

МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

МОШ, 2012/13, заключительный этап, 8 класс

Условия, ответы и решения

1 Встречи пешехода и велосипедиста

Велосипедист с постоянной скоростью 15 км/ч курсирует между пунктами А и В, начиная из пункта А. Пешеход курсирует по той же дороге между пунктами А и В, начиная из пункта В, со скоростью 5 км/ч. Расстояние между пунктами А и В — 10 км. Через какое время у них произойдет третья встреча на дороге и где, если они начали движение одновременно?

Подсказка

Удобно построить графики координат велосипедиста и пешехода от времени с учётом разворотов в пунктах А и В и найти третье пересечение графиков.

Ответ

Третья встреча велосипедиста и пешехода произойдет через 1,5 часа после начала их движения на расстоянии 2,5 км от пункта А.

2 Азот и водяной пар в сосудах

Имеются два сосуда объемом 1 м^3 каждый. В первом сосуде находится 1 кг азота, во втором — смесь азота и 18 г водяного пара. Количество молекул в обоих сосудах одинаково. Найдите отношение массы содержимого второго сосуда к массе содержимого первого сосуда. Масса молекулы воды составляет $9/14$ от массы молекулы азота.

Подсказка

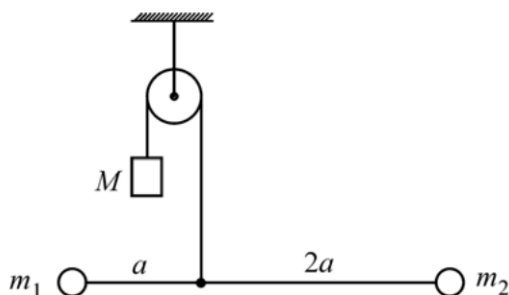
Если число молекул одинаково, то заменив часть молекул азота на молекулы воды, какая масса «потеряется»? Найдите число молекул воды через её массу и массу молекулы.

Ответ

Отношение массы содержимого второго сосуда к массе содержимого первого сосуда равно 0,99.

3 Стержень с грузами и блок

На рисунке изображен легкий жесткий стержень длиной $3a$, к которому на расстоянии a от одного из концов прикреплена невесомая нить, перекинутая через блок. К противоположному концу нити прикреплен груз массой $M = 3$ кг. К концам стержня прикреплены грузы 1 и 2. Найдите массы m_1 и m_2 этих грузов, если система находится в равновесии, и трения в оси блока нет.



Подсказка

Нить перекинута через блок без трения, поэтому её натяжение с обеих сторон одинаково. Сила, с которой нить действует на стержень, определяется массой M . Запишите условия равновесия стержня: сумму сил и сумму моментов.

Ответ

Массы грузов $m_1 = 2M/3 = 2$ кг и $m_2 = M/3 = 1$ кг.

4 Охлаждение воды на морозе

Школьник Владислав исследует охлаждение воды в стакане на морозе. Владислав заметил, что охлаждение от температуры 91°C до 89°C происходит за 3 минуты, а от температуры 31°C до 29°C — за 6 минут. Чему равна температура окружающей среды? Считайте, что мощность теплоотдачи пропорциональна разности температур стакана и окружающей среды.

Подсказка

Отданное количество теплоты за малый промежуток равно мощности теплоотдачи, умноженной на время; при одинаковом изменении температуры оно одинаково. Составьте два уравнения со средними температурами 90°C и 30°C .

Ответ

Температура окружающей среды составляет -30°C .

5 Хвост автомобильной пробки

С какой скоростью растет «хвост» автомобильной пробки, образовавшейся из-за резкого снижения скорости на некотором участке дороги? До пробки автомобили движутся однородным потоком со скоростью 50 км/ч со средней плотностью 20 автомобилей на 1 км пути. В пробке скорость автомобилей снижается до 5 км/ч, и движутся они почти вплотную друг к другу со средней плотностью 125 автомобилей на 1 км пути.

Подсказка

Перейдите к рассмотрению за малое время: сколько автомобилей подъезжает к хвосту пробки и на сколько увеличивается число машин в пробке? Учтите, что хвост сам движется.

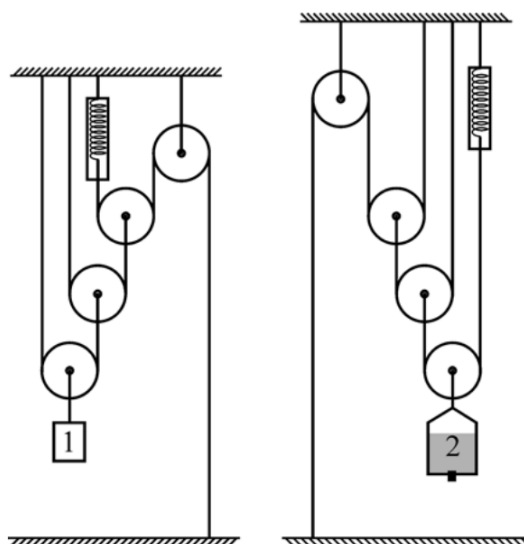
Ответ

«Хвост» пробки растёт со скоростью $V = \frac{V_1 \rho_1 - V_2 \rho_2}{\rho_2 - \rho_1} \approx 3,6 \text{ км/час}$.

6 Системы блоков с вытекающей водой

Имеются две системы блоков, изображенные на рисунке. Блоки соединены легкими нерастяжимыми нитями. В каждой системе блоков имеются одинаковые динамометры, закрепленные между соответствующими участками нитей (см. рисунок). Груз 1 имеет массу $m_1 = 200 \text{ г}$. Груз 2 представляет собой сосуд, наполненный водой, суммарной массой $m_{02} = 800 \text{ г}$. В сосуде имеется отверстие, изначально закрытое пробкой. Если её вытащить, то через отверстие вода будет вытекать тонкой струйкой со скоростью $v = 25 \text{ мл/мин}$.

Определите, через сколько минут после того, как вытащить пробку, показания динамометров будут одинаковыми. Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.



Подсказка

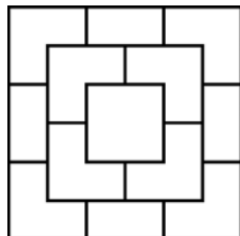
Выразите показание каждого динамометра через вес подвешенного груза, рассматривая блоки по очереди (подвижный блок делит силу пополам). Масса сосуда с водой убывает со временем.

Ответ

Через 30 минут.

7 Плавающая пирамидка из кубиков

Из одинаковых кубиков строят объемную пирамидку из 10-ти рядов, верхние три ряда которой изображены на рисунке (вид сверху). Кубики жестко скреплены между собой.



Если эту пирамидку опустить в сосуд с бензином, плотность которого равна $\rho_1 = 0,8 \text{ г/см}^3$, то она будет плавать, погружаясь в бензин ровно на 3 нижних ряда.

Определите плотность жидкости, в которой эта пирамидка будет плавать, погружаясь ровно на 1 нижний ряд.

Подсказка

Условие плавания: масса пирамидки равна массе вытесненной жидкости. Найдите число кубиков во всей пирамидке и в её нижних рядах по рисунку, заметив закономерность в числе кубиков в ряду.

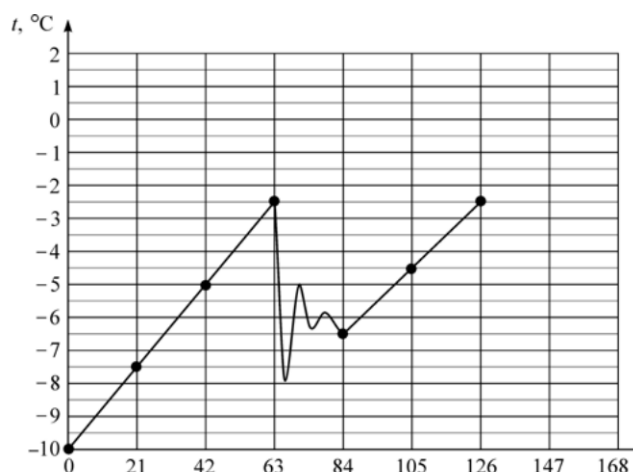
Ответ

1960 кг/м³.

8 График нагрева снега в калориметре

По счастливой случайности отличнику Грише и первой красавице Арише выпало вместе делать лабораторную работу по физике. В работе требовалось поместить капсулу со снегом в нагреваемый калориметр и построить график зависимости температуры капсулы от времени.

Гриша аккуратно включил печь, поместил 0,5 кг снега в калориметр и ровно в 9⁰⁰ по московскому времени начал измерения. «Скучно», – примерно через минуту подумала Ариша, и подсыпала немного снега в калориметр. Гриша в ужасе смотрел на график и печально думал: «Красота требует жертв...»



Используя график, определите мощность печи и массу добавленного Аришей снега. Удельная теплоемкость снега $c = 2,1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

Подсказка

До добавления снега температура растёт по прямой: по её наклону найдите мощность печи. После добавления снега масса стала больше, и наклон второго участка изменился.

Ответ

Мощность печи составляет 125 Вт, а масса добавленного снега равна 125 г.