

Задача 1

Школьник Петя стоит около задней стены последнего вагона поезда, движущегося с постоянной скоростью, и видит через окна поезда столбы линии электропередач, расположенные вдоль железной дороги на равных расстояниях друг от друга. Когда Петя поравнялся с одним из столбов, он начал считать столбы (приняв этот столб за первый) и одновременно идти со скоростью $1,5 \text{ м/с}$ относительно поезда от хвоста к голове поезда. В момент, когда Петя поравнялся со столбом номер 17, пройденный им путь (относительно поезда) был равен 150 м . Петя тотчас развернулся и пошёл обратно с той же скоростью, и в момент возвращения в начало своего пути поравнялся с очередным столбом, номер которого по счёту Пети был равен 30. С какой скоростью едет поезд, и чему равно расстояние между соседними столбами? Известно, что скорость поезда относительно земли больше скорости Пети относительно поезда.

Ответ: $V = 14,5 \text{ м/с} = 52,2 \text{ км/ч}$; $l_0 = 100 \text{ м}$.

Критерии

Записано, что скорость Пети относительно Земли равна $V + v$ при движении по ходу поезда и $V - v$ при движении в противоположном направлении ($v = 1,5 \text{ м/с}$ – скорость Пети относительно поезда, V – скорость поезда относительно земли) – 2 балла

Найдено, что время движения Пети в одном направлении равно 100 с (или приведена либо использована в решении аналогичная формула) – 1 балл

Показано, что отношение скоростей Пети относительно Земли при движении туда и обратно равно обратному отношению количеств промежутков между столбами – 2 балла

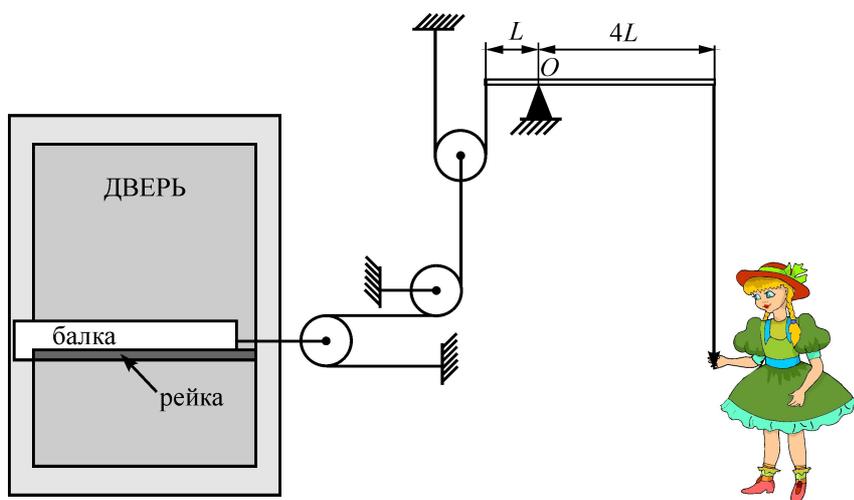
Получен верный ответ для скорости поезда – 2 балла

Получен верный ответ для расстояния между столбами – 3 балла

Всего – 10 баллов

Задача 2

Серый Волк, встретив Красную Шапочку на опушке леса, узнал, что в доме ее бабушки лесорубы установили новую систему открывания двери. Волк настолько заинтересовался инновацией, что решил не есть ни бабушку, ни Красную Шапочку, а подробно узнать все детали современной конструкции, зачем и отправился к бабушке вместе с Красной Шапочкой. Оказалось, что система (см. рисунок) состоит из тяжелой деревянной балки, способной с помощью троса равномерно передвигаться по шероховатой рейке (по словам лесорубов, на балку при скольжении действует сила трения 320 Н). Трос соединен при помощи системы легких блоков и веревок с рычагом. Трение в осях блоков охотники ликвидировали с помощью смазки. Рычаг пропущен сквозь стену, где закреплен на скрипучей опоре. Плечи рычага соотносятся как $1:4$. Дверь открылась, когда Красная Шапочка «потянула за веревочку», привязанную к другому концу рычага, с силой 25 Н . Определите КПД такой системы. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .



Ответ: 80%.

Критерии

Показано, что сила трения в 4 раза больше силы натяжения нити, привязанной к рычагу – 3 балла

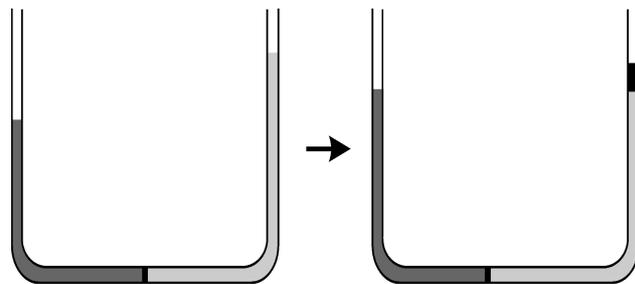
Правильно записано правило рычага (в любом виде: в равновесии при отсутствии трения отношение сил равно 4, отношение перемещений плеч рычага равно 4 и т.д.) – 3 балла

Получен верный ответ для КПД – 4 балла

Всего – 10 баллов

Задача 3

В одно колено U-образной трубки залили масло, а в другое – воду. Жидкости разделены посередине поршнем, который находится в равновесии. Масло закрывают массивным поршнем. Какой массой должен обладать этот поршень, чтобы уровни жидкостей выровнялись, если начальный уровень воды над дном трубки 8 см, а плотности воды и масла 1 г/см^3 и $0,8 \text{ г/см}^3$ соответственно? Площадь внутреннего сечения трубки 10 см^2 , нижний поршень остается в нижней части трубки.



Ответ: масса поршня должна быть равна 18 г.

Критерии

Записано условие равенства давлений при отсутствии поршня – 2 балла

Правильно найдена высота уровня масла при отсутствии поршня (числовое значение либо формула, где-либо использованная в решении) – 1 балл

Правильно найдена высота столбов жидкостей после выравнивания уровней (числовое значение либо формула, где-либо использованная в решении) – 1 балл

Записано уравнение для равенства давлений при наличии поршня – 3 балла

Получен верный ответ для массы поршня – 3 балла

Всего – 10 баллов

Задача 4

Школьница Ирина взяла сосуд с холодной водой и поставила его на электроплитку. Проведя измерения, Ирина выяснила, что температура воды в сосуде увеличивается на $1 \text{ }^\circ\text{C}$ каждые 20 с. Дождавшись, когда сосуд нагрелся до $30 \text{ }^\circ\text{C}$, Ирина сняла его с плитки и поместила в воду металлическую гирю, находившуюся в другом сосуде в тепловом равновесии со смесью воды и льда. Температура в сосуде с водой и гирей установилась равной $25 \text{ }^\circ\text{C}$. За какое время этот сосуд будет нагреваться на $1 \text{ }^\circ\text{C}$, если Ирина, не вынимая гирю, вновь поставит его на электроплитку? Потерями энергии пренебречь, вода из сосуда в данном процессе не выливалась.

Ответ: сосуд с гирей будет нагреваться на $1 \text{ }^\circ\text{C}$ за 24 с.

Критерии

Записано уравнение теплового баланса для процесса нагревания на плитке сосуда с водой – 2 балла

Отмечено, что начальная температура гири равна $0 \text{ }^\circ\text{C}$ – 1 балл

Записано уравнение теплового баланса для процесса установления теплового равновесия между сосудом с водой и гирей – 2 балла

Записано уравнение теплового баланса для процесса нагревания на плитке сосуда с водой и с гирей – 2 балла

Получен верный ответ – 3 балла

Всего – 10 баллов