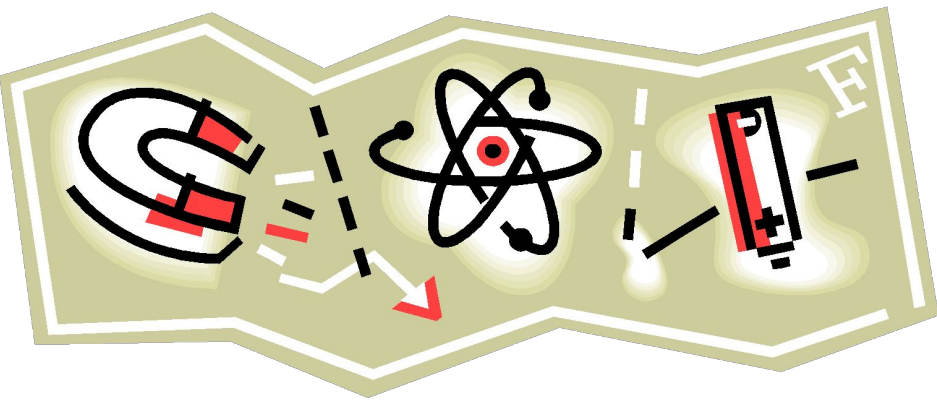


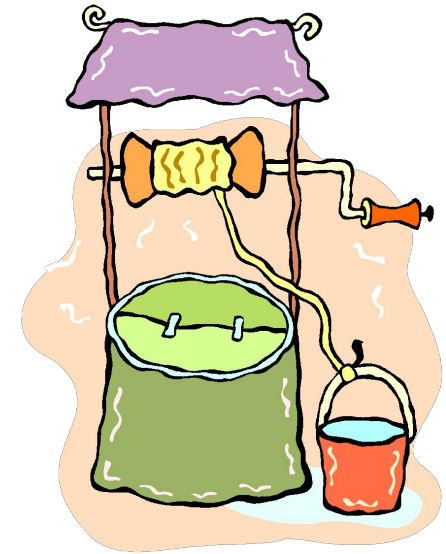


# Задача на расчет механической работы



# Условие

Из колодца глубиной 40 м поднимают ведро с водой массой 14 кг на цепи, масса каждого метра которой равна 1 кг. Какая при этом совершается работа?



# Условие

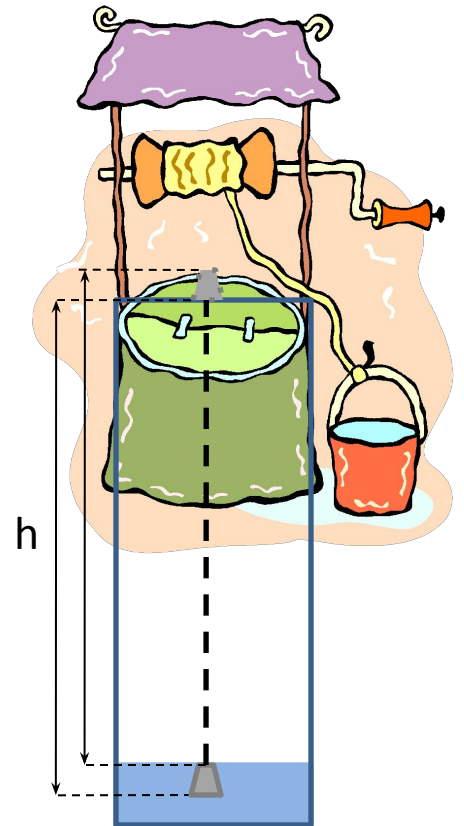
Из колодца глубиной 40 м поднимают ведро с водой массой 14 кг на цепи, масса каждого метра которой равна 1 кг. Какая при этом совершается работа?

Как понять фразу:

**«масса каждого метра»?**

Как обозначить эту величину?

**Длина цепи**  
(той части, которую надо поднимать)  
**равна**  
**глубине колодца  $h$ .**



# Условие

Из колодца глубиной 40 м поднимают ведро с водой массой 14 кг на цепи, масса каждого метра которой равна 1 кг. Какая при этом совершается работа?

Как понять фразу:

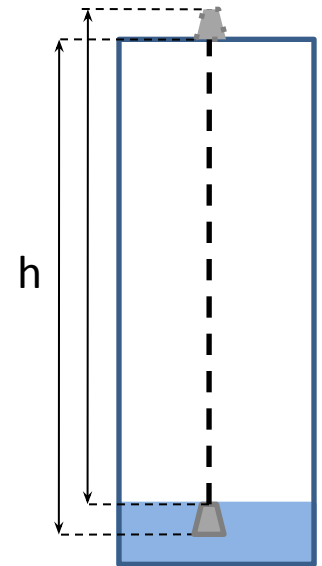
**«масса каждого метра»?**

Как обозначить эту величину?

Обозначим **M** - массу всей части цепи, которую надо поднять

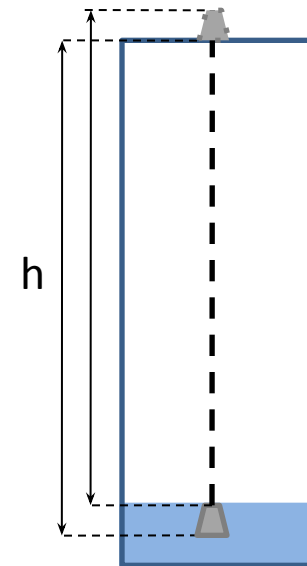
Тогда масса одного метра цепи будет равна:

$$k = \frac{M}{h}$$



# Решение

Из колодца глубиной 40 м поднимают ведро с водой массой 14 кг на цепи, масса каждого метра которой равна 1 кг. Какая при этом совершается работа?



$A - ?$

$$m_{\text{ведра}} = m_{\text{в}} = 14 \text{ кг}$$

$$k = \frac{M}{h} = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$$

$$h = 40 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

Нам необходимо совершить работу по поднятию:

а) ведра на высоту  $h$  – обозначим  $A_{\text{в}}$ ;

б) цепи – обозначим  $A_{\text{ц}}$

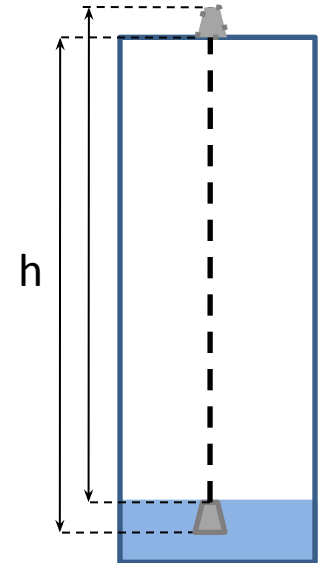
$$\text{Тогда:} \quad A = A_{\text{в}} + A_{\text{ц}}$$

$$A_{\text{в}} = m_{\text{в}} \cdot g \cdot h$$

Этой формулой мы можем воспользоваться потому, что пренебрегаем размерами ведра по сравнению с  $h$ , т.е. принимаем ведро за материальную точку.

# Решение

Из колодца глубиной 40 м поднимают ведро с водой массой 14 кг на цепи, масса каждого метра которой равна 1 кг. Какая при этом совершается работа?



$A - ?$

$$m_{\text{ведра}} = m_{\text{в}} = 14 \text{ кг}$$

$$k = \frac{M}{h} = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$$

$$h = 40 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$



Принять материал точку

$$A = A_{\text{в}} + A_{\text{ц}}$$
$$A_{\text{в}} = m_{\text{в}} \cdot g \cdot h$$

**Как сосчитать работу по поднятию цепи?**

На высоту  $h$  поднимается только самый нижний конец цепи. Остальная цепь – не поднимается вообще. К

Выберите правильный ответ, нажав на кнопку



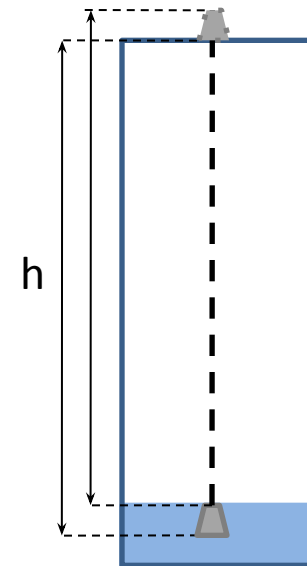
Считать, что мы поднимаем центр тяжести цепи



Никак не учитывать

# Решение

Из колодца глубиной 40 м поднимают ведро с водой массой 14 кг на цепи, масса каждого метра которой равна 1 кг. Какая при этом совершается работа?



$$A - ?$$

$$m_{\text{ведра}} = m_{\text{в}} = 14 \text{ кг}$$

$$k = \frac{M}{h} = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$$

$$h = 40 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$A = A_{\text{в}} + A_{\text{ц}}$$
$$A_{\text{в}} = m_{\text{в}} \cdot g \cdot h$$

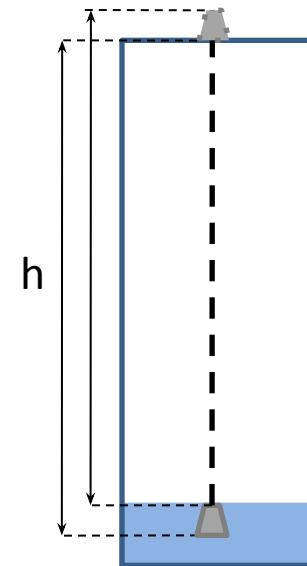
**Поднимаем центр тяжести цепи – это значит, что вся масса цепи сосредоточена в точке приложения силы тяжести, находящейся в центре цепи.**

Эта точка поднимается на высоту  $\frac{h}{2}$

$$\text{Тогда: } A_{\text{ц}} = M \cdot g \cdot \frac{h}{2} = k \cdot g \cdot h \cdot \frac{h}{2}$$

# Решение

Из колодца глубиной 40 м поднимают ведро с водой массой 14 кг на цепи, масса каждого метра которой равна 1 кг. Какая при этом совершается работа?



$$A - ?$$

$$m_{\text{ведра}} = m_{\text{в}} = 14 \text{ кг}$$

$$k = \frac{M}{h} = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$$

$$h = 40 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$A = A_{\text{в}} + A_{\text{ц}}$$

$$A_{\text{в}} = m_{\text{в}} \cdot g \cdot h$$

$$A_{\text{ц}} = M \cdot g \cdot \frac{h}{2} = k \cdot g \cdot h \cdot \frac{h}{2}$$

$$A = m_{\text{в}} \cdot g \cdot h + k \cdot g \cdot h \cdot \frac{h}{2} = g \cdot h \cdot \left( m_{\text{в}} + k \cdot \frac{h}{2} \right)$$

$$A = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 40 \text{ м} \cdot \left( 14 \text{ кг} + 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}} \cdot \frac{40 \text{ м}}{2} \right) = 400 \cdot 34 \text{ Н} \cdot \text{м} = 13600 \text{ Дж}$$

**Ответ:** для того, чтобы поднять ведро на цепи надо совершить работу **13,6 кДж**.