



**Кубок ЛФИ 2023**

9.s04.e02

## 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

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

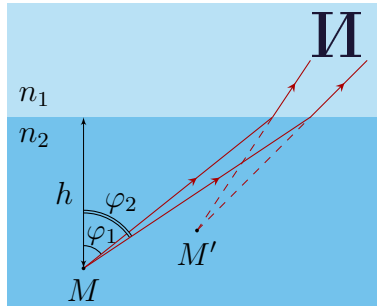
где  $p_i$  — балл за пункт, а  $k_i$  — штрафной коэффициент за соответствующий пункт на момент перехода на Альтернативную задачу. Другими словами, максимальный балл за альтернативную задачу равен максимальному баллу, который вы можете получить в момент перехода на нее, умноженному на 0,7. Заметим, 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.

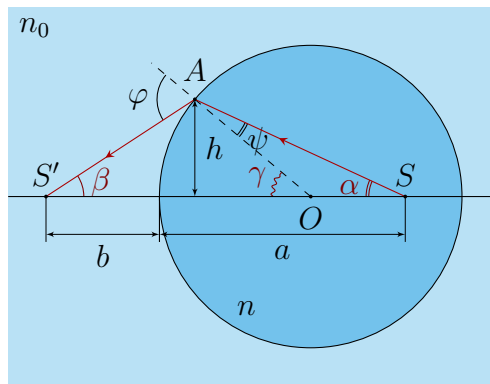
## Альтернативная задача

**Задача 1.** (1 балл) Ищущий стоял на мостике и вглядывался в гладь воды. На дне, отражая свет газовых фонарей, поблескивала в та самая монета. "Нужно достать. Тут воды на глаз сантиметров 70 ...". Считая, что у Ищущего отличный глазомер, но он не делает никаких поправок на то, что монета находится в воде, рассчитайте реальную глубину водоема. Показатель преломления воды принять равным  $n = 4/3$ .

**Задача 2.** (3 балла) Ищущий увидел ещё одну монету на некотором отдалении от мостика. Какое расстояние (по горизонтали) разделяет монетку и её изображение? Считайте, что Ищущий видит только лучи, отраженные от монетки под углами  $\varphi_1 = 30^\circ$  и  $\varphi_2 = 31^\circ$  (см. рис.). Глубина водоёма  $H$ . Показатель преломления воды принять равным  $n_2 = 4/3$ , а показатель преломления воздуха принять равным  $n_1 = 1$ .



**Задача 3.** (0 баллов) В среде с показателем преломления  $n_0$  находится Шар радиуса  $R$  из материала с показателем преломления  $n > n_0$ . Скрытый прячется внутри Шара в точке  $S$ . Рассмотрим луч света, испущенный Скрытым и попадающий на поверхность Шара в точке  $A$ . После преломления он пересекает оптическую ось в точке  $S'$ . Обозначим расстояние от  $S'$  до ближайшей точки Шара  $b$ , а расстояние от Скрытого до этой же точки  $a$ .



1. Выразите  $h$  — расстояние от точки  $A$  до оптической оси тремя разными способами:
  - (a) через  $a$  и  $\alpha$ ,
  - (b) через  $b$  и  $\beta$ ,
  - (c) через  $R$  и  $\gamma$ .
2. Запишите эти выражения с учётом малости углов  $\alpha, \beta, \gamma$ .
3. Запишите для этой задачи закон Снеллиуса с учётом малости углов  $\varphi, \psi$ .
4. С помощью всех получившихся уравнений выразите  $1/R$  через  $1/a, 1/b$  и показатели преломления.

**Задача 4.** (6 баллов) Ищущий находится справа от Шара и ему кажется, что Скрытый находится в точке  $S$  на расстоянии  $R/2$  от центра шара (см. рис.). Ищущий, Скрытый и центр Шара находятся на оптической оси. Где может на самом деле прятаться Скрытый? Показатель преломления Шара  $n_2$  в три раза больше показателя преломления  $n_1$  среды, в которой находится Ищущий.

