

Вопросы викторины.

1. Как ведут себя в невесомости песочные часы?

Песочные часы́ — простейший прибор, для отсчёта промежутков времени состоящий из двух сосудов, соединённых узкой горловиной, один из которых частично заполнен песком. Время, за которое песок через горловину пересыпается в другой сосуд, может составлять от нескольких секунд, до нескольких часов.

Песочные часы были известны в глубокой древности. В Европе они получили распространение в Средние века. Одним из первых упоминаний о таких часах является обнаруженное в Париже сообщение, в котором содержится указание по приготовлению тонкого песка из порошка чёрного мрамора, прокипячённого в вине и высушенного на солнце. На кораблях применялись четырёхчасовые песочные часы (время одной вахты) и 30-секундные для определения скорости корабля по лагу.

В настоящее время песочные часы используются лишь при проведении некоторых врачебных процедур, в фотографии, а также в качестве сувениров.

Точность песочных часов зависит от качества песка. Колбы заполнялись отожжённым и просеянным через мелкое сито и тщательно высушенным мелкозернистым песком. В качестве исходного материала также использовались молотая цинковая и свинцовая пыль.

Точность хода зависит также от формы колб, качества их поверхности, равномерной зернистости и сыпучести песка. При длительном использовании точность песочных часов ухудшается из-за повреждения песком внутренней поверхности колбы, увеличения диаметра отверстия в диафрагме между колбами и дробления песчаных зёрен на более мелкие.

В невесомости песочные часы, также как и часы с маятником, работать не будут. Почему? Потому, что они заисят от силы тяжести, маятник не будет качаться, песчинки не буду падать, так как в космосе нет силы тяжести.



2. Как измерить массу тела в космосе?

Итак мы знаем, что Масса это фундаментальная физическая величина, определяющая инерционные и гравитационные физические свойства тела. С точки зрения теории

относительности масса тела m характеризует его энергию покоя E_0 , которая согласно

$$E_0 = mc^2$$

соотношению Эйнштейна: , где c -- скорость света.

В ньютоновской теории гравитации масса служит источником силы всемирного тяготения,

притягивающей все тела друг к другу. Сила F_g , с которой тело массы m_1 притягивает тело

с массой m_2 , определяется законом тяготения Ньютона:

2 тур, апрель 2013 г.

возрастная категория «10 класс»

Игровой номер 13f1223

$$F_g = -\frac{Gm_1m_2}{r^2}.$$

$$F_g = -\frac{Gm_1m_2\vec{r}}{r^3}$$

или если быть более точным. , где \vec{r} -- вектор

Инерционные свойства массы в нерелятивистской (ньютоновской) механике определяются соотношением $F = ma$. Из сказанного выше, можно получить по крайней мере три способа определения массы тела в невесомости.

1. Можно аннигилировать (перевести всю массу в энергию) исследуемое тело и измерить выделившуюся энергию -- по соотношению Эйнштейна получить ответ. (Годится для очень малых тел -- например, так можно узнать массу электрона). Но такого решения не должен предлагать даже плохой теоретик. При аннигиляции одного килограмма массы выделяется $2 \cdot 10^{17}$ джоулей тепла в виде жесткого гамма излучения
2. С помощью пробного тела измерить силу притяжения, действующую на него со стороны исследуемого объекта и, зная расстояние по соотношению Ньютона, найти массу (аналог опыта Кавендиша). Это сложный эксперимент, требующий тонкой методики и чувствительного оборудования, но в таком измерении (активной) гравитационной массы порядка килограмма и более с вполне приличной точностью сегодня ничего невозможного нет. Просто это серьезный и тонкий опыт, подготовить который вы должны еще до старта вашего корабля. В земных лабораториях закон Ньютона проверен с прекрасной точностью для относительно небольших масс в интервале расстояний от одного сантиметра примерно до 10 метров.
3. Подействовать на тело с какой -- либо известной силой (например прицепить к телу динамометр) и измерить его ускорение, а по соотношению $F = ma$ найти массу тела (Годится для тел промежуточного размера).
4. Можно воспользоваться законом сохранения импульса. Для этого надо иметь одно тело известной массы, и измерять скорости тел до и после взаимодействия.
5. **Лучший способ взвешивания тела** - измерение/сравнение его инертной массы. И именно такой способ очень часто используется в физических измерениях (и не только в невесомости). Как вы, вероятно, помните из личного опыта и из курса физики, грузик, прикрепленный к пружинке, колеблется с вполне определенной частотой: $\omega = (k/m)^{1/2}$, где k - жесткость пружинки, m - масса грузика. Таким образом, измеряя частоту колебаний грузика на пружинке, можно с нужной точностью определить его массу. Причем совершенно безразлично, есть невесомость, или ее нет. В невесомости удобно держатель для измеряемой массы закрепить между двумя пружинами, натянутыми в противоположном направлении. (Можете для развлечения определить, как зависит чувствительность весов от предварительного натяжения пружинки). В реальной жизни такие весы используются для определения влажности и концентрации некоторых газов. В качестве пружинки используется пьезоэлектрический кристалл, частота собственных колебаний которого определяется

его жесткостью и массой. На кристалл наносится покрытие, селективно поглощающее влагу (или определенные молекулы газа или жидкости). Концентрация молекул, захваченных покрытием, находится в определенном равновесии с концентрацией их в газе. Молекулы, захваченные покрытием, слегка меняют массу кристалла и, соответственно, частоту его собственных колебаний, которая определяется электронной схемой (помните, я сказал, что кристалл пьезоэлектрический)... Такие "весы" очень чувствительны и позволяют определять очень малые концентрации водяного пара или некоторых других газов в воздухе.

Да, если вам доведется побывать в невесомости, то помните, что отсутствие веса, это не значит отсутствие массы и в случае удара о борт вашего космического корабля синяки и шишки будут самыми настоящими :).

3. Чем отличается молоток, используемый на орбитальной

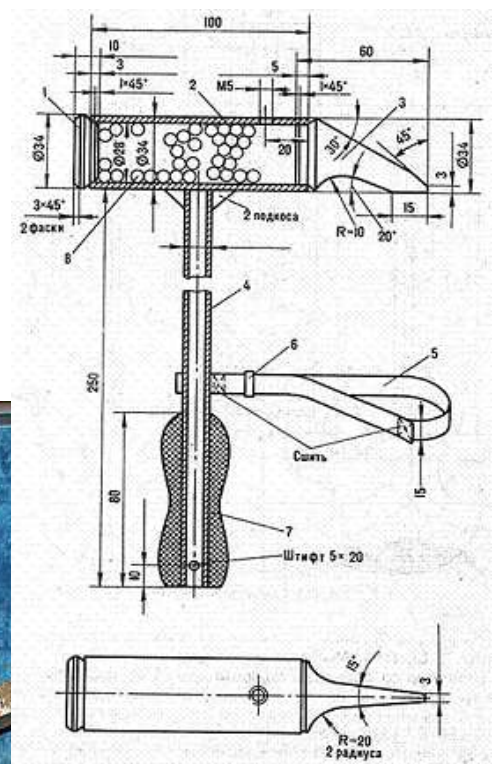


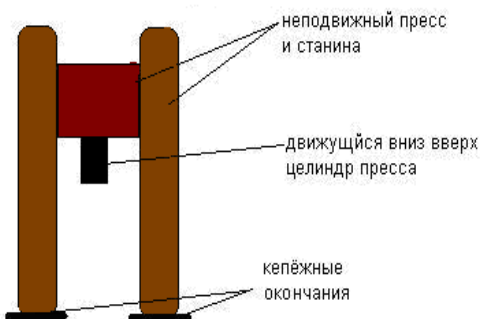
Рис. 232. Скальный безоткатный молоток

КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ОТ ОБЫЧНОГО МОЛОТКА?

В космосе не то что сложно, а практически невозможно пользоваться обычным молотком. Это происходит, потому что у нас на земле и в космосе разные гравитационные условия. Например: в космосе вакуум, в космосе нет веса, то есть все одинаковы, неважно или ты пуговица или космическая станция.

В космосе нет понятия верха и низа т.к. нет ориентира, относительно которого можно было бы сказать, что там, где он верх а напротив низ, естественно можно за этот ориентир взять планету, например солнце, но официально такое не принято, считают что нет верха и низа.

Конструкция молотка на земле сделана по принципу получения большей кинетической энергии, то есть, чем больше скорость замаха и масса самого молотка, тем сильнее удар.



На земле мы работаем молотком используя точку опоры это - пол, пол держится на земле, а земля это - низ, всё притягивается вниз. В космосе нет точки опоры, нет низа, и все имеют нулевой вес, когда космонавт ударит молотком, это будет выглядеть как столкновение двух тел, у которых есть кинетическая энергия, космонавта просто начнёт крутить из стороны в сторону, а то почему он ударил, отлетит в сторону, потому что они сами по себе они ни к чему «не привязаны». По этому нужно работать молотком относительно чего-то, например можно закрепить молоток на корпусе того, почему надо ударить, так что бы

молоток был не сам по себе, а имел точку опоры.

Для работ в космосе советские специалисты изобрели специальный молоток. Более того - этот молоток поступил в продажу в 1977 году. Вы его сможете узнать по удобной рукоятке. Для того чтобы окончательно убедиться, что молоток "космический", нужно ударить по поверхности. В отличие от обычных молотков он не отскакивает после удара. Его ударная часть полая, а в полость насыпаны металлические шарики. В момент удара нижние шарики устремляются вверх, а верхние продолжают двигаться вниз. Трение между ними рассеивает энергию отдачи. Можно воспользоваться принципом прессы, который прекрасно работает в невесомости, потому что там используется усилие, пресс работает относительно станины, на которую закреплены цилиндры. Саму станину надо закрепить на корпусе того предмета, по которому надо ударить. Вот что получается: «Молоток», который действует



как пресс, закреплён на корпусе космического корабля. Если использовать такой молоток можно забить или точнее задавить любой гвоздь или заклёпку.

4. Чем отличается процесс замерзания воды на Земле и на космической орбите?

Посмотрите на фазовую диаграмму воды. Температура кипения жидкостей зависит от внешнего давления. При комнатной температуре вода кипит, если давление снизить примерно до 0.07 атм. То есть, если температура воды комнатная, то при 0.07 атм вода начинает кипеть. При этом в парообразное состояние переходят молекулы воды с самой высокой энергией. За счёт этого температура воды понижается. Если давление поддерживать постоянным, то в конце концов вода охладится до температуры, когда она перестанет кипеть.

Однако если давление ниже 610 Па (давление тройной точки воды), то вода не может находиться в жидком состоянии – либо лёд, либо пар. Поэтому при очень низких давлениях большая часть воды испаряется, а оставшееся превращается в лёд. Например (см. фазовую диаграмму) при давлении 100 Па граница раздела между льдом и паром проходит примерно при 250К. Тут надо смотреть закон распределения молекул по скоростям. Предположим от фонаря, что 5% самых медленных молекул воды имеют среднюю температуру 250К. Значит при давлении 100 Па испарится 95% воды, а 5% превратится в лёд, причём температура этого льда будет 250 К.

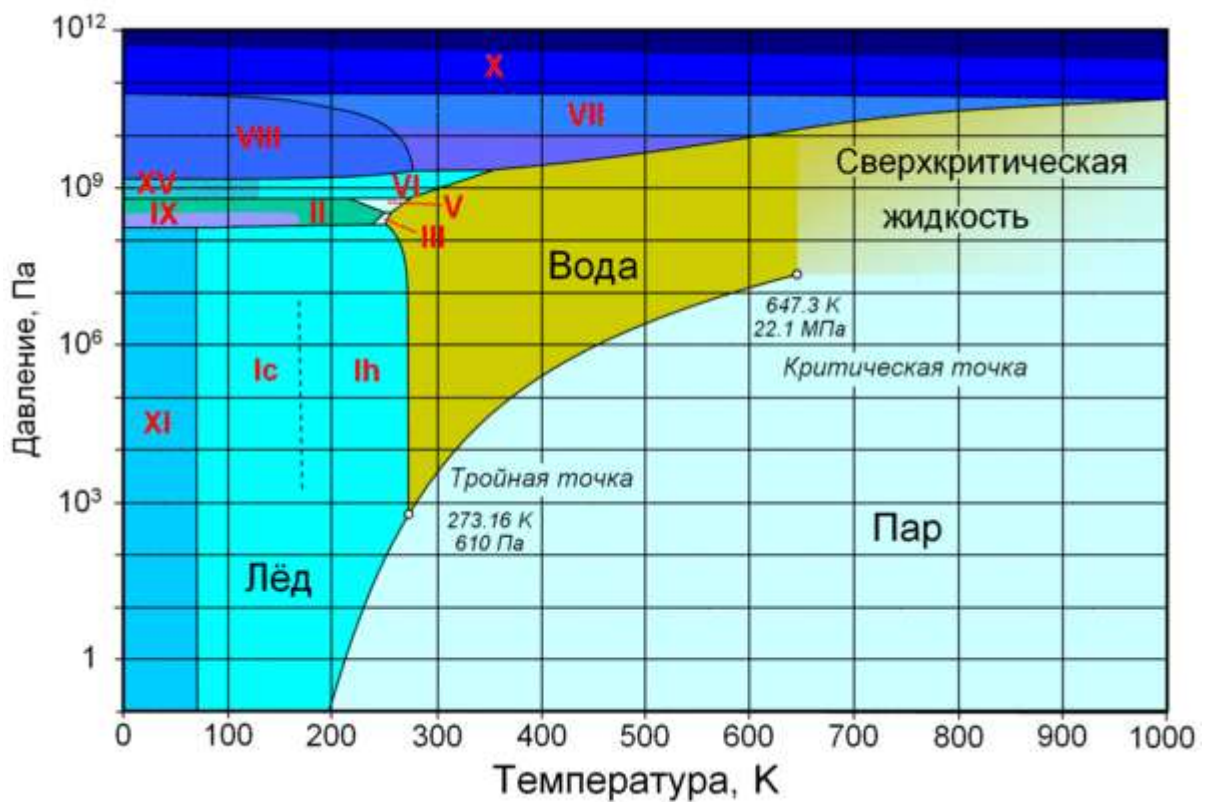
Эти рассуждения, конечно, не учитывают всяких тонкостей типа скрытой энергии фазовых переходов, перераспределение молекул по скоростям при охлаждении, однако думаю, что качественно они правильно описывают процесс.

В космосе давление существенно ниже, однако не равно нулю. А кривая раздела льда и пара на фазовой диаграмме при снижении давления идёт в точку ($T = 0$; $P = 0$). То есть при любом сколь угодно малом (но ненулевом) давлении температура сублимации льда ненулевая. Это значит, что подавляющая часть воды испарится, но какая-то микроскопическая её часть превратится в лёд.

Тут есть ещё один нюанс. Космос пронизан излучением с температурой примерно 3 К. Это значит что охладиться ниже 3 К вода (лёд) не сможет. Поэтому итог процесса зависит от давления сублимации льда при температуре 3 К. Поскольку граница сублимации стремится к нулю по очень крутой экспоненте

$P = A \exp(-k/T)$, причём A порядка 10^{11} Па, а k примерно 5200,

то давление сублимации при 3 К экспоненциально мало, поэтому вода должна испариться вся (или лёд сублимировать весь, если хотите).



Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года

2 тур, апрель 2013 г.

возрастная категория «10 класс»

Игровой номер 13f1223