



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Н.Э. БАУМАНА

# Учебное пособие

Билеты для сдачи экзамена по курсу

**«Физика»**

МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Н.Э. БАУМАНА

Билеты для сдачи экзамена по курсу

**«Физика»**

Москва  
МГТУ имени Н.Э. Баумана

**2012**

1

1. Гармонические колебания. Векторная диаграмма. Сложение гармонических колебаний одного направления равных частот.
2. Агрегатные состояния вещества. Условия равновесия фаз. Фазовый переход I и II рода
3. Цилиндр массой **10 кг** и радиусом **8 см** вращается вокруг своей оси. При этом уравнение вращения цилиндра имеет вид:  $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$ , где  $B = 8 \text{ рад/с}^2$ ,  $C = 3 \text{ рад/с}^3$ . Найти закон изменения момента сил, действующих на цилиндр. Определить момент сил через  $t = 3 \text{ с}$  после начала движения.
4. При адиабатическом расширении кислорода с начальной температурой  $T_1 = 290 \text{ К}$  внутренняя энергия уменьшилась на  $\Delta U = -9,6 \text{ кДж}$ , а его объем увеличился в **10 раз**. Определить массу  $m$  кислорода.

2

1. Закон сохранения механической энергии.
2. Эффект Джоуля-Томпсона. Принцип Ле-Шателье-Брауна.
3. Шарик массой  $m=20 \text{ г}$  ударяется с начальной скоростью  $v=20 \text{ м/с}$  в массивную мишень с песком, которая движется навстречу шарiku со скоростью  $u=10 \text{ м/с}$ . Оценить, какое количество теплоты выделится при полном торможении шарика.
4. Определить массу атмосферы Земли, если температура атмосферы не изменяется по высоте.  $T=\text{const}$ , а давление  $P_0=1 \text{ атм}$ . Радиус Земли  $R=6400 \text{ км}$

3

1. Кинематические следствия из преобразований Лоренца. Относительность одновременности. Изменение продольных размеров движущихся предметов.
2. Максвелловское распределение молекул по скоростям.
3. Определить среднюю и вероятную скорость молекул водорода при температуре  $T = 500 \text{ К}$ .
4. 2 моль одноатомного идеального газа нагреваются от  $T_1$  до  $T_2$ . В процессе нагревания давление газа меняется по закону  $P=P_0 \cdot e^{(T^*/T)}$ , где  $T^*=\text{const}$ . Найти количество теплоты, полученное газом при нагревании.

4

1. Кинематические следствия из преобразований Лоренца. Относительность одновременности.
2. Интерференция волн. Стоячая волна.
3. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура охладителя равна **280К**. Во сколько раз увеличится КПД цикла? Если температура нагревателя повысится от **420К** до **520К**?
4. В результате изохорного нагревания водорода массой  $m=3 \text{ г}$  давление увеличилась в три раза. Определить изменение энтропии газа.

5

1. Специальная теория относительности. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца.
2. Момент силы относительно оси. Момент импульса механической системы относительно неподвижной оси. Основное уравнение динамики вращательного движения.
3. Водяной пар расширяется при постоянном давлении. Определить работу расширения, если пару передано количество теплоты **6 кДж**.

4. Идеальный газ, показатель адиабаты которого  $\gamma$ , расширяют так, что сообщаемое газу тепло равно убыли его внутренней энергии. Найти молярную теплоемкость газа в этом процессе.

6

1. Энергия упругой волны. Объемная плотность энергии волны.
2. Энтропия как функция состояния термодинамической системы. Третье начало термодинамики.
3. Определить среднее значение полной кинетической энергии одной молекулы гелия, кислорода и водяного пара при температуре **280 К**.
4. 3 моля одноатомного идеального газа охлаждаются от  $T_1$  до  $T_2$ . В процессе охлаждения газа давление изменяется по закону  $P=P_0 \cdot e^{(T^*/T)}$ . Найти количество теплоты, отданное газом при охлаждении.

7

1. Явление переноса в газах. Вязкость газов.
2. Работа тепловой машины при циклическом процессе. Коэффициент полезного действия.
3. Определите релятивистский импульс и кинетическую энергию электрона, движущегося со скоростью **0,95 С**.
4. Тело массой 10 г. совершает в вязкой среде затухающие колебания с малым коэффициентом затухания. В течении **100 с** тело потеряло 50% своей энергии. Определить коэффициент сопротивления.

8

1. Кинематические следствия из преобразований Лоренца. Изменение промежутков времени в движущейся системе отсчета.
2. Внутренняя энергия термодинамической системы. Теплота и работа. Первое начало термодинамики.
3. На какой высоте над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на ее поверхности? Считать, что температура воздуха равна **280К** и не изменяется с высотой. // на распределение Больцмана
4. Два физических маятника совершают малые колебания вокруг одной оси с частотами  $\nu_1$  и  $\nu_2$ . Моменты инерции этих маятников относительно данной оси равны соответственно  $I_1$  и  $I_2$ . Маятники жестко соединили друг с другом. Определить частоту малых колебаний составного маятника.

9

1. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.
2. Кинематика материальной точки, ее скорость и ускорение.
3. Обруч и сплошной диск, имеющие одинаковые массы и радиусы, катятся без скольжения с одинаковой скоростью. Найти отношение кинетических энергий этих тел.
4. Найти КПД цикла, состоящего из двух изобар и двух адиабат, если в пределах цикла давление изменяется в  $n$  раз. Рабочее вещество – идеальный газ с показателем адиабаты  $\gamma$ . //– семинар

10

1. Механическая система и ее центр масс. Уравнение изменения импульса механической системы.
2. Максвелловское распределение молекул по скоростям.

3. Найти потенциальную энергию тела массой  $m = 400$  кг на расстоянии  $r = 7600$  км от центра Земли. Величину потенциальной энергии на бесконечно большом расстоянии считать равной нулю. Радиус Земли  $R = 6400$  км.
4. Во сколько раз следует увеличить изотермически объем идеального газа в количестве **3 молей**, чтобы изменение энтропии стало равно **16 Дж/кг**?

11

1. Упругие волны в стержнях. Волновое уравнение.
2. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины.
3. Материальная точка массой **2 г**, двигаясь равномерно описывает четверть окружности радиусом **1,6 см** в течение **0,3 с**. Найти изменение импульса материальной точки.
4. Газ массой  $m$  и молярной массой  $M$  находится под давлением  $P$  между двумя одинаковыми горизонтальными пластинами. Температура газа растет линейно от  $T_1$  у нижней пластины до  $T_2$  у верхней. Найти объем газа между пластинами. (6.3)

12

1. Гармонические колебания. Сложение гармонических колебаний одного направления близких частот.
2. Эквивалентность теплоты и работы. Внутренняя энергия термодинамической системы. Первое начало термодинамики.
3. Лодка массой  $M$  с находящимся на ней человеком массой  $m$  неподвижно стоит в спокойной воде. Человек начинает идти вдоль лодки со скоростью  $V_0$  относительно лодки. С какой скоростью  $V_1$  будет двигаться человек относительно воды? С какой скоростью  $V_2$  будет при этом двигаться лодка относительно воды?
4. Парашютист массой  $m=100$  кг совершает затяжной прыжок с начальной нулевой скоростью. Считая, что сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости  $F=-kV$ , где  $k=16$  кг/с – коэффициент сопротивления, определить через какое время  $t_1$  скорость парашютиста будет равна  $V_1=0,8V_0$ , где  $V_0$  – скорость установившегося движения парашютиста.

13

1. Вынужденные колебания. Механический резонанс.
2. Тепловые и холодильные машины. Второе начало термодинамики. Теорема Карно.
3. Уравнения движения частицы имеют вид:  $X = A\cos(\omega t)$ ,  $Y = B\sin(\omega t)$ ;  $A, B, \omega$  – постоянные. Определить ускорение частицы.
4. Определить скорость и ускорение звука в газе. Средняя квадратичная скорость молекул двухатомного идеального газа в условиях опыта равна 120 м/с. Скорость звука определяется по такой-то формуле, считать что газ в волне нагревается изотермически.

14

1. Свободные затухающие колебания. Декремент и логарифмический декремент затухания. Добротность колебательной системы.
2. Политропический процесс. Теплоемкость и работа в политропическом процессе.
3. Найти среднюю скорость, среднюю кинетическую энергию поступательного движения и среднюю полную кинетическую энергию молекул азота при температуре **27° С**.
4. Рассчитать среднюю длину свободного пробега молекул азота, коэффициенты диффузии и вязкости при давлении **80 кПа** и температуре **17° С**. Как изменяются найденные величины в результате двукратного увеличения объема газа при постоянном давлении. Эффективный диаметр молекул азота **0,37 нм**.

15

1. Вектор плотности потока энергии волны. Поток энергии, переносимый волной через поверхность.
2. Статистическое обоснование второго начала термодинамики. Формула Больцмана для статистической энтропии  $S=k \cdot \ln P$ .
3. При какой температуре  $T$  вероятная скорость атомов гелия станет равной второй космической скорости **11,2 км/с**?
4. Определить коэффициент диффузии и вязкости, среднюю длину свободного пробега молекул кислорода при давлении **40 кПа** и температуре **17°C**. Как изменятся найденные величины в результате двукратного уменьшения объема газа при постоянной температуре? Эффективный диаметр молекул кислорода **0,36 нм**.

16

1. Явления переноса. Теплопроводность газов.
2. Статистическое обоснование 2 начала термодинамики. Формула Больцмана для статистической энтропии.
3. Кинетическая энергия электрона равна **1,4 МэВ**. Определите скорость электрона.
4. На гладкий горизонтальный стержень **AB** надета небольшая муфточка массой **20 г**, которая соединена с концом **A** стержня легкой пружиной жесткостью **40 Н/м**. Стержень вращают с постоянной угловой скоростью **20 рад/с** вокруг вертикальной оси, проходящей через его конец **A**, а муфточка совершает малые колебания вдоль стержня. Найти частоту малых колебаний муфточки.

17

1. Сложение взаимно перпендикулярных гармонических колебаний равных и кратных частот.
2. Теплоемкость идеального газа при изопроцессах.
3. Платформа в виде диска радиусом **3 м** вращается по инерции с частотой **4 об/мин**. На краю платформы стоит человек, масса которого **80 кг**. С какой скоростью будет вращаться платформа, если человек перейдет в ее центр? Момент инерции платформы равен **100 кг·м<sup>2</sup>**. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.
4. Азот массой  $m=56$  г адиабатически расширили в  $n=2$  раза, а затем изобарно сжали до начального объема. Определить изменение энтропии газа при его переходе из начального состояния в конечное состояние.

18

1. Явление переноса в газах. Диффузия в газах.
2. Адиабатический процесс. Уравнения Пуассона.
3. Показать, что формула сложения скоростей релятивистских частиц переходит в соответствующую формулу классической механики при  $V \ll c$ .
4. Определите, на каком расстоянии от центра масс находится ось вращения тонкого однородного стержня  $L=40$  см, чтобы частота колебаний такого физического маятника была максимальной.

19

1. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние.
2. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины.

3. Определить отношение периодов вертикальных колебаний груза, висящего на двух одинаковых пружинах, если от последовательного соединения пружин перейти к параллельному их соединению.
4. В диске радиусом 20 см имеется небольшое отверстие, расположенное на расстоянии 10 см от центра диска. Через это отверстие диск повесили на гвоздь, вбитый в стену, и привели в колебательное движение. Период малых колебаний обруча равен 2 с. Определить логарифмический декремент затухания.

20

1. Работа и кинетическая энергия. Кинетическая энергия твердого тела при его вращательном движении.
2. Понятие о фазовом пространстве. Распределение Максвелла – Больцмана.
3. Фотонная ракета движется относительно Земли со скоростью 0,8 С. Во сколько раз замедлится ход времени в ракете с точки зрения земного наблюдателя?
4. Во сколько раз надо расширить адиабатически газ, состоящий из жестких двухатомных молекул, чтобы их средняя скорость уменьшилась в 1,5 раза?

21

1. Распределение энергии по степеням свободы молекул. Внутренняя энергия идеального газа.
2. Динамика материальной точки. Силы в механике.
3. Вычислить работы  $A$ , совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой 100 кг на высоту  $h=4$  м за время  $t=2$  с.
4. Найти изменение энтропии при нагревании воды массой **0,2 кг** от температуры **20°C** до температуры **100°C** и последующим превращении воды в пар той же температуры. Удельная теплоемкость воды  $C=4,2 \times 10^3$  Дж/кг К. Удельная теплота парообразования  $\lambda= 334 \times 10^3$  Дж/кг.

22

1. Момент силы относительно оси. Момент импульса механической системы относительно неподвижной оси. Основное уравнение динамики вращательного движения.
2. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
3. Найти вероятную скорость, среднюю кинетическую энергию поступательного движения и среднюю полную кинетическую энергию молекул кислорода при температуре **27°C**.
4. Кислород, масса которого  $m = 0,8$  г нагревают от температуры **17°C** до **97°C**. Найти изменение энтропии, если известно, что начальное и конечное давления одинаковы и близки к атмосферному.

23

1. Консервативные силы. Работа в потенциальном поле.
2. Эффективное сечение молекулы. Среднее число соударений и средняя длина свободного пробега молекул. Понятие о физическом вакууме.
3. Определить среднюю квадратичную скорость, среднюю кинетическую энергию поступательного движения и среднюю полную кинетическую энергию молекул гелия при температуре **17°C**.
4. Трубка длиной  $l$  вращается около вертикальной оси, проходящей через ее середину перпендикулярно оси трубки, с угловой скоростью  $\omega$ . Температура воздуха равна  $T$ . Определить давление воздуха в середине трубки, если давление воздуха внутри трубки вблизи ее открытых концов равно атмосферному  $P_0$ .

24

1. Свободные незатухающие колебания. Энергия и импульс гармонического осциллятора. Фазовая траектория.
2. Работа идеального газа в изопроцессах.
3. Якорь мотора вращается с частотой **1400 об/мин**. Определить вращающий момент **M**, если мотор развивает мощность **N=600 Вт**.
4. Смесь водорода и аргона при температуре **27°C** находится под давлением **0,8 кПа**. Масса аргона составляет **40%** от общей массы смеси. Найти концентрацию молекул каждого газа.

25

1. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газа.
2. Релятивистский закон сложения скоростей.
3. Азот массой **0,4 кг**, нагретый на  $\Delta T = 120 \text{ К}$ , сохранил неизменный объем **V**. Найти: 1) количество теплоты, сообщенное газу; 2) изменение внутренней энергии; 3) совершенную газом работу.
4. Холодильная машина работает по обратимому циклу Карно в интервале температур от **-10°C** до **30°C**. Рабочее тело – азот, масса которого **0,2 кг**. Найти количество теплоты, отбираемое от охлаждаемого тела, и работу внешних сил за цикл, если отношение максимального объема к минимальному равно **4**.

26

1. Плоская гармоническая волна, длина волны, фазовая скорость, волновой вектор. Сферическая волна.
2. Неравенства Клаузиуса. Термодинамическая энтропия. Третье начало термодинамики.
3. Полная энергия релятивистской частицы возросла на **1,2 Дж**. На сколько при этом кинетическая энергия частицы?
4. На высоте **h = 0,8 см** над горизонтальной трансмиссионной лентой, движущейся со скоростью **V = 1,2 м/с**, параллельно ей подвешена пластина площадью **40 см<sup>2</sup>**. Какую силу надо приложить к пластине, чтобы она оставалась неподвижной? Коэффициент вязкости воздуха при нормальных условиях, **1,7·10<sup>-5</sup> Пас**. В условиях опыта температура **17°C**, давление атмосферное. на закон трения  $F = -\eta * \frac{dU}{dh}$

27

1. Вектор момента силы. Вектор момента импульса механической системы. Уравнение моментов для механической системы.
2. Экспериментальное подтверждение максвелловского закона распределения молекул по скоростям. Опыт Штерна.
3. Определить силу **F** взаимного притяжения двух соприкасающихся свинцовых шаров диаметром **d = 20 см** каждый. Плотность свинца **ρ = 11,35 г/см<sup>3</sup>**.
4. Найти приращение энтропии **2** молей идеального газа с показателем адиабаты **1,40**, если в результате некоторого процесса объем газа увеличился в **2 раза**, а давление уменьшилось в **3 раза**.

28

1. Физический маятник. Период малых колебаний физического маятника.
2. Адиабатический процесс. Работа идеального газа в адиабатическом процессе.
3. Определить линейную скорость центра сплошного диска, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости высотой **1,2 м**.

4. Определить молярную теплоёмкость при постоянном давлении газовой смеси, состоящей из 3 молей гелия и 2 молей азота.

29

1. Преобразования Галилея. Инвариантность уравнений классической механики относительно преобразования Галилея.
2. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа
3. При изохорном нагревании кислорода объемом **20 л** давление газа изменилось на **0,1 МПа**. Найти количество теплоты, сообщенное газу.
4. Пуля массой  $m=9$  г, летящая горизонтально со скоростью  $V=500$  м/с, попадает в баллистический маятник массой  $M=12$  кг и застревает в нём. Определить максимальную высоту, на которую поднимается маятник после внедрения пули.

30

1. Связь между потенциальной энергией и силой. Потенциальная энергия тяготения и упругих деформаций.
2. Цикл Карно. Теорема Карно.
3. С какой скоростью  $V$  движется частица, если ее полная энергия в **два раза** больше энергии покоя?
4. Объем моля идеального газа с показателем адиабаты  $\gamma$  изменяют по закону  $V = a/T$ , где  $a$  – постоянная. Найти количество тепла, полученное газом в этом процессе, если его температура изменилась на  $\Delta T$ .