Программа онлайн-интенсива

«Олимпиадная физика для 11 класса. Подготовка к Всероссийской олимпиаде школьников по физике»

№	Тема занятия	Тип занятия	Содержание занятия
1	Уравнение состояния идеального газа. Газовые смеси. Гидростатика и газовые законы	Семинар	Основное уравнение МКТ. Средняя кинетическая энергия. Диссоциация молекул. Процессы со смесями газов. Полупрозрачная перегородка. Уравнение состояния в терминах бесконечно малых приращений. Подвижные перегородки, условие равновесия поршня. Поршень с пружиной. Поиск экстремальных параметров в различных процессах. Жидкий поршень. Вытекание/затекание жидкости в сосуд с газом. Гидростатика в задачах МКТ. Задачи с насосом/клапанами/истечением газа из сосуда. Воздушный шар с герметичной оболочкой. Воздушный шар с отверстием и горелкой. Нестандартные задачи на газовые законы. ***Домашнее задание.***
2	Первое начало термодинамики. Адиабатный процесс. Неравновесные процессы. Теплоемкость газа. Расчет КПД	Семинар	Первое начало термодинамики в циклических процессах. Первое начало термодинамики в произвольно заданных процессах. Первое начало термодинамики в дифференциальной форме. Адиабатный процесс. Процессы с сохраняющейся внутренней энергией. Процессы с изменяющейся внутренней энергией газа. Разлетающиеся поршни. Расширение газа в вакуум. Гиря на поршне. Затекание газа в сосуд. Работа атмосферы. Неравновесные процессы. Неквазистатические процессы. Теплоемкость газа. Формула Майера. Уравнение Пуассона. Политропный процесс. Уравнение политропы. Зависимость теплоемкости от температуры. Зависимость теплоемкости от объема. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно (прямой и обратный). Расчет КПД циклического процесса по pV-диаграмме. КПД цикла Карно.

			Расчет КПД по участкам подведения/отведения теплоты — сложные задачи. Холодильные машины. Тепловые насосы. ***Домашнее задание.***
3	Влажность. Модели атмосферы. Поверхностное натяжение	Семинар	Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные пары, их свойства. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры. Качественная зависимость температуры кипения от давления. Процессы с одним лишь паром. Процессы с переходом *насыщенный — ненасыщенный пар* и наоборот. Влажный воздух. Влажность воздуха. Точка росы. Пограничное кипение. Комбинированные задачи с паром. Сложные нестандартные задачи с парами, не требующие энергетических соображений. Первое начало термодинамики в фазовых переходах. Циклы с паром, КПД таких циклов. Модели атмосферы. Поверхностное натяжение. Равновесие и устойчивость в задачах поверхностного натяжения. Сложные нестандартные задачи поверхностного натяжения. ***Домашнее задание.***
4	Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Теорема Гаусса. Движение зарядов в электростатическом поле	Семинар	Закон Кулона и электростатическое поле. Напряженность, потенциал, суперпозиция и расчет полей интегрированием. Поля заряженных отрезков, дуг, колец и систем зарядов. Теорема Гаусса. Расчет полей симметричных распределений зарядов и полей внутри полостей. Электростатическая энергия. Потенциальная энергия системы зарядов, энергия заряженных тел и связь потенциала с напряженностью. Эквипотенциальные поверхности. Проводники в электростатическом поле. Равновесие и распределение зарядов, проводящие сферы и пластины, заземление, поле у поверхности. Теорема о единственности и метод электрических изображений. Электростатическое поле

			в диэлектриках. Поляризация, свободные и связанные заряды, диэлектрическая проницаемость, граничные условия. Сложные конденсаторы. Энергия электрического поля и её объемная плотность. Движение заряженных частиц и диполей в электрическом поле. Сложные комбинированные задачи. ***Домашнее задание.***
5	Правила Кирхгофа для цепей с конденсаторами. Переходные процессы в RC-цепях. Диоды в цепях с конденсаторами	Семинар	Цепь с конденсатором. Электрический ток через конденсатор. RC-цепи, ток через конденсатор из правил Кирхгофа. Переходные процессы в RC-цепях. Временные зависимости. Зарядка/разрядка конденсатора. Характерное время установления стационарного состояния в переходном процессе. Мгновенное значение скорости изменения параметров на различных элементах. Мгновенная мощность на разных элементах в RC-цепях. Периодическое переключение ключа. Закон сохранения и изменения энергии в RC-цепях. Простейшие энергетические соображения в цепях с одним конденсатором. Энергия искры. Несколько конденсаторов — закон сохранения электрического заряда. Первое правило Кирхгофа для зарядов. Подвижные обкладки. Подвижная пластина в конденсаторе (проводник). Подвижная пластина в конденсаторе (диэлектрик). Диоды в цепях с конденсаторами. ***Домашнее задание.***
6	Задачи преследования. Движение по окружности. Кривизна траектории	Семинар	Линейная скорость, угловая скорость, период и частота обращения при равномерном движении по окружности. Связь угловой и линейной скоростей. Движение двух объектов по разным окружностям. Закон сложения соосных угловых скоростей. Графики величин в движении по окружности. Неравномерное и неравноускоренное движение по окружности. Нестандартные задачи на движение по окружности.

			Ускоренное движение по окружности. Нормальное и тангенциальное ускорения. Угловое ускорение. Законы движения по окружности. Относительное движение на окружности. Кривизна траектории. Кривизна параболы. ***Домашнее задание.***
7	Равноускоренное движение. Бросок под углом к горизонту. Уравнение траектории. Векторное описание равноускоренного движения	Семинар	Движение по параболе. Бросок с начальной горизонтальной скоростью. Бросок с одного уровня на тот же. Начало и конец броска на разных уровнях по высоте. Уравнение траектории движения. Соударения с вертикальными и горизонтальными стенками при полетах по параболе. Отскоки от наклонных поверхностей. Относительность при движении по параболе. Различные проекции положения объекта, брошенного под углом к горизонту. Треугольники перемещения и скоростей, векторная запись уравнений. ***Домашнее задание.***
8	Движение связанных тел без трения и с трением. Системы упругих пружин/резинок	Семинар	Динамика поступательного движения одного тела без трения. Задачи об ускорении тел сразу после перерезания нити или отрыва. Соединения пружин через жесткие перемычки, соединения пружин аналогично мосту Уитстона. Виды трения: покоя, скольжения и качения (на качественном уровне). Движение по горизонтальной поверхности в присутствии трения. Экстремумы в задачах на трение. Начало движения в присутствии трения. Движение системы тел в присутствии трения. Движение тела по движущейся ленте в присутствии трения. Связь кинематики и динамики при движении в присутствии трения. Движение по наклонной плоскости не вдоль линии падения. Задачи об установлении движения под действием двух сил равного модуля. Вращение с упругостью, критическая скорость вращения. Вращение

			упругого кольца вокруг своей оси. Движение по винтовой линии с трением/без трения. ***Домашнее задание.***
9	Динамика движения с вязким трением. Системы блоков. Уравнение моментов. Динамика движения стержней и шарнирных конструкций	Семинар	Простейшее движение в присутствии вязкого трения. Задачи с вязким трением, для решения которых удобно применять связь перемещения и изменения скорости. Задачи на связанное движение вдоль прямой с двумя и более блоками. Поиск ускорения в бесконечной системе подвижных блоков. Связь на движение тел через наклонную плоскость. Провисание нити в блоковых системах. Задачи на импульс силы натяжения при начале движения тела относительно нити. Пружины в связанных блоками системах. Движение тел, связанных невесомым рычагом. Динамика с кинематической связью на жесткость. Динамика с телами, связанными нитью, которая наматывается на катушку/катушки. Динамика движения стержня (с грузами на концах) вдоль прямого угла. Динамика движения шарнирных конструкций. ***Домашнее задание.***
10	Задачи статики в случае с непараллельными силами. Сила трения в задачах статики. Устойчивость механических конструкций. Гидростатика	Семинар	Силы в системах из блоков, стержней и нитей. Задачи о статике с силами, действующими под углами. Задачи о статичном положении катушек. Задачи о статичном положении стержня (с массивными концами или однородного), взаимодействующего с поверхностью. Сила трения в статике. Эффект заклинивания. Полная реакция опоры. Статические задачи с трением, удобно решающиеся через полную реакцию опоры. Условия перераспределения силы реакции опоры в ось вращения (начало перекатывания и т. п.). Гидростатика с силами, направленными под углами. Комбинированные задачи статики и гидростатики. Момент силы Архимеда. Силы натяжения на цилиндре и конусе с граничными

			условиями. Устойчивость механических конструкций. Комбинированные задачи на устойчивость. ***Домашнее задание.***
11	Закон изменения и сохранения импульса. Импульсы ударных сил. Реактивное движение. Теорема о движении центра масс	Семинар	Импульс материальной точки, системы материальных точек. Закон изменения импульса. Закон сохранения импульса на плоскости. Сложение скоростей в задачах на ЗСИ. Импульс ударной силы реакции опоры. Импульс ударной силы трения. Импульс ударной полной реакции опоры. Движение по горке с массивными катками. Динамические (реактивные) силы. Реактивное движение. Реактивные и водометные двигатели. Интеграл от скорости в задачах на импульс с вязким трением. Теорема о движении центра масс. ***Домашнее задание.***
12	Понятие работы силы. Закон сохранения энергии. Работа силы трения и выделение тепла. Задачи с использованием законов сохранения и второго закона Ньютона	Семинар	Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных точек. Прямой расчет работы силы. Расчет работы силы трения на наклонной плоскости. Расчет работы через интеграл зависимости силы от координаты. Закон сохранения механической энергии. Мертвая петля, отрыв тела от поверхности в процессе движения. Энергия математического и физического маятников. Движение весомых шнуров. Вытягивание лент. Диссипация энергии за счет сухого трения. Работа внешних и внутренних сил (зависимость работы внутренних только от относительного перемещения тел). Движение бруска по доске с трением. Движение объектов с трением по подвижным поверхностям. Отрывы гантелей. Второй закон Ньютона и законы сохранения. ***Домашнее задание.***
13	Механическая мощность. Законы сохранения	Семинар	Механическая мощность. Мощность реактивных сил. Динамика автомобиля. Зависимость работы силы и кинетической энергии

	в разных системах отсчета. Центральные и нецентральные соударения. Упругие и неупругие взаимодействия. Кинематические связи и законы сохранения. Энергетический подход в задачах статики		от выбора системы отсчета. Теорема об изменении кинетической энергии в разных системах отсчета. Теорема Кёнига. Центральный лобовой неупругий удар. Абсолютно неупругий удар. Количество теплоты, выделяющееся при неупругих ударах. Соударения тел, связанных упругими мягкими нитями и блоками. Решения через переход в систему центра масс. Абсолютно упругий удар. Центральный упругий удар. Центральный упругий удар тел одинаковой массы. Соударение с бесконечно тяжелыми стенками. Двухэтапные задачи (столкновение и последующее движение). Разлет частиц (взрывы или другие механизмы преобразования внутренней энергии). Переезд горок. Тележка с маятником. Векторные диаграммы для импульсов тел при соударении. Кинематические связи и законы сохранения. Метод виртуальных перемещений в случае непараллельных сил. Поиск сил из энергетических соображений. Устойчивость механических конструкций с энергетической точки зрения. ***Домашнее задание.***
14	Кинематика гармонических колебаний. Энергия в колебательном процессе	Семинар	Кинематика гармонических колебаний. Устойчивое и неустойчивое равновесие. Динамический метод расчета частоты. Колебания со смещенным положением равновесия. Вертикальный пружинный маятник. Превращения энергии в колебательных процессах. Расчет частоты колебаний механических систем энергетическим методом. Колебания — комбинированные задачи из разных разделов. Задачи с колебательным движением. Крутильные колебания. Газовые законы в задачах колебаний. Электростатика в задачах колебаний. ***Домашнее задание.***
15	Основное уравнение динамики вращательного	Семинар	Момент импульса и момент силы. Основное уравнение динамики вращательного движения. Закон изменения и сохранения момента

	движения. Момент импульса		импульса. Момент инерции. Расчет момента инерции тел интегрированием. Теорема Гюйгенса — Штейнера. Моменты инерции стандартных тел и относительно различных осей. Динамика вращательного движения. Движение без и с проскальзыванием, скатывание с наклонной поверхности, массивные блоки и катки. Энергия вращательного движения. Теорема Кёнига. Применение законов сохранения энергии и момента импульса. Столкновения и удары протяженных вращающихся тел. Распределение момента импульса при вращении и взаимодействии тел. ***Домашнее задание.***
16	Движение в магнитном и электрическом поле	Семинар	Сила Лоренца. Ускоряющая разность потенциалов и попадание в магнитное поле. Дрейф вдоль границы магнитных полей. Движение заряда в параллельных E и B. Движение заряда в параллельных g и B. Применение ЗСЭ в задачах движения заряженных частиц в полях. Движение с ограничениями в магнитном поле (бусинки на спицах, наклонные плоскости; криволинейные спицы и поверхности движения зарядов). Движение заряда в скрещенных однородных E и B. Поле тяжести и магнитное поле (перпендикулярный случай). Нестандартные задачи движения заряженных частиц в комбинированных однородных полях. Задачи с вязким трением. Движение в неоднородных скрещенных полях. ***Домашнее задание.***
17	Действие силы Ампера на замкнутый контур. Закон Био — Савара — Лапласа. Теорема о циркуляции.	Семинар	Магнитное поле токов. Закон Био — Савара — Лапласа, принцип суперпозиции, расчет полей интегрированием и теоремой о циркуляции. Поля прямого проводника, дуги и плоских контуров с током. Магнитный момент и сила Ампера. Взаимодействие рамки с неоднородным магнитным полем. Линейная и поверхностная плотности тока. Основные свойства

	ЭДС индукции в движущемся проводнике. Вихревое электрическое поле. Самоиндукция. Переходные процессы в LR-цепях		магнитного поля. Теорема Гаусса для магнитного поля. Электромагнитная индукция. ЭДС движущегося проводника, закон Фарадея и правило Ленца, вихревое электрическое поле, эффект Холла. Изменение магнитного потока и сложные задачи на индукцию. Индукция в цепях. Заряд при изменении магнитного потока, RC-цепи в переменном магнитном поле. Самоиндукция и индуктивность. Энергия магнитного поля. Правила Кирхгофа для цепей с катушками, LR-цепи и переходные процессы. Цепи с несколькими катушками. Поведение тока при переключениях, установившийся режим и сохранение магнитного потока. ***Домашнее задание.***
18	RLC-цепи. Диоды и нелинейные элементы в RLC-цепях. Нелинейные элементы в колебательном контуре	Семинар	RLC-цепи. Правила Кирхгофа. Закон сохранения и изменения энергии в RLC-цепях. RLC-цепи с двумя и более катушками, закон сохранения магнитного потока. RLC-цепи с двумя и более конденсаторами, закон сохранения электрического заряда. Диоды и нелинейные элементы в RLC-цепях. Расчет индуктивности контуров, взаимная индукция. LC-колебания. Описание колебательного контура на основе правил Кирхгофа. LC-контур с источниками постоянной ЭДС. Превращения энергии в колебательном контуре. LC-колебания с сопротивлением. Затухающие ЭМ-колебания. Рассеяние энергии на резисторах. LC-колебания в сложных цепях (диэлектрические пластины, ферромагнитные сердечники). Диод в колебательном контуре. Нелинейные элементы в колебательном контуре. ***Домашнее задание.***

	Пробный вариант регионального этапа	Самостоятельная работа на дом	Подготовленный нашими преподавателями пробный вариант, который по своему наполнению и уровню сложности приближен к заданиям регионального этапа. Ученики самостоятельно выполняют задания, а затем могут ознакомиться с видеоразбором пробного варианта.
	Разбор пробного регионального этапа	Видеозапись разбора	Разбор заданий пробного регионального этапа олимпиады.