

Онлайн-школа «Фоксфорд»




М.А. ПЕНКИН

Урок 11

Особенности движения центра масс,
смешанные механические задачи

Курс подготовки к вузовским
олимпиадам 11 класса



Особенности системы отсчёта, связанной с центром масс, при абсолютно упругом соударении

№1. Доказать, что в системе центра масс при упругом соударении импульсы тел поворачиваются на тот или иной угол, не изменяясь по величине. Также доказать, что скорости обоих тел изменяются тоже только по направлению.

№2. По гладкой горизонтальной поверхности стола навстречу друг другу движутся шарики массами $m_1 = 3m$ и $m_2 = 2m$ со скоростями $V_1 = 2V$ и $V_2 = V$ соответственно. Они движется вдоль прямой, соединяющей их центры.

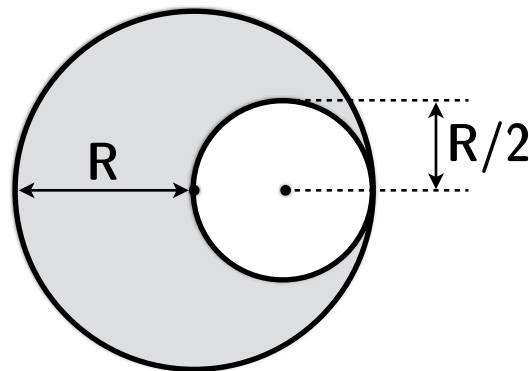
1. Чему равна скорость центра масс системы двух шариков?
2. Найти скорости каждого из шариков после абсолютно упругого удара.

№3. Используя задачу №1, показать, что при абсолютно упругом соударении двух шариков их относительная скорость не измеряется по величине.

№4. Частица массой $m_1 = 6m$, движущаяся со скоростью $V_1 = 3V$, упруго сталкивается с частицей массой $m_2 = 2m$, движущейся навстречу первой со скоростью $V_2 = V$. После удара тяжёлая частица отклоняется от первоначального направления движения на максимально возможный угол. Чему равна скорость более лёгкой частицы после удара?

Ищем местонахождение центра масс

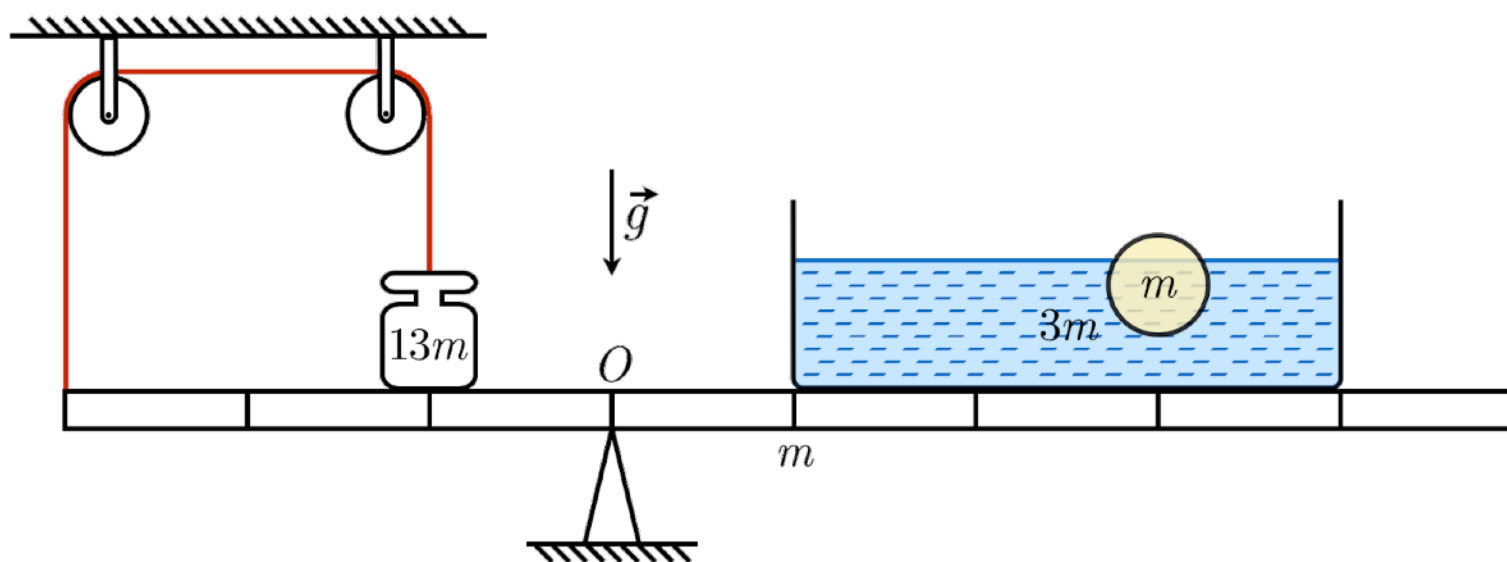
№5. В круглом однородном диске радиуса R сделан вырез так, как показано на рисунке. На каком расстоянии от центра диска находится его центр масс?



№6. Две звезды под действием взаимного гравитационного притяжения описывают круговые орбиты вокруг их общего центра масс с периодом T , равным 2 года. Сумма масс звёзд $m_1 + m_2 = 2M_{\odot}$, где M_{\odot} – масса Солнца. Определите расстояние между звёздами, зная, что среднее расстояние от Земли до Солнца $R_0 = 150$ млн. км. Масса Земли пренебрежимо мала по сравнению с массой Солнца.

Ищем местонахождение центра масс

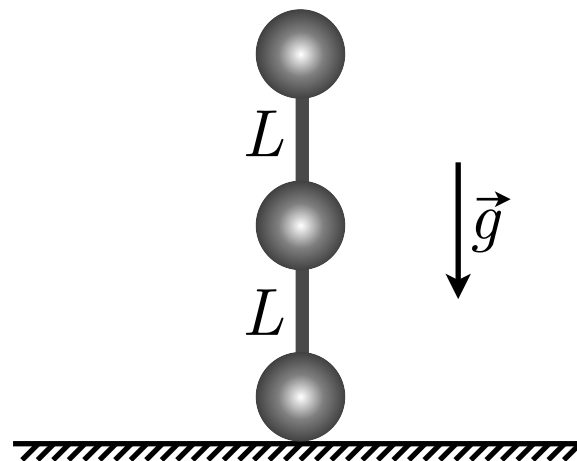
№7. С помощью однородного рычага массой $m = 100$ г, лежащего на неподвижной опоре O , уравновешены груз и сосуд с водой, на поверхности которой плавает шарик. Масса груза составляет $13m$, суммарная масса сосуда с водой равна $3m$, а масса шарика – m . Рычаг и груз соединены с помощью нити, переброшенной через два неподвижных блока.



Рычаг принимает горизонтальное положение, а части нитей, не касающиеся блоков, располагаются либо горизонтально, либо вертикально. С какой силой рычаг давит на опору? Массой блоков и нити, а также трением в осях блоков пренебречь.

Особенности движения центра масс

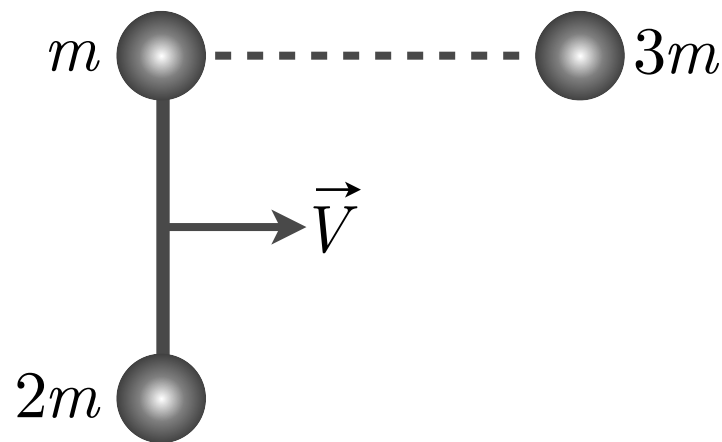
№8. Три одинаковых шарика жестко скреплены двумя невесомыми стержнями длиной L так, что все три шарика лежат на одной прямой. Вся конструкция образует подобие гантели. Её размещают на гладкую горизонтальную поверхность Земли, поддерживая в вертикальной положении, а затем отпускают.



Какую скорость будет иметь верхний шарик перед приземлением?

Особенности движения центра масс

№9. К концам невесомого стержня длиной l прикреплены два маленьких шарика с массами m и $2m$. Стержень, двигаясь поступательно в направлении перпендикулярном ему самому со скоростью V , налетает на покоящийся шарик массой $3m$ так, как показано на рисунке. Происходит абсолютно неупругий удар.



1. Найти силу натяжения стержня сразу после соударения.
 2. На какой угол повернётся стержень спустя время t после удара?
- Силу тяжести не учитывать.

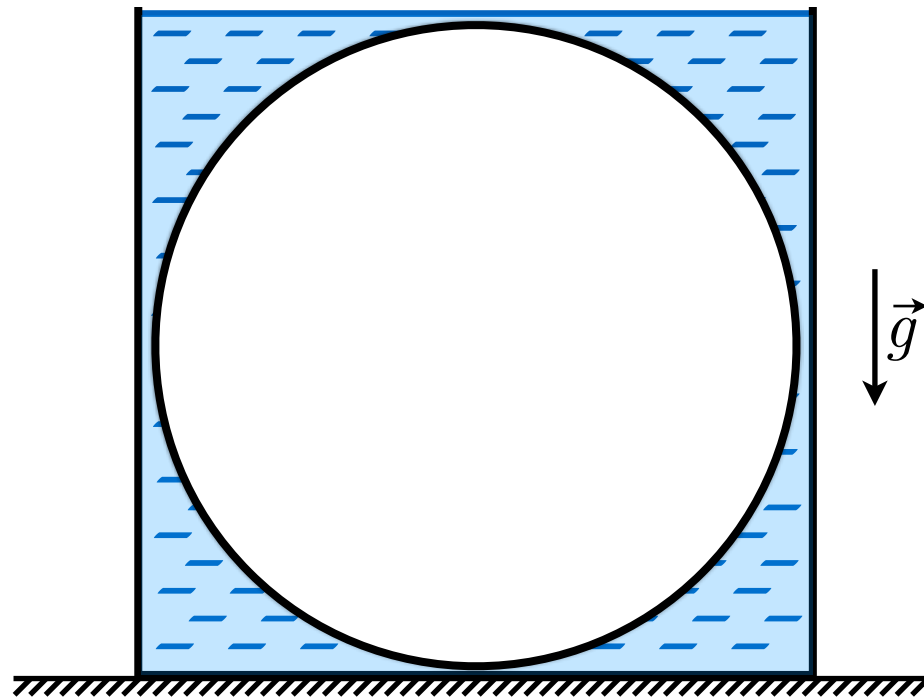


Особенности движения центра масс

№10. Муха сидит на дне тонкостенной стеклянной закрытой пробирки, которую удерживают над столом в вертикальном положении на высоте (отмеряемой от нижнего конца пробирки) равной длине пробирки L . Пробирку отпускают и она падает вниз. К моменту касания стола муха внутри пробирки перелетела к верхнему концу пробирки и села там. Сколько времени летела пробирка до стола?

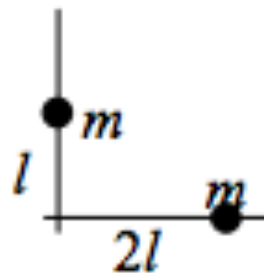
Особенности движения центра масс

№11. В лунке размером $10 \times 10 \times 10$ см, полностью заполненной водой, лежит шарик, плотность материала которого $\rho = 2 \text{ г/см}^3$. Диаметр шарика d немного меньше 10 см. Какую минимальную по величине работу A надо совершить, чтобы вытащить шарик из воды? Плотность воды $\rho_0 = 1 \text{ г/см}^3$.



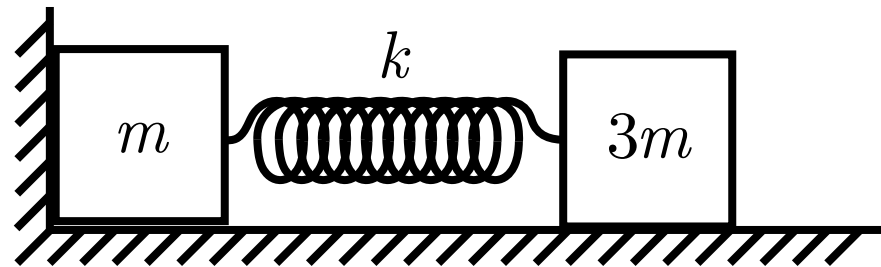
Особенности движения центра масс

№12. Два точечных тела с массами m могут скользить по жестким спицам, расположенным под прямым углом друг к другу. Тела притягиваются с силой F , величина которой не зависит от расстояния между ними. В начальный момент тела, которые удерживали на расстояниях l и $2l$ от точки пересечения спиц, отпускают. Какое из них первым окажется в точке пересечения спиц? Найти время его движения до этой точки. Силой тяжести и трением пренебречь.



Особенности движения центра масс

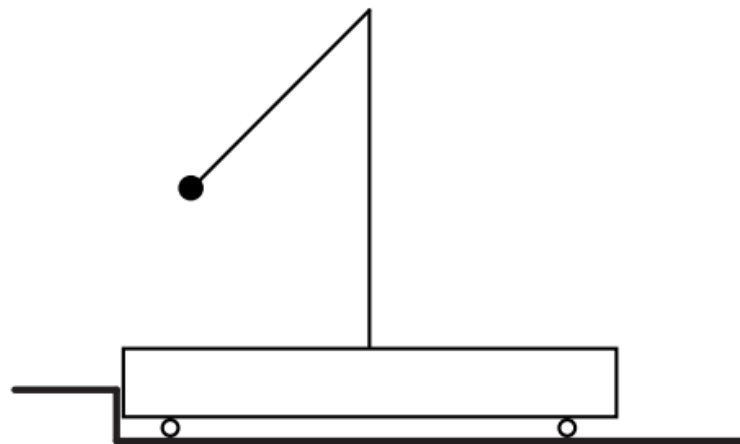
№13. На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся бруски массами m и $3m$, к которым прикреплена лёгкая упругая пружина жёсткостью k , сжатая на величину x_0 . Брусок массой $3m$ удерживают неподвижно, другой брусок прижат к упору. Затем брусок массой $3m$ отпускают.



- 1) Найдите скорость бруска массой $3m$ в момент отрыва другого бруска от упора.
- 2) Найдите величину деформации пружины при максимальном расстоянии между брусками в процессе их движения после отрыва от упора.

Особенности движения центра масс

№14. На горизонтальной поверхности стола находится платформа с укреплённым на ней штативом. К штативу привязан на нити длиной l небольшой по сравнению с длиной нити шар. Масса платформы со штативом $2m$, масса шара $3m$. Шар отклоняют и удерживают неподвижно так, что нить составляет угол γ ($\cos \gamma = 1/3$) с вертикалью, а платформа прижата к упору. Затем шар отпускают.



- 1) Найдите скорость шара в момент отрыва платформы от упора.
- 2) Найдите максимальный угол отклонения нити от вертикали направо в процессе движения системы после отрыва от упора.



mapenkin.ru

ПРЕЗЕНТАЦИЮ ПОДГОТОВИЛ
Михаил Александрович **ПЕНКИН**

 [/penkin](#)

 [/mapenkin](#)

 fmicky@gmail.com