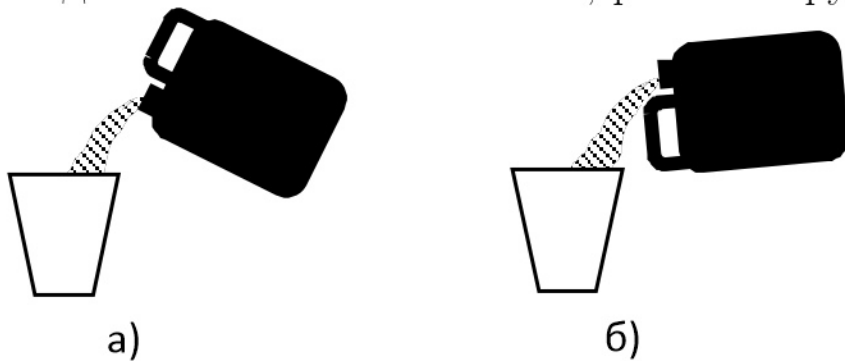


**Задача 1.** (задача для школьников 5-7 классов)

Почему, когда выливаешь воду из канистры, как показано на *рис. а*, вода выливается рывками и булькает, а если выливать её, как показано на *рис. б*, то вода выливается «спокойно», ровной струёй?

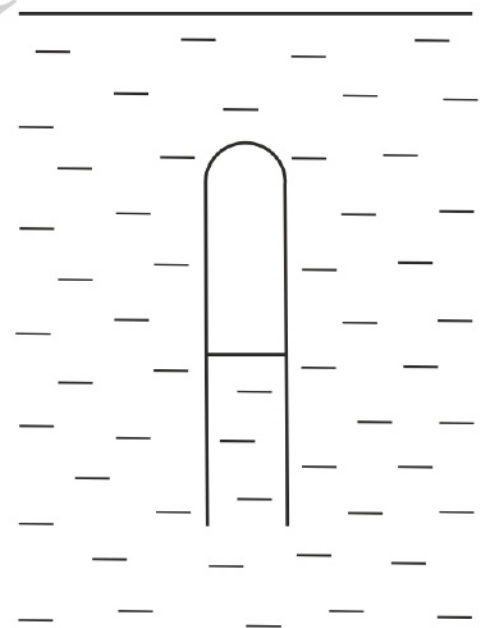


**Задача 2.** (задача для школьников 5-8 классов)

Почему первый снег оставляет на железной крыше рисунок, повторяющий рисунок стропил (балок, поддерживающих крышу снизу)?

**Задача 3.** (задача для школьников 5-8 классов)

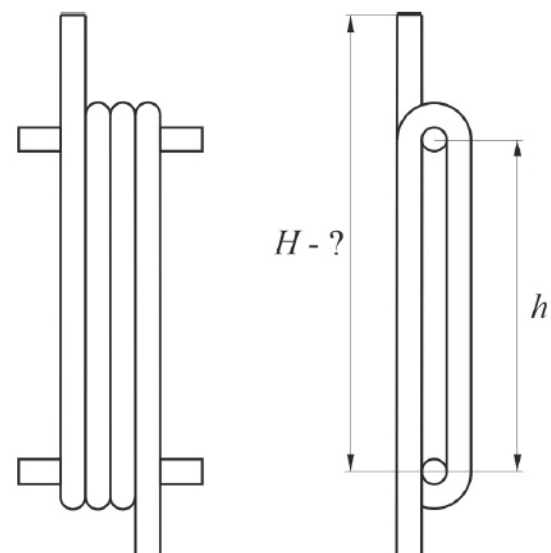
Опустим в сосуд с водой перевернутую вверх дном пробирку – так, чтобы в ней остался воздух (см. рисунок). Если правильно подобрать количество воздуха, пробирка сможет на некоторой глубине плавать, не всплывая и не опускаясь.



Будет ли ее равновесие устойчивым или неустойчивым? Другими словами, если она чуть-чуть сместится вверх или вниз, она вернется в начальное положение или начнет еще дальше от него удаляться, пока не всплывет на поверхность или не опустится на дно сосуда? (ответ без аргументации не оценивается)

Ответ обоснуйте.

**Задача 4.** (задача для школьников 8-11 классов) Гибкий шланг намотан на два горизонтальных стержня, расположенных один под другим на расстоянии  $h = 0,5$  м. Шланг делает вокруг стержней три полных оборота. Диаметры шланга и стержней малы по сравнению с  $h$ . В уходящий навверх конец шланга начинают наливать воду.



а) До какой высоты  $H$  поднимется вода в этой части шланга, прежде чем начнет выливаться с

другого конца? (в метрах)

Запишите решение.

б) Если расстояние  $h$  увеличить в 10 раз, то высота  $H$  увеличится не в той же пропорции. Почему?

При необходимости можете прикрепить к этому пункту чертёж решения. Загружать можно файл в формате .jpg, .png размером до 2,5 Мб. Пожалуйста, не грузите фотографию в последний момент. Это может занять некоторое время. После загрузки файла, его содержимое начнёт отображаться на странице. Дождитесь загрузки файла. Не забудьте сохранить решение после загрузки. Все комментарии к решению должны быть набраны в текстовое поле.

Меньше или больше чем в 10 раз изменится эта высота? (ответ без решения в пункте б не оценивается)

в) Найдите высоту  $H$  (в метрах) для  $h = 5$  м. Плотность воды  $\rho \approx 1000$  кг/м<sup>3</sup>, атмосферное давление  $p_0 \approx 10^5$  Па.

### Задача 5. (задача для школьников 9-11 классов)

Установленное на экваторе дальнобойное орудие стреляет точно на север, выпуская снаряд под углом  $45^\circ$  к горизонту. Дальность полета снаряда при этом оказывается равной 20 км.

а) Найдите начальную скорость снаряда, время его полета и максимальную высоту, на которую он поднимается. Ускорение свободного падения  $g \approx 10$  м/с<sup>2</sup>.

Запишите решение.

б) Выпущенный так снаряд в цель (расположенную строго на севере от орудия) не попадет, т.к. из-за вращения Земли его траектория отклонится вбок. Куда отклонится снаряд – на восток или на запад? (ответ без аргументации не оценивается)

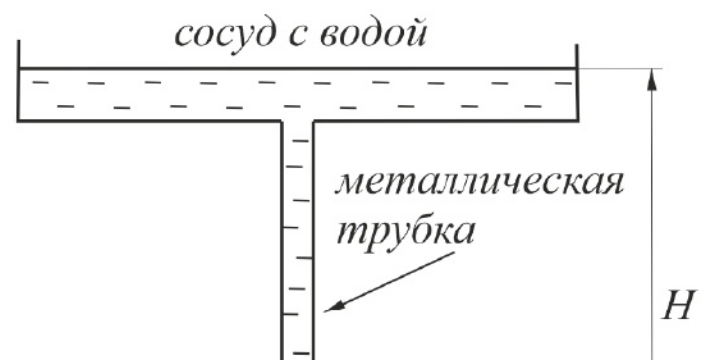
Обоснуйте свой ответ.

в) Оцените расстояние, на которое снаряд отклонится от цели (в метрах). Радиус Земли  $R \approx 6400$  км.

Запишите решение.

### Задача 6. (задача для школьников 9-11 классов)

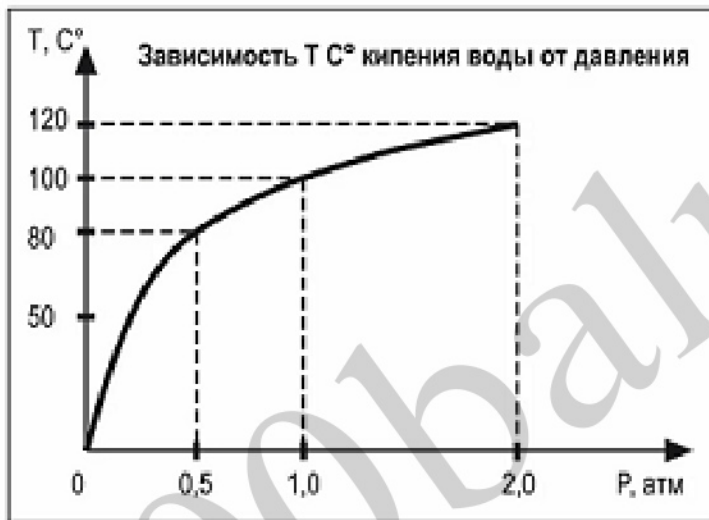
На рисунке показана модель гейзера, состоящая из сосуда с водой, металлической трубки, верхний конец которой открыт в сосуд, а нижний закрыт, и нагревателя, расположенного у нижнего конца этой трубки. Если нагреватель включить, из трубки в сосуд через равные



промежутки времени начнет выбрасываться фонтан, состоящий из горячей воды и водяного пара (что и наблюдается в природе у настоящих гейзеров).

а) Почему это происходит?

б) Оцените время между выбросами такого устройства. Высота столба воды до нагревателя  $H = 10$  м, площадь сечения трубки  $S = 10$  см<sup>2</sup>, мощность нагревателя  $P = 1$  кВт, длина нагреваемой им части трубки  $h = 20$  см. Плотность воды  $\rho \approx 1000$  кг/м<sup>3</sup>, ее удельная теплоемкость  $c \approx 4200$  Дж/(кг×град), атмосферное давление  $p_0 \approx 10^5$  Па, график зависимости температуры кипения воды от давления приведен на рисунке.



Ответ запишите в секундах.

Запишите решение.

**Задача 7.** (задача для школьников 9-11 классов)

Если изготовить идеально прямую трубку длиной 1 км, расположить ее горизонтально, откачать из нее воздух и строго по ее оси запустить лазерный луч, на выходе из трубки луч окажется смещенным от оси вниз, т.к. в гравитационном поле его траектория искривляется.

а) Оцените смещение луча, считая, что он просто падает в гравитационном поле с ускорением свободного падения, как если бы был потоком массивных частиц. Скорость света в вакууме  $c \approx 300000$  км/с.

Ответ запишите с миллиметрах.

Запишите решение.

б) Вспомним теперь, что свет – электромагнитная волна, и рассматривать его «свободное падение» по меньшей мере наивно. Волны не могут «падать», поскольку являются распространяющимися в пространстве колебательными процессами, а не массивными телами. Как в общем случае действует на свет

гравитационное поле – сложный вопрос, относящийся к Общей теории относительности. Однако для нашей задачи вполне достаточно одного простого факта – в отсутствие гравитации свет в любой инерциальной системе отсчета распространяется по прямой (в вакууме). Придумайте основанное на этом факте рассуждение, позволяющее найти смещение луча без использования бессмысленного образа «свободного падения света». Сравните ответ, который оно дает, с ответом в пункте *a*.

100balnik.ru