

Вопросы викторины

1. Влияет ли невесомость на силу трения?

Вы все, наверняка, катаетесь с горки на санках, и, наверное, замечали, что санки, скатившись с горы, движутся по горизонтальному пути неравномерно, скорость их постепенно уменьшается, и через некоторое время они останавливаются. Разбежавшись на коньках, мы скользим по льду, но, как бы ни был гладок лёд, мы всё-таки останавливаемся. Мы знаем, что причиной всякого изменения скорости движения является сила.

Сила, возникающая при движении одного тела по поверхности другого, приложенная к движущемуся телу и направленная против движения, называется силой трения.

Одной из причин возникновения силы трения является шероховатость поверхностей соприкасающихся тел.

Другая причина трения - взаимное притяжение молекул соприкасающихся тел. Возникновение силы трения обусловлено главным образом первой причиной, когда поверхности тел шероховаты. Но если поверхности тел хорошо отполированы, то при соприкосновении часть их молекул располагается так близко друг от друга, что заметно начинает проявляться притяжение между молекулами соприкасающихся тел.

При скольжении одного тела по поверхности другого возникает сила трения, которую называют *трением скольжения*.

Сила трения зависит от:

k – коэффициента трения скольжения;

N – силы нормальной реакции опоры.

$$F_{\text{тр.}} = K * N$$

Я решила провести эксперимент.

Приборы: динамометр, брусок, грузы 100г, лист картона.

Опыт 1. При равномерном движении бруска с одним грузом по поверхности парты сила трения равна 0,3Н.

Опыт 2. При равномерном движении бруска с двумя грузами по поверхности парты сила трения равна 0,6Н.

Опыт 3. При равномерном движении бруска с двумя грузами по гладкой поверхности сила трения равна 0,4Н.

Опыт 4. При равномерном движении бруска с двумя грузами по шероховатой поверхности сила трения равна 0,7Н.



Вывод: сила трения зависит от веса тела и от чистоты обработки поверхности.

За пределами земной атмосферы при выключении реактивных двигателей (становится равной нулю сила тяги двигателей) на космический корабль действует только сила всемирного тяготения. Под действием этой силы космический корабль и все тела, находящиеся в нём, движутся с одинаковым ускорением.

При свободном падении $a=g$, в таком случае $P=0$, то есть вес отсутствует.

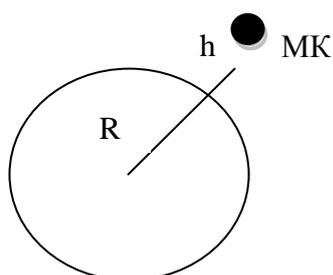
Следовательно, если тела движутся только под действием силы тяжести (то есть свободно падают), они находятся в состоянии *невесомости*. Характерным признаком этого состояния является отсутствие у свободно падающих тел деформаций и внутренних напряжений, которые вызываются у покоящихся тел

силой тяжести. Причина невесомости тел заключается в том, что сила тяжести сообщает свободно падающему телу и его опоре (или подвесу) одинаковые ускорения.

Так как трение зависит не только от веса тела, но и от коэффициента трения, то в невесомости (несмотря на отсутствие веса) трение существует. Невесомость на коэффициент трения не влияет. Если тела соприкасаются двумя поверхностями, то между ними действует сила трения. Это трение основано на межатомных взаимодействиях. Если бы в невесомости силы трения не существовало, космонавты на космических станциях не могли бы даже ничего в руки взять, всё бы выскользывало. Я в фильме наблюдала, как космонавты удерживают в руках карандаши, микрофоны, видеокамеры. В том же фильме Александр Серебров демонстрировал, как он вытаскивал неисправный блок, и это стоило ему больших усилий, потому что надо было преодолеть силу трения. И вообще, все тела распались бы на атомы, если бы сила трения была $= 0$.

2. Можно ли совершить прыжки на борту космической станции, подобные прыжкам космонавтов на Луне?

Я решил выяснить, на какую высоту могу подпрыгнуть. Моя одноклассница установила метровую линейку и зрительно отметила высоту моего прыжка при сильном отталкивании: 60 см. Мы знаем, что на Луне ускорение свободного падения в 6 раз меньше, значит, при таком же толчке, как на Земле, я мог бы подпрыгнуть на высоту 360 см. Выясним, от чего зависит ускорение свободного падения.





На тело действует сила тяжести, которая является частным случаем силы всемирного тяготения.

$$mg = \frac{GM_{\text{З}} \cdot m}{R^2}$$

$g = \frac{GM_{\text{З}}}{R^2}$ – эта формула используется для тела, находящегося на поверхности Земли, $g \approx 10 \text{ м/с}^2$

Вычислим ускорение свободного падения на МКС. Высота для МКС 410 км, $R_{\text{З}} = 6400 \text{ км}$.

$$g = \frac{GM}{(R + h)^2}$$

$$g = \frac{10 * (6400000)^2}{(6400000 + 410000)^2}$$

g на высоте МКС равно $8,8 \text{ м/с}^2$. Ускорение на высоте МКС в 1,36 раза меньше чем на поверхности Земли. Значит высота, на которую я мог бы подпрыгнуть, равна 81,6 см. Космонавты при прыжке на МКС, при своём движении сталкиваются с потолком корабля и отскакивают обратно.

Представьте себе, что вы на борту космического корабля. Вы пробуете сделать шаг в каюте космического корабля – и плавно, как пушинка, парите к потолку: легкого усилия мускулов ног достаточно, чтобы сообщить вашему невесомому телу заметную поступательную скорость. Вы летите к потолку (нельзя сказать «вверх»: там нет ни низа ни верха), ударяетесь о него и обратный толчок относит ваше невесомое тело снова к полу. Это плавное падение не будет

грузным; вы почувствуете лёгкий удар, но этого достаточно, чтобы оттолкнуть вас к потолку, и т.д.

Я делаю вывод, что на Луне мой прыжок в 4,4 раза был бы выше, чем на борту МКС.



3. Можно ли в невесомости вылить воду из сосуда?

Представьте себе, что вы хотите налить воды для питья: опрокидываете бутылку над стаканом, но вода не льётся. В космосе нет веса, значит, нет и причины, по которой жидкость будет выливаться из сосуда, если ударить по дну бутылки, то вылетит большой колеблющийся водяной шар, пульсирующий в воздухе. Если эта гигантская водяная капля ударится о пол или стенку каюты, то растечётся по ним тончайшим слоем и расплзётся во все стороны.

На Земле, чтобы налить воду в бутылку, подставляют горлышко под струю. Точно так же вода легко выливается из бутылки под действием силы тяжести. В космосе в условиях невесомости жидкость не накапливается на дне сосуда, она "плавает" внутри сосуда в виде шаровых капель разного размера. Заполнение сосуда водой вызовет вытеснение из него воздуха и вместе с воздухом будут "выплывать" взвешенные в нем капли воды. Если струю с маленькой скоростью направить сразу на стенку сосуда, то вода, смачивая стенку, будет прилипать к ней и взвешенных капель не будет (по крайней мере,

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года
2 тур, апрель 2013 г.
возрастная категория «9 класс»
Игровой номер 13f306

до тех пор, пока сосуд не встряхивают). Чтобы достать воду, бутылку необходимо либо встряхивать, либо раскрутить так, чтобы жидкость прижалась к ее стенкам, либо использовать шприц.

В космосе вода собирается в порции в виде шаровидных капель, как и положено в невесомости. Эти капли в результате разных случайных воздействий потом дробятся на меньшие. Если действовать, как на Земле, и наливать воду из крана в горлышко сосуда, то она начнет выталкивать из сосуда воздух, в котором взвешены капли разного размера, — иными словами, будет сама же выталкивать себя.

Если же струю с малой скоростью направить сразу на стенку сосуда, то вода, смачивая стенку, прилипает к ней. Тогда взвешенных капель не будет — по крайней мере, до тех пор, пока сосуд не встряхивают. Таким способом можно без потерь налить жидкость в сосуд.

И тут же возникает второй вопрос: а как можно взять жидкость из сосуда? Ведь из-за невесомости жидкость «плавает» в сосуде в виде шаровых капель разного диаметра.

Конечно, если есть центрифуга, то задача решается просто: при вращении сосуда жидкость будет «прижиматься» к дальней от оси вращения стенке, а оттуда ее можно забирать с помощью шприца. Если нет центрифуги, можно прижать жидкость к стенке, двигая сосуд с небольшим линейным ускорением. Именно так обычно и делают.

Инженер-испытатель А.Серебров предложил другой способ: поместить внутрь сосуда длинный и узкий предмет, например, черенок ложки, к которому капли прилипают. За счет сил поверхностного натяжения жидкость «расползается» по черенку и подходит к краю горловины сосуда. Слегка «помешивая» черенком, легко добиться того, чтобы жидкость постоянно находилась на черенке вблизи выходного отверстия сосуда. Задача, стало быть, решена. На МКС космонавты пьют воду из специальных эластичных пластиковых пакетиков с помощью

трубок, так как вода, попав в воздух, в виде капель может попасть вместе с воздухом в легкие.

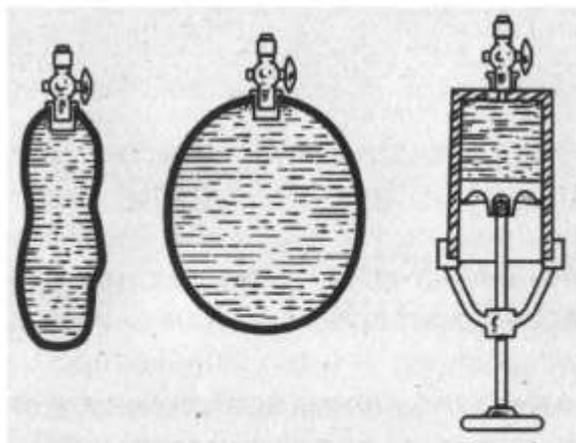


Рис. 54. Бутылки для ракетного корабля

Чтобы из бутылки возможно было в среде без тяжести извлекать содержимое, стенки ее должны быть кожанные (слева) или резиновые (в середине), или бутылка должна снабжаться поршнем (справа)

4. Чем отличается процесс смачивания на Земле и в космическом корабле?

Вспомним строение жидкостей. Молекулы вещества в жидком состоянии расположены почти вплотную друг к другу. В отличие от твердых кристаллических тел, в которых молекулы образуют упорядоченные структуры во всем объеме кристалла и могут совершать тепловые колебания около фиксированных центров, молекулы жидкости обладают большей свободой. Каждая молекула жидкости, также как и в твердом теле, «зажата» со всех сторон соседними молекулами и совершает тепловые колебания около некоторого положения равновесия. Однако время от времени любая молекула может переместиться в соседнее вакантное место. Такие перескоки в жидкостях происходят довольно часто; поэтому молекулы не привязаны к определенным центрам, как в кристаллах и могут перемещаться по всему объему жидкости. Этим объясняется текучесть жидкостей. Из-за сильного взаимодействия между близко расположенными молекулами они могут

образовывать локальные (неустойчивые) упорядоченные группы, содержащие несколько молекул. Это явление называется ближним порядком (рис. 1).

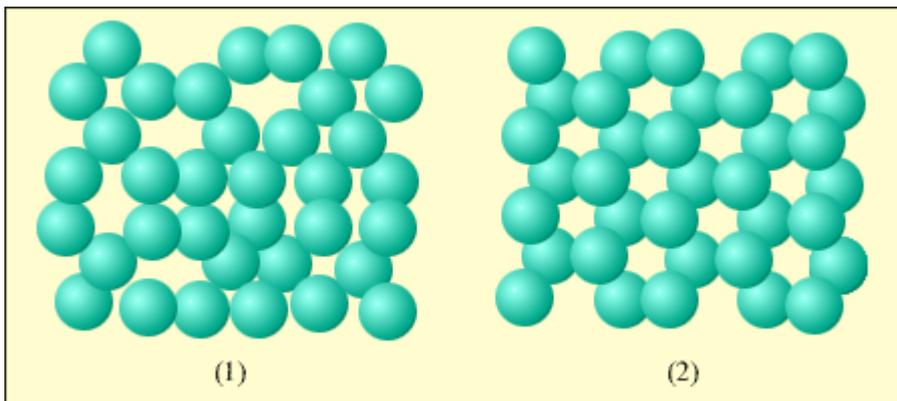


Рисунок 1.

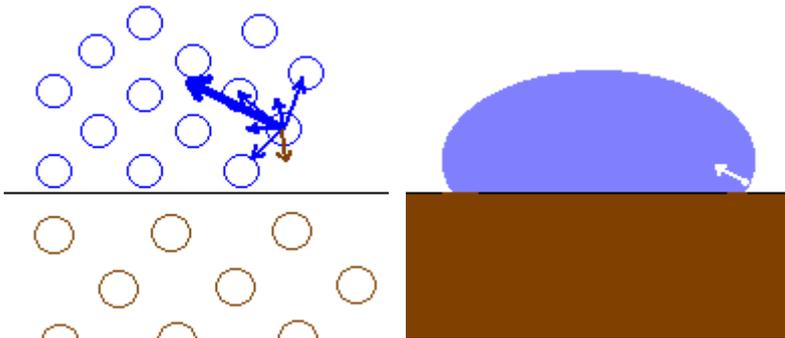
Пример ближнего порядка молекул жидкости и дальнего порядка молекул кристаллического вещества: 1 – вода; 2 – лед.

В случае соприкосновения с твердым телом силы сцепления молекул жидкости с молекулами твердого тела начинают играть существенную роль. Поведение жидкости будет зависеть от того, что больше: сцепление между молекулами жидкости или сцепление молекул жидкости с молекулами твердого тела.

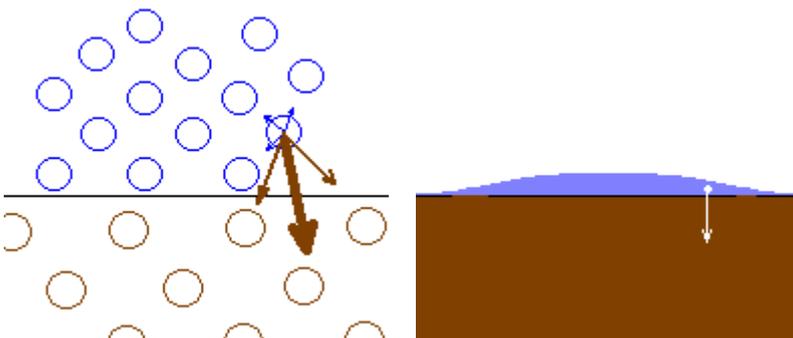
Если жидкость контактирует с твердым телом, то существуют две возможности:

1) Молекулы жидкости притягиваются друг у другу сильнее, чем к молекулам твердого тела. В результате силы притяжения между молекулами жидкости собирают её в капельку. Так ведет себя ртуть на стекле, вода на парафине или "жирной" поверхности. В этом случае говорят, что жидкость не смачивает

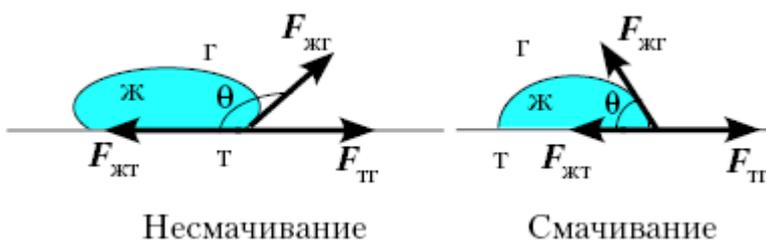
поверхность;



2) Молекулы жидкости притягиваются друг у другу слабее, чем к молекулам твердого тела. В результате жидкость стремится прижаться к поверхности, расплывается по ней. Так ведет себя ртуть на цинковой пластине, вода на чистом стекле или дереве. В этом случае говорят, что жидкость смачивает поверхность.



В зависимости от того, смачивает ли жидкость стенки сосуда или не смачивает, форма поверхности жидкости у места соприкосновения с твердой стенкой и газом имеет разный вид



В первом случае жидкость смачивает твердое вещество, а во втором — нет. Отмеченный на рисунке угол θ называют краевым углом. Краевой угол образуется плоской поверхностью твердого тела и плоскостью, касательной к свободной поверхности жидкости, где граничат твердое тело, жидкость и газ; внутри краевого угла всегда находится жидкость. Для смачивающих жидкостей краевой угол острый, а для не смачивающих — тупой. Чтобы действие силы тяжести не искажало краевой угол, каплю надо брать как можно меньше.

Поскольку краевой угол θ сохраняется при вертикальном положении твердой поверхности, то смачивающая жидкость у краев сосуда, в который она налита, приподнимается, а несмачивающая жидкость опускается.



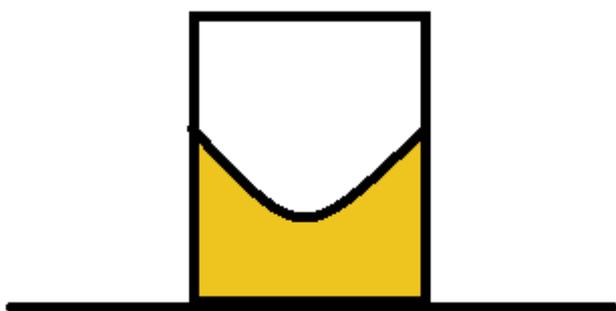
Я провёл эксперимент и решил выяснить, смачивает ли вода поверхность стекла, парафина, меди и алюминия. Оборудование: ливер, стакан с водой, пластинки стеклянные, пластилин, хорошо зачищенные алюминиевая и медная пластины.

Вывод: вода смачивает стекло и алюминий. Остальные поверхности не смачивает.



В космосе при значительном уменьшении силы тяжести начинают проявляться другие силы, например, молекулярные. Если жидкость смачивает стенки сосуда, то вылить ее оттуда в невесомости — проблема. И наоборот, если не смачивает — то она в сосуде как бы «парит», едва касаясь стенок, и при первой возможности стремится покинуть место своего заточения.

В фильме я наблюдал, как космонавты с помощью капли воды смочили пластилиновый шарик. Молекулы воды соединяются, удерживаются молекулами пластилина. Интересно ведёт себя мёд в банке. Поверхность мёда похожа на вогнутый мениск. Мёд как бы ползёт по стенкам банки. В космосе вода смачивает и металлический шарик. В отсутствии веса даже песчинки ведут себя необычно: они сцепляются за счёт межмолекулярных сил и текут как вода.



За счёт хорошей смачиваемости в космосе находят применение капилляры. Например, в космической гидропонике. Обычный бачок. В днище его — небольшой резервуар, хорошо изолированный от внешней среды. Через несколько отверстий пористый фторопласт, как губка, вытягивает из бачка раствор, впитывает его и тянет по капиллярам вверх. Именно туда, где

расположены выступы — «гряды». В них, этих пористых выступах, хорошо укореняется почти любое растение — опыты проводились с томатами, капустой, свеклой. По пластине-губке раствор подается к корням. Растение получает столько питания и влаги, сколько ему нужно. Это тоже очень важно. Астронавт Дональд Петтит, создал чашку, которая позволяет пить кофе в невесомости.

От привычных земных чашек новое изобретение отличает необычная форма: в сечении она напоминает каплю. Именно наличие острого ребра и позволяет человеку из нее пить. В основе работы чашки лежит так называемое смачивание — явление взаимодействия жидкости с поверхностью. На Земле оно отвечает за промокание, растекание жидкости по поверхности, а также за ее движение по капиллярам. В невесомости этот эффект позволяет кофе оставаться в чашке, а не улетать в свободный полет при малейшем шевелении сосуда (конечно же в случае правильного подбора материала чашки и количества жидкости). Однако кофе невозможно пить. В обычных условиях при наклоне сосуда жидкость начинает течь под воздействием силы тяжести, а в невесомости этого не происходит.

Именно для решения этой проблемы у чашки имеется угол. Как показывает теория, если его величина меньше некоторого значения, то в результате смачивания жидкость сама «поползет» по желобу вверх к потребителю.