

Кодификатор

Модуль 1. Механика

	1. Кинематика поступательного движения
1.1.1.	<i>Распознаёт влияние выбора системы отсчёта (выбора начальных условий) на характеристики движения , определяет вид траектории.</i>
1.1.2.	<i>Определяет кинематические характеристики, в том числе относительную скорость, и характер изменения искоемых кинематических характеристик.</i>
1.1.3.	<i>Анализирует функциональные зависимости между величинами, представленные в виде графиков или рисунка и определяет параметры движения.</i>
1.1.4	<i>Использует координатный и векторный методы при определении характеристик движения.</i>
	1. Кинематика вращательного движения.
1.2.1.	<i>Использует линейные и угловые кинематические характеристики и их связь для описания движения выбранной модели объект.</i>
1.2.2	<i>Характеризует движение материальной точки по окружности как элемент вращения твердого тела и определяет параметры этого движения.</i>
1.2.3.	<i>Анализирует информацию о характеристиках вращательного движения, представленную в виде рисунков или графической зависимости .</i>

Кодификатор

Модуль 1. Механика

1.3. Динамика поступательного движения тела.

1.3.1. *Интерпретирует физическое содержание законов Ньютона. Применяет второй закон Ньютона в векторном виде, а затем в скалярном виде для определения характеристик движения тела.*

1.3.2. *Определяет силу, действующую на тело, и характеристики движения тела под действием этой силы или равнодействующей различных сил. Распознаёт силу, с которой тело действует на опору или подвес, (определяет вес тела).*

1.3.3. *Определяет динамические характеристики движения тел под действием сил различной природы.*

1.3.4. *Распознаёт и находит характеристики движения тел под действием силы, играющей роль центростремительной силы.*

1.4. Механический принцип относительности и преобразования Галилея.

1.4.1. *Демонстрирует понимание физического содержания механического принципа относительности. Применяет преобразования Галилея к различным характеристикам движения.*

1.5. Силы в механике. Сила упругости. Закон Гука.

1.5.1. *Интерпретирует аналитически и графически зависимость упругой силы и энергию упруго деформированного образца от величины деформации, а также работу, совершаемую упругой силой.*

1.5.2. *Рассчитывает коэффициент упругости для последовательного и параллельного соединения подвесов (пружин, нитей, стержней).*

Кодификатор

Модуль 1. Механика

	1.6. Силы трения.
1.6.1.	<i>Качественно и количественно определяет изменение механической энергии в системе тел, в которой действуют (диссипативные) силы трения.</i>
1.6.2.	<i>Определяет характеристики движения при действии силы трения, выполняющей различные функции (в том числе, функцию центростремительной силы)</i>
1.6.3.	<i>Рассчитывает силу трения скольжения (при заданном значении коэффициента трения) для различных условий движения (по наклонной плоскости, под действием силы, направленной под углом к горизонту, и др.)</i>
	1.7. Работа. Мощность. Энергия.
1.7.1.	<i>Определяет работу постоянной силы, мощность, развиваемую двигателем на участке пути, кинетическую энергию движения (с учетом начальных условий).</i>
1.7.2.	<i>Рассчитывает потенциальную энергию и её изменения в поле любых сил и работу этих сил.</i>
1.7.3.	<i>Применяет знание функции $\text{grad } W_{\text{п}}$ и её свойств для расчёта динамических характеристик.</i>
1.7.4.	<i>Определяет работу переменной силы и изменение энергии, используя операцию интегрирования.</i>

1.8. Законы сохранения в механике.	
1.8.1.	<i>Представляет импульс в векторном и скалярном виде применительно к конкретному телу или системе тел и в определённой системе отсчёта.</i>
1.8.2.	<i>Определяет характеристики движения центра масс: положение центра масс системы материальных точек, скорость и ускорение движения центра масс.</i>
1.8.3.	<i>Даёт характеристику внешних сил и применяет закон сохранения компоненты импульса в направлении некоторой оси (проекция внешних сил на данную ось равна нулю).</i>
1.8.4.	<i>Исследует системы взаимодействующих тел и применяет законы сохранения, в том числе к кратковременным взаимодействиям, когда внутренние силы преобладают над внешними.</i>
1.8.5.	<i>Применяет фундаментальный закон сохранения энергии в случае, если механическая энергия системы тел не сохраняется.</i>
1.8.6.	<i>Использует связь потенциальной энергии и силы, определяет условие устойчивого равновесия системы тел (с применением математического анализа для одномерного движения).</i>
1.9. Динамика вращательного движения.	
1.9.1.	<i>Определяет работу при вращательном движении, кинетическую энергию вращающегося тела.</i>
1.9.2.	<i>Применяет закон сохранения момента импульса системы тел для практических систем со свободной осью вращения.</i>
1.9.3.	<i>Распознаёт уравнение динамики вращательного движения в скалярном и векторном виде для описания исследуемого процесса и определяет его составляющие: момент силы и момент инерции тела.</i>

1.10. Всемирное тяготение	
1.10.1.	<i>Распознаёт и определяет характеристики гравитационного поля (напряженность гравитационного поля, его потенциал и потенциальную энергию в поле тяготения).</i>
1.10.2.	<i>Использует формулу закона всемирного тяготения для взаимодействия двух материальных точек в скалярном виде (для проекции силы тяготения) и в векторном виде, задав все направления с помощью рисунка. Проводит расчеты характеристик движения в поле силы тяготения, играющей роль центростремительной силы . <i>Демонстрирует знание законов Кеплера, первой и второй космической скорости.</i></i>
1.10.3.	<i>Определяет зависимость ускорения свободного падения от высоты, используя понятие силы тяжести, оценивает состояние невесомости.</i>
1.10.4.	<i>Оценивает значение работы силы тяготения Земли как изменение потенциальной энергии тела в поле Земли при различных его перемещениях и различном выборе положения тела, при котором потенциальная энергия равна нулю ($W_n = 0$)</i>
1.11. Основы СТО.	
1.11.1.	<i>Определяет зависимость длины и промежутка времени от системы отсчета.</i>
1.11.2.	<i>Рассчитывает характеристики движения объектов с использованием формул кинематики СТО.</i>
1.11.3.	<i>Находит общее и частное решения задач о движении частиц со скоростью, близкой к скорости света .</i>
1.11.4.	<i>Определяет массу, энергию, импульс в динамике СТО</i>
1.12. Неинерциальные системы отсчёта.	
1.12.1.	<i>Классифицирует явления, обусловленные неинерциальностью системы отсчета (земной системы отсчета): отклонение свободно падающего тела от вертикали; подмывание берегов рек; зависимость ускорения свободного падения от широты местности; колебания маятника Фуко</i>

	2.1 Основные положения МКТ
2.1.1.	Классифицирует свойства веществ и процессы в системах с большим количеством частиц, которые подтверждают основные положения МКТ.
	2.2 Уравнение состояния идеального газа. Законы идеальных газов.
2.2.2.	Определяет вид изопроцесса для модели идеального газа. Оценивает параметры состояния идеального газа, используя различные формы записи уравнения Менделеева-Клайперона. Определяет давление смеси газов.
2.2.3.	Определяет графические зависимости изменения параметров состояния идеального газа Определяет параметры состояния идеального газа из диаграммы состояния
	2.3 Применение статистического метода для описания теплового движения молекул
2.3.1.	Определяет абсолютную температуру как меру средней кинетической энергии поступательного движения молекул идеального газа Оценивает среднюю кинетическую энергию и среднюю квадратичную скорость молекул при заданных термодинамических параметрах (P, V, T), используя число степеней свободы.
2.3.2.	Знает основное уравнение МКТ и объясняет его физическое содержание.

2.4 Статистические распределения	
2.4.1.	Определяет из графика функции распределения Максвелла долю молекул от общего их числа, скорости которых лежат в заданном интервале. Оценивает влияние температуры и массы молекул газа на кривую распределения.
2.4.2.	Оценивает наиболее вероятную скорость, среднюю квадратичную и среднюю арифметическую скорости молекул.
2.4.3.	Демонстрирует знание физического смысла барометрической формулы в условиях теплового равновесия. Определяет соотношение между концентрациями частиц газа на различной высоте
2.4.4.	Записывает и объясняет распределение Больцмана частиц в силовом поле по значениям потенциальной энергии и распределение Максвелла частиц по кинетическим энергиям теплового движения (в отсутствие внешнего поля) в условиях теплового равновесия. Использует функцию распределения по скоростям для определения средних статистических величин.
2.4.5.	Оценивает константу скорости химических реакций (число химических превращений в единицу времени) с использованием распределения Максвелла по энергиям
2.5 Явления переноса	
2.5.1.	Демонстрирует знание общности явлений переноса: условие – нарушения равновесия системы, т.е. наличие градиента физической величины; причина – хаотическое тепловое движение частиц; результат – установление состояния, близкого к равновесию. Определяет градиент физической величины для конкретного явления переноса и объясняет направление ее переноса
2.5.2.	Определяет среднюю длину свободного пробега l и её зависимость от давления и температуры газа, использует l для расчёта коэффициентов явлений переноса. Применяет уравнения явлений переноса в виде, использующем понятия: удельный поток массы, напряжение трения, удельный тепловой поток. Объясняет особенности явлений переноса в разреженных газах и использование этих особенностей процесса переноса на практике (форвакуумный насос, сосуд Дьюара)

Кодификатор Модуль 2.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

	2.6 Первое начало термодинамики
2.6.1.	Определяет физический смысл понятий: равновесное и неравновесное состояние и процесс; обратимые и необратимые процессы; изолированная термодинамическая система; релаксация и время релаксации
2.6.2.	Определяет состояние термодинамической системы и оценивает её внутреннюю энергию как однозначную функцию состояния системы Определяет количество теплоты, сообщаемой системе, и работу в термодинамической системе, как меру изменения энергии
2.6.3.	Демонстрирует знание первого начала термодинамики в интегральной и дифференциальной форме. Различает понятия: приращение внутренней энергии (dU) и элементарное количество работы (вариация δA) Приводит различные формулировки первого начала термодинамики
2.6.4.	Определяет работу для различных изопроцессов
2.6.5.	Определяет параметры состояния, работу и изменение внутренней энергии в изопроцессе по диаграмме состояния Определяет работу в произвольном процессе или за цикл с помощью диаграммы состояния
2.6.6.	Определяет коэффициент полезного действия термодинамической системы. Оценивает КПД для тепловой машины – как отношение работы за цикл к полученному количеству теплоты за цикл Оценивает холодильный коэффициент - как отношение отнятого от охлаждаемого тела тепла к работе, которая затрачивается на приведение холодильной машины в действие.

2.7 Теплоёмкость

2.7.1.

Даёт характеристику тепловых свойств тел в термодинамике - теплоемкости тела; определяет её зависимость от химического состава, массы, температуры и от вида процесса изменения состояния.

Определяет для однородных тел удельную и молярную теплоемкости и единицы измерения удельной, молярной теплоёмкости тела.

Определяет удельную и молярную теплоёмкости в различных изо процессах.

Записывает первое начало термодинамики с использованием молярной теплоёмкости

2.8 Адиабатический процесс

2.8.2.

Определяет адиабатический процесс, как процесс, при котором отсутствует обмен энергией в форме теплоты между системой и внешней средой. Объясняет уравнения Пуассона для адиабатического процесса, определяет показатель адиабаты. Записывает первое начало термодинамики для адиабатического процесса. Определяет работу в адиабатическом процессе разными способами

Кодификатор Модуль 2.
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

2.9 Второе начало термодинамики	
2.9.1.	Даёт формулировки второго начала термодинамики (Кельвина-Планка и Клаузиуса) и объясняет физический смысл определений. Определяет физическое содержание второго начала термодинамики .Объясняет содержание второго начала термодинамики как отрицание возможности создания тепловой машины, работающей с одним источником теплоты
2.9.2.	Определяет цикл Карно как круговой процесс, подчиняющийся второму началу термодинамики. Определяет и делает выводы о КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно. Определяет содержание теоремы Карно, дающей основание для установления термодинамической шкалы температур. Дает сравнительную оценку КПД обратимых и необратимых процессов.
2.9.3.	Определяет энтропию как <u>функцию состояния системы</u> по характеру изменения которой можно судить о направлении процесса теплообмена. Определяет свободную энергию как меру той работы, которую могло бы совершить тело в обратимом изотермическом процессе. Объясняет понятие: энтропия – как меру способности теплоты превращаться в другие виды энергии. Объясняет «изоэнтропийность» адиабатического процесса.
2.9.4.	Объясняет неравенство (равенство) Клаузиуса. Определяет равенство нулю приведённого количества теплоты, получаемого системой в обратимых процессах, и постоянство энтропии замкнутой системы, совершающей обратимый цикл Карно. Распознаёт закон возрастания энтропии. Оценивает изменение энтропии системы в случае обратимого и необратимого процесса. Оценивает изменение энтропии идеального газа. Оценивает энтропию замкнутой системы (как сумму энтропий всех тел, входящих в систему), совершающей обратимый цикл Карно, как <i>const</i> .
2.9.5.	Дает определение понятий: микро и макросостояние системы, вероятность какого-либо состояния, термодинамическая вероятность. Определяет термодинамическую вероятность какого-либо состояния тела или (реальной) системы как число всевозможных микрораспределений частиц по координатам и скоростям, соответствующих данному термодинамическому состоянию (макросостоянию). Объясняет понятие энтропии, согласно соотношению Больцмана $S = k \ln P$, где P – термодинамическая вероятность. Даёт статистическое истолкование второго закона термодинамики, выражающего закономерности хаотического движения большого числа частиц, входящих в состав замкнутой системы. Объясняет необратимость процесса преобразования (при трении) упорядоченного поступательного движения молекул в их хаотическое тепловое движение

2.10 Реальные газы	
2.10.1.	Классифицирует уравнение Ван-дер-Ваальса для одного моля идеального газа и для произвольной массы газа. Определяет условие перехода этого уравнения в уравнение состояния идеального газа. Раскрывает физический смысл модели: газ Ван-дер-Ваальса и ван-дер-ваальсовы силы. Определяет содержание и оценивает величину поправок Ван-дер-Ваальса, Объясняет физический смысл поправок Ван-дер-Ваальса, учитывающих собственный объем молекул и силы взаимодействия между молекулами.
2.10.2.	Изображает изотермы Ван-дер-Ваальса для температур $T < T_k$, $T > T_k$, где T_k – критическая температура. Определяет физический смысл различных участков изотерм. Распознаёт критическое состояние вещества и отличие докритических изотерм от критической изотермы.
2.10.3.	Изображает экспериментальные изотермы реальных газов. Дает определение понятия фаза и определение фазового перехода. Классифицирует фазовый переход 1 рода и фазовый переход 2 рода. Даёт определение понятия фаза на примере анализа состояния неоднородных систем (влажный пар). Распознаёт соответствие различных агрегатных состояний вещества отдельным участкам изотерм. Объясняет расслоение вещества на две фазы однородных состояний при температуре, меньшей критической температуры. Распознаёт на диаграмме состояния с изотермами реальных газов (для различных температур) колоколообразную кривую, ограничивающую область двухфазных состояний вещества. Определяет области, которые выделяет эта кривая и участки критической изотермы. Классифицирует фазовые переходы на диаграмме состояния
2.10.4.	Определяет виды энергии, составляющие внутреннюю энергию реального газа. Раскрывает физический смысл внутренней энергии реального газа. Объясняет зависимость внутренней энергии реального газа от объема. Определяет внутреннюю энергию реального газа любой массы. Распознаёт принципиальную схему опытов Д. Джоуля и В. Томсона; объясняет положительный и отрицательный эффект Джоуля-Томсона (адиабатическое дросселирование). Описывает метод Дьюара – Линде, основанный на использовании положительного эффекта Джоуля-Томсона. Анализирует процессы достижения низких температур для практического использования.

2.11 Особенности жидкого состояния вещества

2.11.1.

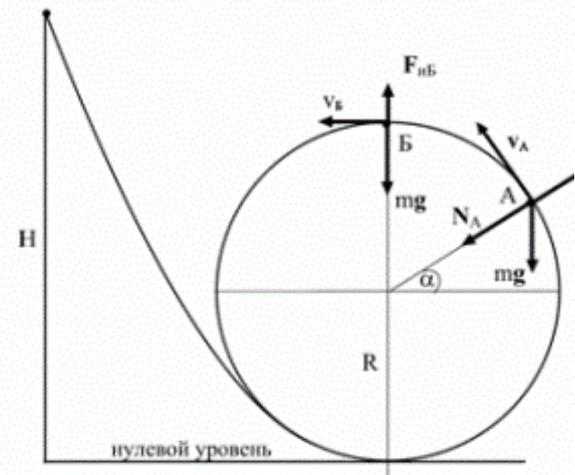
Классифицирует жидкое состояние как промежуточное между газами и кристаллами и объясняет характер теплового движения в жидкостях (по Френкелю).
Объясняет применение поверхностно-активных веществ (адсорбция, принцип флотации при обогащении руд и т.д.).
Называет особенности жидкого состояния, в том числе образование у жидкости поверхности, которая ограничивает её объем. Объясняет природу сил взаимодействия между молекулами растворённого вещества и растворителя. Объясняет наличие поверхностной энергии жидкости и сил поверхностного натяжения. Определяет физический смысл добавочного давления под изогнутой поверхностью жидкости. Распознаёт и анализирует явления на границе раздела жидкости и твёрдого тела. Объясняет явление смачивания и капиллярные явления. Использует формулу Лапласа для определения дополнительного давления на жидкость поверхностного слоя произвольной формы. Оценивает явления на границе жидкости и твердого тела. Оценивает характеристики капиллярных явлений. Определяет изменение высоты уровня жидкости в узких трубках.

Результаты тестирования РТ1 –РТ2

Группа	РТ1			РТ2		
	среднее	max	min	среднее	max	min
1А61	11	16	6	10	13	7
1А62	12	15	5	10	14	6
1Б61	9	13	3	12	16	7
1Д61	10	14	7	11	15	9
4В61	10	18	6	10	18	5

Кейсовые задания

Шайба массой m в положении A начинает движение с нулевой скоростью на высоте H . Затем она скользит по гладкому жёлобу, не теряя соприкосновения с ним, и поднимается по внутренней поверхности, совершая «мёртвую петлю» радиусом R .



Кейсовые задания

- ▶ 1. Верное выражение, определяющее значение скорости v_2 в точке С.
- ▶ 1) $v_2 = (2g(H - R))^{1/2}$;
- ▶ 2) $v_2 = (g(H - 2R))^{1/2}$;
- ▶ 3) $v_2 = (2g(H - 2R))$;
- ▶ *4) $v_2 = (2g(H - 2R))^{1/2}$

Кейсовые задания

- ▶ 2. Верное выражение, определяющее минимальное значение скорости $v_{2\min}$ в точке С, при которой «мёртвая петля» будет выполнена.
- ▶ 1) $v_{2\min} = (gR)$
- ▶ 2) $v_{2\min} = 2(gR)^{1/2}$
- ▶ *3) $v_{2\min} = (gR)^{1/2}$
- ▶ 4) $v_{2\min} = 4(gR)^{1/2}$

Кейсовые задания

3. Верное выражение, определяющее силу реакции жёлоба на шайбу в точке С.

1) $N_c = mg(2H/R)$

*2) $N_c = mg(2H/R - 5)$

3) $N_c = mg(H/R - 5)$

4) $N_c = 2 mg(2H/R - 5)$

Кейсовые задания

4. Верное выражение, определяющее высоту h_1 , соответствующую положению шайбы в точке D. Положение шайбы в точке D задано значением угла α_1 наклона радиуса – вектора, проведённого из центра O в точку D, к горизонту.

*1) $h_1 = R (1 + \sin\alpha_1)$

2) $h_1 = 2 R (1 + \sin\alpha_1)$

3) $h_1 = R (2 + \sin\alpha_1)$

4) $h_1 = R (1 + 2\sin\alpha_1)$

Кейсовые задания

5. Верное выражение, определяющее скорость v_3 шайбы в точке D.

$$v_3 = (g(H - R(1 + \sin\alpha_1)))^{1/2}$$

$$v_3 = (2g(H - R(2 + \sin\alpha_1)))^{1/2}$$

$$*3) v_3 = (2g(H - R(1 + \sin\alpha_1)))^{1/2}$$

$$v_3 = (g(H - 2R(1 + \sin\alpha_1)))^{1/2}$$