

## Задача 10-1. Акселерометр

### 1. «Равномерное движение».

Из принципа относительности Галилея следует, что в этом случае уровни воды в трубках не изменяться  $\Delta h = 0$ .

### 2. «Равноускоренное движение»

Разность сил давления в трубках должна обеспечивать ускорение воды в горизонтальном колене

$$2\rho g\Delta h S = \rho l S a \Rightarrow \Delta h = \frac{a}{2g} l. \quad (1)$$

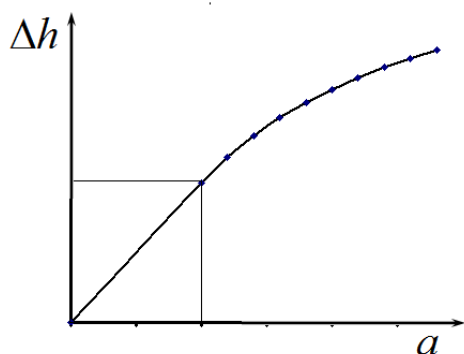
Это будет справедливо, пока  $\Delta h < h$ , Т.е. при  $a < 2g \frac{h}{l}$ .

При большем ускорении правая вертикальная трубка окажется пустой. Пусть высота столба в вертикальном колене равна  $h + \Delta h$ , тогда на горизонтальном участке находится столб воды  $((l + 2h) - (h + \Delta h)) = (l + h) - \Delta h$ . Уравнение его ускоренного движения имеет вид

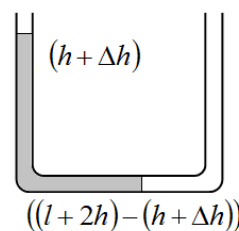
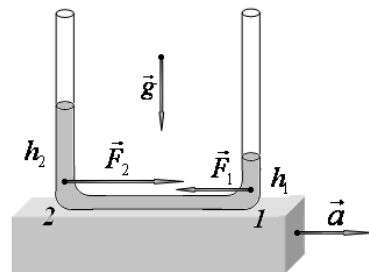
$$\rho S(l + h - \Delta h)a = \rho S(h + \Delta h)g \quad (2)$$

Откуда следует

$$\Delta h = \frac{(l + h)a - hg}{a + g}. \quad (3)$$



Схематический график показан на рисунке: сначала прямая линия, потом начинает загибаться и стремиться к предельному значению  $(h + l)$



Другой способ решения задачи заключается в переходе в систему отсчета, связанную с самой трубкой. В этой системе отсчета эффективное ускорение равно  $\vec{g}^* = \vec{g} - \vec{a}$ . Свободная поверхность жидкости перпендикулярна этому вектору.

### 3. «Плохой стеклодув»

Основная идея решения остается прежней: разность сил давления создает необходимое ускорение воды.

Поэтому в данном случае:

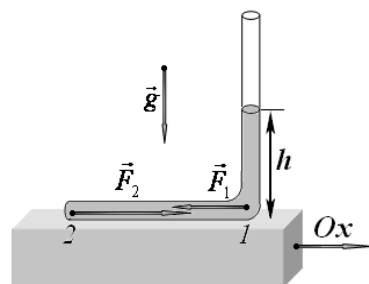
3.1 В точке 1 давление атмосферное плюс гидростатическое:

$$P_1 = P_0 + \rho gh \quad (4)$$

В точке 2

$$P_2 = P_0 + \rho gh + \rho al \quad (5)$$

3.2 При изменении направления ускорения достаточно поменять знак в формуле (5)



$$P_2 = P_0 + \rho gh - \rho al . \quad (6)$$

3.3 При отрицательном направлении ускорения столб воды может разорваться. Это значит, что вода закипит. Так как при комнатной температуре давление насыщенных паров значительно меньше атмосферного, то можно считать, что столб воды разорвется, если в его крайней точке давление станет равным нулю. Тогда из уравнения (6) следует (для оценки можно пренебречь и гидростатическим давлением)  $\rho al \approx P_0 \Rightarrow a \approx 10g$ .

*Возможны и такие оценочные рассуждения: в поле тяжести земли разрывается под действием собственного веса столб воды высотой в 10 м, чтобы разорвался столб воды высотой в 1 м ускорение должно быть в 10 раз больше ускорения свободного падения.*