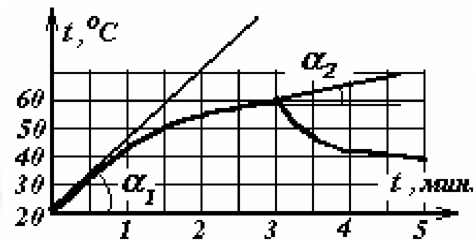
Например, при $60\ {}^oC$ тангенс угла наклона касательной уменьшается почти в 8 раз (т.е. 7/8 от поступающей энергии уходит наружу):

$$tg\alpha_2 \approx \frac{tg\alpha_1}{8}.$$

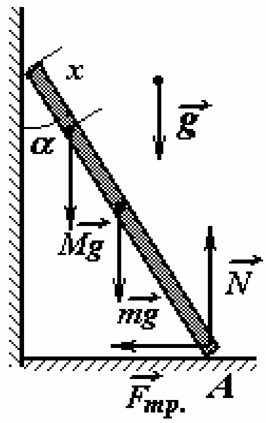
Проводя аналогичные измерения при t=50 ^oC, найдем, что потери составляют примерно половину поступающей энергии.



Примерный график, построенный малыми участками прямых по вышеприведенным оценкам, представлен на рисунке. Из него находим, что время остывания до $50\ {}^oC$ – около 1/3 минуты, до $40\ {}^oC$ – чуть больше минуты.

При дальнейшем нагревании воды график, приведенный в условии задачи мог выйти на горизонтальный участок либо без кипения (мощность потерь сравнялась с малой мощностью нагревателя), либо с кипением (мощность потерь при температуре кипения меньше мощности нагревателя).

9-4. Пусть человек находится на расстоянии x от верхнего края лестницы. Тогда условия равновесия лестницы имеет вид



$$mg\frac{l}{2}\sin\alpha + Mgx\sin\alpha - Nl\sin\alpha + F_{mp}l\cos\alpha = 0. \quad (1)$$

$$Mg + mg - N = 0, \quad (2)$$

где (1) – суммарный момент сил, действующих на лестницу относительно точки A, (2) – сумма проекций сил на вертикальную ось. Сила трения покоя не превышает силы трения скольжения, поэтому

$$F_{mp.} < \mu N \quad (3)$$

Выражая из (1), (2) величины N и F_{mp}, подставляя их в (3), получим необходимое условие равновесия:

$$\mu \geq \frac{M + \frac{m}{2} - M\frac{x}{2}}{M + m} tg\alpha.$$

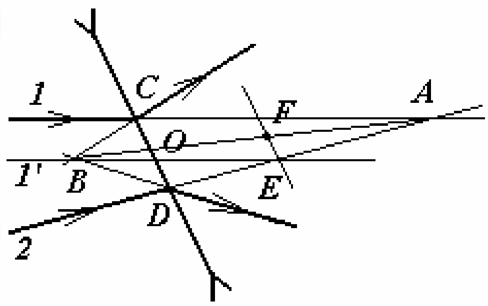
Как следует из этого неравенства сила трения достигает максимального значения, когда человек поднимается на вершину лестницы, т.е. при $x = 0$. Поэтому окончательный ответ задачи

$$\mu \geq \frac{M + \frac{m}{2}}{M + m} tg\alpha.$$

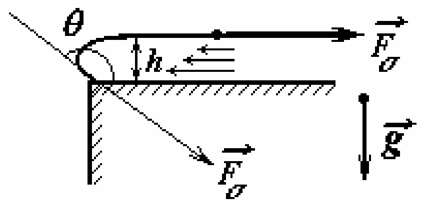
Отметим, что при $M >> m$ ответ упрощается и приобретает знакомый вид

$$\mu \geq tg\alpha.$$

9-5 Опираясь на принцип обратимости световых лучей, можем изменить направление хода луча на противоположное – при этом его положение не изменится. В нашем случае это удобно сделать с нижним лучом – тогда можем продлить сходящиеся лучи до пересечения в точках *A* и *B*. После этого будем считать, что точка *A* – мнимый источник, а точка *B* – его мнимое изображение. Местоположение линзы найдем, соединяя точки излома лучей *C* и *D*. Пересечение отрезков *CD* и *AB* даст нам положение оптического центра *O* рассеивающей линзы. С помощью луча *1’* (параллельного лучу *1*) найдем точку побочного фокуса *E* и положение главного фокуса линзы *F*. Таким образом, данная линза является рассеивающей (отрицательной), расположена на отрезке *CD* с главной оптической осью *OF* (*F* – главный фокус линзы).



10-1. Вырежем мысленно тонкий плоский слой воды, находящийся около отверстия, толщина которого (в направлении, нормальном плоскости чертежа) – a. По горизонтали на него действуют (слева) силы поверхностного натяжения, (справа) сила давления воды. Соответственно первое условие равновесия выделенного участка воды запишется как:



$$\sigma \cdot a + \sigma \cdot a \cdot cos\theta = \rho g \frac{h}{2} ha, \qquad (1)$$

где σ – коэффициент поверхностного натяжения воды, θ – краевой угол, h – искомая высота слоя воды из (1):