

# «Исследование времени остывания чашки горячих напитков»

Работу выполнила:

ученица 10 класса

Харитоненко Анна Александровна

Руководитель:

Довбыш Наталья Александровна

учитель физики высшей категории

МОУ Новоспасской СОШ

# Актуальность

Употребление человеком пищи является одним из важнейших источников пополнения внутренней энергии. Совершение любой работы сопровождается затратами энергии. Чем плодотворнее и эффективнее работа, тем выше уровень потребления человеком энергии. И наоборот, чем своевременнее и эффективнее пополнение затрат внутренней энергии, тем результативнее будет работа человека.

Таким образом, от того насколько правильно организовано питание учащихся, во многом зависит эффективность их учебной деятельности. Ни для кого не секрет, что в школьных столовых горячие напитки часто остаются не востребованными, т.к. они либо подаются остывшими и не годны к употреблению, либо чересчур горячими, что делает невозможность их употребление. Такая ситуация навела меня на мысль, что можно точно рассчитать время разлива различных горячих напитков, т.к. приём пищи в школьной столовой осуществляется строго по расписанию. В этом я увидела актуальность своего исследования, а также его практическую направленность.

**Цель работы:**

**Определить время остывания  
чашки горячих напитков.**

# Задачи исследования:

- Изучить имеющуюся литературу по теме исследования.
- Определить плотность взятых для исследования напитков, их коэффициент поверхностного натяжения с помощью капилляров.
- Собрать и обработать данные, свести их в таблицы и провести анализ результатов.
- Сделать выводы о том, что в большей степени влияет на время остывания горячих напитков.
- Дать некоторые рекомендации рабочим столовой, дежурным учителям, директору, дежурному классу о том, в какой промежуток времени до наступления времени обеда необходимо разлить горячие напитки.

# Методика исследования

Предмет исследования: горячие напитки

- кофе
- чай
- какао
- КИСЕЛЬ
- КОМПОТ

# Эксперименты:

- Определение плотности напитков.
- Определение коэффициента поверхностного натяжения напитка с помощью капилляра в зависимости от её температуры и плотности.

## Эксперимент №1. Определение плотности напитков.

**Оборудование:** Сосуд с неизвестной жидкостью (напиток), сосуд с водой, тело из набора калориметрических тел, динамометр, нить.

- С помощью динамометра определяем вес тела в воздухе ( $P_1$ ), в воде ( $P_2$ ) и в неизвестной жидкости ( $P_3$ ):

$$P_1 = H \quad P_2 = H \quad P_3 = H$$

- Записываем уравнение для архимедовой силы  $F_{A1} = \rho_0 g V$ , действующей в воде  $F_{A2}$  и неизвестной жидкости  $F_{A3}$ .
- Архимедова сила, действующая на тело в воде, равна:  $F_{A2} = P_1 - P_2 = \rho_0 V g$ ,

а в неизвестной жидкости:  $F_{A3} = P_1 - P_3 = \rho V g$ .

- Плотность неизвестной жидкости легко рассчитать из системы уравнений:

$$F_{A2} = P_1 - P_2 = \rho_0 V g \quad V = (P_1 - P_2) / \rho_0 g,$$

$$F_{A3} = P_1 - P_3 = \rho V g \quad \rho = (P_1 - P_3) / V g,$$

$$\rho = (P_1 - P_3 / P_1 - P_2) \rho_0.$$

№ п п	Название напитка	Вес тела в воздухе $P_1, \text{ Н}$	Вес тела в воде $P_2, \text{ Н}$	Вес тела в данной жидкости $P_3, \text{ Н}$	Плотность $\rho_{\text{ж}}, \text{ кг/м}^3$
	Кофе	0,5	0,4	0,395	1050
	Чай	0,5	0,4	0,397	1030
	Компот	0,5	0,4	0,396	1040
	Какао	0,5	0,4	0,394	1060
	Кисель	0,5	0,4	0,390	1100

Вывод: Опыты проводились при комнатной температуре (18-20<sup>0</sup>С)

Концентрация напитков в опытах не учитывалась. В каждом стакане выбранного для исследования напитка (200 мл) растворялось 3 ч.л. сахара

( $m_{\text{сах}} = 16,5 \text{ г.}$ )

Исследуя данные таблицы, делаем вывод, что плотности исследуемых напитков различны, наибольшей плотностью обладает кисель и какао.

## Эксперимент №2 Определение коэффициента поверхностного натяжения напитка

**Оборудование:** капилляры (медицинские для забора крови), термометр, стакан с горячим напитком.

- Нальем в стакан напиток, нагретый до температуры  $90^{\circ}\text{C}$ , опустим в него термометр и капилляр. Измеряем высоту подъема напитка в капилляре.
- Остужая напиток до  $30^{\circ}\text{C}$ , измеряем высоту столба жидкости в капилляре при нескольких промежуточных температурах.
- С использованием табличных данных по плотности напитков (полученных в предыдущем эксперименте) при определенных температурах измерения рассчитываем коэффициент поверхностного натяжения  $\sigma$  исследуемых напитков:  $\sigma = h\rho gr/2$

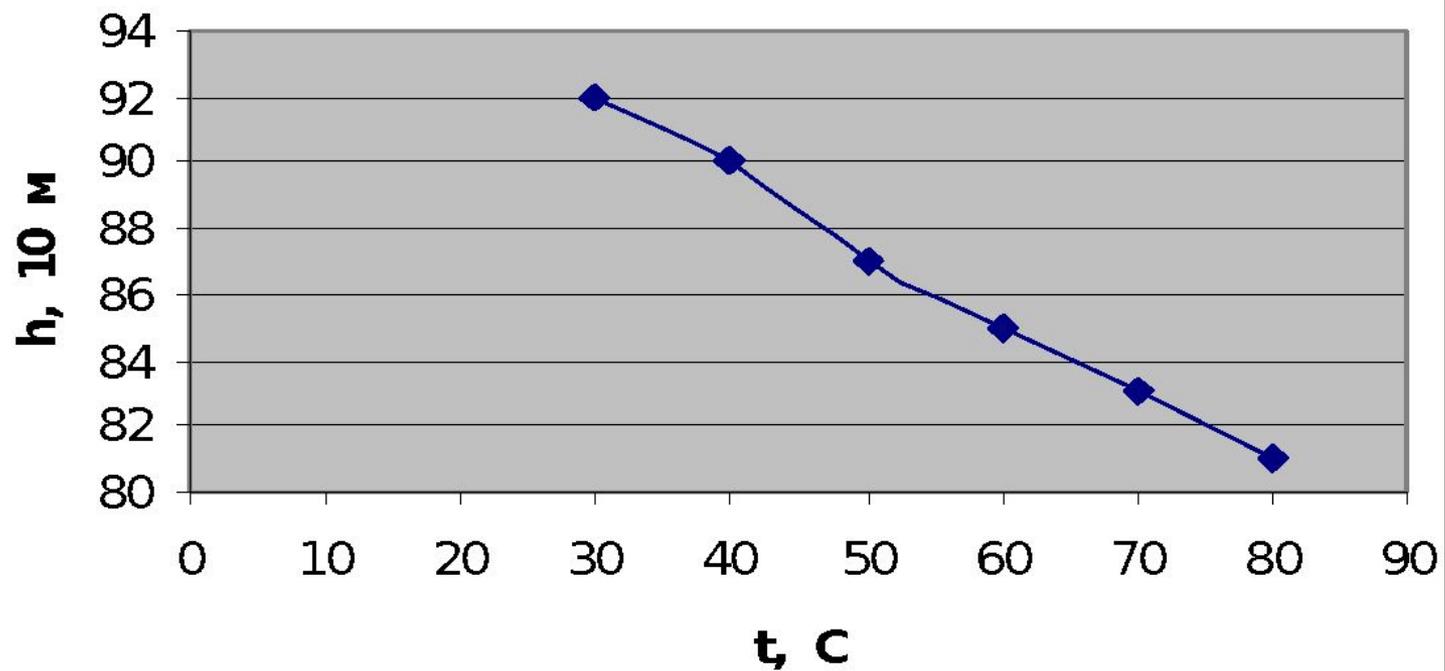
$D, 10^{-3} \text{ м}$	$t^{\circ}\text{C}$	$\rho_{\text{ж, кг/м}^3}$	$h, 10^{-2} \text{ м}$	$\sigma, 10^{-2} \text{ Н/м}$	Название напитка
3	80	<b>1050</b>	8,1	<b>63,7875</b>	Кофе
	70	1061,2	8,3	66,0597	
	60	1070,5	8,6	69,04725	
	50	1076,5	8,7	70,241625	
	40	1078,6	9	72,8055	
	30	1079,1	9,2	74,4579	
3	80	<b>1030</b>	5,4	<b>41,715</b>	Чай
	70	1042	5,5	42,9825	
	60	1052,1	5,8	45,76635	
	50	1059,6	6	47,682	
	40	1061,9	6,2	49,37835	
	30	1063	6,4	51,024	

$D, 10^{-3} \text{ м}$	$t^{\circ}\text{C}$	$\rho_{\text{ж}}, \text{ кг/м}^3$	$h, 10^{-2} \text{ м}$	$\sigma, 10^{-2} \text{ Н/м}$	Название напитка
3	80	1040	6,6	51,48	Компот
	70	1049,2	6,7	52,7223	
	60	1051,6	7	55,209	
	50	1054	7,2	56,916	
	40	1057,1	7,6	60,2547	
	30	1059,3	7,8	61,969005	
3	80	1060	8,9	70,755	Какао
	70	1070,5	9,1	73,061625	
	60	1079,1	9,3	75,267225	
	50	1088,4	9,6	78,3648	
	40	1092	9,8	80,262	
	30	1094,6	10	82,095	

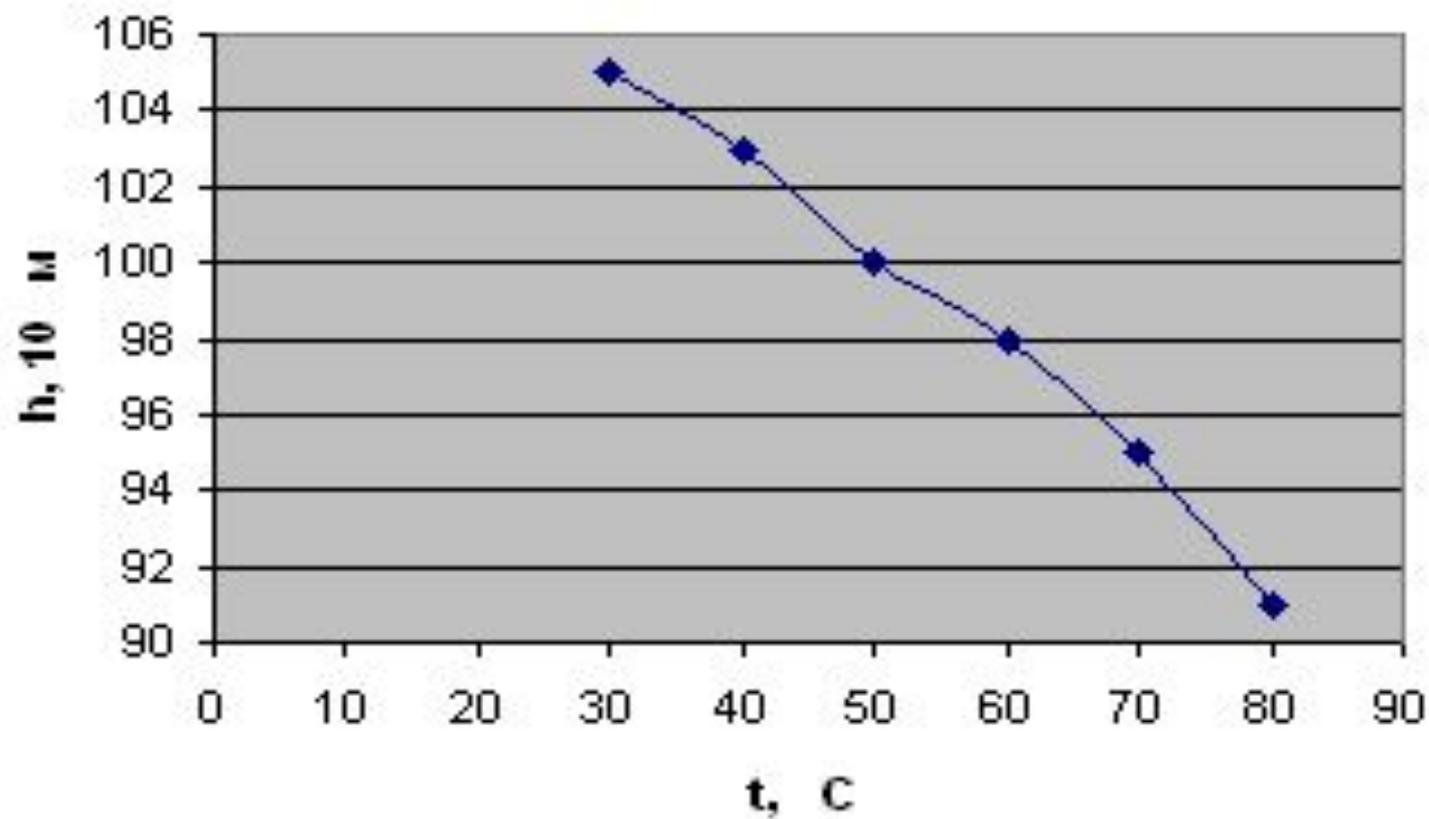
$D, 10^{-3} \text{ м}$	$t^{\circ}\text{C}$	$\rho_{\text{ж}}, \text{ кг/м}^3$	$h, 10^{-2} \text{ м}$	$\sigma, 10^{-2} \text{ Н/м}$	Название напитка
3	80	1100	9,1	75,075	Компот
	70	1109,1	9,5	79,023375	
	60	1111,4	9,8	81,6879	
	50	1117,8	10	83,835	
	40	1119,6	10,3	86,4891	
	30	1120,2	10,5	88,21575	

**Вывод:** Измерения показывают, что поверхностное натяжение жидкостей зависит только от природы жидкости и от её температуры. По полученным данным построила графики зависимости  $h(t^{\circ})$ ,  $\sigma(\rho)$ .

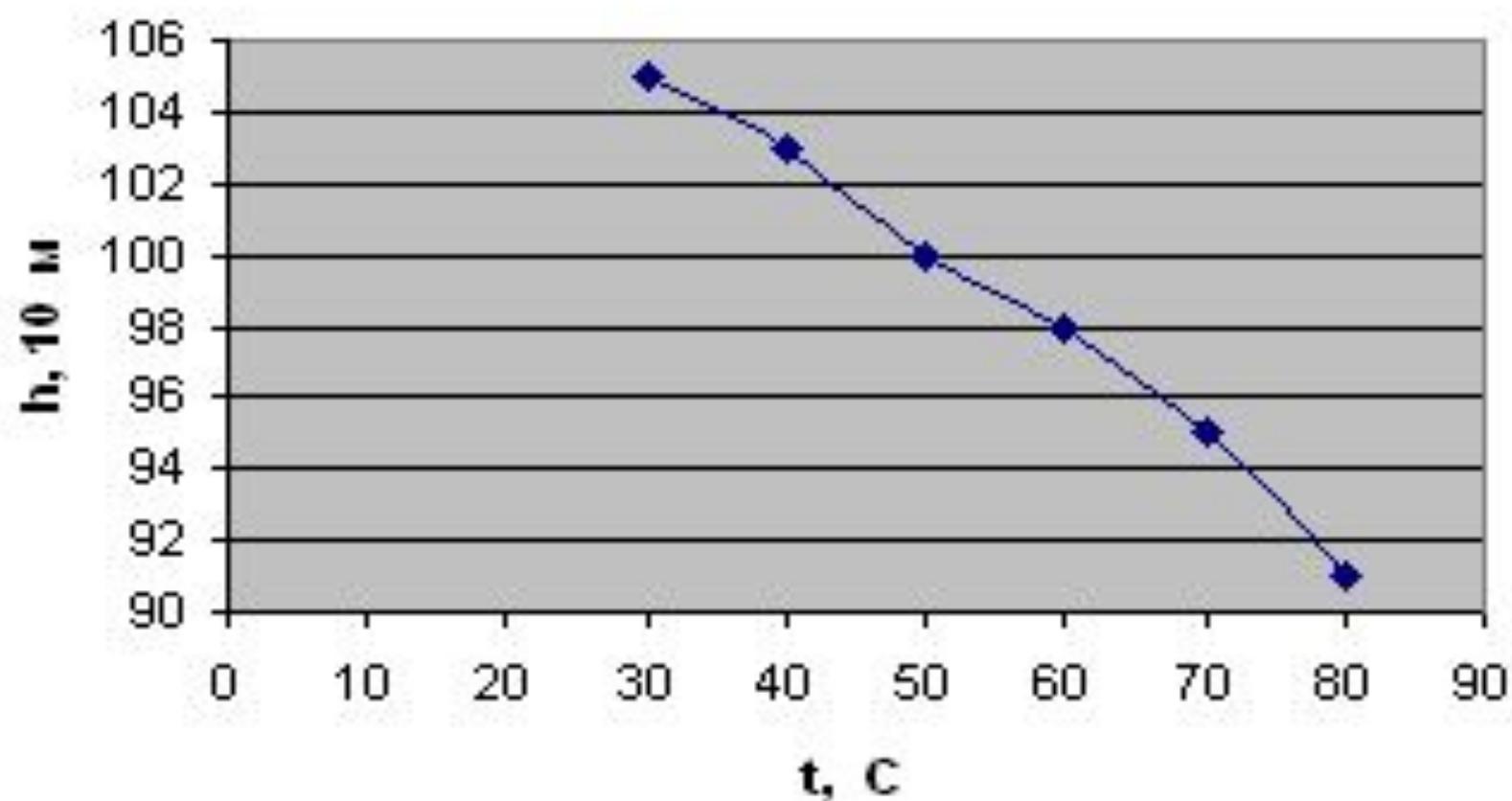
## Зависимость высоты столбика кофе в капилляре от температуры



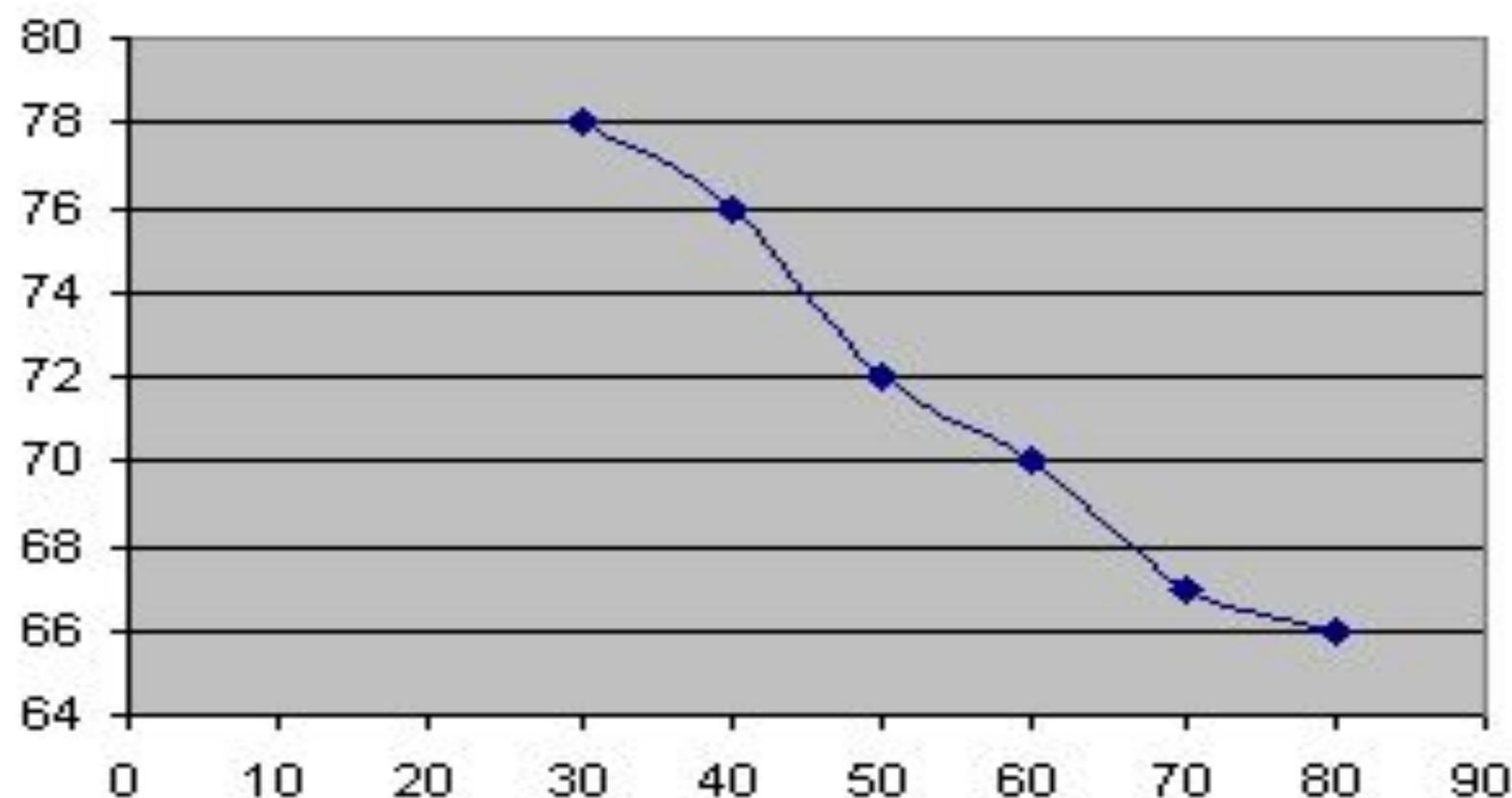
### Зависимость высоты столбика чая в капилляре от температуры



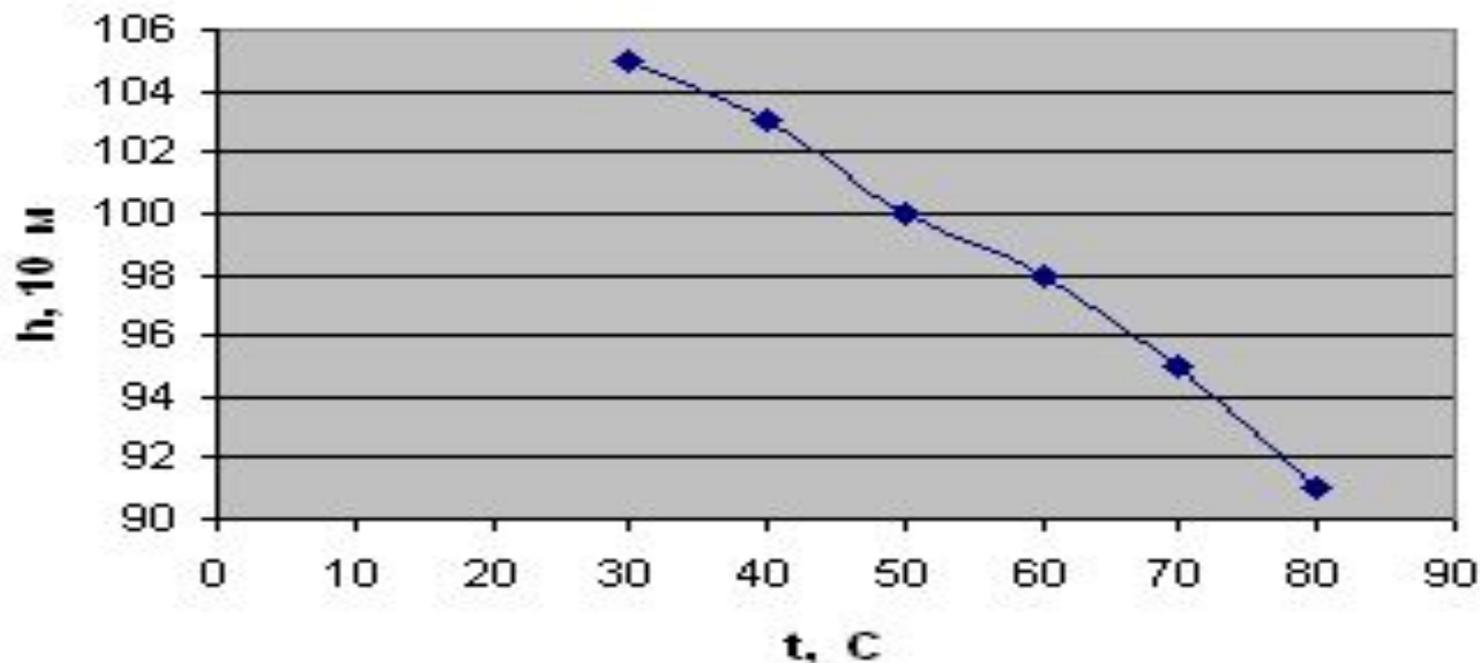
### Зависимость высоты столбика киселя в капилляре от температуры



### Зависимость высоты столбика компота в капилляре от температуры

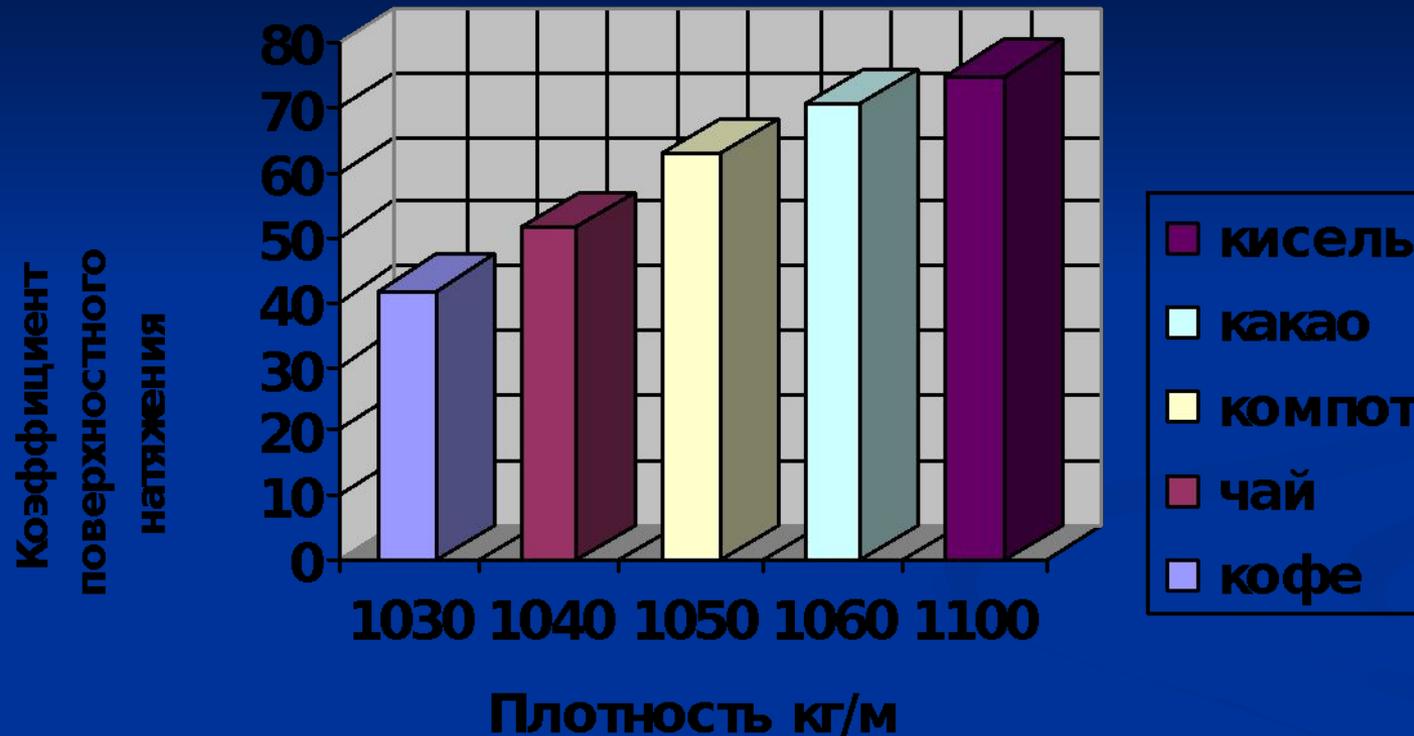


### Зависимость высоты столбика какао в капилляре от температуры



Исследуя полученные графики, отмечаю, что высота подъема напитка в капилляре, его плотность и коэффициент поверхностного натяжения линейно зависят от температуры.

## Зависимость коэффициента поверхностного натяжения от плотности напитка



Из диаграммы зависимости коэффициента поверхностного натяжения от плотности напитка  $\sigma(\rho)$ , видно, что коэффициент поверхностного натяжения напитка  $\sigma$  линейно зависит от его плотности.

# Эксперимент №3 Исследование зависимости времени остывания напитка от его плотности и поверхностного натяжения

- Оборудование:** секундомер, термометр, сосуды из различного рода материала: фарфор, стекло (тонкое и толстое), металлическая кружка.
- Определить время остывания напитка. Провести эксперимент, фиксируя температуру остывания напитка через каждую минуту. Данные занести в таблицу.
  - Построить модель остывания, используя электронные таблицы.
  - По полученным данным построить графики зависимости времени остывания от температуры  $t(t^{\circ}\text{C})$  сделать выводы.

Напиток	Материал сосуда						$\rho_{ж}, \text{кг/м}^3$	$\sigma, 10^{-2} \text{Н/м}$
	Металлическая кружка		Тонкое стекло		Толстое стекло			
	t, мин	t <sup>0</sup> С	t, мин	t <sup>0</sup> С	t, мин	t <sup>0</sup> С		
Кисель	0	83	0	83,	0	83	1100	75,1
	1	81,7	1	81,8	1	81,9		
	2	80,4	2	80,6	2	80,8		
	3	79,1	3	79,4	3	79,7		
	4	77,8	4	78,2	4	78,6		
	5	76,5	5	77	5	77,5		
	6	75,2	6	75,8	6	76,4		
	7	73,9	7	74,6	7	75,3		
	8	72,6	8	73,4	8	74,2		
	9	71,3	9	72,2	9	73,1		
	10	70	10	71	10	72		
	11	68,7	11	69,8	11	70,9		
	12	67,4	12	68,6	12	69,8		
	13	66,1	13	67,4	13	68,7		
	14	64,8	14	66,2	14	67,6		
15	63,5	15	65	15	66,5			

Нашток	Материал сосуда						$\rho_{ж, з}$ кг/м	$\sigma, 10^{-2}$ Н/м
	Металлическая кружка		Тонкое стекло		Толстое стекло			
	t, мин	t <sup>0</sup> С	t, мин	t <sup>0</sup> С	t, мин	t <sup>0</sup> С		
Какао	0	83	0	83	0	83	1060	70,7
	1	81,5	1	81,7	1	81,8		
	2	80	2	80,4	2	80,6		
	3	78,5	3	79,1	3	79,4		
	4	77	4	77,8	4	78,2		
	5	75,5	5	76,5	5	77		
	6	74	6	75,2	6	75,8		
	7	72,5	7	73,9	7	74,6		
	8	71	8	72,6	8	73,4		
	9	69,5	9	71,3	9	72,2		
	10	68	10	70	10	71		
	11	66,5	11	68,7	11	69,8		
	12	65	12	67,4	12	68,6		
	13	63,5	13	66,1	13	67,4		
	14	62	14	64,8	14	66,2		
15	60,5	15	63,5	15	65			

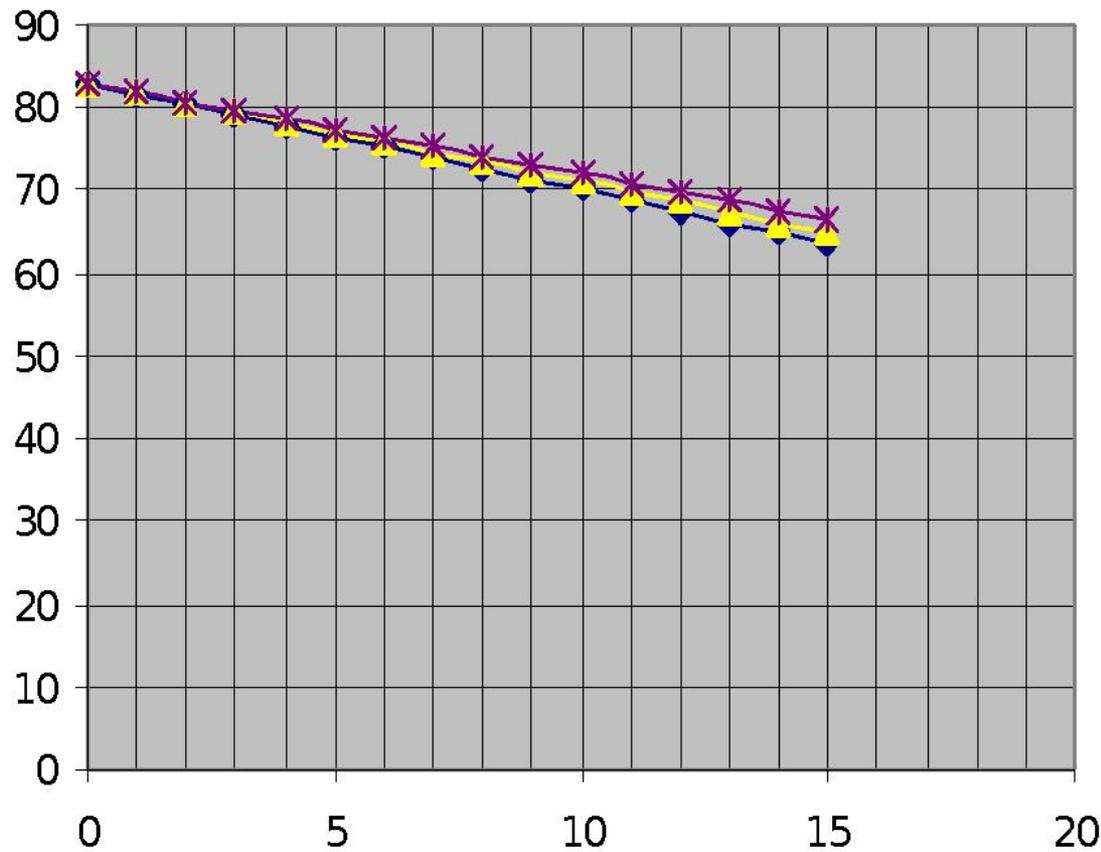
Нашток	Материал сосуда						$\rho_{ж, з}$ кг/м	$\sigma, 10^{-2}$ Н/м
	Металлическая кружка		Тонкое стекло		Толстое стекло			
	t, мин	t <sup>0</sup> С	t, мин	t <sup>0</sup> С	t, мин	t <sup>0</sup> С		
Кофе	0	83	0	83,	0	83	1050	63
	1	79,6	1	81,4	1	81,6		
	2	77,9	2	79,8	2	80,2		
	3	76,2	3	78,2	3	78,8		
	4	74,5	4	76,6	4	77,4		
	5	72,8	5	75	5	76		
	6	71,1	6	73,4	6	74,6		
	7	69,4	7	71,8	7	73,2		
	8	67,7	8	70,2	8	71,8		
	9	66	9	68,6	9	70,4		
	10	64,3	10	67	10	69		
	11	62,6	11	65,4	11	67,6		
	12	60,9	12	63,8	12	66,2		
	13	59,2	13	62,2	13	64,8		
	14	59,2	14	60,6	14	63,4		
15	57,5	15	59	15	62			

Нашток	Материал сосуда						$\rho_{ж,3}$ кг/м	$\sigma, 10^{-2}$ Н/м
	Металлическая кружка		Тонкое стекло		Толстое стекло			
	t, мин	t <sup>0</sup> С	t, мин	t <sup>0</sup> С	t, мин	t <sup>0</sup> С		
Компот	0	83	0	83	0	83	1040	51,5
	1	81,7	1	81,2	1	81,3		
	2	79,2	2	79,4	2	79,6		
	3	77,3	3	77,6	3	77,9		
	4	75,4	4	75,8	4	76,2		
	5	73,5	5	74	5	74,5		
	6	71,6	6	72,2	6	72,8		
	7	69,7	7	70,4	7	71,1		
	8	67,8	8	68,6	8	69,4		
	9	65,9	9	66,8	9	67,7		
	10	64	10	65	10	66		
	11	62,1	11	63,2	11	64,3		
	12	60,2	12	61,4	12	62,6		
	13	58,3	13	59,6	13	60,9		
	14	56,4	14	57,8	14	59,2		
15	54,5	15	56	15	57,5			

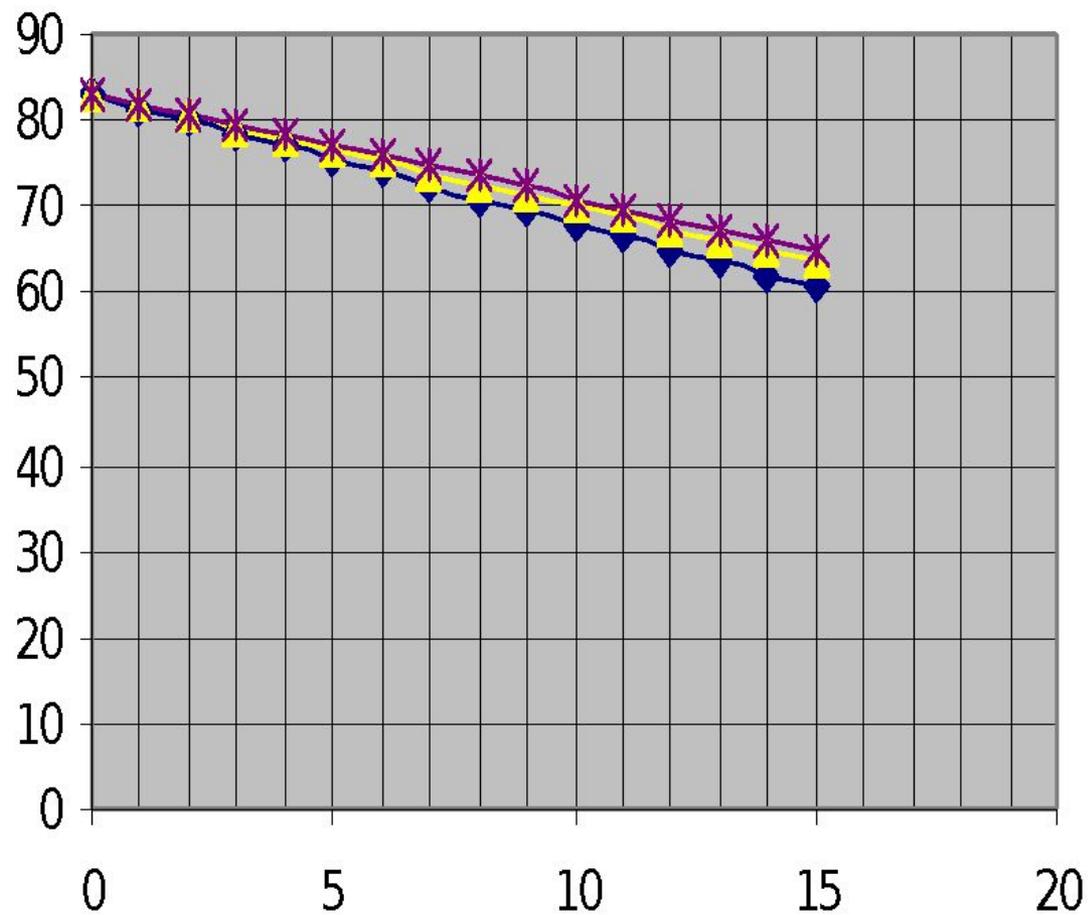
Нашток	Материал сосуда						$\rho_{ж, з}$ кг/м	$\sigma, 10^{-2}$ Н/м
	Металлическая кружка		Тонкое стекло		Толстое стекло			
	t, мин	t <sup>0</sup> С	t, мин	t <sup>0</sup> С	t, мин	t <sup>0</sup> С		
Чай	0	83	0	83	0	83	1030	41,7
	1	80,9	1	81	1	81,1		
	2	78,8	2	79	2	79,2		
	3	76,7	3	77	3	77,3		
	4	74,6	4	75	4	75,4		
	5	72,5	5	73	5	73,5		
	6	70,4	6	71	6	71,6		
	7	68,3	7	69	7	69,7		
	8	66,2	8	67	8	67,8		
	9	64,1	9	65	9	65,9		
	10	62	10	63	10	64		
	11	59,9	11	61	11	62,1		
	12	57,8	12	59	12	60,2		
	13	55,7	13	57	13	58,3		
	14	53,6	14	55	14	56,4		
15	51,5	15	53	15	54,5			

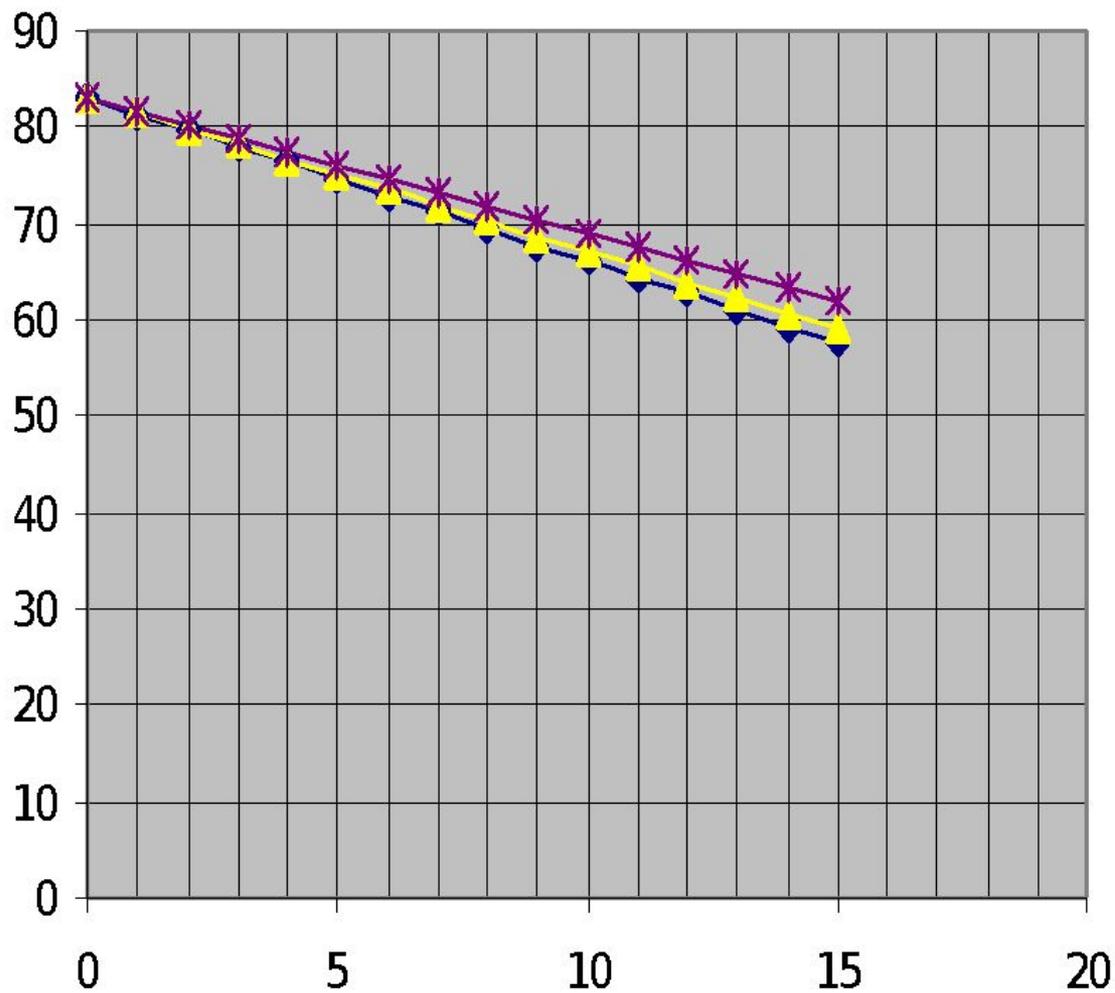
- Вывод: Из таблиц видно, что время остывания напитка линейно зависит от его плотности и коэффициента поверхностного натяжения.

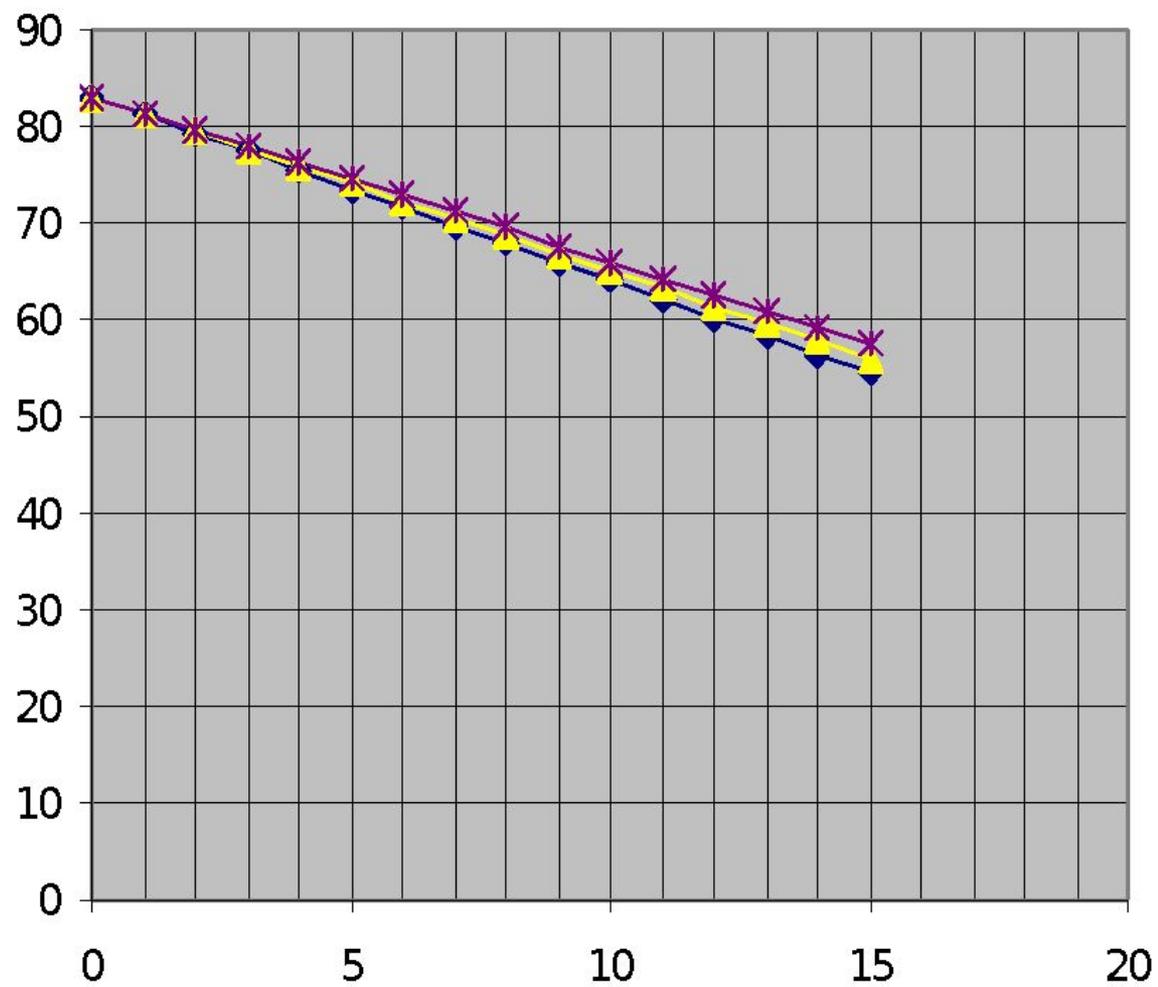
# Графики зависимости времени остывания напитка от температуры $t(t^{\circ}\text{C})$ .

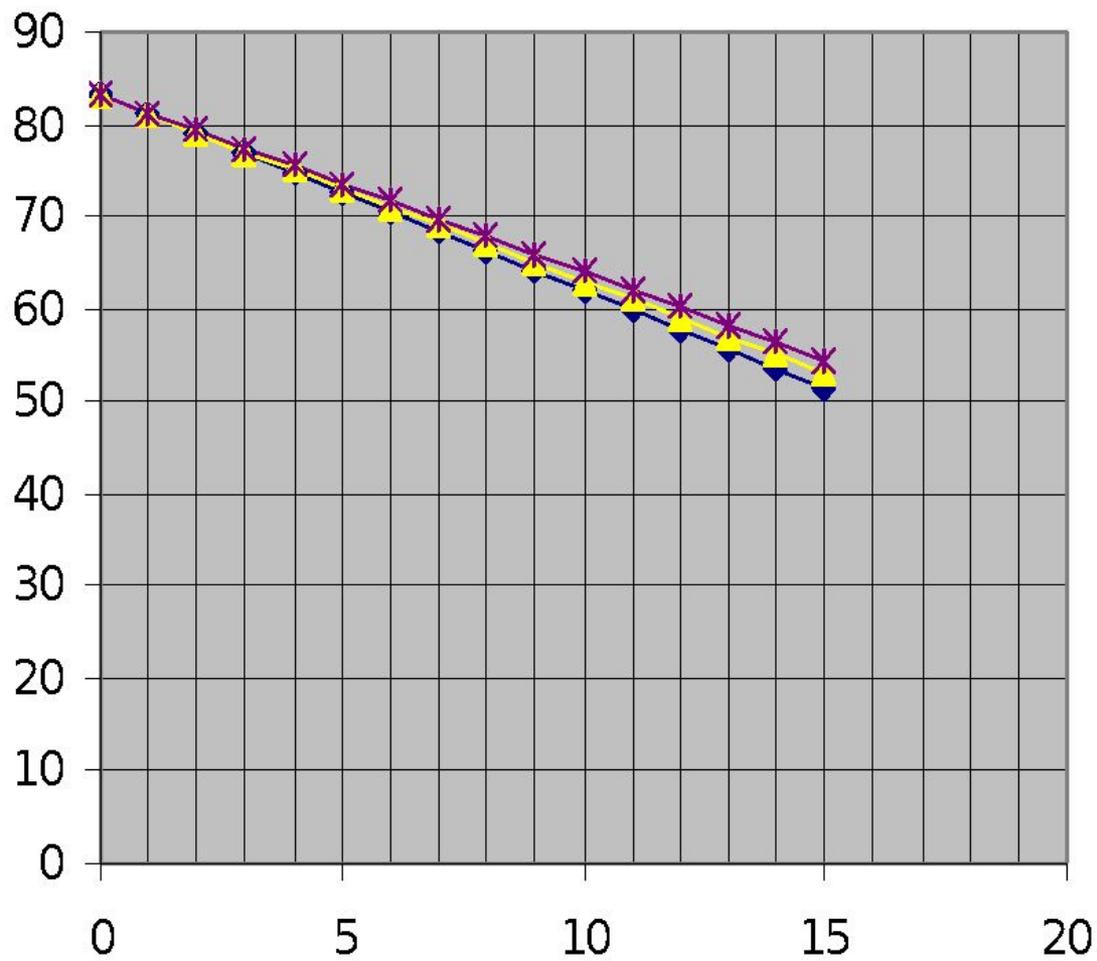


- ◆— Металлическая кружка
- ▲— Тонкое стекло
- \*— Толстое стекло









# Выводы

- Время остывания напитка линейно зависит от плотности напитка и от его коэффициента поверхностного натяжения.
- Время остывания напитка зависит от рода материала сосуда, в котором подают напитки.
- Но так как в нашей школьной столовой горячие напитки подают в толстостенных стеклянных стаканах, то исходя из данных исследования, делаем вывод, что самое оптимальное время разлива напитков за 8 - 12 минут до звонка.

# Рекомендации:

- С данной работой можно выступить перед рабочим персоналом школьной столовой, которые непосредственно связаны с питанием учащихся школы.
- Результаты работы можно учитывать при подаче горячих напитков учащимся во время обеда.
- Результаты работы можно использовать на уроках физики для активизации познавательной деятельности учащихся.