

## ПРОГРАММА 9 КЛАССА

Вектор. Скалярное произведение. Система отсчета. Декартова система координат. Полярная система координат. Естественная система координат. Материальная точка. Поступательное движение. Радиус-вектор и его проекции на декартовы оси координат. Перемещение, его проекции на декартовы оси координат. Связь перемещения с координатами начальной и конечной точек. Соотношения между модулем вектора и проекциями вектора на декартовы оси. Траектория. Путь. Сложение перемещений. Абсолютные и относительные величины. Формула сложения скоростей (вывод). Задача о переправе: минимальное время ( $u > v$ ,  $u < v$ ). Упругий удар о движущуюся бесконечно тяжелую стенку. Кинематическая связь.

Зависимость радиус-вектора от времени при РПД. Вывод зависимости координат от времени при РПД. Вывод зависимости радиус-вектора от времени при РПД. Скорость равномерного прямолинейного движения. Зависимость координат от времени при РПД. Графики зависимости проекций скорости от времени при РПД. Графики зависимости проекций перемещения от времени при РПД. Графики зависимости пройденного пути от времени при РПД. Графики зависимости координат от времени при РПД. Задача о встречном движении двух равномерно движущихся материальных точек. Учет запаздывания при РПД.

Понятие производной. Мгновенная скорость. Геометрический смысл проекции мгновенной скорости (по графику зависимости координаты от времени). Восстановление проекции перемещения по зависимости проекции скорости от времени. Восстановление пути по зависимости модуля скорости от времени. Ускорение.

Зависимость скорости и проекций скорости от времени при РУД. Зависимость перемещения и проекций перемещения от времени при РУД. Зависимость координат от времени при РУД. Графики зависимости проекций ускорения от времени при РУД. Графики зависимости проекций скорости от времени при РУД. Графики зависимости координат от времени при РУД. Графики зависимости проекций перемещения от времени при РУД. Графики зависимости пройденного пути от времени при РУД. Исключение времени в формуле для проекции перемещения при РУД. Вывод зависимости перемещения и проекций перемещения от времени при РУД. Вывод зависимости скорости и проекций скорости от времени при РУД. Зависимость радиус-вектора от времени при РУД.

Движение в поле силы тяжести как частный случай равноускоренного движения. Движение вертикально вверх: зависимость скорости от времени, зависимость координаты от времени, зависимость перемещения от времени. Полет под углом к горизонту: зависимость проекций скорости от времени. Полет под углом к горизонту: зависимость координат от времени. Полет под углом к горизонту: зависимость перемещения и проекции перемещения от времени. Максимальная высота полета. Максимальная дальность полета.

Криволинейное движение. Направление вектора скорости при криволинейном движении. Угловое перемещение. Угловая скорость. Зависимость угла поворота от времени при РДО. Вывод зависимости угла поворота от времени при РДО. Декартовы координаты точки как функции времени при РДО. Связь линейной и угловой скорости при РДО. Вывод связи линейной и угловой скорости при РДО. Центробежное ускорение и его модуль. Задача о встрече двух равномерно движущихся по окружности точек. Учет запаздывания при РДО.

Мгновенная угловая скорость. Угловое ускорение. Зависимость угловой скорости от времени при РУДО. Зависимость углового перемещения от времени при РУДО. Зависимость угла поворота от времени при РУДО. Исключение времени в формуле для углового перемещения при РУДО. Тангенциальное ускорение. Разложение вектора полного ускорения на тангенциальную и нормальную компоненты. Связь угловых перемещения, скорости и ускорения с длиной дуги окружности, линейной скоростью, тангенциальным ускорением. Качение колеса как суперпозиция поступательного и вращательного движений. Качение без проскальзывания: связь угловой скорости и скорости центра. Качение без проскальзывания: распределение скоростей на вертикальном диаметре колеса.

Инерция. Инертность. Масса. Сила, характеристики силы (модуль, направление, точка приложения, природа). Равнодействующая сил. Принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Закон всемирного тяготения. Скорость свободного движения спутника по круговой орбите. Первая космическая скорость. Вывод скорости свободного движения спутника по круговой орбите. Сила тяжести. Ускорение свободного падения. Зависимость ускорения свободного падения от массы и радиуса планеты.

Виды деформаций твердых тел. Деформация растяжения и сжатия. Абсолютное и относительное удлинение. Сила упругости. Закон Гука. Коэффициент жесткости пружины. Последовательное и параллельное соединение пружин. Зависимость коэффициента жесткости от длины и поперечного сечения деформируемого тела. Модуль Юнга. Диаграмма растяжения твердых тел. Сила реакции опоры, разложение на две компоненты. Вес тела и сила нормальной реакции опоры. Вес тела, движущегося с ускорением: в лифте, движущемся с ускорением вверх (вниз). Вес тела, движущегося с ускорением: автомобиль на выпуклом (вогнутом) мосту. Вес тела, движущегося с ускорением: на полюсе и на экваторе вращающейся планеты. Невесомость. Перегрузки. Сила тяжести и вес на искусственном спутнике Земли. Условие отрыва от опоры. Нерастяжимость нити и вывод равенства ускорений. Уравнение кинематической связи в задачах с блоками. Невесомость нити и вывод постоянства силы натяжения вдоль нити.

Сухое трение. Природа сил сухого трения. Трение покоя. Роль силы трения покоя для возникновения движения. Максимальная сила трения покоя. Сила трения скольжения. Связь между силой трения и силой нормальной реакции опоры. Закон Амонтона-Кулона. Коэффициент трения. Силы вязкого трения. Зависимость силы вязкого трения от скорости тела. Установившаяся скорость падения тела в вязкой среде.

Модуль момента силы. Плечо силы. Общие условия равновесия твердого тела. Применение правила моментов в простых механизмах: рычаг, подвижный блок, ножницы, гаечный ключ. Центр масс. Формулы для вычисления координат центра масс, скорости и ускорения центра масс. Использование соображений симметрии для вычисления положения центра масс. Устойчивость положения равновесия. Динамика плоского вращательного движения твердого тела. Теорема о движении центра масс. Движение с постоянной угловой скоростью при отсутствии моментов сил. Момент силы как причина изменения угловой скорости тела. Уравнение плоского вращательного движения твердого тела. Момент инерции тела относительно оси. Вывод момента инерции кольца относительно оси симметрии. Вывод момента инерции тонкостенного цилиндра относительно оси симметрии. Система уравнений для описания плоского движения тела.

Импульс тела. Второй закон Ньютона в импульсной форме. Импульс силы. Импульс системы тел. Закон сохранения импульса в системе тел. Момент импульса. Центр масс: вычисление координат центра масс. Работа постоянной силы. Работа переменной силы. Кинетическая энергия. Теорема о кинетической энергии. Кинетическая энергия вращающегося тела. Полная кинетическая энергия при плоском движении тела. Мощность. Мгновенная мощность. Потенциальные и непотенциальные силы. Вычисление работы потенциальной силы через потенциальную энергию. Определение потенциальной энергии. Вид потенциальной энергии для силы тяжести, силы упругости. Механическая энергия. Закон сохранения механической энергии. Использование законов сохранения при абсолютно неупругом ударе. Изменение механической энергии при абсолютно неупругом ударе (на примере). Абсолютно упругий удар. Изменение скоростей тел при А.У.Ц.У. (без вывода). КПД наклонной плоскости.

Закон Паскаля. Давление цилиндрического столба жидкости (вывод). Архимедова сила и причина её возникновения. Закон Архимеда. Течение жидкости. Линии тока. Уравнение неразрывности. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли.

Колебательное движение. Виды колебаний. Механические колебания. Гармонические колебания. Свободные колебания. Колебательная система. Уравнение гармонических колебаний. Период, частота и амплитуда колебаний. Связь вращательного и колебательного движения. Математический маятник. Колебания груза на пружине. Пружинный маятник в поле тяжести Земли. Превращение энергии при колебаниях. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Распространение колебаний в упругих средах.