

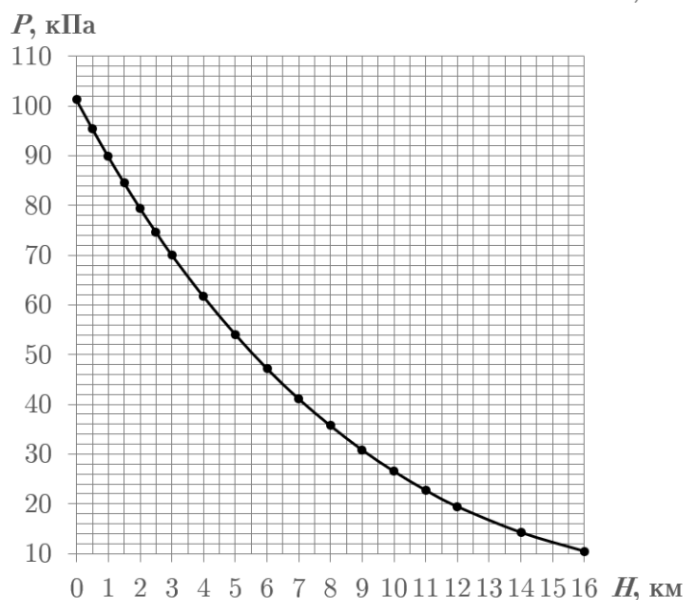
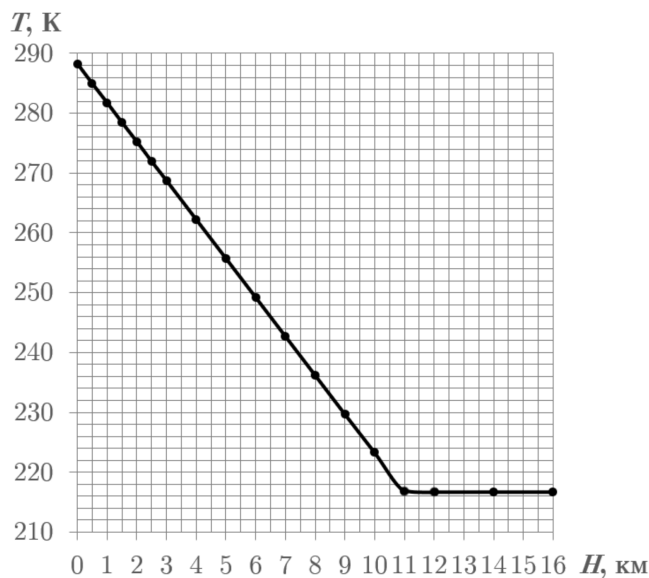
Олимпиада «Формула Единства» / «Третье тысячелетие»

Физика, 11 класс, 2020 год

1. Вдохновившись романом Жюль Верна «Таинственный остров», Пашка Гераскин соорудил небольшой воздушный шар. Для нагревания воздуха в шаре он использовал горелку из школьной лаборатории. В качестве пробного полёта Пашка запустил шар около самой земли и обнаружил, что для этого хватает трети максимальной мощности горелки. При этом температура воздуха в шаре оказалась на 40°C выше температуры окружающего воздуха.

Попросив на метеостанции данные о зависимости давления и температуры от высоты (см. графики), он решил рассчитать, на какую же максимальную высоту сможет подняться шар. Помогите ему это сделать.

Примечание. Теплопотери пропорциональны разности температур воздуха внутри и снаружи шара, нагреванием шара Солнцем можно пренебречь.



2. На профиле «Экспериментальная физика» в лагере «Формула Единства» ребята собрали простенькую тепловую машину: взяли металлическую трубу, один конец закупорили, а в другой вставили поршень. Цикл тепловой машины состоит из следующих этапов:

1. Цилиндр подносят к нагревателю, а поршень фиксируют на месте.
2. К поршню прикладывают силу F . Газ нагревается и расширяется, пока его температура не сравнится с температурой нагревателя.
3. Убрав нагреватель, снова фиксируют объём и ждут, пока давление внутри не станет равным атмосферному.
4. Отпускают поршень, давая газу охладиться до температуры окружающего воздуха.

А) Может ли КПД такой машины быть больше 60%?

Б) Оцените (с точностью до 5%), при какой силе F КПД будет максимальным.

В) Чему равен этот КПД?

Примечание. Площадь поршня — $0,1 \text{ м}^2$. Температура воздуха — 300 К , температура нагревателя — 1200 К . Воздух считайте идеальным двухатомным газом.

А) не может; Б) $F = 9 \text{ кН}$; В) $\eta \approx 10,6\%$

3. Одной тихой сентябрьской ночью юноша шёл на свидание через поле. Стоял густой туман. Проходя мимо станции, он заметил, что её огни видны со 150 метров, хотя в ясную ночь он мог их разглядеть с 1200 метров. С какого расстояния девушка увидит фонарь юноши в тумане, если в ясную ночь его видно со 100 метров?

5 м

4. На боевых учениях два морских пехотинца сидят на плоту из пробкового дерева. Один из них стреляет с кормы из автомата, делая по 2 выстрела в секунду. У плота устанавливается средняя скорость $0,6 \text{ м/с}$. С берега на плот прыгает их товарищ. Он прыгает, когда до плота остаётся $1,12 \text{ м}$, прыжок занимает $0,2 \text{ с}$. Скорость плота становится равной $0,8 \text{ м/с}$. После этого стрельба прекращается. Какое расстояние пройдёт плот, прежде чем остановится?

Примечание. Масса третьего пехотинца — 80 кг , масса пули — 5 г , скорость пули — 600 м/с . Сила сопротивления воды пропорциональна скорости лодки.

19 м

5. Между двумя горизонтальными диэлектрическими пластинами помещён газ, состоящий из смеси нейтральных атомов и положительно заряженных ионов. Катионы равномерно распределены между пластинами, плотность заряда ρ . Сквозь газ горизонтально летит шарик зарядом q и массой m с постоянной скоростью v .

А) Определите расстояние между шариком и нижней пластиной.

В результате отклонения шарик приобрёл маленькую вертикальную скорость и стал описывать волнообразную траекторию.

Б) Определите длину этой волны.

Примечание. Расстояние между пластинами — d , ускорение свободного падения — g , силой трения пренебрегите.

$$\text{Б) } \lambda = 2\pi \sqrt{\frac{mb}{\varepsilon_0 \rho}} \text{ при } \frac{dp}{\varepsilon_0 mb} > b \text{ ил} \frac{db}{\varepsilon_0 \rho} \sqrt{\rho} = \gamma \text{ (длина волны вибрирующего и волнообразного движения быть не может)}$$

$$\text{А) } H = \frac{q}{p} + \frac{db}{\varepsilon_0 \rho} = H \text{ (длина волны равновесия не существует);}$$