

# Всплеск

Выполнил Эйсмонт Станислав  
Ученик 11 класса ФМЛ г. Глазова



## Условие задачи:

Твердое тело роняют с высоты 50 см, найти условия минимизирующие всплеск.

### ***Making a Splash:***

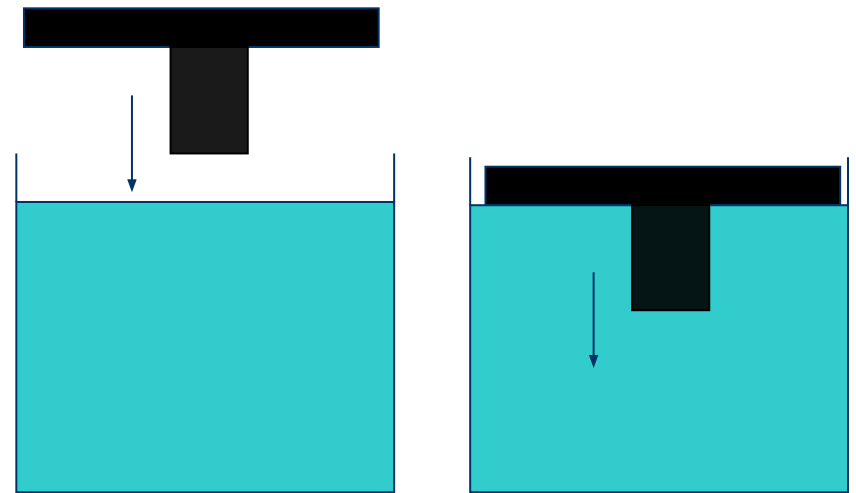
A solid object is dropped into water from a height of 50 cm. Investigate the factors that would minimize the splash.

# Введение

При падении в жидкость тел произвольной формы всплески получаются разными



## Это интересно ...



Тело «грибообразной» формы дает небольшой всплеск. Это связано с тем, что «шляпа гриба» гасит колебания и кумулятивную струю, создаваемые «ножкой»

# Общие закономерности

В ходе эксперимента можно установить общие закономерности:

- с уменьшением размера тела всплеск уменьшается;
- брызг меньше, если тело падает перпендикулярно поверхности жидкости.

В целом, чем меньше энергия тела, передаваемая жидкости, тем меньше всплеск.

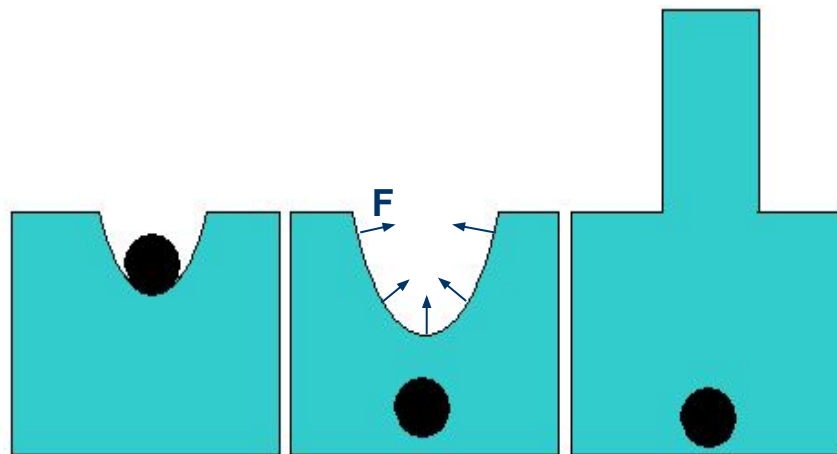
# Физическое моделирование

Для того чтобы исключить влияние тел различной формы на количество брызг, для проведения экспериментов возьмем тело округлой формы – шар.

# Оборудование:

- Шарики различного диаметра
- Сосуды различной формы
- Жидкости
- Линейка

# Из-за чего же в жидкости возникает всплеск?



Всплеск возникает потому, что шар, попадая в жидкость, создает в ней углубление (каверну), и оно, в свою очередь, всхлapyваясь, создает кумулятивную струю.



# Формула зависимости для параметров струи

$$E = mgh = \rho_{uu} Vgh = (4/3)\pi\rho_{uu} gR^3 h$$

$$A_1 = \sigma \Delta S = 2\pi \cdot \sigma \cdot r \cdot l$$

$A_1$  - работа против сил пов. натяжения

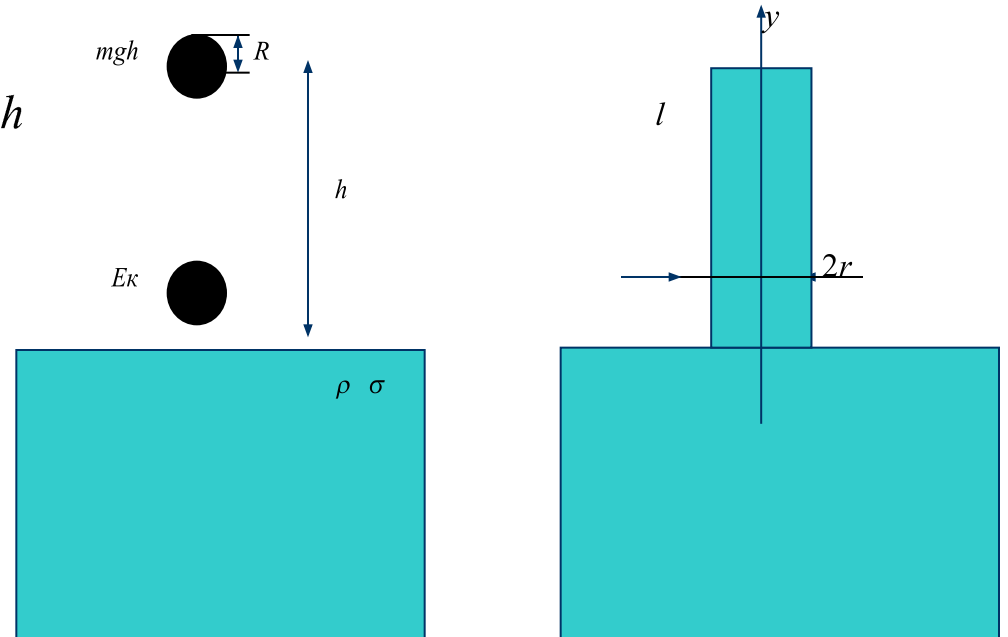
$$P(y) = \rho g V(y) = \pi \rho g r^2 y$$

$$dA_2 = P(y) dy = \pi \cdot \rho \cdot g \cdot r^2 \cdot y \cdot dy$$

$$A_2 = \int dA_2 = (1/2)\pi \rho g r^2 l^2$$

$A_2$  - работа против силы тяжести







$$A_1 + A_2 = E_k$$



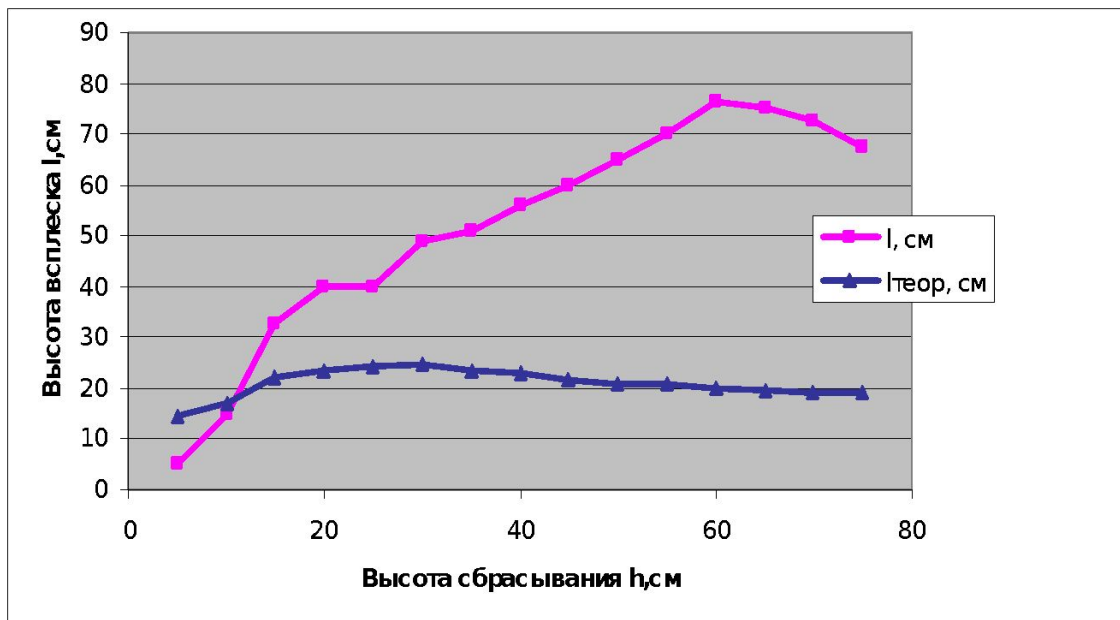
$$rl = \sqrt{(4\sigma^2 / \rho^2 g^2 + (8\rho_{uu} / 3\rho)R^3 h)} - 2\sigma / \rho g$$

# Этапы исследования

Исследуем зависимости параметров всплеска от:

-  высоты сбрасывания шарика;
-  радиуса шарика;
-  плотности шарика;
-  плотности жидкости;
-  поверхностного натяжения жидкости;
-  формы сосуда.

# Зависимость высоты всплеска от высоты сбрасывания шарика



$h$ , см	$r$ , см	$l$ , см	$l_{теор}$ , см
5	0,4	5	14,5
10		15	17
15	0,45	32,5	22
20		40	23,5
25	0,55	40	24
30		48,75	24,5
35	0,68	51	23,2
40		56	23
45	0,83	60	21,5
50		65	20,8
55	0,95	70	20,6
60		76,25	20
65	1,1	75	19,4
70		72,5	19,2
75	1,2	67,5	19

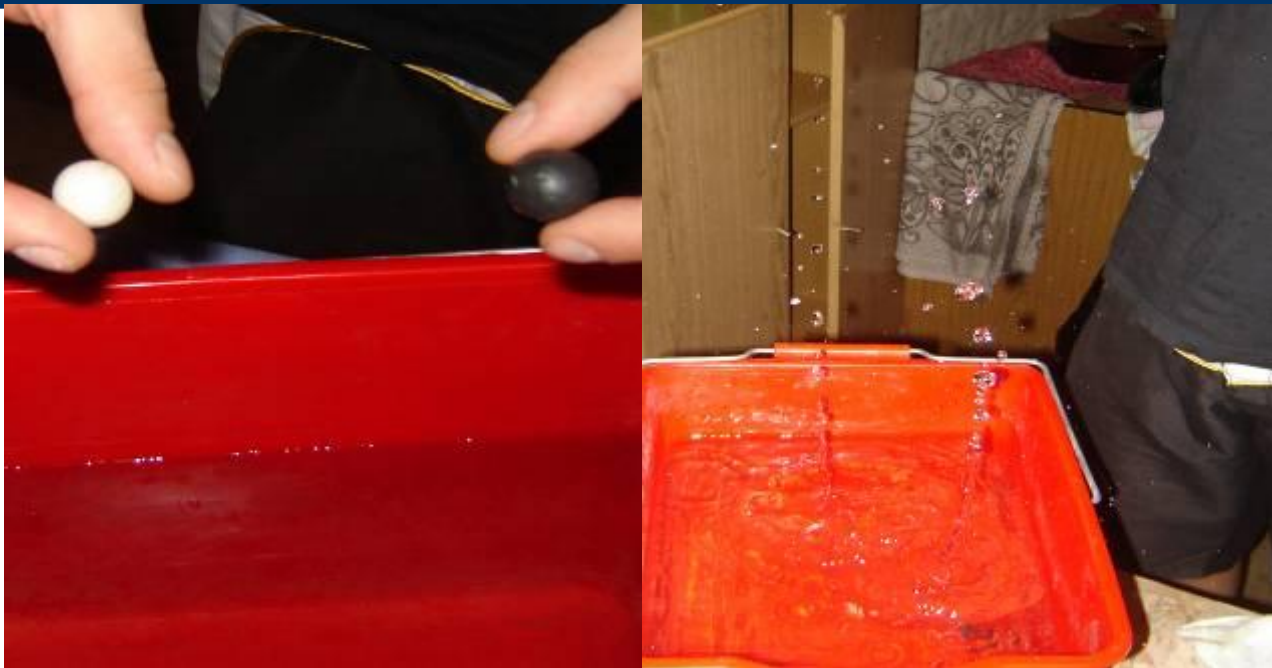
С увеличением высоты падения шара высота всплеска возрастает, достигает некоторого значения, а затем уменьшается.

# Зависимость параметров всплеска от радиуса шарика



С уменьшением радиуса шара высота и диаметр струи уменьшаются, так как шарик обладает меньшей начальной энергией.

# Зависимость параметров всплеска от плотности шарика



Чем меньше плотность шарика, тем меньший всплеск он дает, так как изначально обладает меньшей кинетической энергией.

## Зависимость высоты всплеска от плотности жидкости



В вязкой жидкости энергия тратится на дополнительную работу против сил вязкого трения, поэтому возникающая струя меньше по высоте.

## Зависимость высоты всплеска от коэффициента поверхностного натяжения жидкости (применение ПАВ)



При использовании ПАВ с меньшим коэффициентом поверхностного натяжения, жидкость дает небольшой всплеск.

# Смачиваемый шарик

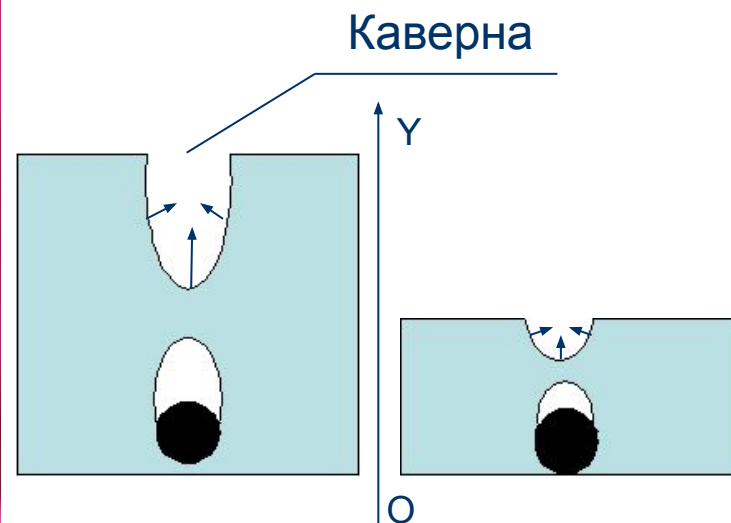


Смачиваемый шарик легко обтекается водой, поэтому при попадании в сосуд практически не образует каверны, вследствие этого всплеска не образуется.



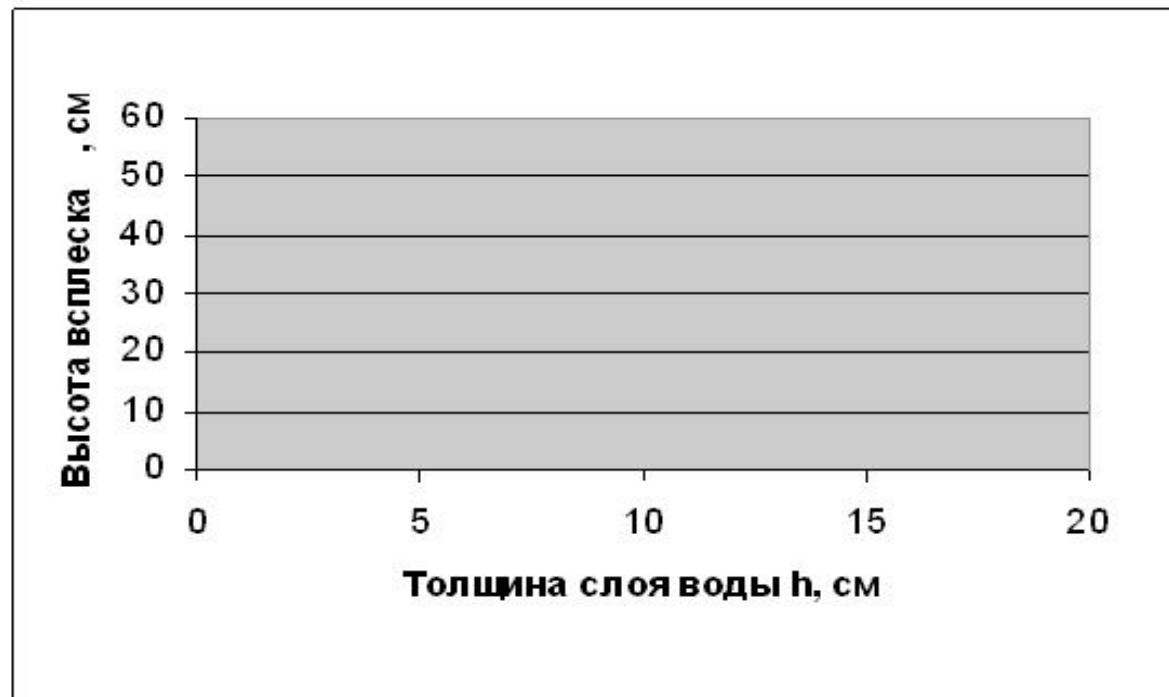
# Зависимость формы кумулятивной струи от формы сосуда

## *Малая глубина*



В сосуде с малой глубиной каверна более пологая, поэтому проекция на ось  $OY$  силы, выталкивающей жидкость, меньше, следовательно всплеск меньше в высоту.

# Зависимость высоты всплеска от толщины слоя воды в сосуде

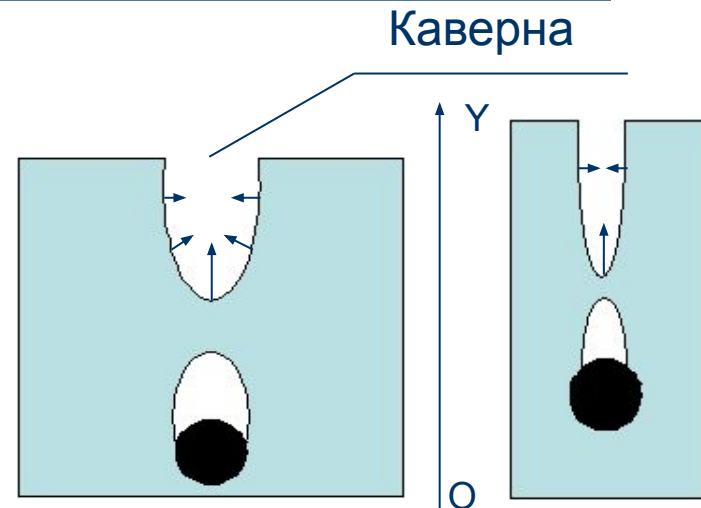


$h$ , см	$l$ , см
2	1
2,5	1
3	2,5
3,5	3,5
4	6,5
4,5	16,5
5	20
6	47
8	53
10	57
13	55
15	55
17	55

С уменьшением толщины слоя воды всплески также уменьшаются в размерах.

# Зависимость формы кумулятивной струи от формы сосуда

## *Узкий сосуд*



В сосуде малого диаметра каверна сильно вытянута в длину, проекция силы на ось  $OY$  меньше, поэтому всплеск также мал в высоту.

# Способы уменьшения всплеска воды при падении тела с высоты 50 см:

- уменьшение размеров тела;
- уменьшение плотности тела;
- увеличение плотности жидкости;
- уменьшение коэффициента поверхностного натяжения жидкости (применение ПАВ);
- использование смачиваемого шарика.
- уменьшение глубины сосуда;
- использование сосуда с малым поперечным сечением;
- использование тел обтекаемой формы.

## Выводы по работе:

В ходе исследования мы разобрались в зависимостях параметров всплесков от параметров сосудов, тел, жидкостей и выяснили условия минимизации всплесков.