавливается, когда его задняя грань находится в точности на границе гладкой и шероховатой поверхностей.



Сколько времени продолжалось торможение? Границей плоской и шероховатой поверхностей является прямая, перпендикулярная вектору начальной скорости бруска.

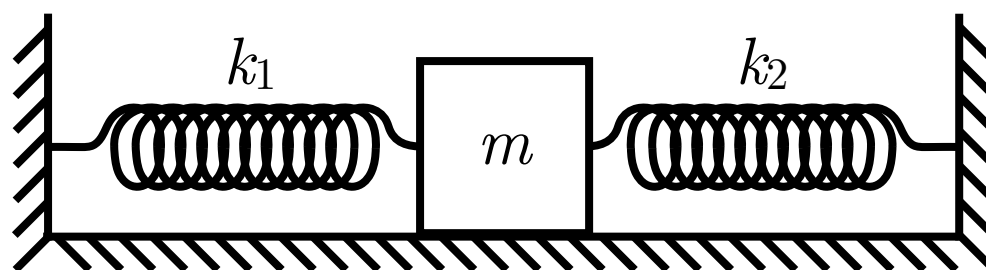


№5. В проекте из области фантастики предлагается прорыть между Москвой и Парижем прямолинейный железнодорожный тоннель длиной  $S = 2400$  км. Вагон ставят на рельсы в начале тоннеля в Париже и отпускают без начальной скорости.

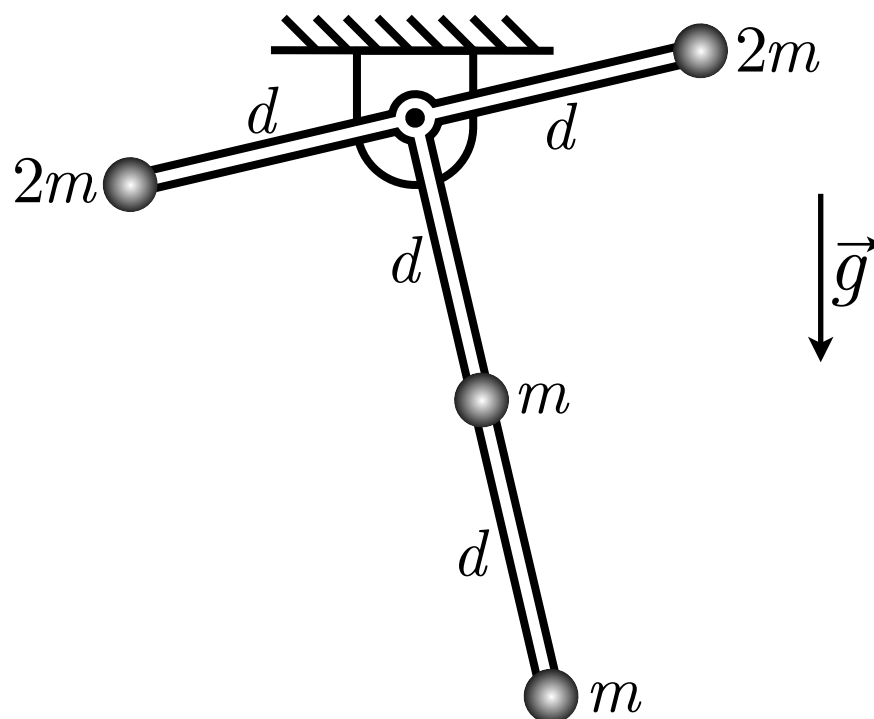
- 1) Через какое время вагон достигнет середины тоннеля?
- 2) Найдите скорость вагона в середине тоннеля.

Землю считать шаром радиуса  $R = 6400$  км с одинаковой плотностью по всему объёму. Вращение Земли, сопротивление воздуха и все виды трения при движении не учитывать.

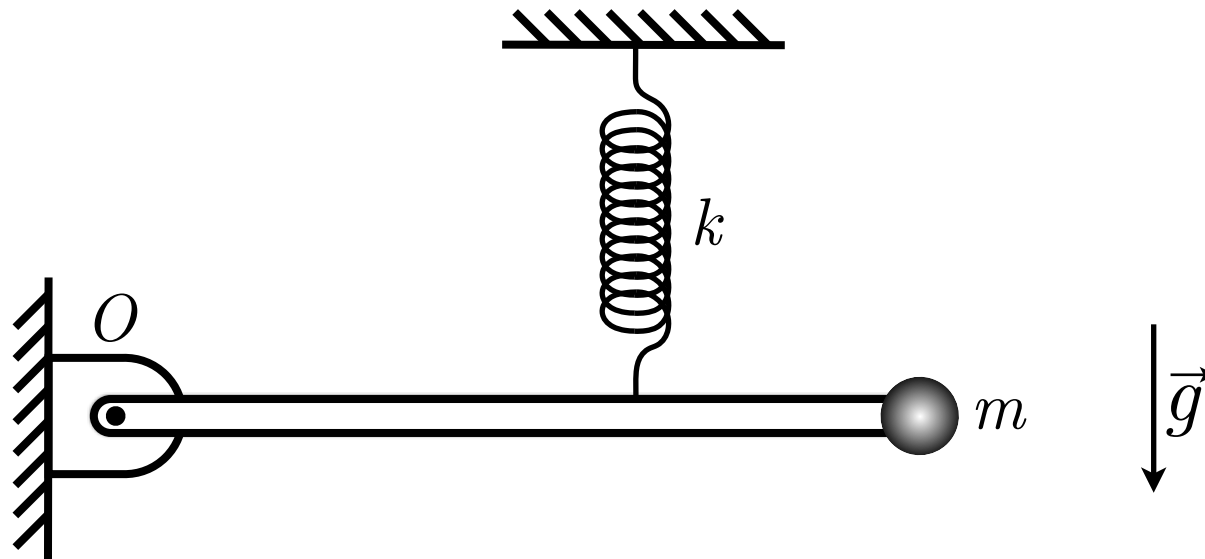
№6. Тело может совершать колебания под действием двух лёгких прикреплённых к нему пружин так, как показано на рисунке. Чему равен период малых колебаний?



№7. Найдите период малых колебаний жёсткого каркаса вокруг точки подвеса. Длина каждого из звеньев равна  $d$ . Размеры шаров пренебрежимо малы по сравнению с  $d$ . Массой звеньев пренебречь.



№8. Конструкция из жёстко соединённых лёгкого стержня и небольшого по размерам шарика массой  $m$  может совершать колебания в вертикальной плоскости под действием пружины с жёсткостью  $k$ , двигаясь при вращении без трения вокруг горизонтальной оси  $O$ . Пружина лёгкая, её точка прикрепления к стержню делит его длину в отношении  $1 : 2$ , считая от шарика. В положении равновесия стержень горизонтален, а ось пружины вертикальна.

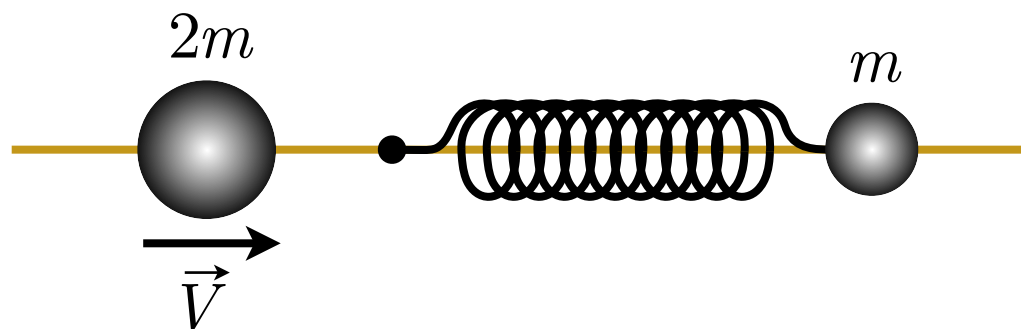


1. Найти удлинение пружины в положении равновесия системы.
2. Найти период малых колебаний конструкции.



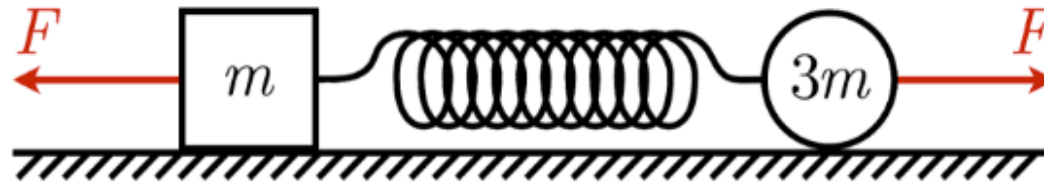
№9. Гладкий стержень длины  $L$  и массы  $M$  находится в невесомости. На стержень надета маленькая бусинка, масса которой гораздо меньше массы стержня. Определите период малых колебаний бусинки вблизи центра стержня. Гравитационная постоянная равна  $G$ .

№10. Шары насажены на прямолинейную горизонтальную спицу и могут скользить по ней без трения. К шару массой  $m$  прикреплена лёгкая пружина жёсткостью  $k$  и он покоится. Шар массой  $2m$  движется со скоростью  $V$ . Радиусы шаров много меньше длины пружины.



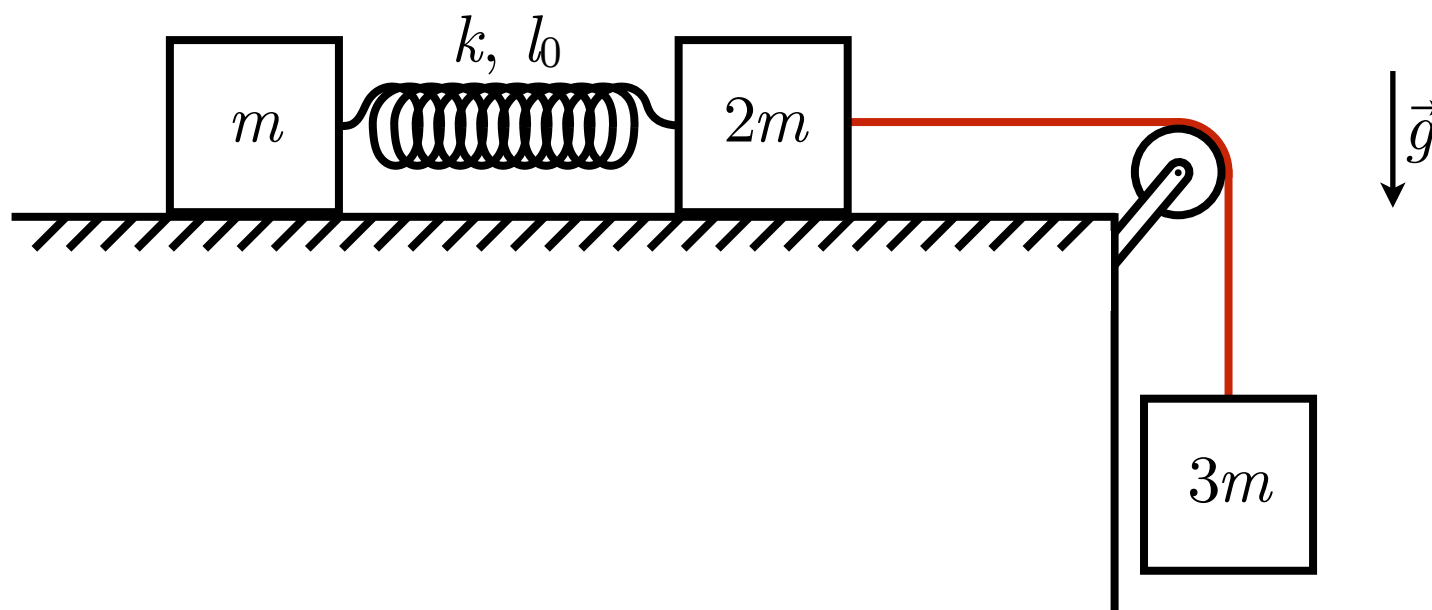
1. Определить скорость шара массой  $2m$  после отрыва от пружины.
2. Определить время контакта шара массой  $2m$  с пружиной.

№11. Кубик массой  $m = 125$  г и шарик массой  $3m$ , связанные лёгкой пружиной, покоятся на гладкой горизонтальной поверхности стола. Пружина расположена горизонтально и не деформирована. На тела начинают действовать одинаковые по величине и противоположные по направлению горизонтальные силы  $F = 2,4$  Н так, как показано на рисунке.



Найдите наибольшую скорость кубика, если наибольшее смещение шарика составляет  $x = 5$  см. Движение тел происходит в одной вертикальной плоскости.

№12. Вблизи края гладкой горизонтальной полуплоскости лежат два одинаковых груза, соединенные лёгкой нерастянутой пружиной, длина которой  $l_0$ , а жёсткость –  $k$ . К грузу, ближайшему к краю плоскости, с помощью нерастяжимой нити, перекинутой через лёгкий блок, прикреплён ещё один такой же груз массой  $m$ . Его удерживают так, что участок нити, идущий от блока к этому грузу, вертикален. Нижний груз отпускают.



Через какое минимальное время  $\tau$  удлинение  $\Delta l$  пружины станет максимальным? Найдите это удлинение.



[mapenkin.ru](http://mapenkin.ru)

ПРЕЗЕНТАЦИЮ ПОДГОТОВИЛ  
Михаил Александрович **ПЕНКИН**

 [/penkin](#)

 [/mapenkin](#)

 [fmicky@gmail.com](mailto:fmicky@gmail.com)