



# Кубок ЛФИ

9.s07.e01

*Щ - Щервячок  
Детский алфавит*

## Worms

Эта история случилась в те славные времена, когда Team17 еще не приняла крайне сомнительное решение добавить в наш двумерный мир третье измерение. Тогда уже можно было с помощью бейсбольной биты сделать из вражеского worms'а блинчик, скачущий по воде, но еще не случилась серьёзная глобализация в лице фортифицированных сооружений и кризиса вседозволенного потребления. Вместе с тем, в воздухе, помимо привычного запаха напалма, уже стояло ощущение напряжения от грядущих перемен. Новостные сводки и слухи пестрили сообщениями о скором уходе из этого мира его Создателя — Энди Дэвидсона — и разносились они быстрее и громче, чем возмущенные крики противников после попадания в них банана-бомбы.

Червячок-ветеран Си-Люс-Люс, лучшие годы жизни которого пришлись еще на времена шестнадцатитбитного мира и который застал переход в эту новую, более четкую и детализированную реальность, всё это считывал и именно поэтому заставлял своего юного падавана червячка по имени Пайтон тренироваться с удвоенной силой. При этом Си-Люс-Люс точно знал, что несмотря на непрерывный и всё нарастающий поток обновлений для инвентаря, успеха все равно добьется тот, кто достигнет совершенства в искусстве владения старым-добрым Ninja Rope — резиновым жгутом, который в руках опытного worms'а позволял быстро перемещаться из одной точки локации в другую ([см. полезное методическое пособие](#)).

## Ninja Rope

В этот день солнце припекало сильнее обычного. Червячок Пайтон собрал всю свою волю в кулак и под строгим надзором своего Учителя приступил к выполнению заранее подготовленных для него упражнений.

### Ката 1<sup>1</sup>

В этом задании червячку Пайтону предстоит тренироваться на невесомом резиновом жгуте жесткости  $k$  и длины  $L_0$ , подвешенном к верхней части экрана монитора потолка. Суть упражнения состоит в следующем: Пайтон оборачивается плотным узким кольцом вокруг жгута в его верхней точке после чего начинает скользить вниз вдоль жгута. Силы трения скольжения червячка по верхней и нижней половинам нерастянутого жгута равны  $F_1$  и  $F_2$  соответственно. Считая, что масса Пайтона равна  $m$ , найдите для следующих значений сил  $F_1$  и  $F_2$  суммарные потери механической энергии от момента начала движения до момента, когда Пайтон будет находиться в состоянии свободного полёта:

<sup>1</sup>Ката — формальный комплекс упражнений в карате и других японских боевых искусствах, представляющий собой последовательность движений (блоков, ударов, стоек) против воображаемых противников.

1. (1,5 балла)  $F_1 = F < mg$ ,  $F_2 = (F/2 - kL_0/2) > 0$ ,
2. (0 баллов)  $F_1 = F < mg$ ,  $F_2 > mg$ ,
3. (1,5 балла)  $F_1 = F$ ,  $F_2 = 2F < mg$ .

Ускорение свободного падения  $g$ . Силой сопротивления воздуха нужно пренебречь.

## Ката 2

После того, как Пайтон успешно разобрался с первым упражнением, Учитель Си-Люс-Люс разрешил ему прерваться на обед и заморить червячка. С этого момента, масса Пайтона стала равна  $M$ , но если вы оставите её равной  $m$ , это не будет считаться ошибкой.

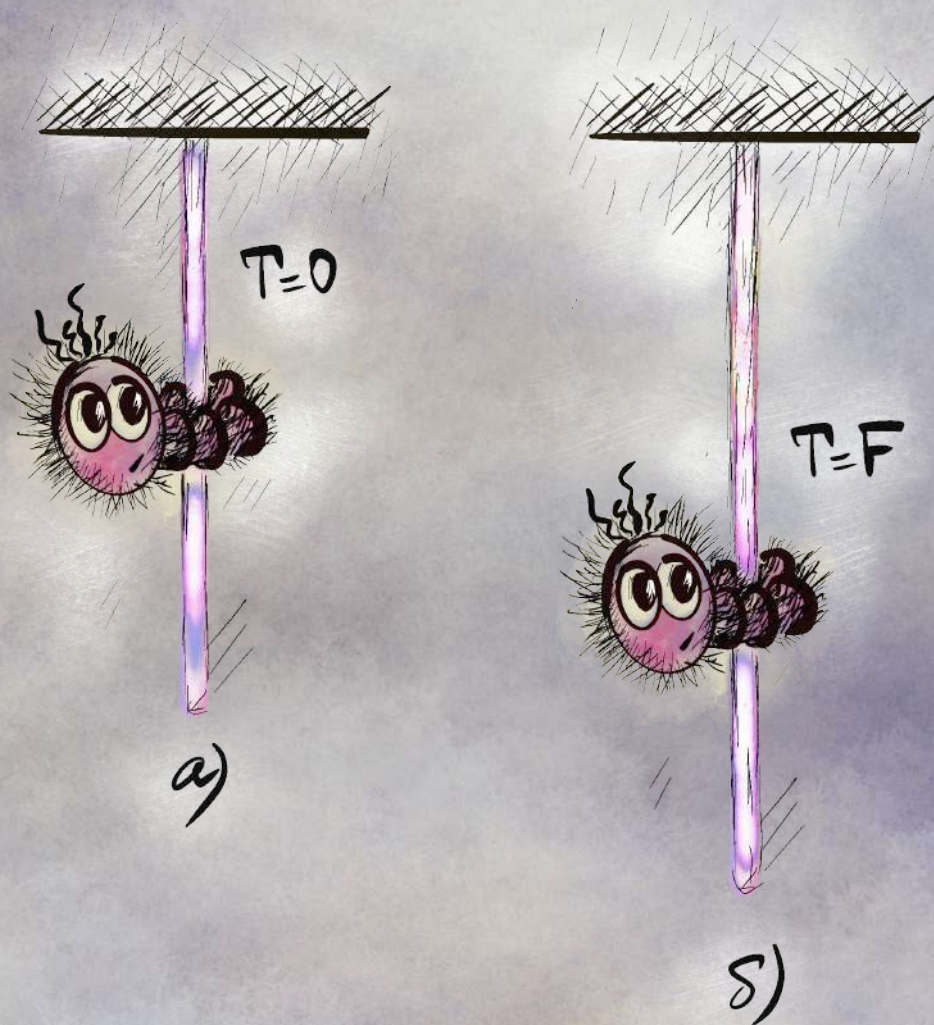
Во втором упражнении доблестному worms'у досталась другая модификация Ninja Rope — тоже невесомая, тоже жесткостью  $k$  и длины  $L_0$ , но такая, что когда Пайтон оборачивается вокруг него тонким узким колечком, сила трения скольжения между тельцем червя и материалом жгута постоянна и равна  $F$ , причем  $F < Mg$ .

Учитель прикрепил новую модель снаряда к потолку и начал объяснять две вариации упражнения:

- Пайтону необходимо обернуться кольцом вокруг нерастянутого жгута в его середине;
- Си-Люс-Люс, в свою очередь, придерживает Пайтона так, что жгут вначале остаётся недеформированным;
  - В первой вариации упражнения Учитель резко отпускает ученика;
  - Во второй вариации упражнения Си-Люс-Люс медленно отпускает тельце Пайтона до тех пор, пока сила натяжения жгута над юным падаваном не станет равна силе трения скольжения  $F$  и только потом его отпускает полностью.

4. (4 балла) Найдите суммарные потери механической энергии во всём процессе соскальзывания Пайтона с Ninja Rope, начиная с момента, когда его отпустил Учитель, заканчивая моментом времени, когда он уже находился в состоянии свободного падения. Ответ дайте для первой и второй вариации.

**Внимание!** В этом пункте оценивается решение обоих случаев вместе и безраздельно!



## Неотложная помощь

Последним по порядку, но не по важности, заданием, которое предстояло выполнить Пайтону было упражнение по спасению товарища на пересеченной местности. Здесь в роли снаряда выступал уже лично Си-Люс-Люс, который, как оказалось, сам имеет массу  $M$  и ведет себя как эластичный жгут длиной  $L_0$  и жесткостью  $k$ .<sup>2</sup>

Пайтон и Си-Люс-Люс нашли локацию с горизонтальной плоскостью, разделенной на две части. Левая поверхность была гладкая, а правая — шероховатая. Граница раздела — прямая линия. Си-Люс-Люс лёг на гладкую поверхность, касаясь своим хвостом границы раздела так, что его тельце располагалось перпендикулярно ей. Задача Пайтона перетащить Учителя с гладкой поверхности на шероховатую.

5. (3 балла) Считая, что коэффициент трения между тельцем Учителя и шероховатой поверхностью равен  $\mu$ , найдите минимальную работу, которую необходимо совершить Пайтону, чтобы квазистатически перетащить Си-Люс-Люса на шероховатую поверхность. Известно, что Пайтон тянет Си-Люс-Люса за хвост, прикладывая горизонтальную силу.

Первый Хинт — 27.04.2026 20:00 (МСК)

Второй Хинт — 29.04.2026 12:00 (МСК)

Окончание Первого Эпизода — 01.05.2026 20:00 (МСК)

Разбор Первого Эпизода — 01.05.2026 20:00 (МСК)

<sup>2</sup>Говорят, что в молодости, еще во времена шестнадцатибитного мира, Си-Люс-Люс был очень жестким парнем, но с годами стал добрее.