

# Кубок ЛФИ 2023

11.s04.e04

## Hint 2

**ВАЖНО!** Задача является одновременно и хинтом, и альтернативой к основной задаче. Три важных момента:

1. Вы можете продолжать присылать решение основной задачи.
2. В любой момент до финального дедлайна вы можете перейти на решение *альтернативной задачи*. Если вы это делаете, то в самом начале решения напишите: *Я перехожу на решение альтернативной задачи!* В этом случае Штрафной коэффициент за альтернативную задачу будет равен

$$0,7 \cdot \sum_i \frac{k_i \cdot p_i}{10},$$

где  $p_i$  — балл за пункт, а  $k_i$  — штрафной коэффициент за соответствующий пункт на момент перехода на Альтернативную задачу. Другими словами, максимальный балл за альтернативную задачу равен максимальному баллу, который вы можете получить в момент перехода на нее, умноженному на 0,7. Заметим, что штрафной коэффициент не может быть меньше 0,1. Также напоминаем, что решения основной задачи с этого момента не проверяются. Будьте внимательными!

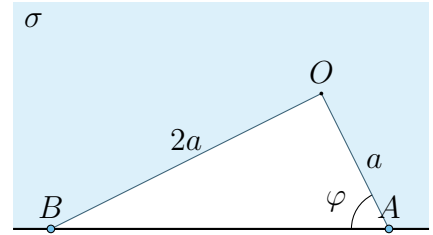
3. Задача состоит из нескольких пунктов. Штрафной множитель, заработанный до **этого** применяется ко всем пунктам. В дальнейшем каждый пункт оценивается как отдельная задача. Если вы присылаете решение без какого-либо пункта, то его решение считается Incorrect. Более подробно о начислении баллов для составных задач смотрите в Правилах проведения Кубка. **С момента перехода на альтернативную подборку возможности вернуться к решению основной задачи нет.** Также, после перехода на альтернативную задачу **баллы за основную задачу обнуляются.**

## Альтернативная задача

**Задача 1.** (2 балла) Острые концы ножниц соединили растяжимой короткой резинкой с жесткостью  $k$ , которая имеет нулевую длину в нерастянутом положении. Ножницы полностью погрузили в мыльный раствор с коэффициентом поверхностного натяжения  $\sigma$ . Затем их достали и раскрыли на угол  $\alpha < 90^\circ$ . Какую при этом совершили работу, если расстояние от точки пересечения половинок ножниц до их острых концов равно  $L$ ?

**Задача 2.** (2 балла) В невесомости расположены  $n$  одинаковых шариков ртути. Найдите, во сколько раз изменится полная энергия сил поверхностного натяжения ртути, когда эти шарики слипнутся в один большой Шар.

**Задача 3.** На концах невесомых стержней  $OA$  и  $OB$ , соединённых шарнирно и имеющих длины  $a$  и  $2a$  соответственно закреплены точечные грузы массой  $m$ . Грузы могут без трения скользить по длинной прямолинейной спице. Стержни окружены пленкой с поверхностным натяжением  $\sigma$ . В область между стержнями и спицей плёнка не протекает. Обозначим за  $\varphi$  угол  $OAB$ .



1. (1 балл) Чему равен угол  $\varphi$  в положении равновесия системы?

Далее рассматриваются колебания такой системы вблизи данного положения. Считайте, что центр масс грузов при этом покоится.

1. (2 балла) Выразите кинетическую энергию грузов  $W_k$  через  $m$ ,  $a$  и  $\dot{\varphi}$ .
2. (2 балла) Пусть приращение угла  $\varphi$  равняется  $\Delta\varphi \ll 1$ . Найдите приращение энергии поверхностного натяжения  $\Delta W_\sigma$ . Ответ выразите через  $\sigma$ ,  $a$  и  $\Delta\varphi$  (нужно найти первый исчезающий член).
3. (1 балл) Найдите период малых колебаний системы. Ответ выразите через  $\sigma$  и  $m$ .