

Краевой конкурс учебно-исследовательских и проектных работ учащихся
«Прикладные вопросы математики»

Прикладные вопросы математики

**Исследование зависимости скорости испарения от различных
внешних условий**

Черемисова Евгения,
МОУ «Лицей №1» г. Перми, 11 кл.
Герцен Татьяна Анатольевна,
к. х. н., доцент ПНИПУ

ВВЕДЕНИЕ

Тема данной исследовательской работы – исследование зависимости скорости испарения от различных внешних условий. Эта проблема остается актуальной в различных технологических сферах и в окружающей нас природе. Достаточно сказать, что круговорот воды в природе происходит через фазы испарения и объемной конденсации. От круговорота воды, в свою очередь, зависят такие важнейшие явления, как солнечное воздействие на планету или просто нормальное существование живых существ в целом. В карбюраторных и дизельных двигателях распределение по размерам частиц топлива определяет скорость их горения, а значит и процесс работы двигателя. Конденсационные туманы не только паров воды образуются при сгорании различных топлив, при этом образуется множество ядер конденсации, которые могут служить центрами конденсации для других паров. Эти сложные процессы определяют коэффициент полезного действия двигателей и потери топлива. Достижение наилучших результатов в исследовании этих явлений могло бы служить информацией для движения технического прогресса в нашей стране.

Итак, цель данной работы – исследовать зависимость скорости испарения от различных факторов среды, а именно: рода вещества, площади поверхности жидкости и температуры воздуха, и с помощью построения графиков и тщательных наблюдений заметить закономерности.

При проведении исследования мы пользовались различными несложными приборами, такими как психрометр, термометр, а также интернет-ресурсами и другой литературой.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Объяснение процесса испарения.

Основные положения молекулярно-кинетической теории.

Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) - учение о строении и свойствах вещества на основе представления о существовании атомов и молекул как наименьших частиц химического вещества. Основные положения МКТ:

1. Все вещества – жидкие, твердые и газообразные – образованы из мельчайших частиц – молекул, которые сами состоят из атомов. Молекулы химического вещества могут быть простыми и сложными и состоять из одного или нескольких атомов. Молекулы и атомы представляют собой электрически нейтральные частицы. При определенных условиях молекулы и атомы могут приобретать дополнительный электрический заряд и превращаться в положительные или отрицательные ионы.

2. Атомы и молекулы находятся в непрерывном движении.

3. Частицы взаимодействуют друг с другом силами, имеющими электрическую природу. Гравитационное взаимодействие между частицами пренебрежимо мало.

Тепловое движение молекул.

Явления, связанные с нагреванием или охлаждением тел, с изменением температуры, называются тепловыми. Беспорядочное движение частиц, из которых состоят тела, называют тепловым движением. В жидкостях молекулы могут колебаться, вращаться и перемещаться относительно друг друга. В твердых телах молекулы и атомы колеблются около некоторых средних положений. В тепловом движении участвуют все молекулы тела, поэтому с изменением теплового движения изменяется и состояние тела, его свойства.

Внутренняя энергия.

Внутренняя энергия – энергия теплового движения микрочастиц системы и энергия их взаимодействия. Внутренняя энергия зависит от температуры

тела, агрегатного состояния вещества и других факторов. Внутренняя энергия не зависит ни от механического движения тела, ни от положения этого тела относительно других тел. При повышении температуры внутренняя энергия тела увеличивается. С понижением температуры, наоборот, внутренняя энергия тела уменьшается. Внутренняя энергия тела меняется при изменении скорости движения молекул. Изменить внутреннюю энергию можно двумя основными способами: путем совершения работы и путем теплообмена.

Температура.

Температура - физическая величина, характеризующая степень нагретости тела. Теплота не всегда изменяет температуру тела, но всегда изменение температуры тела есть изменение энергии движения его молекул. Это указывает на то, что температура является свойством тела, зависящим от молекулярной энергии. Отсюда делаем вывод, что температура есть мера средней кинетической энергии молекул тела. Температура всех частей системы, находящейся в состоянии термодинамического равновесия, одинакова. Температуру измеряют термометрами в градусах различных температурных шкал. В Международной системе единиц (СИ) выражается в Кельвинах (К).

Испарение.

Испарение - процесс перехода вещества из жидкого состояния в газообразное. Это парообразование с открытой поверхности жидкости. Обратный ему процесс, при котором происходит переход вещества из газообразного состояния в жидкое, называется конденсацией. Испарению подвержены все жидкости при любой температуре вследствие теплового движения молекул, но с возрастанием температуры, т. е. интенсивности теплового движения молекул, скорость испарения увеличивается. Возможен также переход из твердого состояния в газообразное, минуя жидкость. Такой процесс называется сублимацией или возгонкой.

Механизм протекания процесса испарения можно объяснить следующим образом. Молекулы поверхностного слоя жидкости испытывают меньшее притяжение со стороны соседних молекул, чем молекулы нижних слоев, поскольку над поверхностью жидкости имеется газ, молекулы которого взаимодействуют с молекулами поверхностного слоя жидкости значительно слабее. Поэтому некоторые молекулы поверхностного слоя жидкости с достаточной кинетической энергией могут преодолеть притяжение соседних молекул жидкости и покинуть ее, т.е. перейти в пар. Быстрее испаряются жидкости, молекулы которых притягиваются друг к другу с меньшей силой.

При увеличении площади поверхности жидкости увеличивается возможность большому числу молекул покинуть ее. Некоторые молекулы пара, двигаясь хаотично и оказавшись достаточно близко от поверхности жидкости, могут быть втянуты обратно в жидкость силами притяжения большого количества молекул жидкости. При движении воздушных масс над поверхностью жидкости интенсивность процесса испарения возрастает, так как происходит дополнительное «вырывание» молекул с поверхности и удаление уже испарившихся. При испарении жидкость охлаждается (если нет подвода энергии от окружающих тел), так как ее покидают молекулы с наибольшей кинетической энергией. Если же число вылетевших и вернувшихся молекул в среднем одинаково в единицу времени, наступает динамическое (подвижное) равновесие между жидкостью и ее паром, пар становится насыщенным. Это возможно при испарении в закрытом сосуде. Скорость испарения резко снижается при нанесении на поверхность жидкости достаточно прочной плёнки нелетучего вещества. Испарение жидкости в газовой среде, например в воздухе, происходит медленнее, чем в разреженном пространстве (вакууме), так как вследствие соударений с молекулами газа часть частиц пара вновь возвращается в жидкость (конденсируется).

Выводы по главе 1

Испарение – парообразование с поверхности любой жидкости. Может протекать при разной температуре. К параметрам, влияющим на интенсивность протекания данного процесса можно отнести: температуру, род жидкости, площадь свободной поверхности жидкости и наличие перемещающихся воздушных потоков над ее поверхностью.

Глава 2. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ.

Для исследования процессов испарения и определения зависимости скорости испарения от различных условий был проведен ряд экспериментов.

Эксперимент 1. Исследование зависимости скорости испарения от температуры воздуха.

Материалы: Пластины стекла, 3% р-р перекиси водорода, растительное масло, спирт, вода, секундомер, термометр, холодильник.

Ход эксперимента: При помощи шприца мы наносим вещества на пластинки стекла и наблюдаем за испарением веществ.

Спирт Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Температура воздуха +21

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось ~2 дня (около 48 часов);

Вода Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Температура воздуха +21

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось ~3 дня (около 72 часов);

Р-р перекиси водорода Объем $5 \cdot 10^{-6}$ +21

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось ~4 дня (около 96 часов);

Растительное масло Объем $5 \cdot 10^{-6}$ +21

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось ~7 дней (около 168 часов);

Меняем температуру воздуха. Помещаем стекла в холодильник.

Спирт Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Температура воздуха +4

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось ~4 дней (около 96 часов);

Вода $5 \cdot 10^{-6}$

Температура воздуха +4

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось ~7 дней (около 168 часов);

Р-р перекиси водорода Объем $5 \cdot 10^{-6}$ +4

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось ~8 дней (около 192 часов);

Растительное масло Объем $5 \cdot 10^{-6}$ +4

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось ~11 дней (около 264 часов);

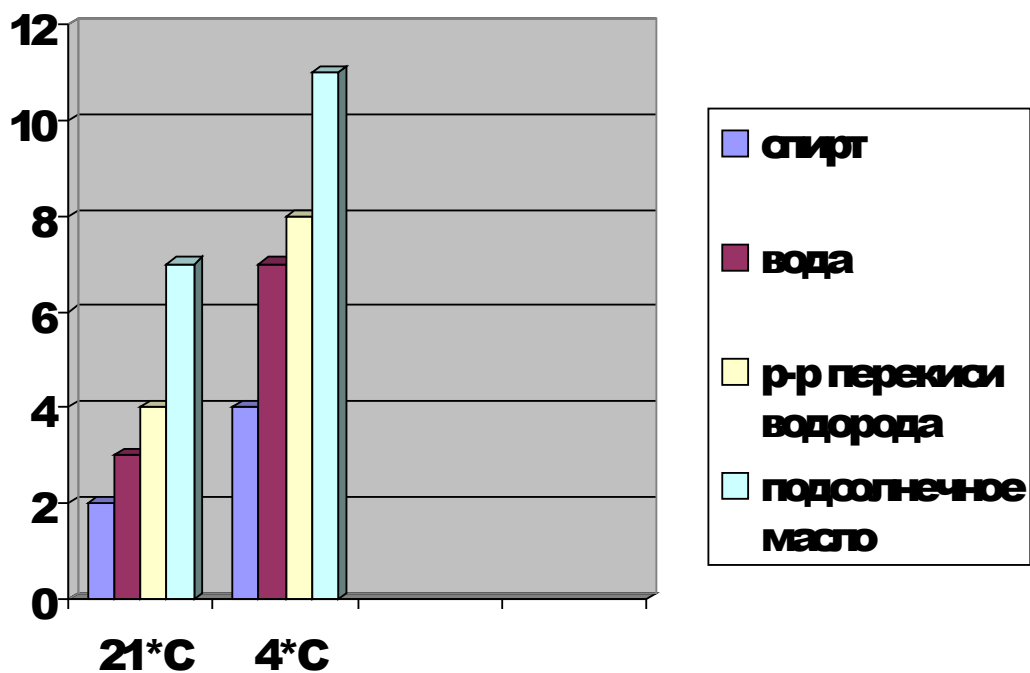


Рис.1

Вывод: По результатам исследования видно, что при различной температуре количество времени, необходимое для испарения одних и тех же веществ различно. Для одной и той же жидкости процесс испарения протекает значительно быстрее при более высокой температуре. Это доказывает зависимость исследуемого процесса от данного физического параметра. При уменьшении температуры увеличивается продолжительность процесса испарения и наоборот *.

*для наглядности рассмотрите изображение 1.

Эксперимент 2. Исследование зависимости скорости процесса испарения от площади поверхности жидкости.

Цель: Исследовать зависимость процесса испарения от площади поверхности жидкости.

Материалы: Вода, спирт, часы, медицинский шприц, пластины стекла, линейка.

Ход эксперимента: Мы измеряем площадь поверхности по формуле $S = \pi \cdot R^2$. С помощью шприца наносим разные жидкости на пластину, придаем форму круга и наблюдаем за жидкостью до ее полного испарения. Температура воздуха в помещении остается неизменной (+21)

Спирт Объем $5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$

Площадь поверхности $0,00422 \text{ м}^2$

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 12 часов.

Вода Объем $5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$

Площадь поверхности $0,00422 \text{ м}^2$

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 14,5 часов.

Р-р перекиси водорода Объем $5 \cdot 10^{-6}$ мЗ

Площадь поверхности 0,00422 м²

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 19,6 часов.

Растительное масло Объем $5 \cdot 10^{-6}$ мЗ

Площадь поверхности 0,00422 м²

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 20,5 часов.

Меняем условия. Наблюдаем за испарением этих же жидкостей при другой площади поверхности.

Спирт Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Площадь поверхности 0,00283

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 23,5 часов.

Вода Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Площадь поверхности 0,00283

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 26,5 часа.

Р-р перекиси водорода Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Площадь поверхности 0,00283

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 27,5 часов.

Растительное масло Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Площадь поверхности 0,00283

-10-

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 28 часа.

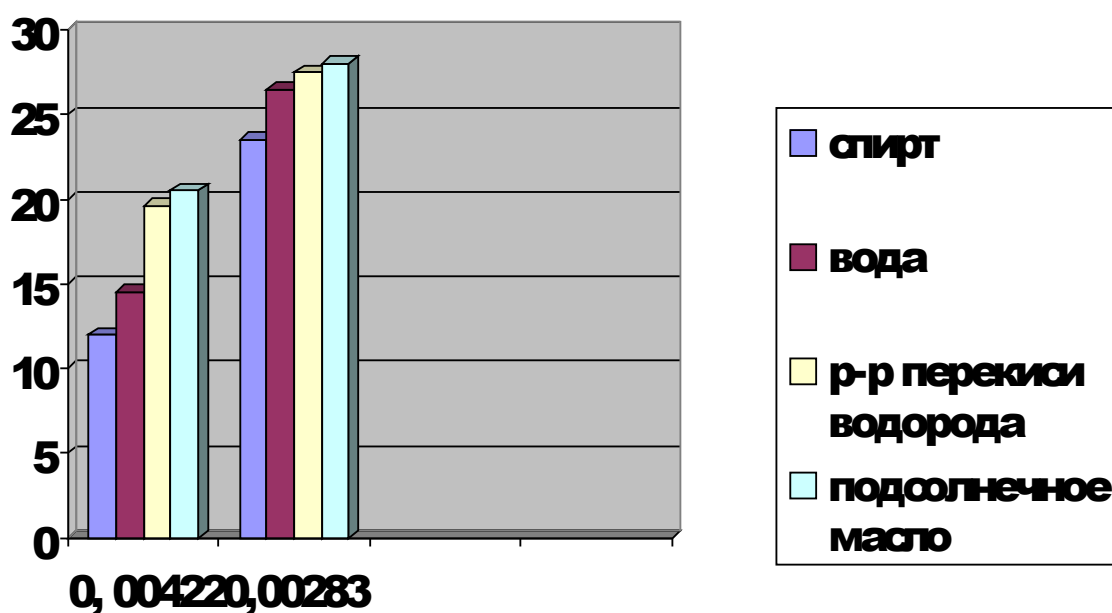


Рис. 2

Вывод: Из результатов исследования следует, что из сосудов с различной площадью поверхности, испарение осуществляется в течение разного времени. Как видно из проведенных измерений, из сосуда с большей площадью поверхности данная жидкость испаряется быстрее, что доказывает зависимость исследуемого процесса от данного физического параметра. С уменьшением площади поверхности увеличивается продолжительность процесса испарения и наоборот*.

*для наглядности рассмотрите рис. 2.

Эксперимент 3. Исследование зависимости процесса испарения от рода вещества.

Цель: Исследовать зависимость процесса испарения от рода жидкости.

Приборы и материалы: Вода, спирт, растительное масло, раствор перекиси водорода, часы, медицинский шприц, пластины стекла.

Ход эксперимента: С помощью шприца мы наносим различные виды жидкости на пластины и наблюдаем за процессом до полного испарения. Температура воздуха остается неизменной. Температуры жидкостей одинаковы.

Результаты исследований разницы между испарением спирта, воды, 3% Р-р перекиси водорода, растительного масла мы получаем из данных предыдущих исследований.

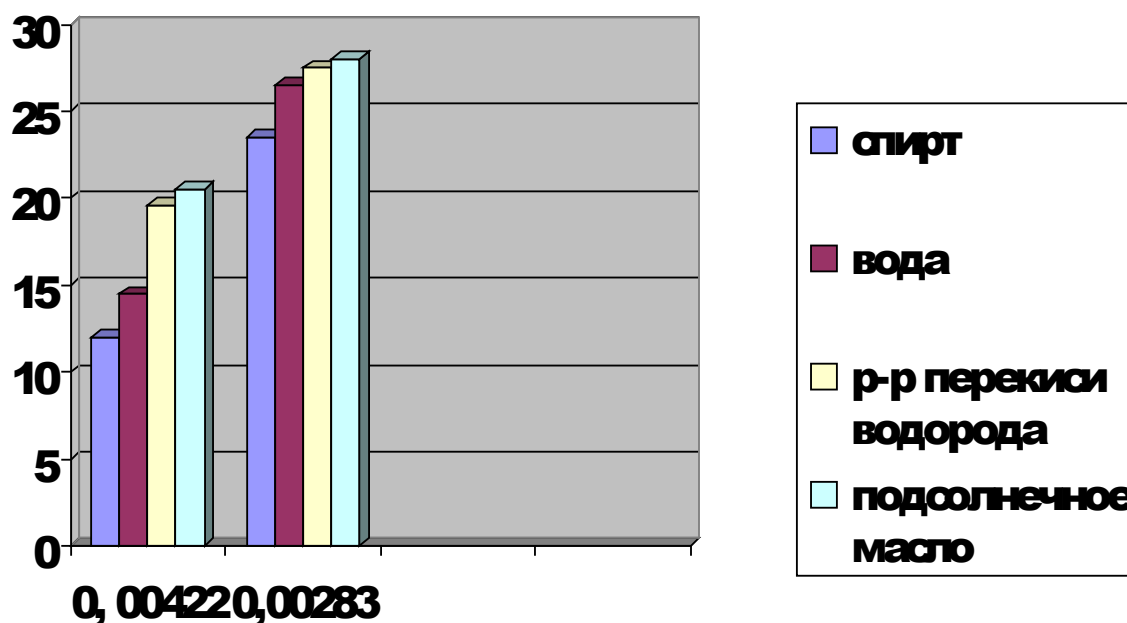


Рис. 3

Вывод: Для полного испарения различных жидкостей требуется разное количество времени. Из результатов видно, что процесс испарения протекает быстрее у спирта и воды, а медленнее у растительного масла, то есть служит доказательством зависимости процесса испарения от физического параметра - рода вещества*.

*для наглядности рассмотрите Рис.3.

Эксперимент 4. Исследование зависимости скорости испарения жидкости от скорости воздушных масс.

Цель: исследовать зависимость скорости процесса испарения от скорости ветра.

Приборы и материалы: Вода, спирт, растительное масло, р-р перекиси водорода, часы, медицинский шприц, пластины стекла, фен.

Ход работы: Создаем искусственное перемещение воздушных масс с помощью фена, наблюдаем за процессом, ждем до полного испарения жидкости. Фен имеет два режима : простой режим, турбо режим*.

*- перемещение воздушных масс на турбо режиме значительно больше, чем у простого режима.

Результаты исследований разницы между спиртом, водой, 3% Р-ром перекиси водорода, растительным маслом мы получаем из данных предыдущих исследований.

В случае просто режима:

Спирт Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Площадь поверхности $0,00283 \text{ м}^2$

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 9 минут.

Вода Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Площадь поверхности $0,00283 \text{ м}^2$

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 28 минут.

Р-р перекиси водорода Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Площадь поверхности $0,00283 \text{ м}^2$

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 35 минут.

Растительное масло Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Площадь поверхности $0,00283 \text{ м}^2$

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 45 минут.

В случае турбо режима:

Спирт Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Площадь поверхности $0,00283 \text{ м}^2$

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 5 минут.

Вода Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Площадь поверхности $0,00283 \text{ м}^2$

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 17 минут.

Р-р перекиси водорода Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Площадь поверхности $0,00283 \text{ м}^2$

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 21 минуты.

Растительное масло Объем $5 \cdot 10^{-6}$

Площадь поверхности $0,00283 \text{ м}^2$

Результат эксперимента: для полного испарения жидкости потребовалось около 29 минуты.

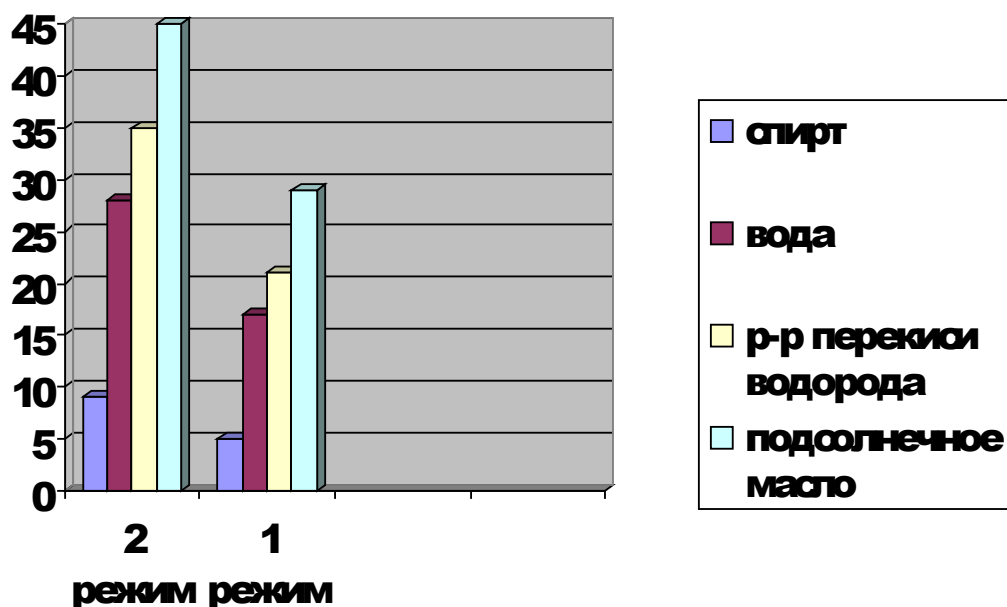


Рис. 4

Вывод: Процесс испарения зависит от скорости перемещения воздушных масс над поверхностью жидкости. Чем больше скорость, тем данный процесс протекает быстрее и наоборот*.

*для наглядности рассмотрите изображение 4.

Выводы по главе 2

Исследования показали, что интенсивность испарения жидкости различна у разных жидкостей и увеличивается при: увеличении температуры жидкости, увеличении ее площади свободной поверхности, наличия ветра над ее поверхностью

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы были изучены различные источники информации по вопросу процесса испарения и условий его протекания. Определены физические параметры, оказывающие влияние на скорость протекания процесса испарения. Была исследована зависимость протекания процесса испарения от физических параметров, проведен анализ полученных результатов. Высказанная гипотеза оказалась справедливой. Теоретические предположения были подтверждены в процессе исследований - зависимость скорости протекания процесса испарения от физических параметров заключается в следующем:

- С увеличением температуры жидкости увеличивается скорость протекания процесса испарения и наоборот;
- С увеличением площади свободной поверхности жидкости уменьшается скорость протекания процесса испарения и наоборот;
- Скорость протекания процесса испарения зависит от рода жидкости.

Таким образом, процесс испарения жидкостей зависит от таких физических параметров как температура, площадь свободной поверхности и род вещества.

Данная работа имеет практическое значение, так как в ней исследована зависимость интенсивности испарения – явления, с которым мы встречаемся в повседневной жизни, от физических параметров. Используя эти знания, можно контролировать протекание процесса. В дальнейшем можно исследовать зависимость процесса испарения жидкости от ее массы и от объёма пара и воздуха над её поверхностью.

Список литературы:

-Интернет-ресурсы :

<http://ru.wikipedia.org/wiki/> ;

http://class-fizika.narod.ru/8_13.htm ;

<http://e-him.ru/?page=dynamic§ion=33&article=208> ;

- Учебник по физике Г.Я. Мякишев « Термодинамика»