

## Экспериментальное задание

### *Из крана капает вода...*

Сверкающие капли на листьях, утренняя роса на траве, весенняя капель, веселый дождь по лужам, подпрыгивающие капли жира на раскаленной сковороде, монотонно капающая вода из водопроводного крана.

Капли жидкости образуются в основном:

- ✓ при истечении жидкости из отверстия,
- ✓ при стекании ее с края поверхности,
- ✓ при распылении жидкости,
- ✓ при конденсации пара на несмачиваемых поверхностях.

Форма капли определяется действием внешних сил и сил поверхностного натяжения. В состоянии равновесия, когда внешние силы отсутствуют или скомпенсированы, поверхность жидкости стремится принять такую форму, чтобы иметь минимальную площадь, а это - форма шара! Обычно шарообразную форму имеют микроскопические капли и капли, находящиеся в условиях невесомости. Причем в условиях невесомости любой объем жидкости принимает строго сферическую форму.

Крупные капли в земных условиях принимают форму шара только в том случае, когда плотности жидкости и окружающей ее среды одинаковы. Падающие капли дождя имеют обычно сплюснутую форму, поскольку испытывают одновременно влияние силы тяжести встречного воздушного потока и сил поверхностного натяжения.

### Как образуется капля?

Набухающая капля увеличивает свой объем и, двигаясь по направлению к земле, вытягивает тонкую перемычку - связующее звено между водопроводным краном и каплей. Пока объем капли мал, она не отрывается, ее удерживают силы поверхностного натяжения. Отрыв происходит, когда вес капли становится равен сумме сил поверхностного натяжения. Затем капля от перемычки отрывается и свободно падает, а оставшаяся перемычка начинает изменять свою форму. Она укорачивается, утолщается в нижней части и в виде сформировавшейся капельки отрывается. Рождению каждой крупной



капли сопутствует рождение еще одной маленькой капельки! Ее объём приблизительно

*Рисунок 1.*

в 1000 раз меньше объёма первой капли, и мы ее часто не замечаем.

Судьба маленькой капли оказывается очень неожиданной. Возникнув, она не летит вслед за падающей большой, а, наоборот, начинает двигаться вверх, по направлению к крану. Иногда это движение оканчивается тем, что малая капля достигает отверстия крана и как бы поглощается ею, а иной раз, немного переместившись вверх, она летит вниз вслед за большой (рис. 1).

Судьба маленькой капли зависит от того, какой толщины была перемычка, превратившаяся в капельку, а толщина перемычки зависит от того, насколько мало отверстие крана. Может оказаться, что перемычка будет настолько длинной, что из нее образуется не одна, а несколько маленьких капелек. Эти капельки действительно наблюдаются. Оказывается, что та из них, которая ближе всех расположена к источнику воды, обязательно хоть немного движется вверх, а все остальные такой попытки не делают и следуют вниз за большой каплей.



При ударе капли о плоскую поверхность она брызгами разлетается в разные стороны (рис. 2). Кто в этом виноват - капля, содержащая брызги, или поверхность, о которую она бьется? Ни та ни другая. Главный виновник брызг - воздух. Нет воздуха - нет всплеска. Американские исследователи пытались измерить энергию жидких капелек, отлетающих от большой капли

при ударе.

*Рисунок 2.*

Чтобы исключить влияние воздуха, эксперимент проводился в вакуумной камере. Давление воздуха в ней регулировалось. Ученые обнаружили, что чем меньше давление, тем меньше разбрызгивается жидкость. Брызги полностью прекратились, когда давление достигло примерно 0.2 бар или 20000 Па.

***А у нас задание.....***

***Определение объема одной капли воды.***

***Цель работы:*** определить объем капли воды, как путем расчёта, так и экспериментально.

***Оборудование:*** мензурка, кран с капающей водой.



Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года  
2 тур, апрель 2013 г.  
возрастная категория «8 класс»  
Игровой номер 13f250

*Если в наличии только мензурки большого объёма, то можно изготовить самостоятельно мензурки малой вместимости из обычных шприцев (рис. 3).*

*Порядок выполнения работ.*

1. Настройте скорость образования капель. Они должны отрываться через равные промежутки времени.

*Рисунок 3.*

2. Подставьте мензурку под отверстие крана, так чтобы падающие капли попадали точно в неё.

3. Наберитесь терпения и сосчитайте число упавших капель. Количество капель должно быть таким, чтобы можно было мензуркой измерить общий объём воды.

4. Для определения объёма одной капли воспользуйтесь формулой

$V_0 = V/N$ , где  $V$  - объём жидкости,  $N$  - число капель.

Конечно, все капли имеют разные размеры, но эти различия не значительные и ими можно пренебречь.

5. Прделайте данный эксперимент несколько раз.

6. Рассчитайте среднее значение объёма.

7. Все данные занесите в таблицу.



№	Число капель $N$	Время $t$	Скорость истекания кап/с	Объём жидкости $V$ , $cm^3$	Объём капли $V_0$ , $cm^3$	Средний объём $V_{cp}$ , $cm^3$
1	38	27	0,71	5	0,132	0,133
2	35	36	1,03	5	0,143	
3	14	13	0,93	2	0,143	
4	14	14	1	2	0,143	
5	18	75	0,24	2	0,111	
6	40	80	0,5	5	0,125	

**Выводы.**

Проводя эксперименты, мы заметили, что вода капает из крана с разной скоростью. Оказывается, скорость образования капли влияет на её объём, т.е.

чем быстрее образуются капли, тем больше их объём.

*Контрольные вопросы.*

1. Как определить при помощи масштабной линейки средний диаметр одинаковых швейных иголок?

2. Как измерить средний объём одинаковых маленьких шариков от шарикоподшипника для велосипеда при помощи мензурки?

3. В некоторой химической реакции выделяется газ, объём которого при нормальных условиях требуется определить. Предложите конструкцию прибора для измерения объёма газа.

4. В каком из двух одинаковых стаканов (рис. 4) налито больше чая?

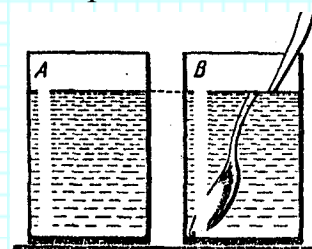
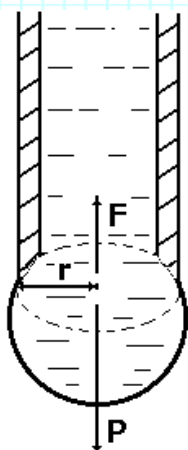


Рисунок 4.

Мы выполняли работу, а 10-й класс в это время сдавал зачёт по молекулярно-кинетической теории. Они то и предложили нам рассчитать объём капли через коэффициент поверхностного натяжения. Мы и воспользовались их услугами. Вот что получилось....

*Содержание и метод выполнения работы.*



При медленном вытекании жидкости из вертикальной трубки на её конце образуется капля, которая постепенно растёт и, достигая некоторого веса  $P$ , постоянного для данной жидкости и температуры, отрывается и падает (рис.5).

Обозначим диаметр сужения капли в момент отрыва через  $d$ , а коэффициент поверхностного натяжения жидкости через  $\sigma$ . Тогда для силы поверхностного натяжения, действующей по периметру сужения капли, получим выражение:

$$F = \pi d \sigma.$$

Рисунок 5. Эта сила прижимает каплю к жидкости в трубке. Отрыв капли от жидкости в трубке произойдет тогда когда, вес капли становится больше или равен силе поверхностного натяжения. Вес можно рассчитать по формуле

$$P = mg = \rho V_0 g$$

$$\pi d \sigma = \rho V_0 g$$

Откуда получим формулу для расчета объёма одной капли

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года  
2 тур, апрель 2013 г.  
возрастная категория «8 класс»  
Игровой номер 13f250

$$V_0 = \pi d \sigma / \rho g$$

Расчёты: измерим внутренний диаметр  $d$  трубки водопроводного крана.

$$d = 14 \text{ мм} = 0,014 \text{ м}$$

$$\sigma = 0,072 \text{ Н/м}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$V_0 = (3,14 * 0,014 \text{ м} * 0,072 \text{ Н/м}) / (1000 \text{ кг/м}^3 * 9,8 \text{ м/с}^2) = 0,000000323 \text{ м}^3 = 0,323 \text{ см}^3$$

Получив такие результаты, мы были удивлены. Стали искать причину. Возможно, это связано с тем, что в школе все краны внутри имеют сеточку и она влияет на формирование капель. В Интернете нашли, что средний объём капли воды изменяется в пределах от 0,3 до 0,5 см<sup>3</sup>. Такие параметры капель используют в медицине при дозировке лекарств.



Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года  
2 тур, апрель 2013 г.  
возрастная категория «8 класс»  
Игровой номер 13f250

А это десятиклассник. Он рассчитывает коэффициент поверхностного натяжения различных жидкостей.