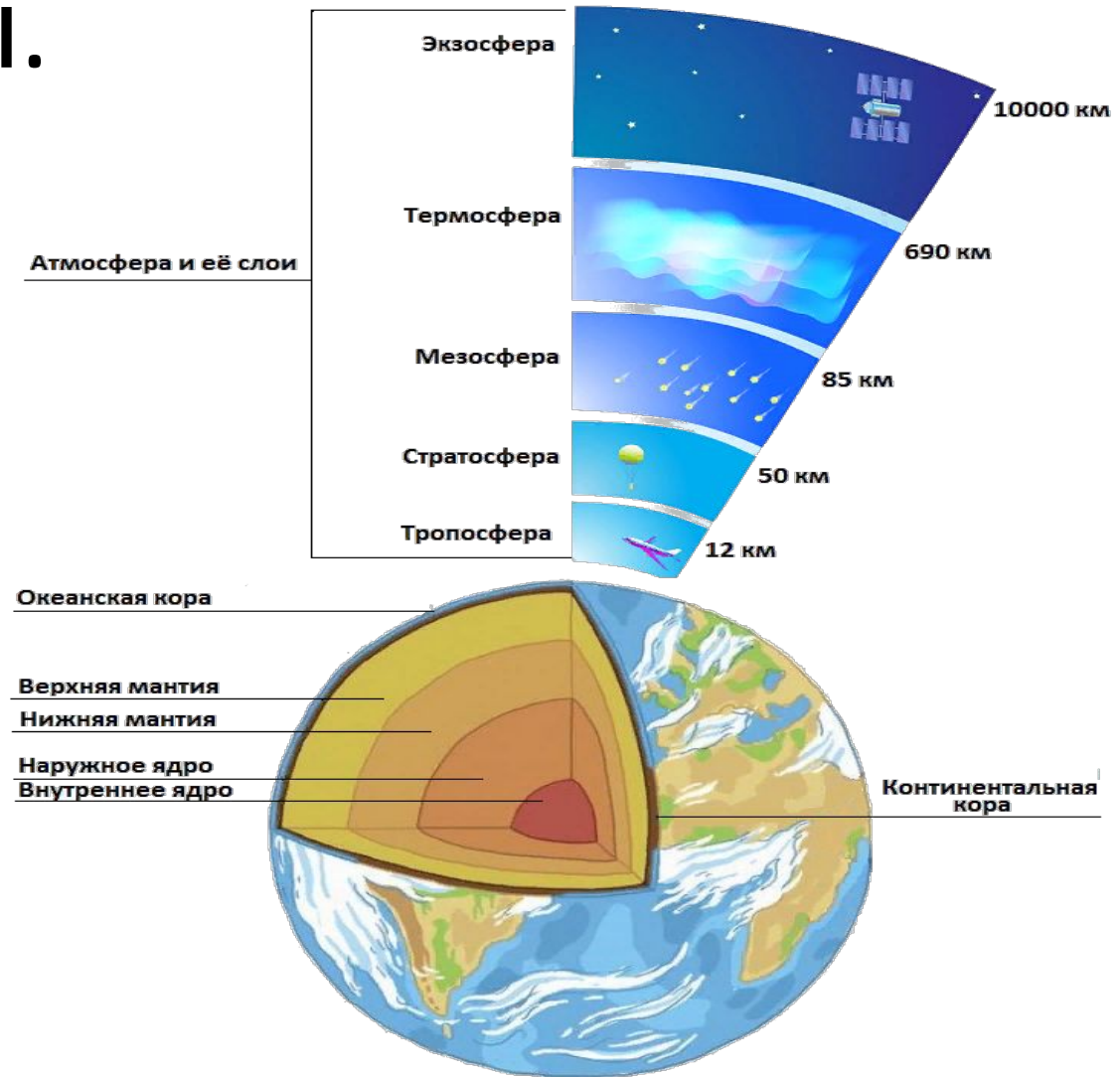


Вес воздуха.  
Атмосферное давление.

# Строение атмосферы.

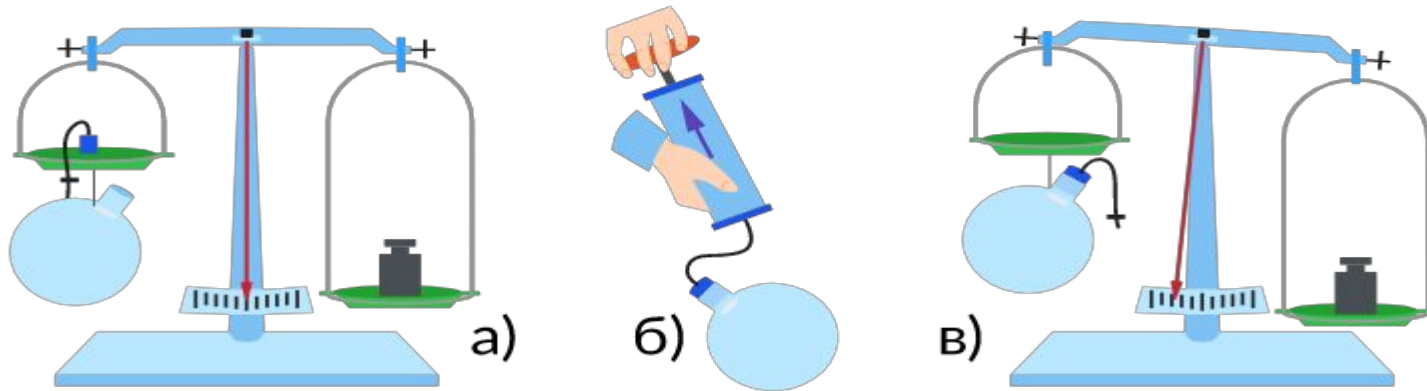
**Атмосфера – это воздушная оболочка Земли, состоящая из нескольких слоев - ионосфера, термосфера, стратосфера и тропосфера которые простираются на несколько тысяч километров в**



**Основная масса воздуха находится в нижнем слое – тропосфере, т.е плотность атмосферы с высотой уменьшается. Но почему атмосфера не улетает в космос? Почему не оседает на поверхность Земли?**

**Как и на любое тело на Земле, на воздух действует сила тяжести. Вес – это сила, с которой тело действует на опору или подвес вследствие силы тяжести. На воздух действует сила тяжести поэтому воздух обладает весом и вычислить его можно по формуле:  $P=gm$**

**Каким же образом можно определить массу воздуха? Для определения массы воды можно взвесить массу стакана с водой и без воды, разность между ними покажет массу воды.**



Опытами было установлено, что масса воздуха объемом  $1 \text{ м}^3$  при температуре  $0^\circ\text{C}$  и нормальном атмосферном давлении равна  $1,29 \text{ кг}$ . Тогда вес воздуха объемом  $1 \text{ м}^3$  равен

$$P = 9,8 \text{ Нкг} \cdot 1,29 \text{ кг} \approx 13 \text{ Н}$$

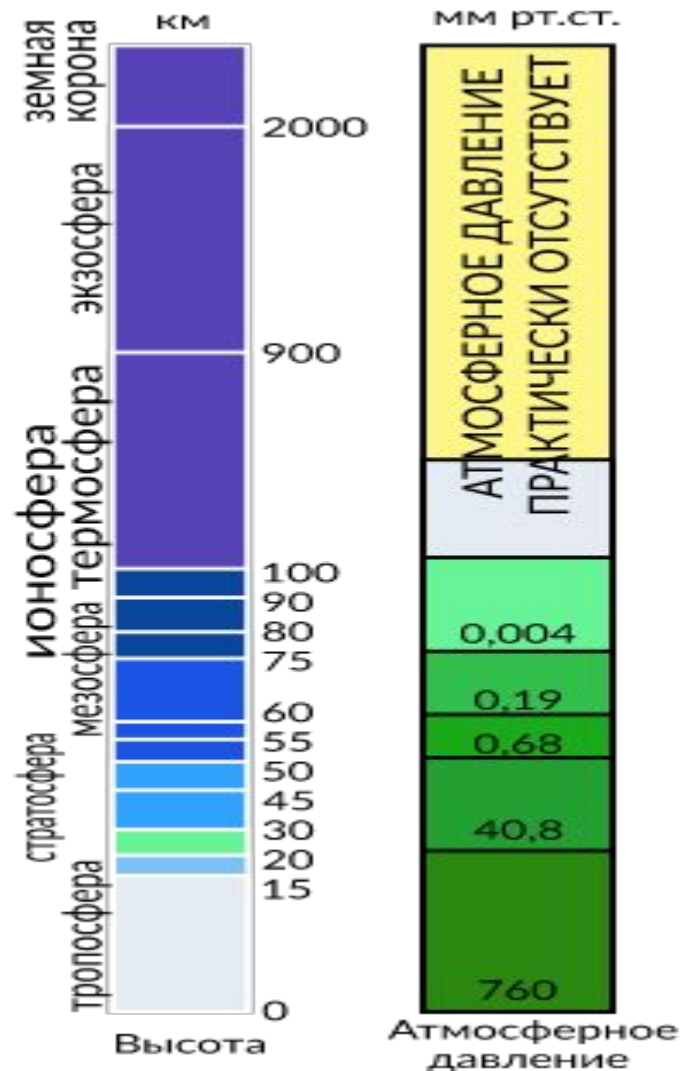
Можно применить этот же способ для определения массы воздуха. Воспользуемся прибором, который называется «шар для взвешивания воздуха» рис. а. Это толстостенный стеклянный шар с пробкой и трубкой с зажимом. Сначала измерим массу этого шара вместе с воздухом, затем выкачаем воздух через трубку при помощи насоса рис. б, закроем зажим и снова взвесим. Масса шара при этом окажется значительно меньше рис.в

Таким образом воздух имеет свой вес.

# Атмосферное давление и воздушная оболочка Земли

Так как сила тяжести действует на все слои атмосферы, то верхние слои сжимают нижние. Именно поэтому, нижний воздушный слой, прилегающий к Земле, сжат больше всего (рисунок 4), и, согласно закону Паскаля, передает производимое на него давление одинаково по всем направлениям. В результате этого земная поверхность и все тела, находящиеся на ней, испытывают давление всех слоев воздуха или испытывает атмосферное давление:

**Атмосферное давление – это давление всей толщи воздуха, которую испытывает земная поверхность и все находящиеся на ней тела.**





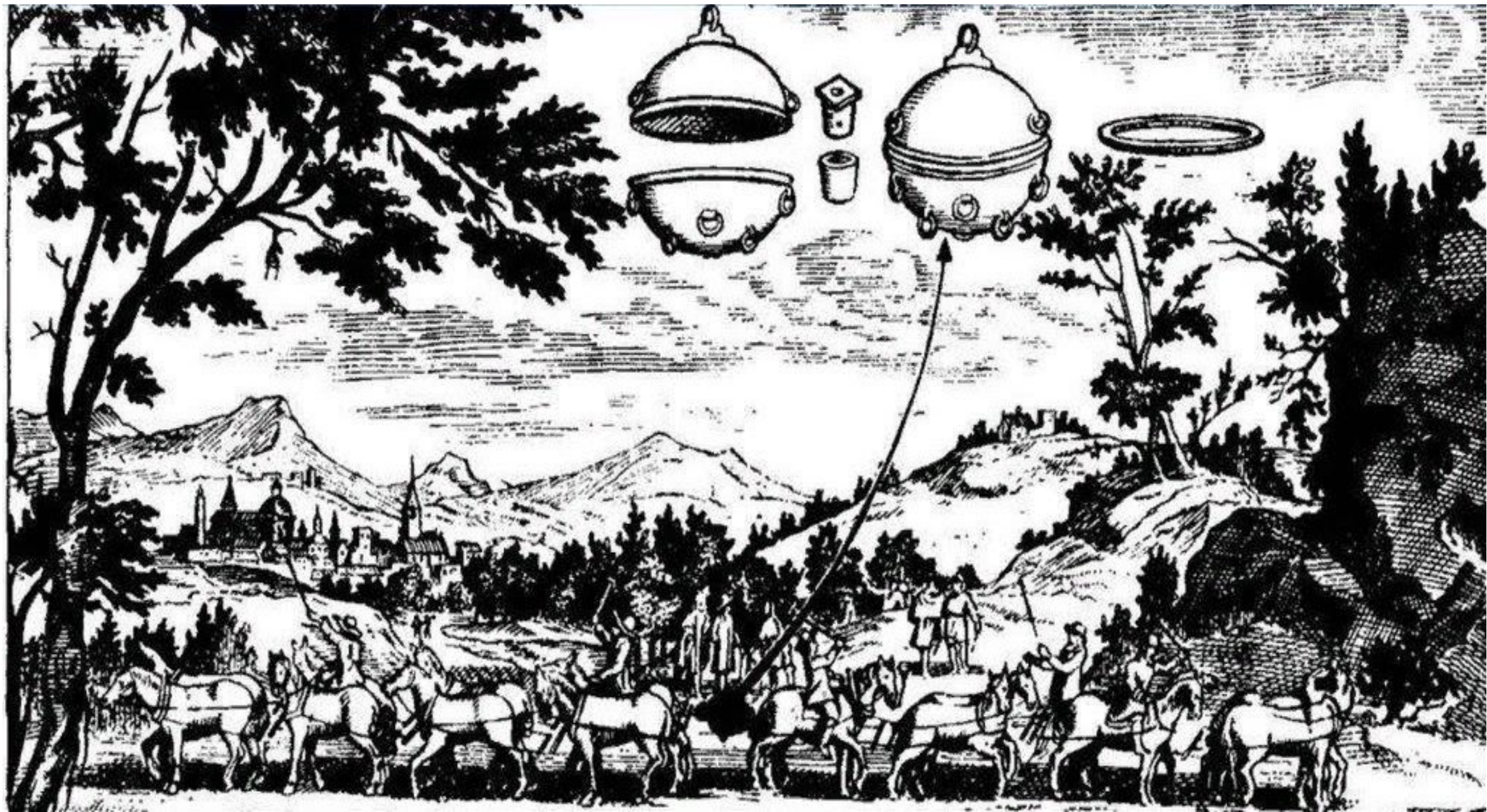
Тогда логично предположить, что из-за действия силы тяжести газ в закрытом сосуде будет иметь неодинаковую плотность: внизу сосуда плотность будет больше, чем в верхних его частях; давление на дно будет больше, чем вверху.

**Мы что знаем, молекулы газов, составляющих атмосферу Земли находятся в беспорядочном и непрерывном движении, именно поэтому они не падают на поверхность Земли. Но тогда почему они не улетают в космическое пространство? А для того чтобы покинуть Землю нужно развить очень большую скорость – около 11,2 км/с, которая называется второй космической скоростью. Скорость молекул в атмосфере Земли намного меньше этого значения, поэтому воздушная оболочка остается на месте.**

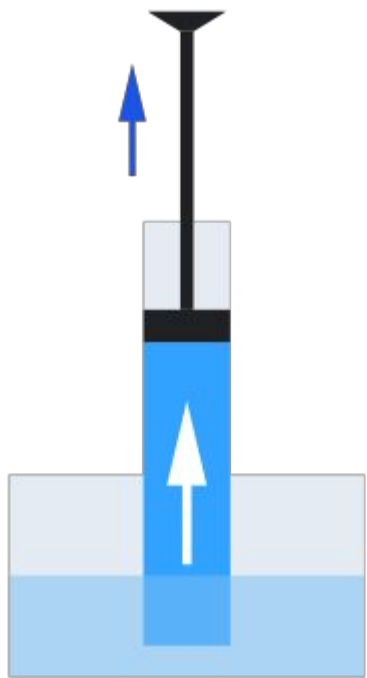
## **Опыты, доказывающие существование атмосферного давления,**

**Отто Генрике в 1654 году в городе Магдебурге сложил вместе два металлических полушария и выкачал из полости между ними весь воздух. Восемь пар лошадей тянули в разные стороны, пытались разорвать полушария, но атмосферное давление так сильно прижало их друг к другу, что они так и остались сцепленными. Когда же внутрь полушарий снова запустили воздух, они распались без единого внешнего усилия.**









**Возьмем стеклянную трубку с расположенным внутри нее поршнем. Опустим ее частично в воздух. Когда начнем поднимать поршень, то за ним будет подниматься вода. Почему? При подъеме поршня между ним и водой образуется безвоздушное пространство, в которое поднимается вода под давлением воздуха снаружи. Именно по такому принципу работают шприцы, пипетки, насосы. Атмосферное давление также используется животными в дикой природе. Например, мухи и древесные лягушки могут держаться на вертикальных поверхностях благодаря маленьким присоскам, в которых создаётся разрежение, и атмосферное давление удерживает присоску на поверхности.**

# Измерение атмосферного давления. Опыт Торричелли

Расчитать атмосферное давление по формуле для вычисления столба жидкости  $p = \rho gh$  нельзя, так как надо знать высоту атмосферы и плотность воздуха. Но у атмосферы нет определенной границы, а плотность воздуха меняется в зависимости от высоты: в нижних слоях атмосферы она больше, чем в верхних.



Эванджелиста Торричелли (1608-1647) – итальянский физик и математик, ученик Галилея.

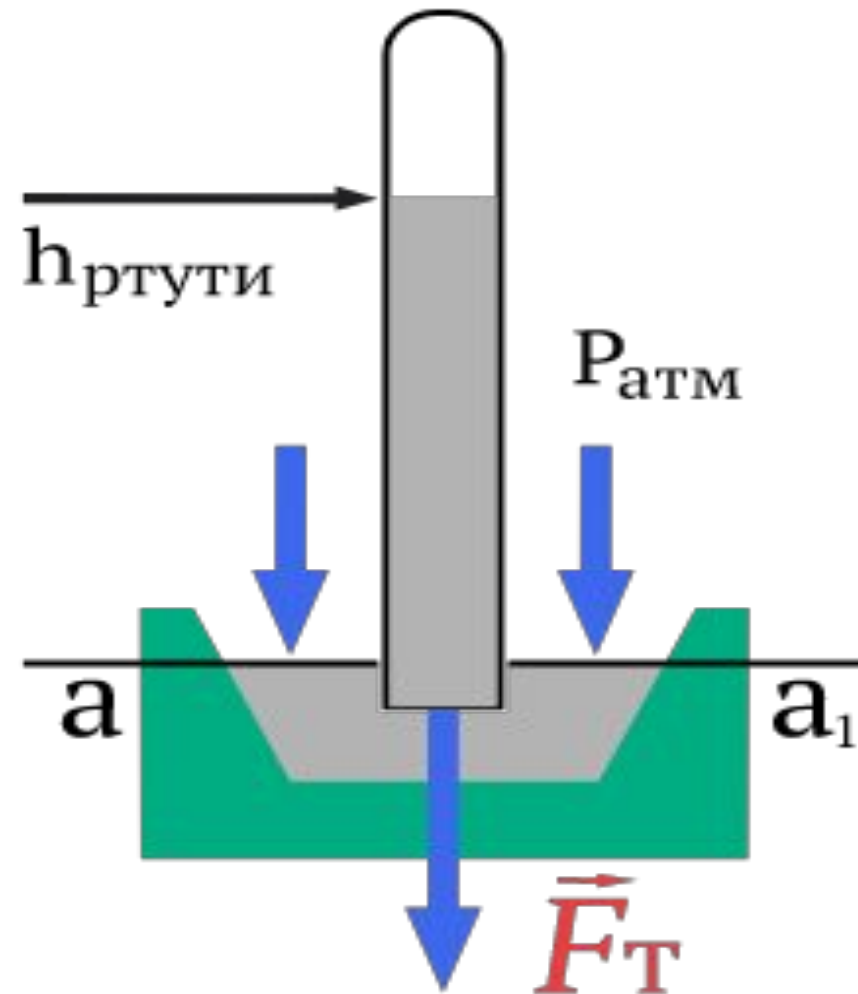
## ОПЫТ ТОРРИЧЕЛЛИ



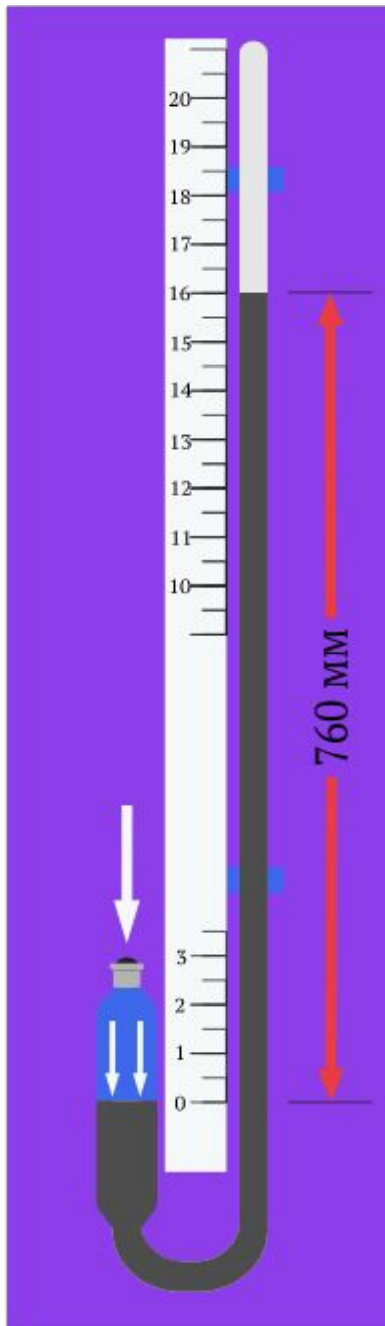
Торричелли взял стеклянную трубку длиной 1 м, один конец которой был запаян. Заполнил ее ртутью, затем, плотно закрыв открытый конец, перевернул ее и опустил в чашу с ртутью и уже в чаше под ртутью открыл конец трубки. Что он увидел?

Часть ртути вылилась в чашу, а другая ее часть осталась в трубке. Высота столба ртути, оставшейся в трубке, была равна примерно 760 мм. Он также заметил, что в трубке над ртутью воздуха нет, там образовалось безвоздушное пространство.

Поверхность ртути в чаше испытывает атмосферное давление. Ртуть в чаше находится в равновесии, то есть давление в трубке на уровне  $aa_1$  равно атмосферному давлению. Если бы это было не так, и давление в трубке было бы больше атмосферного, то ртуть выливалась бы в чашу, а если меньше, то ртуть поднималась бы в трубке вверх. А так как в верхней части трубки воздуха нет, то давление создается только весом столба ртути. Из этого следует, что атмосферное давление равно давлению столба ртути в трубке:  $p_{\text{атм}} = p_{\text{ртути}}$ . Таким образом, чтобы посчитать величину атмосферного давления, достаточно







**Величина атмосферного давления будет прямо пропорциональна высоте столба ртути в трубке: при уменьшении атмосферного давления - столб ртути понижается, а при увеличении атмосферного давления столб ртути станет выше. Поэтому на практике атмосферное давление измеряется высотой ртутного столба. На практике решая задачи на давление мы используем другие единицы давления Паскаль? Какое имеется соотношение между этими единицами? Чему равен 1 мм рт. ст. в паскалях (Па).**

Давление столба ртути ртути высотой 1 мм равно:  $p = \rho gh$

$$p = 13600 \text{ кг/м}^3 \times 9,8 \text{ Н/кг} \times 0,001 \text{ м} \approx 133,3 \text{ Па}$$

Таким образом 1 мм рт. ст. = 133,3 Па.

Среднее значение атмосферного давления равно 760 мм рт. ст., выразим это значение в паскалях и в гектопаскалях:

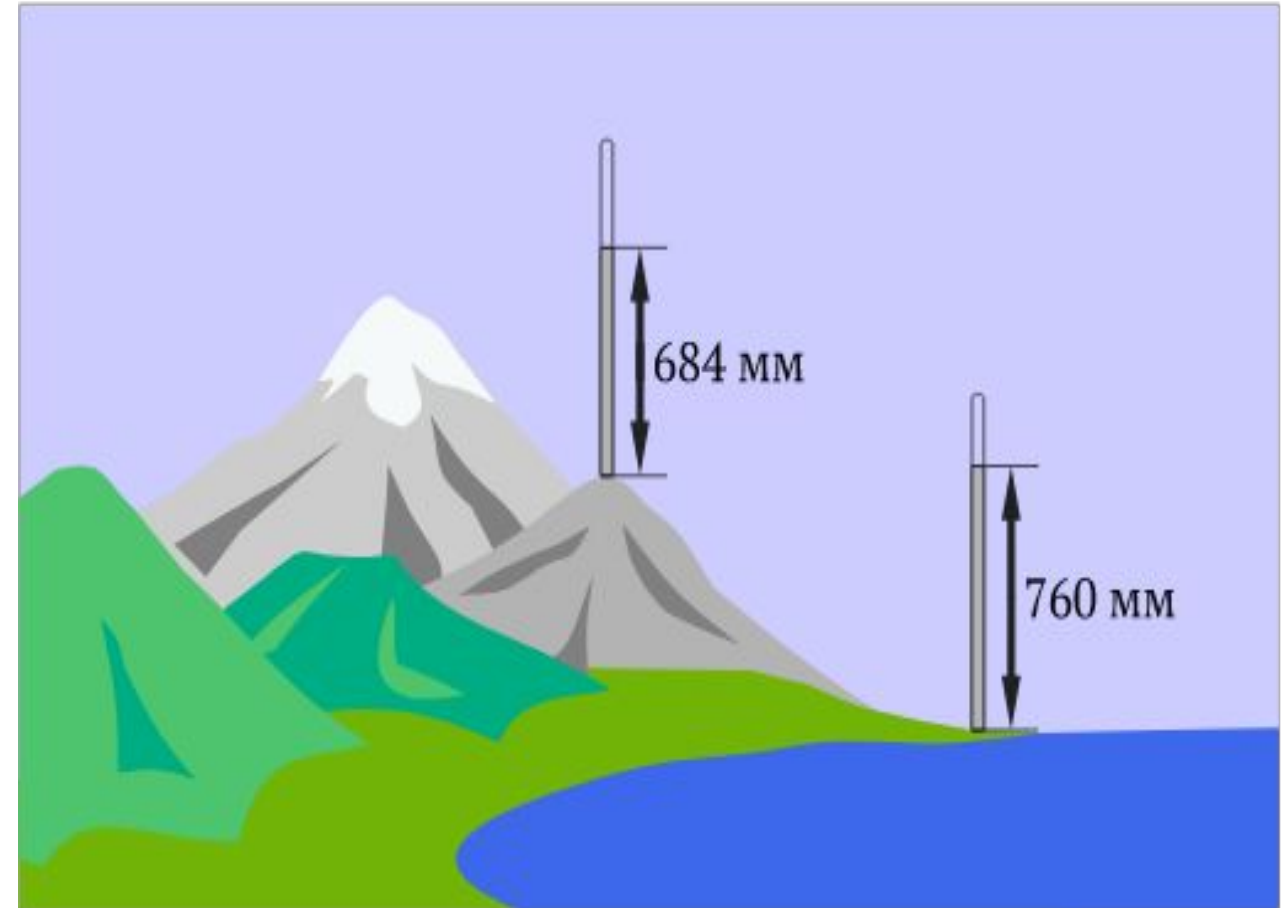
$$p = \rho gh = 13600 \text{ кг/м}^3 \times 9,8 \text{ Н/кг} \times 0,760 \text{ м} = 101292,8 \text{ или примерно } 101300 \text{ Па.}$$

Что бы перевести из Паскалей в гектоПаскали, надо разделить на 100, т.е  $101300 : 100 = 1013 \text{ гПа}$

**760 мм рт. ст.  $\approx$  101 300 Па  $\approx$  1013 гПа.**

## Историческая справка

Опыты у подножья и на вершине горы Пюи-де-Дом



• Д/З: Изучить пар. № 42,43,44

<https://urls.uchi.ru/l/824941> Задание в учи. ру срок выполнения до 25 февраля.