

8 класс

Задача 1. От перекрёстка до перекрёстка. От перекрёстка № 1 одновременно стартуют Глюк и Баг. Глюк едет на автомобиле строго на юг со скоростью $v_0 = 40$ км/ч. Баг едет строго на восток со скоростью $v_1 = 60$ км/ч в течение времени $t_1 = 6$ мин. Затем, не изменяя скорости, поворачивает на юг и через некоторое время τ поворачивает на запад. К перекрёстку № 2, отстоящему от перекрёстка № 1 на расстояние L , автомобили подъезжают одновременно.

- 1) Изобразите траектории движения Глюка и Бага.
- 2) Определите расстояние L .

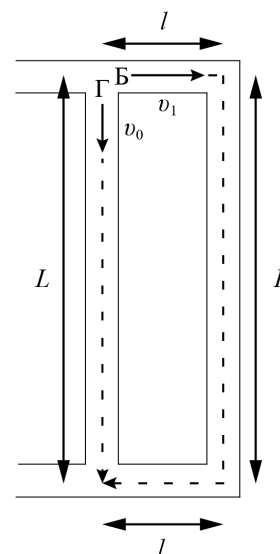
Возможное решение

Траектории движения Бага и Глюка показаны на рисунке. Так как время движения автомобилей совпадает, то:

$$\frac{L}{v_0} = \frac{L + 2l}{v_1} \rightarrow l = L \frac{v_1 - v_0}{2v_0} = 0,25L.$$

Но мы знаем, что участок длиной l Баг проехал за $t_1 = 6$ мин со скоростью $v_1 = 60$ км/ч. Значит,

$$l = v_1 t_1 = 60 \text{ км/ч} \cdot \frac{6}{60} \text{ ч} = 6 \text{ км} \rightarrow L = 4l = 24 \text{ км}.$$

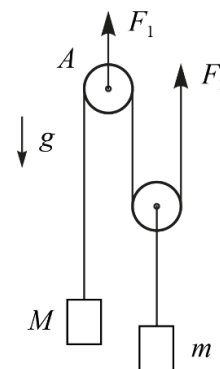

Критерии оценивания

- | | |
|---|---------|
| 1. Правильно изображены траектории движения Глюка и Бага | 3 балла |
| 2. Записано условие равенства времен движения между перекрестками | 1 балл |
| 3. Получено соотношение длин участков L и l (число или формула) | 3 балла |
| 4. Правильно выражено $l = v_1 t_1 = 6$ км. | 1 балл |
| 5. Вычислено расстояние между перекрестками | 2 балла |



8.2 Равновесие. Система, состоящая из двух грузов, соединенных легкой нитью, переброшенной через два блока, удерживается в равновесии силами $F_1 = 40$ Н и $F_2 = 15$ Н (см. рис.).

- 1) Расставьте силы, действующие на блок A .
- 2) Определите массу левого груза M , если масса правого груза $m = 2$ кг.



Возможное решение

Поскольку нить невесома, её натяжение T во всех точках одинаково и

$$T = F_2$$

Значит, равновесие груза M возможно при выполнении условия

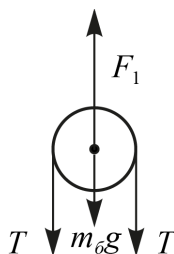
$$Mg = F_2$$

Откуда $M = 1,5$ кг.

Заметим, что на блок A вверх действует сила $F_1 = 40$ Н, а вниз $2T = 30$ Н. Для равновесия не хватает силы (или равнодействующей нескольких сил) $F = 10$ Н направленной вниз.

Это может быть только сила тяжести, действующая на блок m_6g .

Таким образом, правильная расстановка сил, действующих на блок A такая:

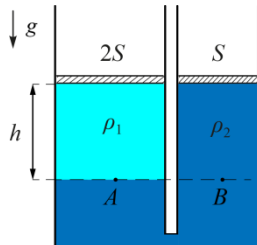
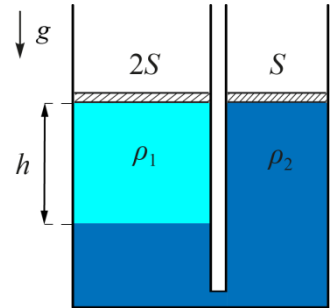


Критерии оценивания

- | | |
|---|---------|
| 1. Правильно установлена связь T и F_2 | 1 балл |
| 2. Правильно записано условие равновесие для груза M | 2 балла |
| 3. Правильно найдена масса M | 1 балл |
| 4. Обосновано наличие силы тяжести (массы блока m_6) | 2 балла |
| 5. Правильный рисунок с расстановкой сил для блока A | 4 балла |
- (по 1 баллу за каждую правильно нарисованную силу (правильное направление и точка приложения))



Задача 3. Два поршня. В сообщающихся сосудах с сечениями S и $2S$ под подвижными поршнями одинаковой массы m налиты жидкости с плотностями ρ_1 и ρ_2 (см. рис.). Поршни находятся на одной высоте. Определите массу m , если высота столба жидкости с плотностью ρ_1 равна h .



Возможное решение

В открытых сосудах атмосферное давление можно не учитывать.

Найдем давление в жидкости в точках A и B (см. рис.)

Давление в точке A будет определяться условием

$$P_A = \frac{mg}{2S} + \rho_1 gh.$$

Давление в точке B будет определяться условием

$$P_B = \frac{mg}{S} + \rho_2 gh.$$

Так как точки A и B можно рассматривать как точки внутри однородной жидкости (ρ_2), находящиеся на одном уровне, то в них давление должно быть одинаковым:

$$P_A = P_B$$

$$\frac{mg}{2S} + \rho_1 gh = \frac{mg}{S} + \rho_2 gh$$

$$m = 2Sh(\rho_1 - \rho_2)$$

Отметим, что при $\rho_1 < \rho_2$ выражение для m теряет смысл, так как при этом условии невозможно равновесие системы.

Критерии оценивания

- | | |
|--|---------|
| 1. Учтено атмосферное давление, или обоснован отказ от его учета | 1 балла |
| 2. Правильно записано выражение для P_A | 2 балла |
| 3. Правильно записано выражение для P_B | 2 балла |
| 4. Указание на равенство давлений в двух точках | 2 балла |
| 5. Получено правильное выражение для массы m | 2 балла |
| 6. Указана область применимости выражения ($\rho_1 > \rho_2$) | 1 балл |

Если задача решается через условие (на силы) равновесия какого-либо кусочка жидкости, то пункты критериев надо интерпретировать так:

- | | |
|--|---------|
| 2. Правильно записано выражение для сил с одной стороны | 2 балла |
| 3. Правильно записано выражение для сил с другой стороны | 2 балла |
| 4. Записано условие равновесия | 2 балла |



Задача 4. Всё дело в котелке. Чтобы в маленьком котелке нагреть до кипения порцию речной воды, пришлось сжечь $m_1 = 0,60$ кг дров. Затем котелок остудили и налили в него двойную порцию воды. Теперь, чтобы довести её до кипения, пришлось сжечь $m_2 = 0,85$ кг дров. Какая масса дров m_3 потребуется для того, чтобы нагреть до кипения двойную порцию воды в большом котле, сделанном из того же материала? Линейные размеры котла в два раза больше чем у котелка, а толщина стенок одинакова. Считайте, что 30% теплоты от сгоревших дров идёт на нагревание воды и котлов при любой температуре воды.

Возможное решение

Запишем уравнение теплового баланса для первого случая:

$$0,3qm_1 = (C_K + C_B)\Delta t.$$

Здесь q - удельная теплота сгорания дров, C_K - теплоёмкость котелка, C_B - теплоёмкость порции воды, Δt - разность между температурой кипения и температурой речной воды.

Во втором случае теплоёмкость воды будет в 2 раза больше, так как теплоёмкость пропорциональна массе вещества:

$$0,3qm_2 = (C_K + 2C_B)\Delta t.$$

У большого котла теплоёмкость больше в 4 раза, так как площадь поверхности больше в 4 раза из-за роста линейных размеров в 2 раза (толщина стенок не изменилась). Тогда:

$$0,3qm_3 = (4C_K + 2C_B)\Delta t.$$

Решая систему, находим, что $m_3 = 6m_1 - 2m_2 = 1,9$ кг.

Критерии оценивания

- | | |
|---|---------|
| 1. Учтено, что часть тепла от сгоревших дров идёт на нагревание котелка, и правильно записано уравнение теплового баланса для первого случая | 2 балла |
| 2. Учтено, что теплоемкость воды увеличивается в 2 раза, и правильно записано уравнение теплового баланса для второго случая | 3 балла |
| 3. Учтено, что теплоемкость большого котла в 4 раза больше теплоемкости котелка, и правильно записано уравнение теплового баланса для третьего случая | 3 балла |
| 4. Решена система уравнений и найдено значение m_3 | 2 балла |

