

«Труднопотопляемая» линейка (30 баллов)

Чтобы деревянная линейка смогла погрузиться на дно аквариума, заполненного водой, Петя стал втыкать в нее железные кнопки. Какое минимальное количество кнопок n необходимо воткнуть в линейку, если известно, что масса линейки $m_{л}=5$ гр, масса кнопки $m_{к}=0,2$ гр, плотность дерева, $\rho_{д}=800$ кг/м³, плотность воды $\rho_{в}=1000$ кг/м³, плотность железа $\rho_{ж}=7800$ кг/м³?

Вариант ответа

Условием полного погружения тела является: $M \geq \rho_{в}V$

где M - масса погруженного в воду тела, V - объем этого тела

$$M = m_{л} + n m_{к} \quad V = \frac{m_{л}}{\rho_{д}} + \frac{n m_{ж}}{\rho_{ж}}$$

Отсюда следует, что:

$$n = \frac{m_{л} \rho_{ж} (\rho_{в} - \rho_{д})}{m_{к} \rho_{д} (\rho_{ж} - \rho_{в})} \approx 7,17$$

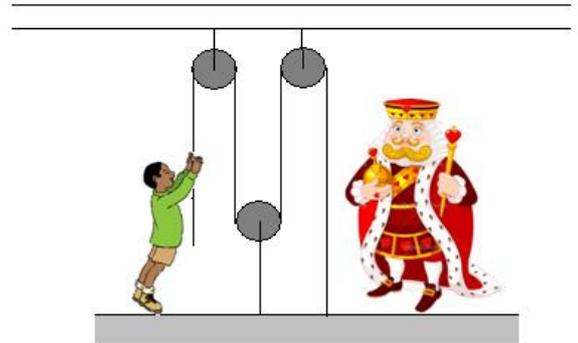
Чтобы линейка утонула, необходимо воткнуть минимум $n=8$ кнопок.

Критерии оценивания

- | | |
|--|-------------|
| Записано условие погружения тела | - 6 баллов. |
| Расписаны выражения для массы и объема погруженного тела | - 6 баллов. |
| Получено выражение для количества кнопок | - 15 баллов |
| Приведен правильный ответ | - 3 балла. |

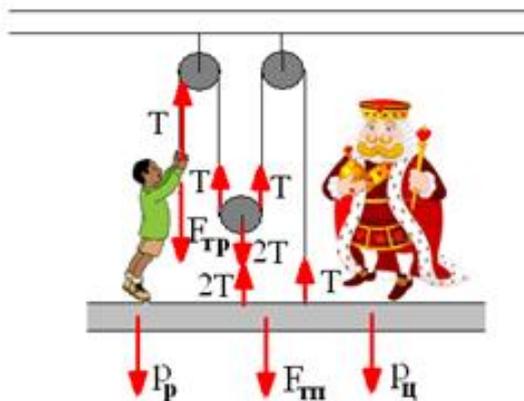
Жадный царь (35 баллов)

Механизм одного из древних лифтов представлен на рисунке. Он предназначен для подъема царя с помощью ручной силы раба на верхние этажи дворца. Про царя известно, что он был очень жадным и кормил рабов очень плохо. Определите минимальную массу раба $m_{р}$, при которой он еще сможет поднимать царя на лифте. Известно, что масса царя $m_{ц}=100$ кг, а масса платформы, на которой они стоят $m_{п}=20$ кг. Массой блоков пренебречь, нить нерастяжима и невесома.



Вариант решения

При минимальной массе рабу поднимать платформу легче всего медленно и равномерно. Тогда платформу можно считать уравновешенной. Силы, действующие на платформу вверх, скомпенсированы силами, действующими на нее вниз.



Выполняется следующее равенство $P_{р} + F_{п} + P_{ц} = T + 2T$ где $F_{п} = m_{п}g$ - сила тяжести платформы, T - сила натяжения нити, $P_{ц} = m_{ц}g$ - вес царя, $P_{р}$ - вес раба $P_{р} = 0$ т.к. при минимальной массе раба будет

полностью виснуть на нити не оказывая давления на платформу. Силы, действующие на раба, так же скомпенсированы: $T=F_{тр}=m_p g$. Подставляя это выражение в равенство для платформы, получаем: $m_p=(m_{ц}+m_{ц})/3$. Отсюда масса раба: $m_p=40$ кг.

Критерии оценивания

Правильно указаны действующие силы	– 7 баллов
Записано условие равновесия для платформы	– 10 баллов
Записано условие равновесия для раба	– 10 баллов
Получен правильный ответ	– 8 баллов

Неостывшая гирька. (15 баллов)

В теплоизолированном сосуде находится $m_1=100$ гр воды при температуре $t_1=20^{\circ}\text{C}$, в этот сосуд опускают алюминиевую гирьку массой $m_r=270$ гр нагретую до температуры $t=60^{\circ}\text{C}$. После установления теплового равновесия оставшуюся часть сосуда заполняют водой при температуре $t_2=100^{\circ}\text{C}$. После установления теплового равновесия в этот раз, гирька снова нагревается до своей начальной температуры. Определите объем сосуда V . Плотность алюминия $\rho_a=2,7$ гр/см³, плотность воды $\rho_v=1$ гр/см³.

Вариант решения

Гирька отдает и получает одинаковое количество теплоты, поэтому в уравнении теплового баланса ее можно не учитывать. Массу долитой воды определим из условия: $m_2= m_1(t-t_1)/(t_2-t)=100$ гр.

Объем сосуда равен

$$V = \frac{(m_1+m_2)}{\rho_v} + \frac{m_r}{\rho_a}=300 \text{ см}^3$$

Критерии оценивания

Записано уравнение теплового баланса	- 5 баллов
Определена масса долитой воды	-5 баллов
Определен объем сосуда	-5 баллов

Испытание огнем (20 баллов)

В одном из рекламных роликов по телевизору Петя увидел сравнение дорогой бензиновой зажигалки и обыкновенной газовой. В этом ролике брали два одинаковых стакана с водой и нагревали их с помощью зажигалки до кипения воды. Дорогая зажигалка нагревала за $t_1=2$ минуты, а обыкновенная за $t_2=4$ минуты. Петя подумал «Сколько времени понадобится на нагрев стакана воды одновременно двумя этими зажигалками?» Помогите Пете получить ответ.

Вариант решение

Во всех трех случаях необходимо сообщать одинаковое количество теплоты

$$Q=P_1 t_1$$

$$Q=P_2 t_2$$

$$Q=(P_1+P_2)t_3 \quad \text{где } P_1 \text{ и } P_2 \text{ мощность выдаваемая дорогой и обычной зажигалкой соответственно.}$$

Решая систему, получим $t_3=1,33$ минут (1 минута 20 секунд)

Критерии оценивания

Составлена система	- 10 баллов
Приведен правильный ответ	- 10 баллов