

ЗАГАДКИ КИПЕНИЯ

Весь рабочий день о них одних рассказываю. Пять уроков подряд.
– Не лучший вариант, – скажет кто-то.

А я не соглашусь: – рассказываю одно, да не то же.

Так на первом уроке даю материал, а обратная связь подсказывает, где допущены ошибки, где слабые места повествования, а где трудности восприятия. На последующих – коррекцией занимаюсь. Шлифовкой и устранением шероховатостей. Последний же – почти «произведение искусства». Но это в теории, а на практике можно долго к этому «почти» стремиться, и даже близко к нему не подойти. И такое бывает.

– Сегодня мы будем говорить с вами о парообразовании, а точнее об одном из его видов – кипении.

Благодатная тема. Мы выясняем его особенности. Учебник скромно сообщает, что происходит образование пузырьков пара по всему объёму при строго определённой температуре кипения, которая является для данной жидкости константой. Но мне нужны яркие образы, являющиеся катализатором к пониманию. Весь «научный фольклор» ради него.

С телевизионного экрана стреляет оружие гражданской – пулемёт «Максим»: – та – та – та – та – та. Захлебнулась атака белогвардейцев, но кончился боезапас, и наступила тишина.

– Как долго может стрелять пулемёт? Пока не кончатся патроны? А если с ними нет проблем? Бесконечно долго? Скажите тогда, зачем в кожух его ствола перед стрельбой заливают воду?..

– Догадались? Тогда предложите, где можно использовать данный принцип в настоящее, мирное время. Думаем!...

Идея первого урока:

– Полагаю, что это чайник с водой на раскалённой плите. Пока жидкость не выкипит, её температура будет оставаться равной 100°C.

В подтверждение кто-то вспоминает о печальной судьбе электросамовара, в который забыли налить воду.

Я очень ценю эти мысли, догадки и фантазии ребят. «Сухая» наука для них оживает, а с нею и окружающий мир. И тогда рождаются открытия.

Открытие, сделанное на последующем уроке:

– «Космический чайник»!

– Что за диво?

– Защита от перегрева космического аппарата (К.А.). Влетая в земную атмосферу при спуске, он из-за большого воздушного сопротивления тормозит, и нагревается до такой степени, что самые тугоплавкие вещества способны испариться. Что обеспечит безопасность космонавтов? Наш «чайниковый эффект»! К.А. одевают в «жертвенный слой» защитного покрытия. Превращаясь в пар, он подобно воде в чайнике, защищает от перегрева.

– А теперь внимание: в этих сосудах жидкости одинаковой плотности: «Х» и «У». Сольём и перемешаем. Химической реакции при этом не происходит. Предложите способ их разделения.

И вновь я аплодирую фантазиям ребят. Мы «открываем» крекинг нефти.

Говоря о наличии центров парообразования как одном из условий закипания, прогнозируем, что будет, если убрать эти пузырьки нерастворённого газа и частички примесей. Получаем перегретую жидкость.



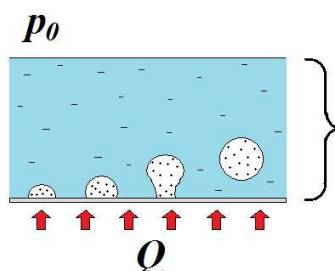
И вновь видеозапись. Опасный эксперимент: в литр «ненормальной воды» всыпают меловую пыль. В мгновения жидкость превращается в пар. Пфффф-у! – столб в потолок. Аплодисменты.

На предпоследнем уроке успели даже обсудить вопрос о том, где данный эффект можно использовать и вышли на «пузырьковую камеру» для наблюдения треков частиц.

Особое внимание и интерес к экспериментам, наблюдаемым не с экрана, а с кафедры. К тем, которые можно руками потрогать.

– Второе условие закипания – рост паровых пузырьков.

Сначала научное предсказание.



ПРЕДСКАЗАНИЕ:

Растут, если: $p_{\text{пара}} > \rho gh + p_{\text{внешнее}}$.

Уменьшаются в размере и схлопываются, если:

$p_{\text{пара}} < \rho gh + p_{\text{внешнее}}$.

Следовательно, температура кипения зависит от внешнего давления.

– Зависит. А как? ... Молодцы! Давайте проверим.

Стеклянная колба закрыта пробкой со шлангом. Внутри вода из-под крана. Рукой потрогали и оценили:

– Прохладная.

Шланг к насосу Комовского подсоединен. Два насоса в кабинете имеются: один совмещён с мощным электродвигателем, другой – ручного действия. Для нас второй предпочтительней.

– Кто ручку крутить желает?

– Для того чтобы ученик всё хорошо понял, – поучал меня, помнится, после окончания института пожилой учитель, – ему надо дать возможность услышать, увидеть и пощупать.

Помогает совет.

Чав – чав – чав, – чавкает маслом поршень внутри насоса, исправно откачивая воздух. Чав – чав – чав, – понижает давление. И вдруг... Бурление.

– Кипит!

Дотронулся до колбы. Пальцы обжёг, на них усиленно дую. Беспокойство и... смех. Раскрыт розыгрыш. Никаких чудес. На понимание работаем.

На втором уроке пришла идея вместо колбы полуметровый мерный цилиндр использовать.

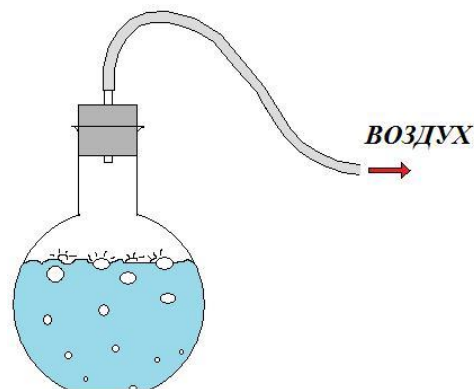
– Смотрите, где пузырьки зарождаются. В двадцати сантиметрах от дна. Ниже вода не кипит. Непонятно только почему.

Разобрались ребята, что всё дело в «*h*». Предсказание сбывается.

На третий урок – дальнейшее развитие. У цилиндра чувствительный микрофон размещён и усилитель. А из громкоговорителя слышно как холодный кипяток клокочет. Красота новые мысли рождает:

– Как-то незадолго до закипания мой чайник, похоже, шумел. Крышку открыл – не булькает. Не понял и закрыл. Но теперь осмыслил – пузырьковое схлопывание. Они у горячей поверхности рождаются и, оторвавшись, в непрогретую жидкость попадают. А там смерть, согласно предсказанию от охлаждения и уменьшения давления пара ($p_{\text{пара}}$). «Голос» каждого не слышен, а вместе – шум.

Бурлит жидкость. Бурлит класс. Учитель на перемене бежит в школьный буфет:



– Газированной воды в бутылочке, пожалуйста... Не знаете, пузырьков при открывании много образуется?... Спасибо, – и снова в кабинет.

Пусть подумают, что происходит с кровью водолаза быстроподнимающегося на поверхность с глубины. А, догадавшись, пусть эту кессонную болезнь при помощи моей покупки продемонстрируют. А если ещё и способы предотвращения предложат... Стоп! Какой урок? Какой класс?

– Не стоило спешить!..

Так и осталась бутылка нераскупоренной. Не было кипения на кафедре и в мыслях присутствующих. «Произведения искусства» – не получилось. Да и обычного тоже. Сплошное «схлопывание».

А причина в чём? Об этом после уроков размышляю. Можно себя успокоить:

– Есть такие ученики, с которыми ничего не рождается. «Недогретая жидкость», а не класс.

– Нам бы троечку... А физику эту себе оставьте.

Субъективен такой взгляд. Деятельность-то совместная. Может быть условия для «закипания» не выполнены? О них-то и надо подумать.

Сложный это процесс – «кипение». Для вещества переход из одного фазового состояния в другое сопровождается повышением внутренней энергии. А для ребят – новым уровнем деятельности и сознания.

Сложен процесс, но увлекателен. Много в нём загадок и тайн. И для учеников и для учителя.

08.01.99