

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА КАЧЕСТВЕННЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ЛАБОРАТОРИИ АРХИМЕД

EXPERIMENTAL CHECK OF QUALITATIVE PHYSICS PROBLEMS USING ARCHIMEDES DIGITAL LABORATORY

Слепнева Н.И.

Учитель физики ГБОУ СОШ № 982, г. Москва

E-mail: slepnevanina@rambler.ru

Slepneva N.I.

Physics Teacher at Public School № 982,
Moscow

E-mail: slepnevanina@rambler.ru

Аннотация. В работе рассматривается метод использования цифровой лаборатории Архимед для измерений быстротекущих температурных процессов. Выводится формула зависимости температуры от времени. Материалы работы могут быть использованы в проектной деятельности учащихся 8 класса.

Annotation. This article explores the method of using Archimedes digital laboratory for measuring high-rate temperature processes. A time/temperature dependency formula is derived. The results of this research can be used in projected work of 8th-grade students.

Ключевые слова: цифровая лаборатория Архимед, Nova, охлаждение жидкости

Keywords: Archimedes digital laboratory, Nova, liquid cooling.

Трудно переоценить роль качественных задач в изучении физики. Именно на них можно проверить, насколько глубоко ученик понимает предмет. При анализе качественной задачи очень полезно не только обосновать свои рассуждения законами физики, но и доказать их экспериментально. В нашей практике в качестве инструмента, с помощью которого особенно эффективно можно проводить эксперименты, используется цифровая лаборатория Архимед.

Эта лаборатория состоит из миникомпьютера и набора подключаемых к нему датчиков. Одновременно можно использовать до четырех датчиков, чего вполне доста-

точно практически для любого эксперимента. Миникомпьютер Nova работает под операционной системой Windows CE и имеет специальное программное обеспечение для преобразования аналоговой информации, поступающей от датчиков, в цифровую форму и анализа этой информации. В состав комплекса входит достаточно большое количество датчиков (напряжения, силы тока, температуры, силы и т.п.) Более подробную информацию о комплексе можно получить на сайте <http://www.int-edu.ru/object.php?m1=747&m2=2&id=307>.

В данной работе автор постарается показать, как при помощи этой лаборатории можно экспериментально решать качественные задачи. Для примера возьмем довольно известную качественную задачу о том, когда нужно наливать сливки в кофе.

Вы большой любитель кофе со сливками и каждое утро перед уходом на работу выпиваете чашку кофе со сливками. Однако утром вы постоянно опаздываете и стремитесь выпить свой кофе побыстрее. Вы не любите очень горячий кофе и, чтобы не обжечься, вынуждены немного подождать. Какая стратегия представляется вам более выигрышной по времени: налить сливки в кофе сразу и подождать, когда он остынет до нужной вам температуры, или подождать, когда кофе немного остынет, и только тогда наливать сливки? Нужно сказать, что этот вопрос довольно активно обсуждался на различных форумах, мнения участников расходились и аргументы были весьма убедительны у всех участников. С одной стороны, чем горячее кофе, тем быстрее он остывает, и поэтому следует немного подождать, прежде чем наливать сливки. С другой стороны, при увеличении объема напитка, увеличивается площадь его поверхности, через которую происходит теплообмен с окружающей средой и поэтому лучше налить сливки сразу. Поскольку скорость теплообмена зависит от множества параметров, лучше всего выяснить ответ на поставленный вопрос экспериментальным путем.

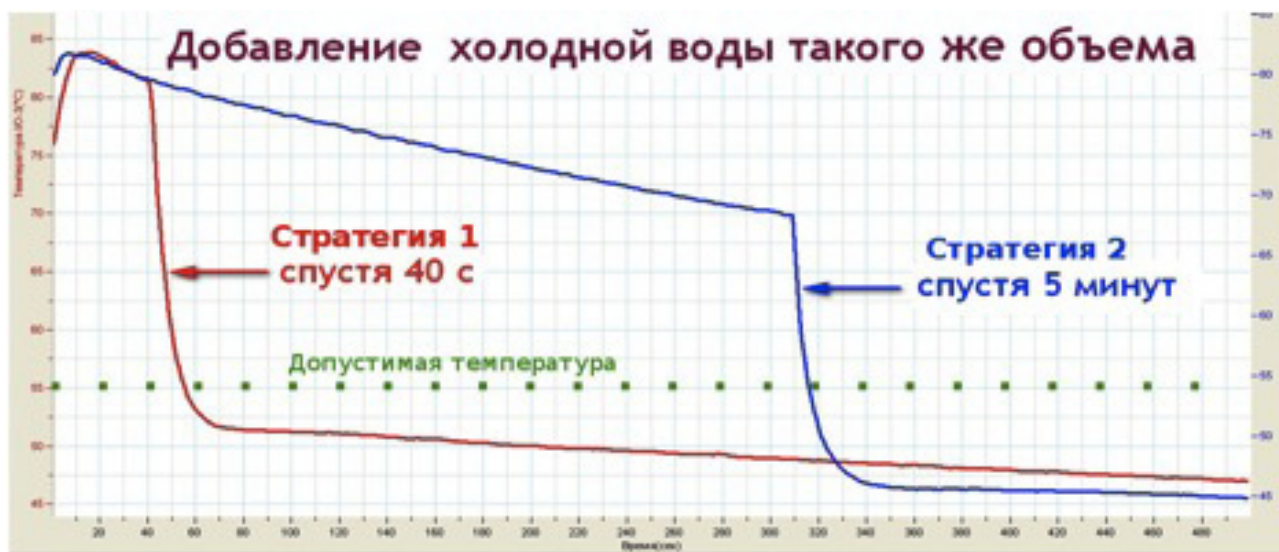
Для проведения эксперимента можно взять турку, две чашки, кофемолку и вместо сливок воду комнатной температуры. Воду следует взять не из экономии: ранее мы с учениками экспериментально установили, что скорость остывания у воды и сливок одинакова. Объем воды должен быть равен объему наливаемого кофе. В обе чашки с кофе помещаем датчики температуры и проводим эксперимент по двум стратегиям.

В *первом случае* наливаем кипящий кофе в чашку с термометром и через 40 секунд добавляем холодную воду. Может возникнуть вопрос: почему через 40 секунд? Первые 10 секунд необходимы для первоначального нагревания градусника и посуды. Если налить воду сразу, то картина начальных процессов получается



смазанной. Еще 30 секунд нужны, чтобы убедиться в том, что охлаждение кофе в двух чашках проходит с одинаковой скоростью.

На экране миникомпьютера Nova в первые 10 секунд наблюдаем подъем температуры до 84°C (это нагревается градусник), затем в следующие 30 секунд – плавное понижение температуры на 5°C (это начался процесс остывания), после чего – резкое понижение температуры на 30°C за 15 секунд (в результате теплообмена между горячим кофе и холодной водой). Далее наблюдается плавное понижение температуры со скоростью примерно 1°C в минуту.



Для реализации второй стратегии мы оставляем горячий кофе в чашке с градусником и, подождав 5 минут, добавляем воду комнатной температуры. Объем воды, как и в предыдущем случае, должен быть равен объему наливаемого кофе. На экране микрокомпьютера мы видим, как и в первом случае, в первые 10 секунд подъем температуры до 84°C , затем в течение 5 минут – плавное понижение температуры со скоростью 3°C в минуту. После добавления холодной воды в течение 20 секунд температура понижается на 24°C (в предыдущем случае, как мы помним, добавление воды понизило температуру на $t_{\text{снижения}} = 30^{\circ}\text{C}$). Затем наблюдается плавное понижение температуры со скоростью примерно $0,5^{\circ}\text{C}$ в минуту.

На рисунке показаны графики изменения температур, которые в ходе эксперимента получаются на экране Nova (или на экране подключенного к нему персонального компьютера). Вывод из эксперимента нам кажется очевидным. Первая стратегия оказалась более выигрышной для любителей горячего кофе (около 50°C), а вторая – для любителей более прохладного кофе (около 45°C). Для определения времени, через которое следует наливать сливки, можно воспользоваться следующим алгоритмом:

1. Определить, какая температура кофе является для вас оптимальной ($t_{\text{оптимальная}}$)
2. Учитывая, что скорость остывания 100 мл смеси при комнатной температуре равна 3°C в минуту, вычислить время добавления сливок в минутах можно по следующей формуле:

$$\tau = \frac{t_{\text{начальная}} - (t_{\text{оптимальная}} + t_{\text{снижения}})}{v_{\text{остывания}}}$$

Автор данной статьи предпочитает пить кофе, температура которого составляет 55°C (на графике отмечена зеленым пунктиром). В этом случае выигрышной оказывается стратегия 1 – добавить холодные сливки в кофе фактически сразу, без какого-либо ожидания. Кстати, эта температура была измерена не обыкновенным градусником, а с помощью датчика температуры, подключенного к Nova. Измерение получается более точным и быстрым.

Однако если вы предпочитаете другие пропорции сливок и кофе, то вам следует провести свой эксперимент, и комплекс Архимед будет вашим надежным помощником.

Интернет-журнал
«Проблемы современного образования»
2013, № 3