

Задача 1 (М.Ю. Замятнин)

В аэропорту Шереметьево в длинном переходе между двумя терминалами есть два параллельных друг другу траволатора – горизонтально расположенных эскалатора, имеющих одинаковые длины. Школьник Вася, отправляющийся на Международную физическую олимпиаду, заметил, что первый траволатор движется, а второй – выключен, и, ожидая свой рейс, решил немного развлечься. Он начал бегать по траволаторам туда-сюда, каждый раз возвращаясь в исходную точку. В первый раз Вася пробежал туда по движущемуся траволатору, а назад – по неподвижному. Во второй раз он пробежал туда по неподвижному траволатору, а назад – по движущемуся. Разность времен движения Васи в этих первом и втором забегах составила $\Delta t_1 = 25$ с. В третий раз Вася пробежал в обе стороны по движущемуся траволатору, а в четвертый раз – в обе стороны по неподвижному. Разность времен движения Васи в третьем и в четвертом забегах оказалась равной $\Delta t_2 = 5$ с. Вася развивает постоянную скорость относительно траволатора, скорость движения которого также постоянна и равна $u = 1$ м/с. Найдите скорость V Васи относительно траволатора и определите длину траволатора. Считайте, что на ускорение, торможение и на разворот Вася тратит пренебрежимо мало времени.

Ответ: скорость Васи относительно траволатора равна $V = u \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = 5$ м/с, длина траволатора равна $l = \frac{V^2 - u^2}{2u} \Delta t_1 = \frac{u \Delta t_1 [(\Delta t_1)^2 - (\Delta t_2)^2]}{2(\Delta t_2)^2} = 300$ м.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

Критерии

- | | |
|--|---------|
| 1. Получено правильное выражение для времен движения в каждом из четырех случаев (по 1 баллу) | 4 балла |
| 2. Получены правильные выражения для первой и второй разности времен (по 1 баллу за каждую разность) | 2 балла |
| 3. Получено правильное выражение, связывающее скорости и разности времен | 2 балла |
| 4. Найдено правильное численное значение скорости школьника | 1 балл |
| 5. Правильно найдено численное значение длины l траволатора | 1 балл |

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 2 (А.И. Бычков)

Выйдя из дома, папа с дочкой Машей и сыном Ваней бегут к автобусной остановке, расстояние до которой $S = 430$ м. Скорость Вани равна $V = 2$ м/с, скорость Маши $2V$, а скорость папы $4V$. Если папа сажает любого из детей на шею, то его скорость уменьшается до $3V$. Двоих детей одновременно папа нести не может. Через какое минимальное время вся семья сможет оказаться на остановке? Можно считать, что посадка детей на папину шею, а также разгон и торможение происходят быстро.

Ответ:

вся семья сможет оказаться на остановке через минимальное время $t_{min} = \frac{19S}{43V} = 95$ с.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

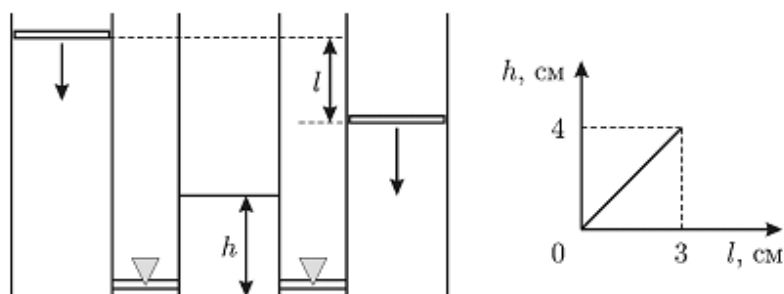
Критерии

- | | |
|---|---------|
| 1. Описана наилучшая стратегия передвижения | 2 балла |
| 2. Правильно сформулировано условие, при котором время окажется минимальным | 1 балл |
| 3. Доказано, что очередность перевозки папой детей не важна | 1 балл |
| 4. Получено (любым способом) правильное выражение, связывающее времена τ и t_{min} | 4 балла |
| 5. Правильно найдено время t_{min} | 2 балла |

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 3 (А.И. Бычков)

Три одинаковых вертикальных цилиндрических сосуда сообщаются друг с другом вблизи дна при помощи узких трубок с кранами, которые первоначально перекрыты (см. рисунок слева). В левом и правом сосудах под горизонтальными тонкими поршнями находится вода, а средний сосуд пуст. Краны одновременно открывают, и в тот же момент начинают двигать вниз оба поршня с постоянными скоростями. При этом разница уровней поршней по вертикали увеличивается со скоростью V . Пользуясь графиком зависимости высоты h уровня воды в среднем сосуде от расстояния по вертикали l между поршнями (см. рисунок справа), найдите скорость каждого из поршней.



Ответ: скорости поршней равны $V_1 = \frac{7}{6}V$ и $V_2 = \frac{1}{6}V$.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

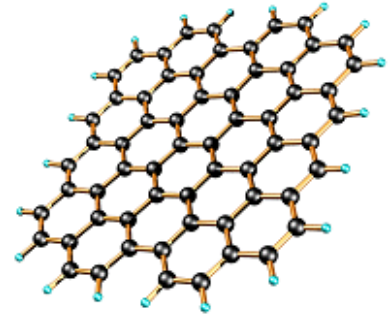
Критерии

- | | |
|---|---------|
| 1. Правильно установлено начальное расположение поршней | 1 балл |
| 2. Получено правильное выражение, связывающее скорость одного из поршней и скорость поднятия уровня воды в среднем сосуде | 1 балл |
| 3. Правильно получена зависимость $h(l)$ | 2 балла |
| 4. Исследован график (указано, что справедливо соотношение $h/l = 4/3$) | 2 балла |
| 5. Правильно найдена скорость быстро движущегося поршня | 2 балла |
| 6. Правильно найдена скорость медленно движущегося поршня | 2 балла |

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 4 (П. Крюков)

Чебурашка и Гена долго строили и, наконец, построили наглядную модель графена – двумерного кристалла углерода, состоящего из ячеек в виде правильных шестиугольников (как показано на рисунке) в масштабе 250.000.000 : 1. Количество ячеек в модели было большим, так что её площадь оказалась равной 12,5 м². Атомы углерода в модели – одинаковые пластилиновые шарики, а «связи» между «атомами» – кусочки проволоки, сделанной из медного сплава. При этом объем пластилина в каждом шарике в 9 раз больше объема каждой проволоочки, соединяющей соседние шарики.



Оцените массу этой модели графена. Плотность пластилина $\rho_{\text{пласт}} = 1330 \text{ кг/м}^3$, плотность медного сплава $\rho_{\text{пров}} = 9000 \text{ кг/м}^3$. Масса проволочек, необходимых для изготовления одной-единственной ячейки графена, составляет 487 мг. Расстояние между центрами соседних атомов настоящего графена 0,142 нм (нанометр – это одна миллионная часть миллиметра). Площадь S правильного шестиугольника с длиной стороны a определяется по формуле: $S = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2$, где $\sqrt{3} \approx 1,7$.

Ответ: масса модели графена равна $\approx 1,8 \text{ кг}$.

Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.

Критерии

- | | |
|---|---------|
| 1. Найдено, что на одну ячейку приходится 2 шарика | 1 балл |
| 2. Найдено, что на одну ячейку приходится 3 проволочки | 1 балл |
| 3. Получено правильное выражение для массы Δm в расчете на одну ячейку модели | 1 балл |
| 4. Получено правильное выражение для массы одной ячейки модели | 1 балл |
| 5. Правильно найдено численное значение массы, приходящейся на одну ячейку модели | 2 балла |
| 6. Правильно найдено расстояние между центрами соседних шариков | 1 балл |
| 7. Правильно найдена площадь одной ячейки модели | 1 балл |
| 8. Правильно оценена масса модели | 2 балла |

ВСЕГО: 10 баллов.