

8-1. Волк и Заяц. Волк и Заяц устроили соревнования по бегу на короткие дистанции по прямой беговой дорожке. Заяц начал бег одновременно с выстрелом стартового пистолета с отметки, расположенной на расстоянии $L = 100$ м от финиша, и бежал с постоянной скоростью $v_3 = 18$ км/ч. Волк стартовал с отметки, расположенной на $\Delta L = 60$ м дальше от финиша, чем точка старта Зайца, и бежал с постоянной скоростью $v_B = 36$ км/ч. На старте Волк замешкался и начал движение через $\Delta t = 2$ с после выстрела стартера.

Через какое время t после выстрела стартового пистолета и на каком расстоянии S от финиша Волк обогнал Зайца?

Возможное решение.

Скорость Зайца $v_3 = 18$ км/ч = 5 м/с. Скорость Волка $v_B = 36$ км/ч = 10 м/с.

К моменту встречи Заяц пробежал $S_3 = v_3 t$. Волк пробежал $S_B = v_B (t - \Delta t)$.

По условию $S_B - S_3 = \Delta L$. Тогда $v_B (t - \Delta t) - v_3 t = \Delta L$.

$$t = \frac{\Delta L + v_B \Delta t}{v_B - v_3} = 16 \text{ с}$$

Заяц пробежал к этому времени $S_3 = v_3 t = 80$ м.

До финиша осталось $S = L - S_3 = 20$ м.

Критерии оценивания.

- | | |
|---|---------|
| 1) Перевод единиц измерения | 2 балла |
| 2) Формулы путей, пройденных Зайцем и волком до встречи | 2 балла |
| 3) Условие встречи $S_B - S_3 = \Delta L$ | 2 балла |
| 4) Правильно решено уравнение и найдено t | 2 балла |
| 5) Правильно найдено расстояние S | 2 балла |
| Найдено расстояние от старта Зайца S_3 | 1 балл |

Примечание.

Если решение не совпадает с авторским (другая система отсчёта, графический метод и т.д.), то за правильный ответ ставится полный бал (10). Если есть ошибка в промежуточных вычислениях/рассуждениях, то баллы ставятся пропорционально авторским критериям.

8-2. Три груза. Система состоит из лёгкого рычага и трёх грузов массами m , $2m$, $4m$, и находится в состоянии равновесия на одной опоре. Известно, что груз массой m находится на расстоянии $l_1 = 30$ см от точки опоры рычага и что два из трёх указанных грузов подвешены к одной точке рычага. Найдите расстояния l_2 и l_3 от точки опоры рычага до точек подвеса грузов $2m$ и $4m$.

Изобразите на рисунке возможные варианты устройства системы.

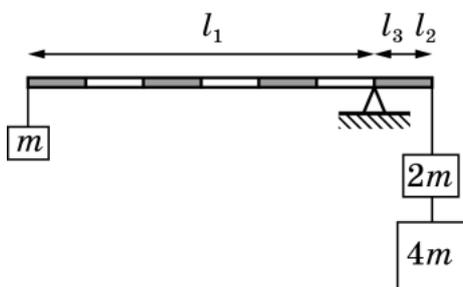
Возможное решение.

Всего 3 случая:

- 1) На одной стороне от оси вращения m , на другой вместе $2m$ и $4m$.
- 2) На одной стороне от оси вращения $2m$, на другой вместе m и $4m$.
- 3) На одной стороне от оси вращения $4m$, на другой вместе $2m$ и m .

По одну сторону от оси все грузы быть не могут (так как невесомый рычаг их не сможет уравновесить), а других разбиений нет.

Для первого случая запишем правило моментов (учтём, что в данном случае $l_2 = l_3$):



$$mgl_1 = 2mgl_2 + 4mgl_3 = 6mgl_2 \rightarrow l_2 = \frac{l_1}{6} = 5 \text{ см} = l_3$$

Аналогично для второго случая: $l_3 = l_1 = 30$ см, а $l_2 = 75$ см.

Аналогично для третьего случая: $l_2 = l_1 = 30$ см, а $l_3 = 22,5$ см.

Критерии оценивания.

- | | |
|--|---------------|
| 1. Приведены три рисунка возможного крепления грузов к рычагу: | (3 x 1 балл). |
| 2. Для каждого случая записано правило моментов | (3 x 1 балл). |
| 3. Для каждого случая найдены расстояния l_2 и l_3 | (3 x 1 балл). |
| 4. Во всех ответах указаны верные ед. измерения | (1 балл). |

8-3. Два шара. В озеро с пресной водой опустили два шара. Один массой $m_1 = 2$ кг и объёмом $V_1 = 3$ л, а другой массой $m_2 = 3$ кг и объёмом $V_2 = 2$ л. Во сколько раз отличаются силы Архимеда, действующие на первый и второй шар? Плотность воды $\rho_B = 1000$ кг/м³.

Возможное решение.

Определим плотность первого шара: $\rho_1 = \frac{m_1}{V_1} \approx 667 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} < \rho_B$

Значит шар плавает частично погружённым в воду, а сила Архимеда равна силе тяжести, действующей на шар: $F_{A1} = m_1 g$

Определим плотность второго шара: $\rho_2 = \frac{m_2}{V_2} = 1500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} > \rho_B$

Значит второй шар утонул, а сила Архимеда равна весу воды объёмом V_2 : $F_{A2} = \rho_B V_2 g$

Отношение сил: $\frac{F_{A2}}{F_{A1}} = \frac{\rho_B V_2 g}{m_1 g} = 1$

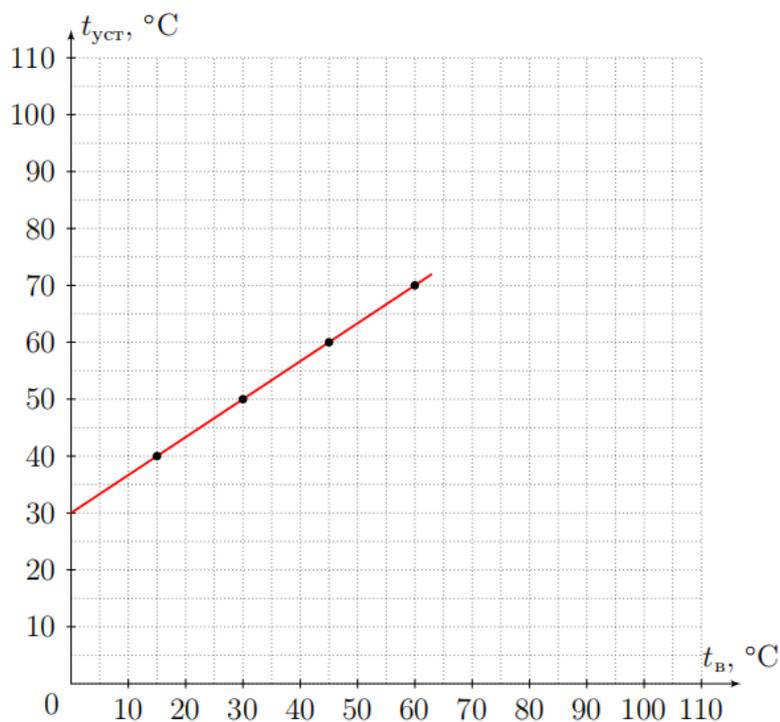
Критерии оценивания.

Определено, что 1-й шар плавает	2 балла
Сила Архимеда для первого шара равна силе тяжести	2 балла
Определено, что 2-й шар утонул	2 балла
Сила Архимеда для второго шара равна весу вытесненной жидкости	2 балла
Правильно найдено отношение сил Архимеда	2 балла

Примечание.

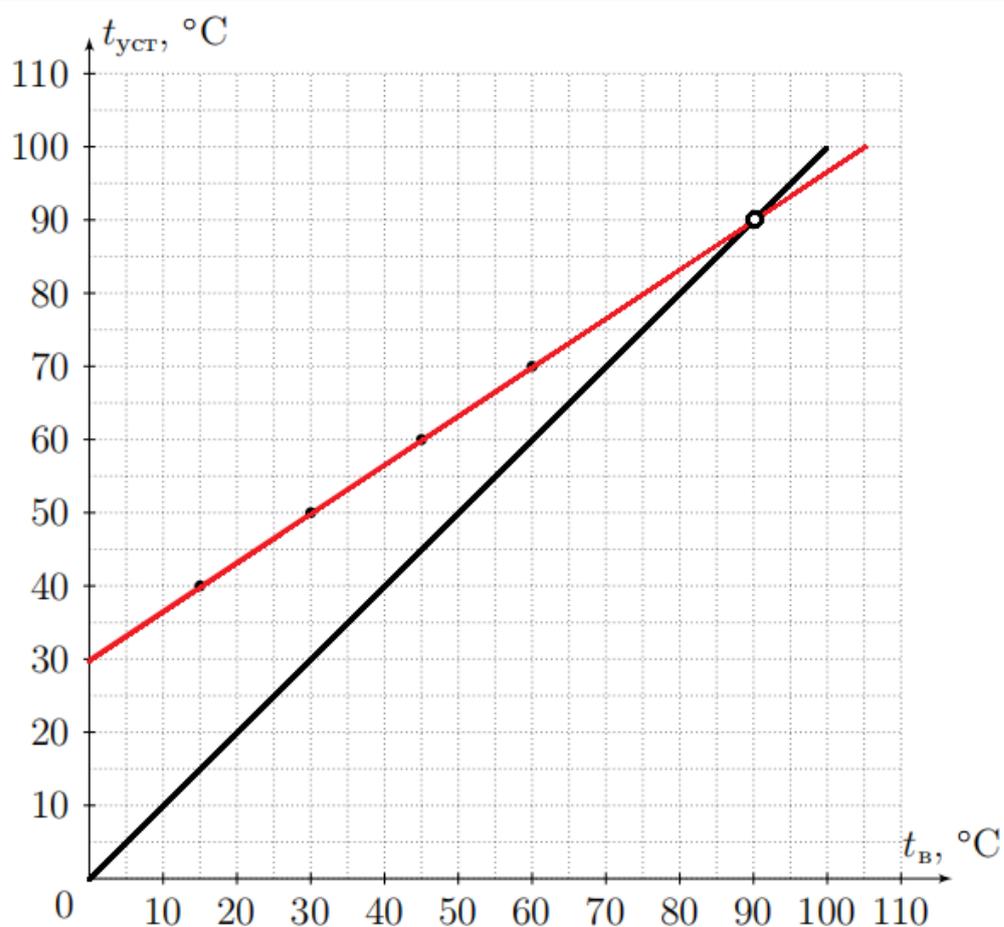
Если решение не совпадает с авторским, то за правильный ответ ставится полный бал (10). Если есть ошибка в промежуточных вычислениях/рассуждениях, то баллы ставятся пропорционально авторским критериям.

8.4. Горячий цилиндр. В идеальный калориметр наливают воду массой $m_b = 400$ г, каждый раз с различными начальными температурами. После этого в воду опускают алюминиевый цилиндр массой $M_a = 200$ г, нагретый всегда до одной и той же температуры t_a . Зависимость установившейся в калориметре температуры от начальной температуры воды приведена на рисунке. Чему равна начальная температура t_a



алюминиевого цилиндра?

Решение: В этой задаче нет необходимости проводить какие-либо вычисления с приведёнными на графике данными. Понятно, что если начальная температура воды равна начальной температуре алюминия, то эта температура и останется в калориметре (чёрная линия на графике как раз описывает эту ситуацию). Необходимо прямую линию на графике продолжить в область более высоких температур и найти на ней точку, при которой $t_{\text{в}} = t_a$. Это и будет начальная температура алюминия. Цифры для построения графика использовались для $t_a = 90$ °С.



Критерии оценивания.

Для авторского метода

- | | |
|--|----------|
| 1) Идея с начальной температурой воды, равной начальной температуре алюминия | 5 баллов |
| 2) Построения на графике | 3 балла |
| 3) Правильный ответ (90 градусов) | 2 балла |

Для решения через тепловой баланс

- | | |
|--|---------|
| 1) Составлено правильное уравнение теплового баланса | 2 балла |
| 2) Получена линейная зависимость $t_{уст}(t_B)$ | 2 балла |
| 3) По точкам на графике найдены параметры линейной зависимости | 4 балла |
| 4) Из параметров линейной зависимости правильно найдена t_a | 2 балла |