

# Курс Олимпиадной физики для 8 классов 2020-2021

## МЕХАНИКА

### I. КИНЕМАТИКА

#### 1. Кинематика равномерного и кусочно-равномерного движения

**Образец задачи.** (Олимпиада «Ломоносов-2015», заключительный этап) Школьники собрались на экскурсию в музей, находящийся в соседнем городе. Тронувшись от школы в назначенное время, автобус со школьниками поехал с постоянной скоростью  $v_1 = 72$  км/ч, рассчитанной так, чтобы прибыть к музею к началу экскурсии. По дороге пошел дождь, и водитель был вынужден снизить скорость автобуса до  $v_2 = 54$  км/ч. Когда дождь кончился, до пункта назначения осталось проехать расстояние  $s = 30$  км. Чтобы наверстать упущенное время, водитель увеличил скорость автобуса до  $v_3 = 90$  км/ч. В результате автобус прибыл к музею точно в запланированное время. Сколько времени  $\tau$  шел дождь. Ответ приведите в минутах.

#### 2. О пользе графиков движения

**Образец задачи.** За одним начальником, живущим на государственной даче, по утрам приезжала машина и отвозила его на работу в определенное время. Однажды этот начальник, решив прогуляться, вышел на 1 ч до приезда машины и пошел ей навстречу. По дороге он встретил машину и прибыл на работу за 20 мин до ее начала. Сколько времени продолжалась прогулка?

#### 3. Геометрия в физике

**Образец задачи.** Человек, идущий с постоянной по величине и направлению скоростью  $v$ , проходит под фонарем, висящим на высоте  $H$  над землей. Найти скорость перемещения по земле края тени головы человека, если его высота  $h$ .

#### 4. Относительность движения. Сложение движений и сложение скоростей. Векторы

**Образец задачи.** Лодка пытается пересечь реку, текущую со скоростью  $u = 5$  км/ч. Скорость лодки в стоячей воде  $V = 3$  км/ч. Под каким углом  $\alpha$  к нормали к берегу надо направить корпус лодки, чтобы ее снесло как можно меньше? Под каким углом  $\beta$  к нормали к берегу будет при этом плыть лодка?

#### 5. Переход из одной системы отсчета в другую

**Образец задачи.** Два автомобиля приближаются к перекрестку по взаимно перпендикулярным дорогам с постоянными скоростями  $u$  и  $v$ . В момент времени, когда 1-й автомобиль достиг перекрестка, 2-й находился от него на расстоянии  $b = 30$  м. Когда же перекрестка достиг 2-й автомобиль, 1-й отъехал от него на расстояние  $a = 40$  м. Определите минимальное расстояние  $d_{\min}$  между автомобилями в процессе движения.

#### 6. Кинематика твердого тела и нерастяжимых нитей

**Образец задачи.** Лестница, одним своим концом упирающаяся в вертикальную стену, а другим – о пол, начинает соскальзывать без нарушения контакта со стеной и полом. С какой скоростью  $u$  будет двигаться верхний конец лестницы в тот момент, когда скорость нижнего конца будет равна  $v$ , а угол между лестницей и стеной равен  $\alpha$ ?

### II. СТАТИКА и ГИДРОСТАТИКА

#### 7. Условия равновесия твердого тела. Центр тяжести

**Образец задачи.** Плоская плита массой  $m$  представляет собой треугольник, длины сторон которого 1 м, 1,5 м и 2 м. Три человека удерживают плиту за вершины в горизонтальном положении. Найдите силы, прилагаемые каждым человеком.

#### 8. Статика нерастяжимых нитей

**Образец задачи.** Однородная массивная верёвка подвешена за два конца на разных высотах. Масса верёвки  $m$ . Углы, которые составляет верёвка с вертикалью в точках закрепления, равны  $30^\circ$  и  $60^\circ$ . Определите силы натяжения верёвки вблизи её точек крепления.

#### 9. Давление. Закон Паскаля в жидкостях и газах

**Образец задачи.** (Профильный экзамен (дополнительное вступительное испытание) по физике в МГУ, 2016) В маленьком бассейне с вертикальными стенками плавает плот, на котором лежат одинаковые игрушки. Когда ребенок перенес с пловца на бортик бассейна одну игрушку, высота уровня изменилась  $\Delta h_1 = 6$  см. Он хотел перенести туда же и вторую игрушку, но уронил ее, и игрушка упала на дно. Высота уровня воды после этого изменилась еще на  $\Delta h_2 = 1$  см. Во сколько раз плотность материала игрушки больше, чем плотность воды?

#### 10. Закон Архимеда. Точка приложения силы Архимеда

**Образец задачи.** Тонкая однородная палочка шарнирно укреплена за верхний конец. Нижняя ее часть погружена в воду. Палочка находится в равновесии, когда она расположена наклонно и погружена на половину своей длины. Чему равна плотность материала палочки? Чему равна сила, действующая на палочку со стороны шарнира, если масса палочки 60 г? Куда направлена эта сила?

### III. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

#### 11. Количество теплоты. Теплоемкость и удельная теплоемкость. Удельная теплота плавления и парообразования. Уравнение теплового баланса

**Образец задачи.** Выполняя лабораторную работу по физике, ученик 8-го класса изучал процессы установления теплового равновесия. Для этого он смешивал в калориметре разные количества воды, взятой при некоторой положительной температуре, и льда, находящегося при некоторой отрицательной температуре. Выяснилось, что если масса льда в 35 раз превышает массу воды, то спустя некоторое время в калориметре оказывается только лед при нулевой температуре. Если же масса воды в 9 раз больше массы льда, то после установления теплового равновесия содержимое калориметра представляет собой воду при нулевой температуре. При каком отношении начальных масс льда и воды количество льда после установления теплового равновесия будет равно исходному его количеству? **Тепловыми потерями пренебречь**

#### 12. КПД нагревательных приборов

**Образец задачи.** Имеется два кипятильника и стакан с водой. Если нагреть воду 1-м кипятильником, то вода закипит через 18 мин, а если вторым, то – через 9 мин. Три экспериментатора проводили опыты по нагреванию воды в стакане двумя кипятильниками и получили результаты: экспериментатор А – 4 мин, экспериментатор В – 6 мин, экспериментатор С – 7 мин. Кто из экспериментаторов получил наиболее достоверный результат и почему? Мощность каждого кипятильника постоянна.

#### 13. Теплообмен по закону Ньютона

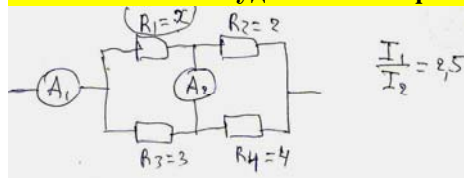
**Образец задачи.** Известно, что если температура на улице равна  $-20^\circ\text{C}$ , то в комнате температура равна  $+20^\circ\text{C}$ , а если на улице температура равна  $-40^\circ\text{C}$ , то в комнате устанавливается температура  $+10^\circ\text{C}$ . Найти температуру батареи отопления.

### IV. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

#### 14. Электрические заряды. Закон сохранения заряда

**Образец задачи.** Два металлических шарика с одноименными, но разными по величине зарядами привели в соприкосновение. При этом заряд одного из них увеличился на 40%, а заряд другого уменьшился на 60%. Найти отношение начальных зарядов шариков.

#### 15. Электрический ток. Закон Ома. Различные соединения проводников. Удельное сопротивление. Зависимость удельного сопротивления от температуры



**Образец задачи.** (Олимпиада «Ломоносов», 2016) В схеме, показанной на рисунке, использованы два идеальных амперметра. Отношение сил тока через них равно 2,5. Определите сопротивление резистора 1, если сопротивления остальных известны и указаны в Ом.

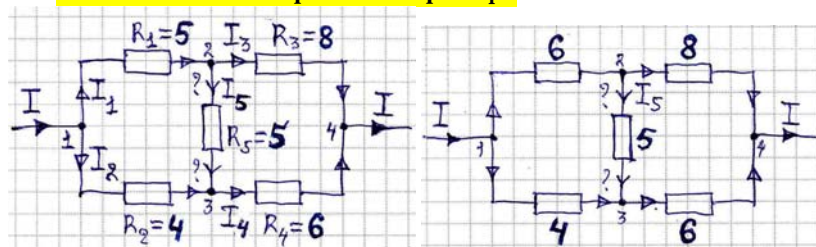
#### 16. Закон Джоуля – Ленца

**Образец задачи.** В электрокаmine перегорела спираль, развалившись на две примерно равные половинки. Не имея под рукой запасной исправной спирали, перегоревшую спираль решают заменить временно на одну из ее половинок. Во сколько раз сильнее при этом станет греть камин?

#### 17. ЭДС и разность потенциалов

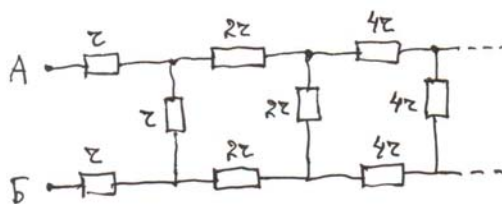
**Образец задачи.** КПД аккумулятора с одним подключенным резистором равен  $\eta_1 = 0,6$  (60%). Если подключить другой резистор, то КПД станет равным  $\eta_2 = 0,8$  (80%). Каков будет КПД аккумулятора, если резисторы соединить с аккумулятором последовательно ( $\eta_3$ )? Параллельно ( $\eta_4$ )?

#### 18. Мостовая схема. Правила Кирхгофа



**Образец задачи.** К двум несимметричным мостовым схемам подведен ток  $I$  (см. рис.2,а-б). Значения сопротивлений резисторов в омах указаны на рисунках. Отличия схем – лишь в номиналах резистора  $R_1$ . Определите направления токов в переключках 2-3 («мостах»).

### 19. Бесконечные цепи



**Образец задачи.** Найти сопротивление цепи, состоящей из бесконечного числа ячеек. Сопротивления резисторов заданы на рисунке.

### V. ОПТИКА

#### 20. Закон прямолинейного распространения света. Тень и полутень

**Образец задачи.** На какой минимальной высоте должен лететь воздушный шар радиусом  $R = 10$  м, чтобы не создавать полной тени при освещении Солнцем, находящимся в зените. Угловой размер Солнца  $\delta = 0,5^\circ$ . Как изменится ответ, если лучи будут падать под углом  $45^\circ$  к горизонту?

#### 21. Закон отражения света

**Образец задачи.** На какой высоте  $h$  находится аэростат, если с башни высотой  $H$  он виден под углом  $\alpha$  над горизонтом, а его отражение в озере под углом  $\beta$  под горизонтом.

#### 22. Закон преломления света. Полное внутреннее отражение

**Образец задачи.** В оптическом стекле с показателем преломления  $n = \sqrt{3}$  имеется наполненная воздухом полость в виде плоскопараллельной пластинки толщиной  $d = 0,2$  см. Луч света падает на границу раздела стекло – воздух под углом падения  $\alpha = 30^\circ$ . Найти смещение луча после прохождения воздушного промежутка.

#### 23. Линзы

**Образец задачи.** Оценить, на каком расстоянии  $a$  от объектива находилась снежинка, которая на фотокарточке формата  $10 \text{ см} \times 15 \text{ см}$  выглядит в виде круга диаметром  $D = 5$  мм в центре снимка? Фотоаппарат считать однолинзовым, диаметр объектива  $d = 5$  мм, фокусное расстояние  $f = 38$  мм, размеры кадра на пленке –  $24 \text{ мм} \times 36 \text{ мм}$ .

Одно занятие (1,5 акад. часа) раз в неделю.

Разбор олимпиадных задач разных лет.

По итогам изучения каждой темы – обязательная домашняя контрольная работа на 1 неделю (примерно 6-8 задач) по типу ЗФТШ МФТИ. Разбор домашних контрольных работ.

Сотрудник Лаборатории по работе с одаренными детьми МФТИ, к.ф.-м.н., доцент А.А. Лукьянов