

СИДЕЛА ЖЕНЩИНА, СКУЧАЛА...

*Качала ножкою своей,
И вдруг пришла мыслишка к ней...*



Перед вами картина маслом «Сидела женщина, скучала...» – результат деяния «качания ножкой». Не потешный или печальный финал, а пища для ума и поучительное продолжение. Проверьте себя на знание школьной физики. Приглядитесь, подумайте и ответьте на вопросы:

1. Изображены ли на картине сообщающиеся сосуды?
2. Какие законы из школьного учебника задействованы в процессе? (Кто назовёт больше?).
3. Чему равно избыточное давление воздуха в полости рта за раздутыми щеками? (Производя оценку, считайте, что чайник полон жидкости).

Не спешите читать подсказки, воспользуйтесь возможностью сделать СВОИ открытия. Мы подождём...

Наши краткие комментарии.

По определению: «Сосуды, соединённые между собой, жидкость в которых может свободно перетекать, имеющие общее дно, называются сообщающимися». А так хотелось в качестве примера назвать чайник и чашку... Корпус чайника и его носик – вот наш ответ. Интересно, изменится статус сосудов, если чайник и чашку соединить трубкой сифона, повторяющей форму водяной струйки на картине?..

Явно действуют законы: Паскаля; Всемирного тяготения; Ньютона (II); изменения полной механической энергии; сохранения полной механической энергии; сохранения массы; изменения импульса; Бойля-Мариотта; Бернулли... Конечно, мало назвать законы, главное понять, как и «где» они «работают»...

Перестаём качать ножкой и вспоминаем школьную механику. Пусть носик чайника расположен под углом α к горизонту, имеет сечение S , длину l и заполнен жидкостью плотностью ρ и массой m . Приключения в незамкнутой системе начинаются...

Избыточное давление Δp создаёт силу давления F , которая сообщает массе жидкости в носике ускорение (силой тяжести мы пренебрегаем, т.к. она много меньше, силы F):

$$a = \frac{F}{m} = \frac{\Delta p S}{\rho V} = \frac{\Delta p S}{\rho l S} = \frac{\Delta p}{\rho l} \quad (1)$$

Столбик жидкости на пути l разгоняется из состояния покоя ($U_0 = 0$) до скорости U :

$$l = \frac{U^2 - U_0^2}{2a} = \frac{U^2}{2a} \quad (2)$$

$$(1) \rightarrow (2): \quad U^2 = \frac{2\Delta p}{\rho} \quad (3)$$

Вот она, связь избыточного давления со скоростью фонтанирования¹. Вертикальная компонента этой скорости ($U\sin\alpha$) влияет на высоту подъёма струйки. По закону сохранения полной механической энергии:

$$\frac{m(U\sin\alpha)^2}{2} = mgH \text{ или } \frac{(U\sin\alpha)^2}{2} = gH \quad (4).$$

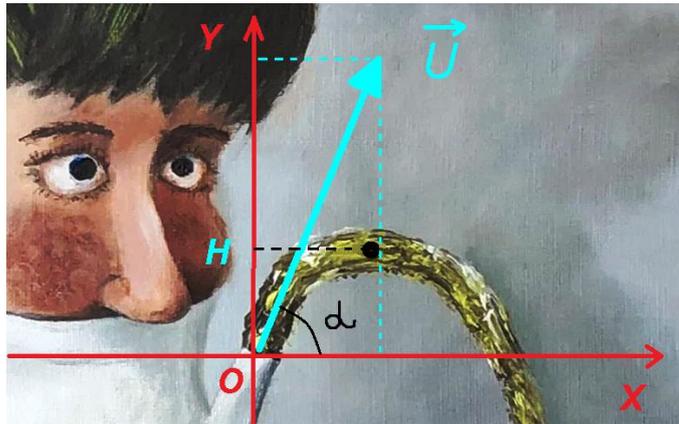
$$(3) \rightarrow (4): \quad \Delta p = \rho g H \sin^2 \alpha.$$

Заметим, что если струйка бьёт вертикально ($\alpha = 90^\circ$), то $\Delta p = \rho g H$.

– Знакомая гидростатическая формула для весового давления жидкости?

– Нет! В нашем случае – сплошная гидродинамика и случайная (?) похожесть. Она же – приятная неожиданность.

Изучив картину, определим угол наклона носика чайника (α) и высоту подъёма струйки (H). Синус угла находится из соотношения определённых сторон прямоугольного треугольника, дорисованного к картине. Для определения высоты нужен эталон. Пусть им станет нос женщины. Тогда искомая высота составит 1,4 носа.



– А сколько это в привычных сантиметрах?

– Для определения масштаба приложим линейку к своему носу...

– Не похож на тот, что на картине?

– Не беда. Точность для нас принципиально недоступна, мы лишь оцениваем.

Вам остаётся принять жидкость в чайнике за воду и произвести расчёт...

И напоследок – совет: не ограничивайтесь теорией, повторите опыт.

– Зачем?

– Хотя бы для того, чтобы убедиться – физика не сухая наука, а «мокрая».



¹ Тот же результат можно получить, если расписать уравнение Бернулли для жидкости между сечениями тела чайника и его носика, а так же пренебречь изменением потенциальной энергии жидкости (т.е. работой силы тяжести) и скоростью понижения уровня жидкости в чайнике.

P.S. На акварельном рисунке запечатлена пугающая красота последствий подводного атомного взрыва в (не)Тихом океане у атолла Бикини в 1946г. (Имеется множество фотографий, пригодных для детального изучения). Неслабо американцы тогда «подули в чайник»...

20.10.22