



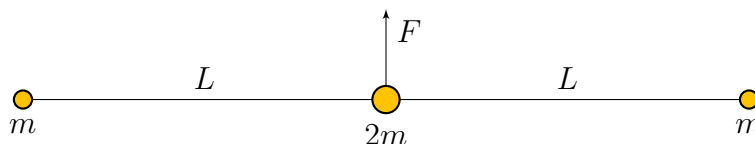
*Ничего не понимаю, но,  
похоже, нас ожидает что-то эпическое.*

*Крош, «Смешарики Пин-Код»*

## Карам

### Часть 1

На концах двух невесомых стержней длиной  $L$  закреплены две смешайбы массой  $m$ . Стержни соединены смешарниром массой  $2m$ . Система расположена на гладкой горизонтальной поверхности, причём изначально смешайбы и смешарниры располагаются на одной прямой.



На смешарнир начинают действовать постоянной горизонтальной силой  $F$ , направленной перпендикулярно стержням. Оказалось, что в следующий раз угловая скорость стержней равна нулю в момент, когда расстояние между смешайбами равнялось  $L\sqrt{3}$ . Найдите:

1. (1,5 балла) количество теплоты, выделившееся при первом соударении грузов;
2. (1 балл) количество теплоты, выделившееся при соударениях грузов за большое время;
3. (3,5 балла) найдите скорость смешарнира в момент следующего (после второго соударения) обнуления угловой скорости стержней.

Все удары происходят с одинаковым коэффициентом восстановления.

### Часть 2

Однородная цепочка длины  $2L$  массы  $M$  вытянута в прямую линию и расположена на гладкой горизонтальной поверхности. К центру цепочки прикладывают постоянную силу  $F$ , направленную перпендикулярно к цепочке. Считая, что удары звеньев абсолютно неупругие найдите:

4. (1,5 балла) Сколько энергии выделится за все соударения звеньев.

### Часть 3. Нецентральный удар смешайб

В данной части задачи надо будет анализировать частично упругие удары смешайбочек с коэффициентом восстановления  $k$ , который определяется соотношением

$$k = 1 - E_{\text{п}}/W,$$

где  $E_{\text{п}}$  — потери энергии, а  $W$  — максимальная энергия деформации во время удара.

Например, смешайба падает с высоты  $H$  и ударяется о пол. Максимальная энергия деформации  $mgH$ . Если коэффициент восстановления равен  $k$ , то энергия смешайбы после удара равна  $mgHk$  и она поднимется на высоту  $Hk$ .

Две смешайбочки одинакового радиуса  $R$  располагаются на горизонтальной поверхности. Коэффициент трения смешайбочек о поверхность одинаков и равен  $\mu$ . Смешайбочка массы  $m_1$  налетает на покоящуюся смешайбочку массы  $m_2$ . В момент удара с коэффициентом восстановления  $k$  скорость первой смешайбы в момент контакта равна  $v_0$ . После удара вторая смешайба к моменту остановки прошла путь  $L_2$ . Найдите

5. (1,5 балла) количество теплоты  $Q$ , выделившееся за время соударения;
6. (1 балла) расстояние  $L_1$ , пройденное первой смешайбой после соударения.

Между смешайбочками трения нет.

Первая подсказка — 25.04.2022 14:00 (МСК)

Вторая подсказка — 27.04.2022 14:00 (МСК)

Окончание второго тура — 29.04.2022 22:00 (МСК)