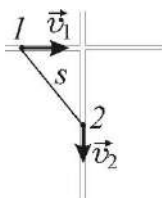


Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Олимпиада «Ломоносов 2021/2022» по физике
Заключительный этап для 10-х – 11-х классов

Вариант 1



1.2.1. Задача. По двум прямым дорогам, перпендикулярным друг другу, едут с постоянными скоростями два автомобиля. В некоторый момент времени расстояние между автомобилями стало минимальным и равным $s = 100$ м, а через $\tau = 10$ с удвоилось. Найдите скорость v_1 первого автомобиля, если скорость второго автомобиля $v_2 = 36$ км/ч. Ответ приведите в км/ч.

Вопросы. Дайте определение скорости. Сформулируйте закон сложения скоростей.

2.8.1. Задача. В прочном сосуде объемом $V = 0,1$ м³ находится смесь из $\nu_1 = 0,05$ моль водорода и $\nu_2 = 1$ моль сухого воздуха. Найдите относительную влажность f воздуха в сосуде после сгорания водорода и охлаждения содержимого сосуда до температуры $t = 20$ °С. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре $p_n = 2330$ Па. Массовая доля кислорода в воздухе составляет примерно 23%. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

Вопросы. Какие виды парообразования вы знаете? Дайте определение удельной теплоты парообразования.

3.8.2. Задача. Маленький шарик массой $m = 10$ г, несущий заряд $q = 10^{-6}$ Кл, надет на гладкую непроводящую спицу, расположенную горизонтально. С помощью легкой непроводящей пружины шарик связан с неподвижной опорой. На одном горизонтальном уровне с этим шариком и в той же вертикальной плоскости закреплен второй маленький шарик, несущий заряд $-q$ (см. рисунок). В положении равновесия расстояние между шариками равно $L = 50$ см. Когда подвижный шарик сместили от положения равновесия на малое расстояние и отпустили, он стал совершать гармонические колебания с частотой $f = 1,47$ Гц. Найдите жесткость пружины k . Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Указание. При расчетах воспользуйтесь приближенной формулой $(1+x)^\alpha \approx 1+\alpha x$, справедливой при $\alpha x \ll 1$.

Вопросы. Дайте определение напряжённости электрического поля. Сформулируйте принцип суперпозиции электрических полей.

4.1.1. Задача. Тонкая собирающая линза плотно вставлена в круглое отверстие в непрозрачной ширме. На расстоянии $l = 8$ см от линзы расположен экран, перпендикулярный ее главной оптической оси. По другую сторону от линзы в ее главном фокусе находится точечный источник света. При этом на экране наблюдается светлое пятно диаметром $D = 5$ см. Когда источник переместили в точку, находящуюся на главной оптической оси линзы на удвоенном фокусном расстоянии от линзы, диаметр светлого пятна на экране стал равным $d = 3$ см. Найдите фокусное расстояние линзы F .

Вопросы. Дайте определения фокусного расстояния и оптической силы тонкой линзы.

Вариант 2

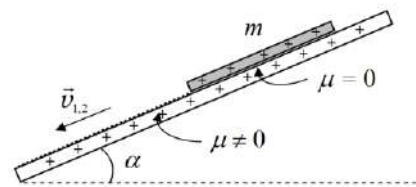
1.3.1. Задача. На гладком льду озера лежит достаточно длинная доска массой $M = 1$ кг. На край доски ставят модель автомобиля с включённым двигателем, развивающим постоянную мощность $N = 2$ Вт. Все колёса автомобиля являются ведущими, а его масса в $n = 3$ раза меньше массы доски. Автомобиль начинает движение вдоль оси доски с проскальзыванием колёс. Коэффициент трения колёс о доску равен $\mu = 0,3$. Считая колёса автомобиля лёгкими, определите расстояние x , на которое сместится автомобиль относительно доски к моменту, когда колёса перестанут проскальзывать. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с².

Вопросы. Как определяется импульс системы материальных точек? Сформулируйте закон сохранения импульса.

2.2.1. Задача. Горизонтально расположенный цилиндр разделен подвижным поршнем массой $m = 5$ кг на две равные части объемом $V = 1$ л каждая. С одной стороны от поршня находится насыщенный водяной пар при температуре $t = 100$ °С, с другой – воздух при той же температуре. Цилиндр поставили вертикально так, что снизу оказался пар. На какое расстояние x опустится поршень, если температуру в обеих частях цилиндра поддерживают неизменной? Площадь основания цилиндра $S = 0,01$ м². Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с², а нормальное атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па.

Вопросы. Дайте определения влажности и относительной влажности воздуха.

3.5.1. Задача. Длинная диэлектрическая плита наклонена под углом к горизонту и имеет две г покоится, располагаясь целиком на шероховатой части, если угол наклона плиты не превышает $\alpha_{\text{пр}} = 30^\circ$. Пластинку смещают вдоль плиты так, что её нижний край совпадает с границей шероховатой части, и отпускают без начальной скорости. Скорость пластинки к моменту, когда она целиком окажется на шероховатой части плиты равна v_1 . Если же по плите равномерно распределён заряд с поверхностной плотностью $\sigma = +3$ мкКл/м², а по пластинке заряд $q = +3$ мкКл, скорость пластинки в том же положении окажется равной v_2 . Во сколько раз v_1 меньше v_2 ? Электрическую постоянную примите равной $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, а ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Поляризационными эффектами можно пренебречь.



Вопросы. Дайте определение емкости. Запишите формулу для емкости плоского конденсатора.

4.3.1. Задача. Узкий световой пучок падает на тонкую собирающую линзу параллельно ее главной оптической оси и образует светлое пятно на экране, параллельном плоскости линзы и расположенном за ней на расстоянии $l = 20$ см. Когда линзу передвинули на расстояние $\delta = 0,5$ см в направлении, перпендикулярном ее главной оптической оси, центр пятна сместился на величину $\Delta = 1$ см. Найдите фокусное расстояние линзы f .

4.3.1. Вопросы. Дайте определения фокусного расстояния и оптической силы тонкой линзы.