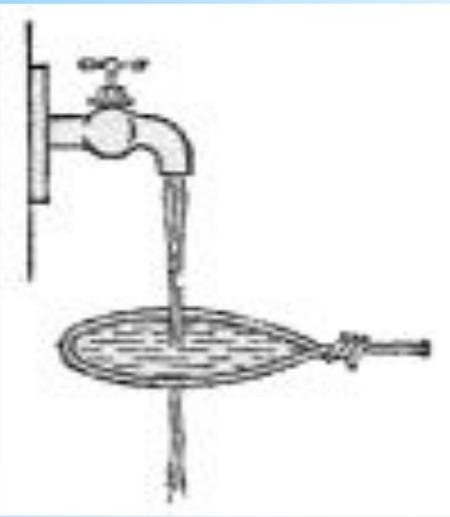


МБОУ СОШ №4



# *Струя и плёнка.*

Молдокеева Толкун  
Учащаяся 10 «а» класса

Салехард 2013

## *Текст задачи:*

*Направьте тонкую струйку на мыльную плёнку. В зависимости от параметров, струйка может проникать сквозь плёнку, либо сливаться с ней, образуя разнообразные фигуры.*

*Исследуйте и объясните такое взаимодействие и наблюдаемые фигуры.*

# **Постановка исследовательской задачи:**

## *Цель:*

- Выяснить взаимодействие мыльной плёнки со струёй воды.*
- Описать наблюдаемые явления.*

## *Задачи:*

- Постановка качественных экспериментов взаимодействия мыльной плёнки со струёй воды, при изменении параметров струи и химического состава плёнки.*

**Объект исследования:**

Струя и мыльная плёнка

**Предмет исследования:**

Взаимодействие струи и плёнки

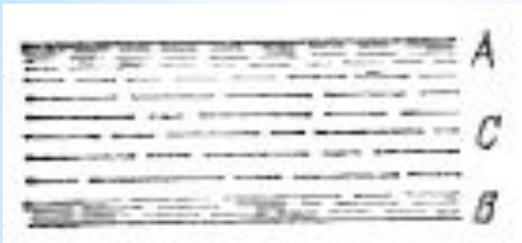
# *Гипотеза:*

*Устойчивость мыльной плёнки зависит:*

- от поверхностного натяжения жидкости;*
- от природы жидкости ;*
- от ее температуры;*
- от химического состава струи жидкости;*
- от угла падения струи на поверхность плёнки;*
- от скорости струи;*
- от коэффициента вязкости взаимодействующих жидкостей;*

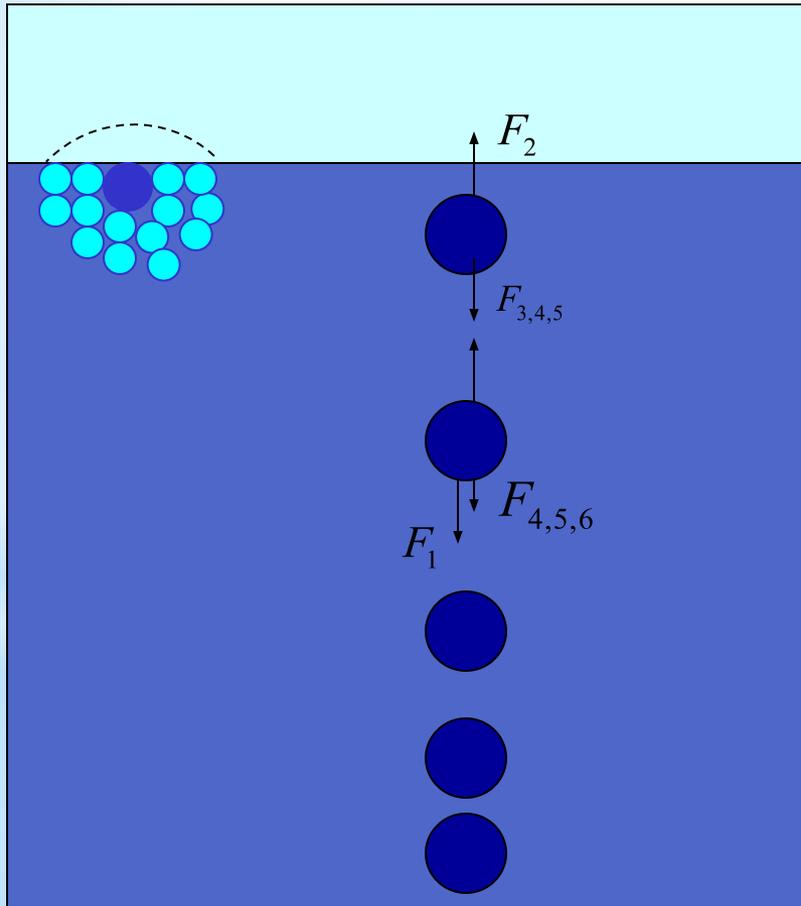
# *Теоретическая часть*

# Физика мыльной плёнки



Мыльная плёнка представляет собой тройной слой. В двух наружных слоях мы имеем воду, насыщенную молекулами ПАВ **веществ**, входящих в состав мыла, в среднем слое - почти чистую воду.

# Расстояния между молекулами



*Молекулы  
поверхностного слоя  
находятся в среднем  
на больших  
расстояниях друг от  
друга, чем молекулы  
внутри жидкости.*

# Поверхностная энергия

Молекулы поверхностного слоя жидкости обладают избытком потенциальной энергии по сравнению с энергией, которой эти молекулы обладали бы, находясь внутри жидкости.

**Поверхностная энергия** - избыточная потенциальная энергия, которой обладают молекулы на поверхности жидкости.

# Нахождение поверхностной энергии:

В поверхностном слое жидкости запасена энергия, прямо пропорциональная площади поверхности. Поверхностная энергия – одна из форм внутренней энергии.

$$U_n = \sigma S$$

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

# Коэффициент поверхностного натяжения

Из формулы нахождения  
поверхностной энергии  
можно найти  
коэффициент  
поверхностного  
натяжения.

$$\sigma = \frac{U_n}{S}$$

$$[\sigma] = \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$$

# Сила поверхностного натяжения

Результаты измерений поверхностных натяжений некоторых жидкостей приведены в таблице

жидкость	Температура, *С	Поверхностное натяжение, Н/м
Вода (чистая)	20	0,073
Раствор мыла	20	0,04
Спирт	20	0,022
Эфир	20	0,017
Ртуть	20	0,470
Золото (расплавленное)	1130	1,102
Жидкий водород	-253	0,0021

# Коэффициент поверхностного натяжения

$$m = \frac{M}{N} \quad \text{-масса одной капли}$$

$$F = \sigma l$$

$$mg = \sigma l \Rightarrow mg = 2\pi r \sigma \Rightarrow m = \frac{\pi d \sigma}{g}$$

$$l = 2\pi r$$



$$\sigma = \frac{mg}{2\pi r}$$

-коэффициент  
поверхностного  
натяжения

# Определение погрешности

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} = \frac{\Delta M}{M} + \frac{\Delta N}{N} + \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta g}{g}$$

$$\Delta M = 0,1$$

$$\Delta N = 1$$

$$\Delta r = 0,01$$

$$\Delta g = 9,8$$

# Нахождение скорости струи

$$V = S \vartheta \Delta t \quad S = \frac{\pi d^2}{4}$$

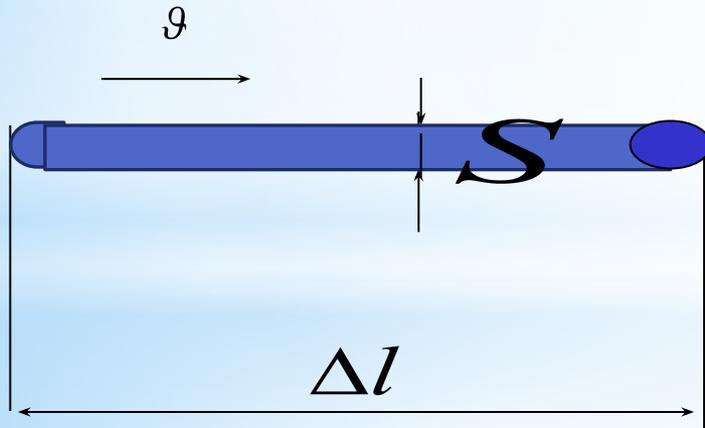
$$\vartheta = \frac{V}{S \Delta t}$$

- где

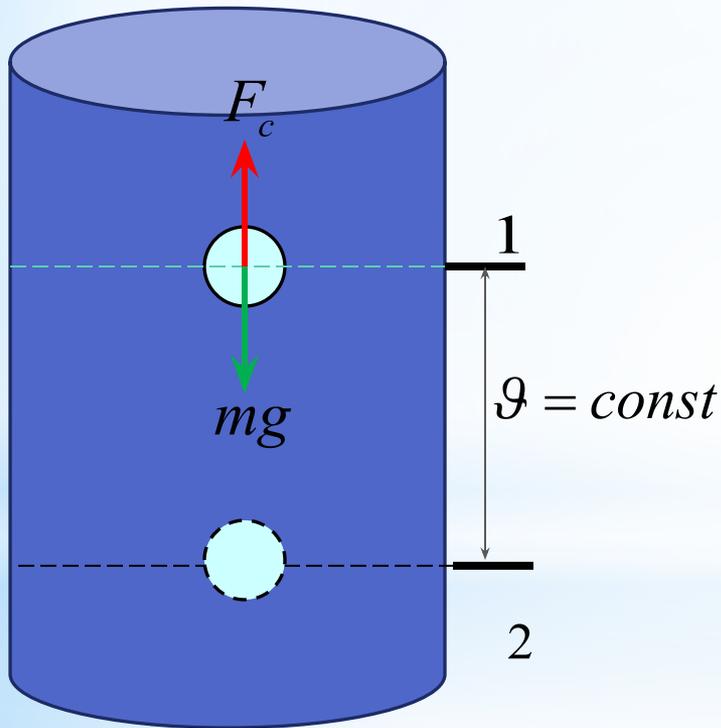
V - объём

S - площадь

t - время прохождения воды в игле



# Определение вязкости



Для нахождения вязкости жидкости, необходимо поместить небольшое тело в жидкость. На определенном расстоянии (на рисунке показано пометкой 1и2) скорость будет постоянной.

$$\vartheta = \frac{l}{\Delta t}$$

Отсюда следует, что

По формуле Стокса

$$F_c = mg$$

Следует, что

$$F_c = 6\pi\eta r\vartheta$$

$$6\pi\eta r\vartheta = mg \quad \eta = \frac{mg}{6\pi r\vartheta}$$

# *Практическая часть*

# *Оборудование и приборы:*

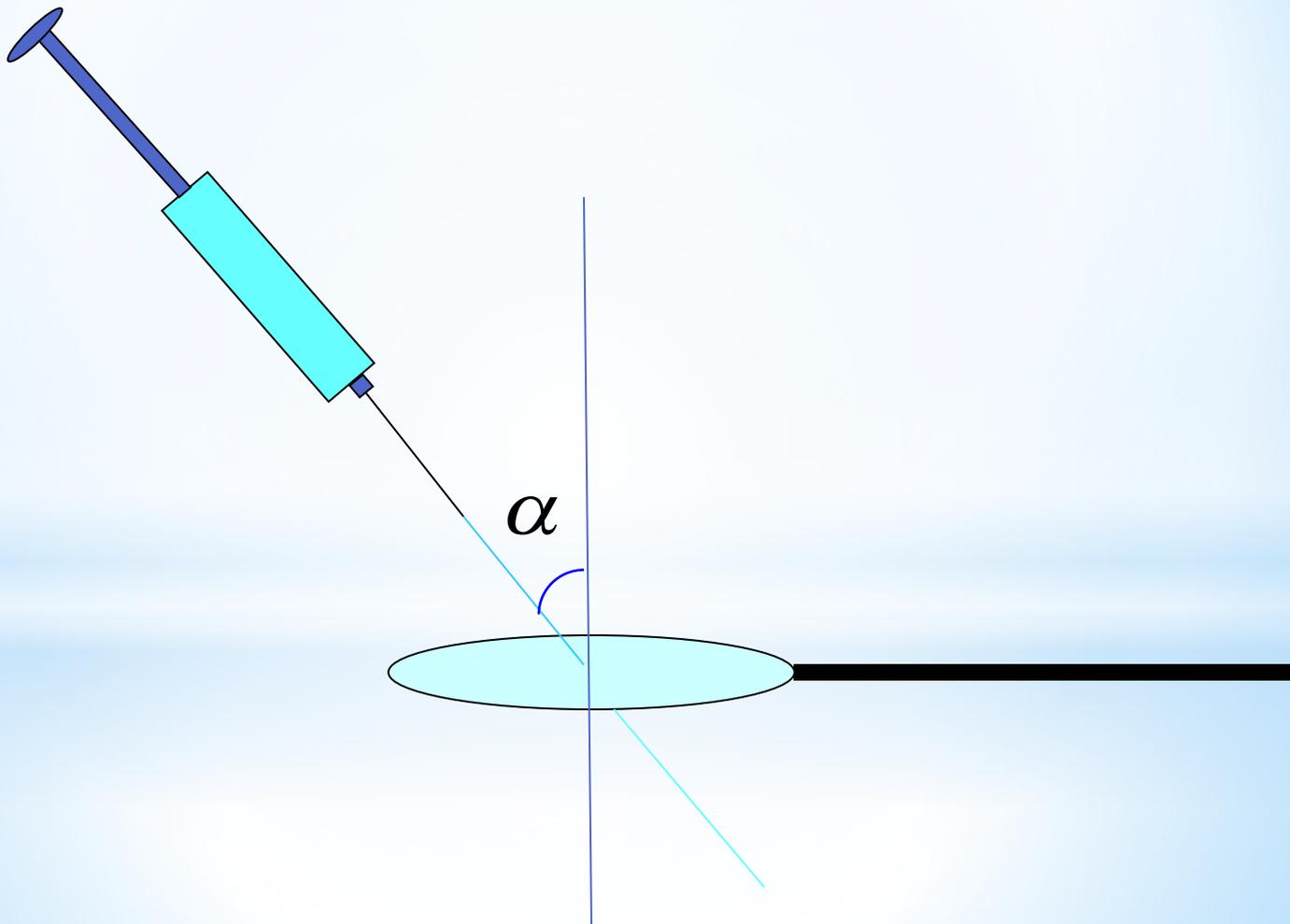
- Проволока*
- Вода*
- Мыло*
- Шприцы*
- Мензурка*
- Различная посуда*
- Фотоаппарат*
- Бумага и ручка*

# *Описание эксперимента:*

*1) Возьмем плоскую проволочную раму в форме круга ( т.к круг имеет самую минимальную  $S$ ). В результате она окажется затянутой тонкой плёнкой жидкости, ограниченной с обеих сторон поверхностным слоем. Окунем рамку в раствор мыла в воде. Направляем тонкую струйку жидкости на мыльную плёнку.*

*2) В зависимости от параметров, струйка может проникать сквозь пленку, либо сливаться с ней, образуя разнообразные фигуры.*

# Модель:



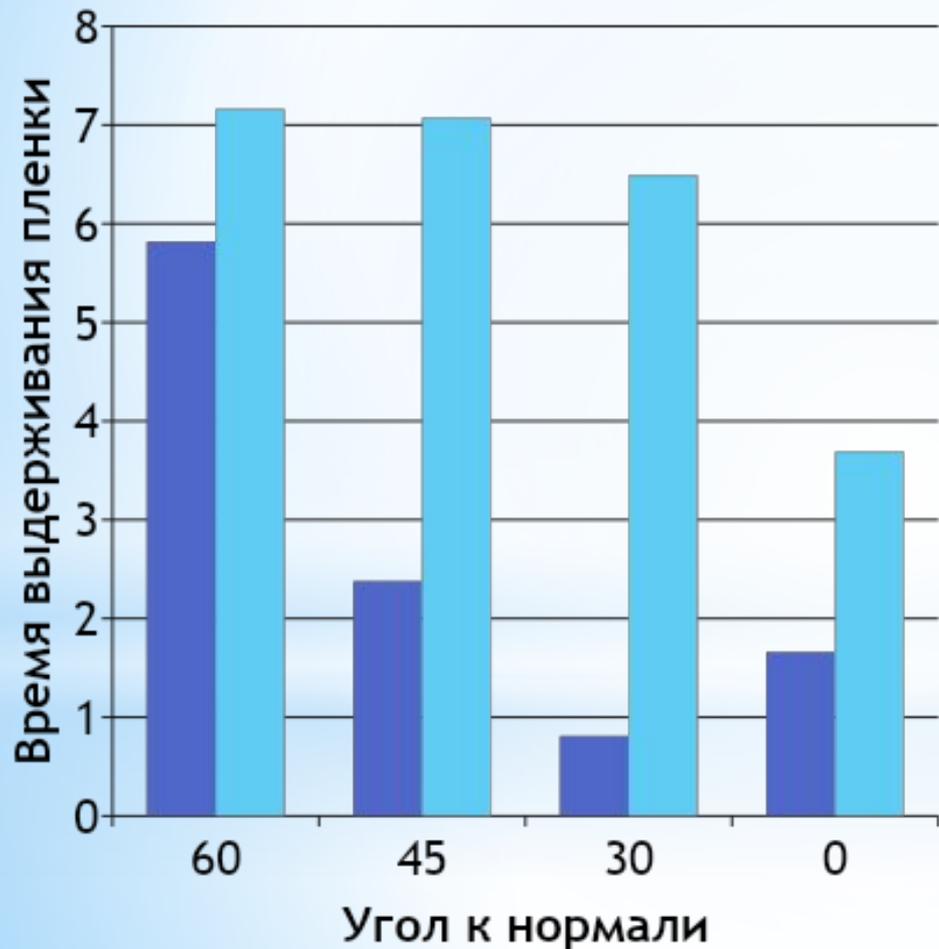
Концентрация для плёнки , 9%		Диаметр, см	Угол,	Время выдерживания плёнки	
				С чистой водой	С мыльным концентратом 9%
мыло, мл	вода, г				
<b>5мл</b>	<b>50г</b>	<b>1,7</b>	60	22,19	9,66
			45	20,24	6,27
			30	5,26	3,76
			0	3,93	8,64
<b>5мл</b>	<b>50г</b>	<b>2,5</b>	60	2,74	3,52
			45	7,85	5,18
			30	1,9	2,38
			0	2,65	5,39
<b>5мл</b>	<b>50г</b>	<b>30</b>	60	2,54	11,64
			45	1,71	2,78
			30	1,8	3,51
			0	1,73	1,98
<b>5мл</b>	<b>50г</b>	<b>4,5</b>	60	1,67	2,25
			45	1,43	4,04
			30	1,24	1,73
			0	0,8	1,12

Концентрация для плёнки		Диаметр, см	Угол,	Время выдерживания плёнки	
мыло, мл	вода, г			С чистой водой	С мыльным концентратом 16%
				<b>10мл</b>	<b>50</b>
45	2,38	7,07			
30	0,81	6,49			
0	1,66	3,69			
<b>10мл</b>	<b>50</b>	<b>2,5</b>	60	3,43	4,91
			45	1,33	3,31
			30	2,17	2,96
			0	1,9	2,72
<b>10мл</b>	<b>50</b>	<b>4</b>	60	2,24	2,21
			45	2,37	4,2
			30	3,53	1,59
			0	2,21	2,61
<b>10мл</b>	<b>50</b>	<b>4,5</b>	60	2,09	1,98
			45	1,23	2,24
			30	1,84	2,68
			0	1,32	2,66

## -коэффициент поверхностного натяжения мыльной плёнки

$d$ диаметр, см	$S = \frac{\pi d^2}{4}$ площадь, м <sup>2</sup>	$U_n = \sigma S$ поверхностная энергия, Дж	$m = \frac{\pi d \sigma}{g}$ масса одной капли, кг
1,7	0,000227	0,00000908	0,00021
2,5	0,000491	0,00001964	0,00031
4	0,001257	0,00005028	0,0005
4,5	0,00159	0,0000636	0,00057

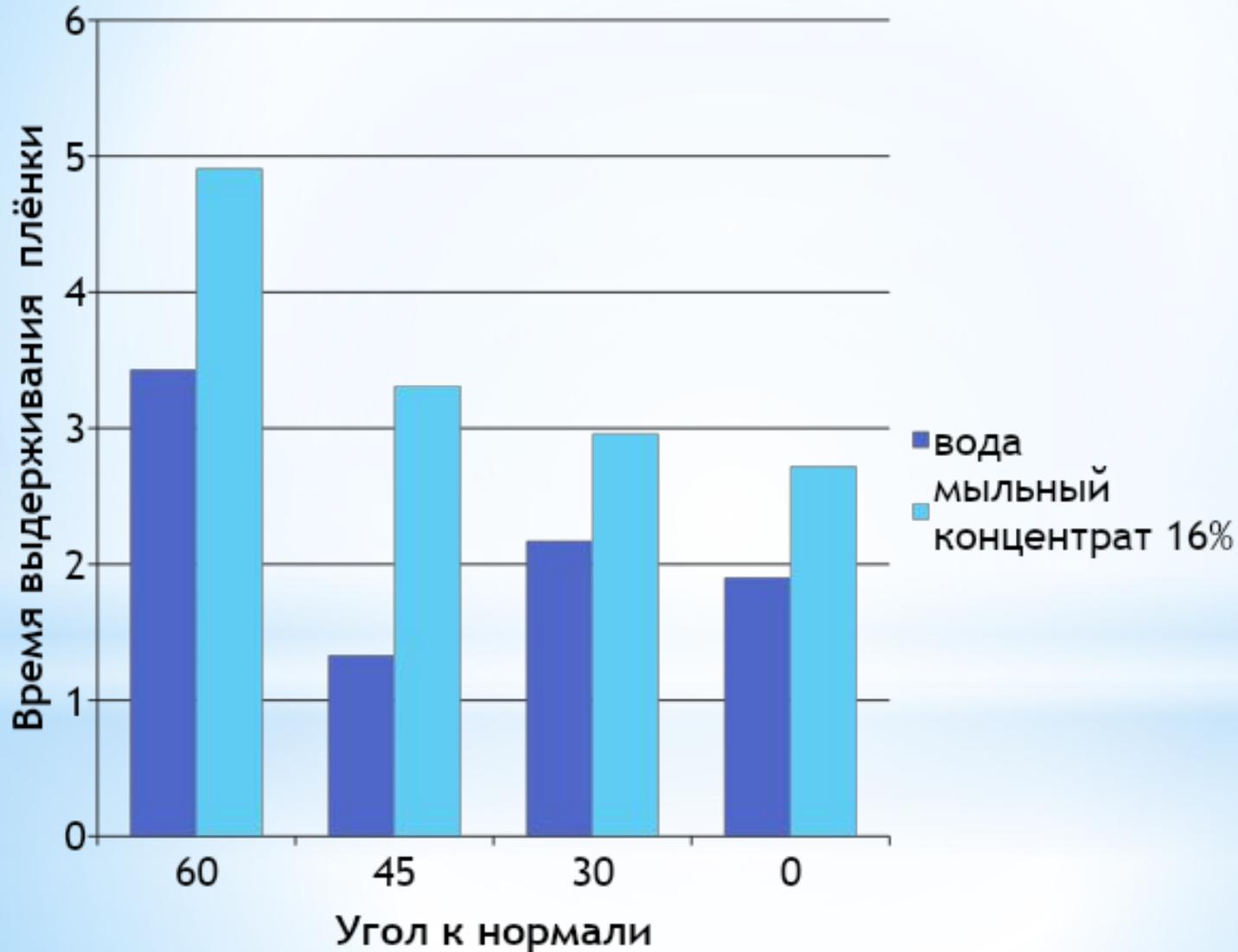
# Зависимость времени выдерживания плёнки от угла проникновения в плёнку.



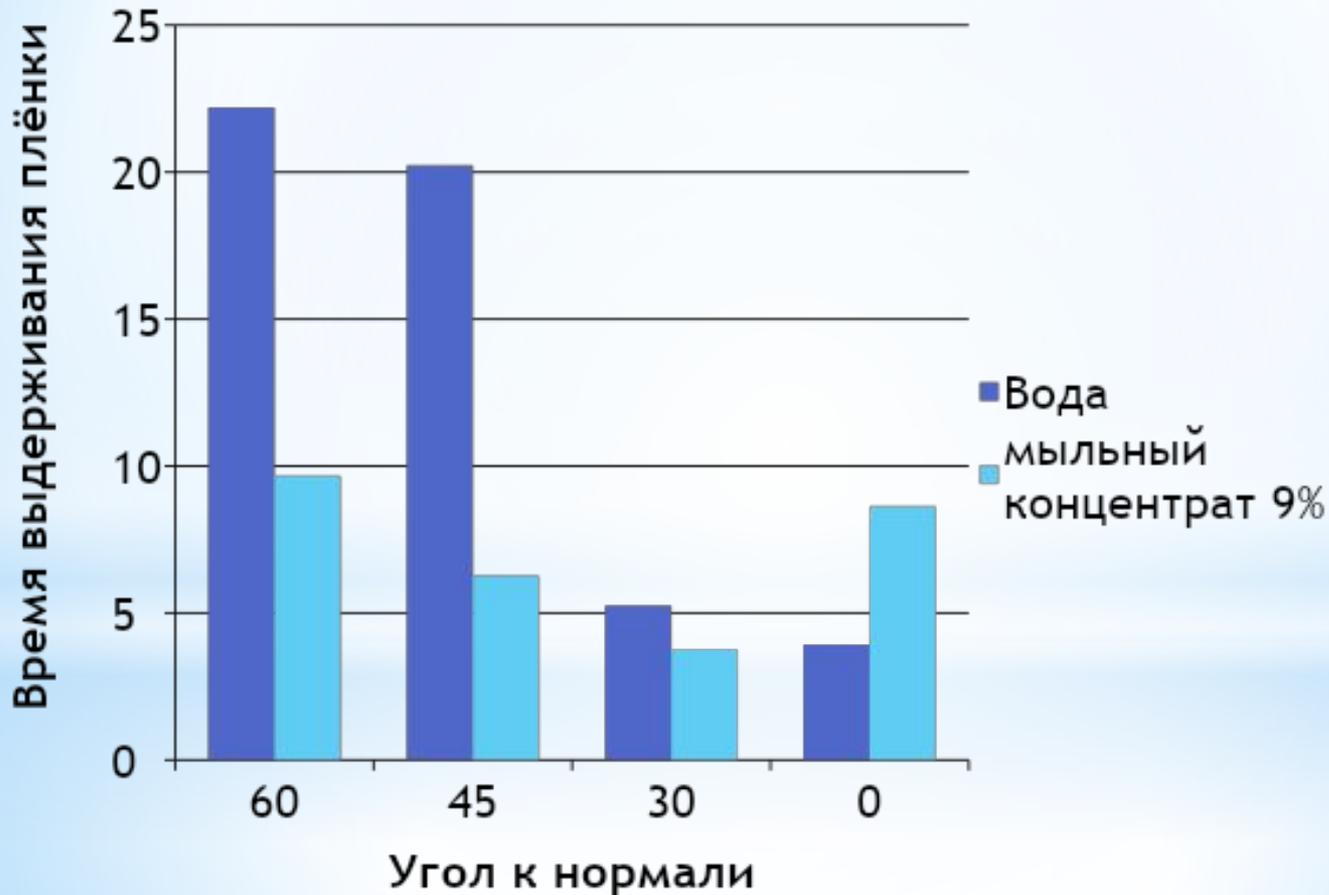
Диаметр кольца - 1.7 см  
Концентрация для плёнки - 16%

■ вода  
■ мыльный концентрат 16 %

Диаметр кольца - 2,5 см  
Концентрация для плёнки - 16%



Диаметр кольца - 1,7 см  
Мыльный концентрат для  
плёнки -9%



Концентрация для плёнки			Диаметр круга	Скорость струи	Угол	Время выдерживания плёнки, с
Вода, мг	Мыло, мг	Глицерин, мг				
50	5	1	4,5	0.2		24,45
						12,08
						24,9
						21,8
50	5	1	4,5			11,36
						6,4
						12,3
						10,6

 **диаграммы**

**\* При каких условиях образуются фигуры**

# Образование фигур

**ВЫВОД**