

Вариант №1 (11, 21)

1. Точка движется по окружности радиусом $R = 30$ см с постоянным угловым ускорением ε . Определить тангенциальное ускорение a_τ точки, если известно, что за время $t = 4$ с она совершила три оборота и в конце третьего оборота ее нормальное ускорение $a_n = 2,7$ м/с².
2. Стержень движется в продольном направлении с постоянной скоростью относительно инерциальной системы отсчета. При каком значении скорости длина стержня в этой системе отсчета будет на 7 % меньше длины покоящегося стержня?
3. Шарик массой $m = 60$ г, привязанный к концу нити длиной $l_1 = 1,2$ м, вращается с частотой $\nu_1 = 2$ с⁻¹, опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси до расстояния $l_2 = 0,6$ м. С какой частотой ν_2 будет при этом вращаться шарик? Какую работу A совершает внешняя сила, укорачивая вит? Трением шарика о плоскость пренебречь.
4. Шар массой $m = 2$ кг сталкивается с покоящимся шаром большей массы и при этом теряет $k = 40\%$ кинетической энергии. Определить массу M большего шара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
5. Однородный стержень длиной $l = 1,0$ м и массой $M = 0,7$ кг подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. В точку, отстоящую от оси на $2/3l$, абсолютно упруго ударяет пуля массой $m = 5$ г, летящая перпендикулярно стержню и его оси. После удара стержень отклонился на угол $\alpha = 60^\circ$. Определить скорость пули.
6. Шарик массой $m = 60$ г колеблется с периодом $T = 2$ с. В начальный момент времени смещение шарика $x_0 = 4,0$ см и он обладает энергией $E = 0,02$ Дж. Записать уравнение простого гармонического колебания шарика и закон изменения возвращающей силы с течением времени.
7. Определить плотность ρ водяного пара, находящегося под давлением $p = 2,5$ кПа и имеющего температуру $T = 250$ К.
8. Средняя длина свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы водорода при некоторых условиях равна 2 мм. Найти плотность ρ водорода при этих условиях.
9. Определить работу A , которую совершит азот, если ему при постоянном давлении сообщить количество теплоты $Q = 21$ кДж. Найти также изменение ΔU внутренней энергии газа.
10. В цикле Карно газ получил от теплоотдатчика теплоту $Q_1 = 500$ Дж и совершил работу $A = 100$ Дж. Температура теплоотдатчика $T_1 = 400$ К. Определить температуру T_2 теплоприемника.
11. На расстоянии $d = 20$ см находятся два точечных заряда: $Q_1 = -50$ нКл и $Q_2 = 100$ нКл. Определить силу F , действующую на заряд $Q_3 = -10$ нКл, удаленный от обоих зарядов на одинаковое расстояние, равное d .
12. Две трети тонкого кольца радиусом $R = 10$ см несут равномерно распределенный с линейной плотностью $\tau = 0,2$ мКл/м заряд. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.
13. Два металлических шарика радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 10$ см имеют заряды $Q_1 = 40$ нКл и $Q_2 = -20$ нКл соответственно. Найти энергию W , которая выделится при разряде, если шары соединить проводником.
14. Тонкая квадратная рамка равномерно заряжена с линейной плотностью зарядов $\lambda = 200$ пКл/м. Определить потенциал ϕ поля в точке пересечения диагоналей.

Вариант №2 (12. 22)

1. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 6$ м/с. Когда оно достигло верхней точки полета из того же начального пункта, с той же начальной скоростью v_0 вертикально вверх брошено второе тело. На каком расстоянии h от начального пункта встретятся тела? Сопротивление воздуха не учитывать.
2. π -мезон – нестабильная частица. Собственное время жизни его $2,6 \cdot 10^{-6}$ с. Какое расстояние пролетит π -мезон до распада, если он движется со скоростью $0,9 c$?
3. По касательной к шкиву маховика в виде диска диаметром $D = 70$ см и массой $m = 20$ кг приложена сила $F = 1,5$ кН. Определить угловое ускорение ε и частоту вращения n маховика через время $t = 15$ с после начала действия силы, если радиус r шкива равен 14 см. Силой трения пренебречь.
4. В деревянный шар массой $m_1 = 9$ кг, подвешенный на нити длиной $l = 2,8$ м, попадает горизонтально летящая пуля массой $m_2 = 9$ г. С какой скоростью летела пуля, если нить с шаром и застрявшей в нем пулей отклонилась от вертикали на угол $\alpha = 10^\circ$? Размером шара пренебречь. Удар пули считать прямым, центральным.
5. На скамье Жуковского сидит человек и держит на вытянутых руках гири массой $m = 7$ кг каждая. Расстояние от каждой гири до оси скамьи $l = 80$ см. Скамья вращается с частотой $n_1 = 1,2$ с $^{-1}$. Как изменится частота вращения скамьи и какую работу A произведет человек, если он сожмет руки так, что расстояние от каждой гири до оси уменьшится до $l_2 = 25$ см? Момент инерции человека и скамьи (вместе) относительно оси $J = 2,6$ кг·м 2 .
6. На стержне длиной $l = 30$ см укреплены два одинаковых грузика: один — в середине стержня, другой — на одном из его концов. Стержень с грузами колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец невесомого стержня. Определить период T гармонических колебаний данного физического маятника.
7. В цилиндр длиной $l = 1,6$ м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении p_0 , начали медленно вдвигать поршень площадью основания $S = 200$ см 2 . Определить силу F , действующую на поршень, если его остановить на расстоянии $l_1 = 10$ см от дна цилиндра.
8. Найти среднее число $\langle z \rangle$ столкновений за время $t = 1$ с и длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы гелия, если газ находится под давлением $p = 2$ кПа при температуре $T = 200$ К.
9. Определить количество теплоты Q , которое надо сообщить кислороду объемом $V = 50$ л при его изохорном нагревании, чтобы давление газа повысилось на $\Delta p = 0,6$ МПа.
10. Идеальный газ совершает цикл Карно при температурах теплоприемника $T_2 = 290$ К и теплоотдатчика $T_1 = 400$ К. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия η цикла, если температура теплоотдатчика возрастет до $T_1' = 600$ К?
11. Точечные заряды $Q_1 = 20$ мкКл, $Q_2 = -10$ мкКл находятся на расстоянии $R = 5$ см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной на $L_1 = 3$ см от первого и на $L_2 = 4$ см от второго заряда. Определить также силу F , действующую в этой точке на точечный заряд $Q = 1$ мкКл.
12. По тонкому кольцу равномерно распределен заряд $Q = 10$ нКл с линейной плотностью $\tau = 0,01$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , лежащей на оси кольца и удаленной от его центра на расстояние, равное радиусу кольца.
13. Плоский конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом $R = 10$ см каждая. Расстояние между пластинами $d = 2$ мм. Конденсатор присоединен к источнику напряжения $U = 80$ В. Определить заряд Q и напряженность E поля конденсатора в двух случаях: а) диэлектрик — воздух; б) диэлектрик — стекло.
14. Пылинка массой $m = 200$ мкг, несущая на себе заряд $Q = 40$ нКл, влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После прохождения разности потенциалов $U = 200$ В пылинка имела скорость $v_2 = 150$ м/с. Определить скорость v_1 пылинки до того, как она влетела в поле.

Вариант №3 (13, 23)

1. Материальная точка движется прямолинейно с ускорением $a = 5 \text{ м/с}^2$. Определить, на сколько путь, пройденный точкой в n -ю секунду, будет больше пути, пройденного в предыдущую секунду. Принять $v_0 = 0$.
2. Две частицы движутся навстречу друг другу со скоростями $0,86c$. Определить скорость их относительного движения.
3. На обод маховика диаметром $D = 60 \text{ см}$ намотан шнур, к концу которого привязан груз массой $m = 2 \text{ кг}$. Определить момент инерции J маховика, если он, вращаясь равноускоренно под действием силы тяжести груза, за время $t = 3 \text{ с}$ приобрел угловую скорость $\omega = 9 \text{ рад/с}$.
4. По небольшому куску мягкого железа, лежащему на наковальне массой $m_2 = 300 \text{ кг}$, ударяет молот массой $m_1 = 8 \text{ кг}$. Определить КПД η удара, если удар неупругий. Полезной считать энергию, затраченную на деформацию куска железа.
5. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально по оси скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью $\omega = 4 \text{ рад/с}$. С какой угловой скоростью ω_1 будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи $J = 5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Длина стержня $l = 1,8 \text{ м}$, масса $m = 6 \text{ кг}$. Считать, что центр масс стержня с человеком находится на оси платформы.
6. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых $x = A_1 \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \cos \omega_1 t$, где $A_1 = 8 \text{ см}$, $A_2 = 4 \text{ см}$, $\omega_1 = \omega_2 = 2 \text{ с}^{-1}$. Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.
7. В баллоне находится газ при температуре $T_1 = 400 \text{ К}$. До какой температуры T_2 надо нагреть газ, чтобы его давление увеличилось в $1,5$ раза?
8. Средняя длина свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы водорода при некоторых условиях равна 2 мм . Найти плотность ρ водорода при этих условиях.
9. При изотермическом расширении азота при температуре $T = 280 \text{ К}$ объем его увеличился в два раза. Определить: 1) совершенную при расширении газа работу A ; 2) изменение ΔU внутренней энергии; 3) количество теплоты Q , полученное газом. Масса азота $m = 0,20 \text{ кг}$.
10. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура T_1 теплоотдатчика в четыре раз ($n = 4$) больше температуры теплоприемника. Какую долю w количества теплоты, полученного за один цикл от теплоотдатчика, газ отдаст теплоприемнику?
11. Три одинаковых точечных заряда $Q_1 = Q_2 = Q_3 = 2 \text{ нКл}$ находятся в вершинах равностороннего треугольника со сторонами $a = 10 \text{ см}$. Определить модуль и направление силы $\mathbf{F}$, действующей на один из зарядов со стороны двух других.
12. Четверть тонкого кольца радиусом $r = 10 \text{ см}$ несет равномерно распределенный заряд $Q = 0,05 \text{ мКл}$. Определить напряженность $\mathbf{E}$ электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.
13. Два конденсатора емкостями $C_1 = 5 \text{ мкФ}$ и $C_2 = 8 \text{ мкФ}$ соединены последовательно и присоединены к батарее с ЭДС $\mathcal{E} = 80 \text{ В}$. Определить заряды Q_1 и Q_2 конденсаторов и разности потенциалов U_1 и U_2 между их обкладками.
14. Электрон, обладавший кинетической энергией $T = 35 \text{ эВ}$, влетел в однородное электрическое поле в направлении силовых линий поля. Какой скоростью будет обладать электрон, пройдя в этом поле разность потенциалов $U = 80 \text{ В}$?

Вариант №4 (14, 24)

1. Две автомашины движутся по дорогам, угол между которыми $\alpha = 30^\circ$. Скорость автомашин $v_1 = 40$ км/ч и $v_2 = 60$ км/ч. С какой скоростью v удаляются машины одна от другой?
2. Электрон, скорость которого $0,7c$, движется навстречу протону, имеющему скорость $0,3c$. Определить скорость их относительного движения.
3. Нить с привязанными к ее концам грузами массами $m_1 = 60$ г и $m_2 = 75$ г перекинута через блок диаметром $D = 5$ см. Определить момент инерции J блока, если под действием силы тяжести грузов он получил угловое ускорение $\varepsilon = 1$ рад/с². Трением и проскальзыванием нити по блоку пренебречь.
4. Шар массой $m_1 = 15$ кг движется со скоростью $v_1 = 40$ м/с и сталкивается с шаром массой $m_2 = 20$ кг, движущимся навстречу ему со скоростью $v_2 = 35$ м/с. Каковы скорости u_1 и u_2 шаров после удара? Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
5. Платформа в виде диска диаметром $D = 2,8$ м и массой $m_1 = 150$ кг может вращаться вокруг вертикальной оси. С какой угловой скоростью ω_1 будет вращаться эта платформа, если по ее краю пойдет человек массой $m_2 = 78$ кг со скоростью $v = 1,5$ м/с относительно платформы?
6. Точка совершает простые гармонические колебания, уравнение которых $x = A \sin \omega t$, где $A = 6$ см, $\omega = 3$ с⁻¹. В момент времени, когда точка обладала потенциальной энергией $\Pi = 0,2$ мДж, на нее действовала возвращающая сила $F = 6$ мН. Найти этот момент времени t .
7. Баллон вместимостью $V = 10$ л заполнен азотом при температуре $T = 700$ К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta p = 400$ кПа. Определить массу m израсходованного газа. Процесс считать изотермическим.
8. В сосуде вместимостью $V = 10$ л находится водород массой $m = 0,1$ г. Определить среднюю длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы водорода в этом сосуде.
9. При адиабатном сжатии давление воздуха было увеличено от $p_1 = 56$ кПа до $p_2 = 0,52$ МПа. Затем при неизменном объеме температура воздуха была понижена до первоначальной. Определить давление p_3 газа в конце процесса.
10. Определить работу A_2 изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно, КПД которого $\eta = 0,25$, если работа изотермического расширения равна $A_1 = 12$ Дж.
11. Два положительных точечных заряда Q и $9,5Q$ закреплены на расстоянии $d = 150$ см друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, проходящей через заряды, следует поместить третий заряд так, чтобы он находился в равновесии. Указать, какой знак должен иметь этот заряд для того, чтобы равновесие было устойчивым, если перемещения зарядов возможны только вдоль прямой, проходящей через закрепленные заряды.
12. По тонкому полукольцу равномерно распределен заряд $Q = 25$ мкКл с линейной плотностью $\tau = 0,25$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.
13. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора емкостью $C = 250$ пФ каждый соединены в батарею последовательно. Определить, на сколько изменится емкость C батареи, если пространство между пластинами одного из конденсаторов заполнить парафином.
14. Найти отношение скоростей ионов Cu^{++} и K^+ , прошедших одинаковую разность потенциалов.

Вариант №5 (15, 25)

1. Материальная точка движется прямолинейно с начальной скоростью $v_0 = 12$ м/с и постоянным ускорением $a = -6$ м/с². Определить, во сколько раз путь Δs , пройденный материальной точкой, будет превышать модуль ее перемещения Δr спустя $t = 5$ с после начала отсчета времени.
2. Собственное время жизни π -мезона, $2,6 \cdot 10^{-8}$ с. Чему равно время жизни π -мезона для наблюдателя, относительно которого эта частица движется со скоростью $0,7c$?
3. Стержень вращается вокруг оси, проходящей через его середину, согласно уравнению $\varphi = At + Bt^2$, где $A = 1$ рад/с, $B = 0,4$ рад/с². Определить вращающий момент M , действующий на стержень через время $t = 1$ с после начала вращения, если момент инерции стержня $J = 0,065$ кг·м².
4. Шар массой $m_1 = 3,5$ кг движется со скоростью $v_1 = 2,5$ м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой $m_2 = 5,5$ кг. Какая работа будет совершена при деформации шаров? Удар считать абсолютно неупругим, прямым, центральным.
5. Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек. На какой угол φ повернется платформа, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя ее, вернется в исходную (на платформе) точку? Масса платформы $m_1 = 240$ кг, масса человека $m_2 = 70$ кг.
6. Определить частоту ν простых гармонических колебаний диска радиусом $R = 30$ см около горизонтальной оси, проходящей через середину радиуса диска перпендикулярно его плоскости.
7. В баллоне вместимостью $V = 16$ л находится аргон под давлением $p_1 = 650$ кПа и при температуре $T_1 = 350$ К. Когда из баллона было взято некоторое количество газа, давление в баллоне понизилось до $p_2 = 500$ кПа, а температура установилась $T_2 = 250$ К. Определить массу m аргона, взятого из баллона.
8. Какова средняя арифметическая скорость $\langle v \rangle$ молекул азота при нормальных условиях, если известно, что средняя длина свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы азота при этих условиях равна 120 нм?
9. Кислород массой $m = 100$ г занимает объем $V_1 = 50$ л и находится под давлением $p_1 = 100$ кПа. При нагревании газ расширился при постоянном давлении до объема $V_2 = 150$ л, а затем его давление возросло до $p_3 = 400$ кПа при неизменном объеме. Найти изменение внутренней энергии ΔU газа, совершенную газом работу A и теплоту Q , переданную газу. Построить график процесса.
10. Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику теплоту $Q_2 = 18$ кДж. Определить температуру T_1 теплоотдатчика, если при температуре теплоприемника $T_2 = 480$ К работа цикла $A = 8$ кДж.
11. Два одинаково заряженных шарика подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол α . Шары погружают в масло. Какова плотность ρ масла, если угол расхождения нитей при погружении в масло остается неизменным? Плотность материала шариков $\rho_0 = 1,8 \cdot 10^3$ кг/м³, диэлектрическая проницаемость масла $\epsilon = 2,4$.
12. По тонкому кольцу радиусом $R = 65$ см равномерно распределен с линейной плотностью $\tau = 2,5$ мкКл/м заряд. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , находящейся на оси кольца на расстоянии $h = 3R$ от его центра.
13. Два конденсатора емкостями $C_1 = 3$ мкФ и $C_2 = 7$ мкФ заряжены до напряжений $U_1 = 120$ В и $U_2 = 250$ В соответственно. Определить напряжение на обкладках конденсаторов после их соединения обкладками, имеющими разноименные заряды.
14. Электрон с энергией $T = 300$ эВ (в бесконечности) движется вдоль силовой линии по направлению к поверхности металлической заряженной сферы радиусом $R = 16$ см. Определить минимальное расстояние a , на которое приблизится электрон к поверхности сферы, если заряд ее $Q = -15$ нКл.

Вариант №6 (16, 26)

1. Велосипедист ехал из одного пункта в другой. Первую треть пути он проехал со скоростью $v_1 = 15$ км/ч. Далее половину оставшегося времени он ехал со скоростью $v_2 = 10$ км/ч, после чего до конечного пункта он шел пешком со скоростью $v_3 = 4$ км/ч. Определить среднюю скорость $\langle v \rangle$ велосипедиста.
2. Найти собственное время жизни нестабильной частицы π -мезона, движущегося со скоростью $0,9c$, если расстояние, пролетаемое им до распада, равно примерно 15 км.
3. По горизонтальной плоскости катится диск со скоростью $v = 12$ м/с. Определить коэффициент сопротивления, если диск, будучи предоставлен самому себе, остановился, пройдя путь $s = 10$ м.
4. Определить КПД η неупругого удара бойка массой $m_1 = 0,4$ т, падающего на сваю массой $m_2 = 150$ кг. Полезной считать энергию, затраченную на вбивание сваи.
5. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руке за ось велосипедное колесо, вращающееся вокруг своей оси с угловой скоростью $\omega_1 = 15$ рад/с. Ось колеса расположена вертикально и совпадает с осью скамьи Жуковского. С какой скоростью ω_2 станет вращаться скамья, если повернуть колесо вокруг горизонтальной оси на угол $\alpha = 90^\circ$? Момент инерции человека и скамьи $J = 3$ кг·м², момент инерции колеса $J_0 = 0,6$ кг·м².
6. Определить период T простых гармонических колебаний диска радиусом $R = 70$ см около горизонтальной оси, проходящей через образующую диска.
7. Два сосуда одинакового объема содержат кислород. В одном сосуде давление $p_1 = 2,5$ МПа и температура $T_1 = 900$ К, в другом $p_2 = 2,5$ МПа, $T_2 = 250$ К. Сосуды соединили трубкой и охладили находящийся в них кислород до температуры $T = 180$ К. Определить установившееся в сосудах давление p .
8. При нормальных условиях длина свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы водорода равна $0,15$ мкм. Определить диаметр d молекулы водорода.
9. Объем аргона при изотермическом расширении при температуре $T = 350$ К увеличился в $n = 4$ раза. Определить работу A , совершенную газом, и теплоту Q , полученную при этом. Масса m аргона равна 180 г.
10. Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от теплоотдатчика теплоту $Q_1 = 5$ кДж и совершил работу $A = 2,5$ кДж. Определить температуру теплоотдатчика, если температура теплоприемника $T_2 = 213$ К.
11. Четыре одинаковых заряда $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 75$ нКл закреплены в вершинах квадрата со стороной $a = 25$ см.
12. Бесконечный тонкий стержень, ограниченный с одной стороны, несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью $\tau = 0,6$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , лежащей на оси стержня на расстоянии $a = 15$ см от его начала.
13. Найти силу F , действующую на один из этих зарядов со стороны трех остальных. Конденсаторы емкостью $C_1 = 3$ мкФ и $C_2 = 7$ мкФ заряжены до напряжений $U_1 = 160$ В и $U_2 = 90$ В соответственно. Определить напряжение на обкладках конденсаторов после их соединения обкладками, имеющими одноименные заряды.
14. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобрел скорость $v = 10^3$ м/с. Расстояние между пластинами $d = 2$ мм. Найти: 1) разность потенциалов U между пластинами; 2) поверхностную плотность заряда σ на пластинах.

Вариант №7 (17, 27)

1. Тело брошено под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту со скоростью $v_0 = 25$ м/с. Каковы будут нормальное a_n , тангенциальное a_τ и полное a ускорения тела через время $t = 0,6$ с после начала движения?
2. Радиоактивное ядро, вылетевшее из ускорителя со скоростью $0,7c$, выбросило в направлении своего движения β -частицу со скоростью $0,9 c$ относительно ускорителя. Найти скорость частицы относительно ядра.
3. Определить момент силы M , который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой $n = 10 \text{ с}^{-1}$, чтобы он остановился в течение времени $\Delta t = 10$ с. Диаметр блока $D = 40$ см. Массу блока $m = 7$ кг считать равномерно распределенной по ободу.
4. Шар массой $m_1 = 4.6$ кг движется со скоростью $v_1 = 5,5$ м/с и сталкивается с шаром массой $m_2 = 7$ кг, который движется ему навстречу со скоростью $v_2 = 2,5$ м/с. Определить скорости u_1 и u_2 шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
5. Однородный стержень длиной $l = 2,4$ м может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через один из его концов. В другой конец абсолютно неупруго ударяет пуля массой $m = 9,5$ г, летящая перпендикулярно стержню и его оси. Определить массу M стержня, если в результате попадания пули он отклонится на угол $\alpha = 70^\circ$. Принять скорость пули $v = 330$ м/с.
6. Определить период T колебаний математического маятника, если его модуль максимального перемещения $\Delta r = 20$ см и максимальная скорость $v_{\max} = 20$ см/с.
7. Вычислить плотность ρ аргона, находящегося в баллоне под давлением $p = 3$ МПа и имеющего температуру $T = 580$ К.
8. Кислород находится под давлением $p = 150$ нПа при температуре $T = 300$ К. Вычислить среднее число $\langle z \rangle$ столкновений молекулы кислорода при этих условиях за время $\tau = 2$ с.
9. Азот массой $m = 0,18$ кг был изобарно нагрет от температуры $T_1 = 220$ К до температуры $T_2 = 450$ К. Определить работу A , совершенную газом, полученную им теплоту Q и изменение ΔU внутренней энергии азота.
10. Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику 76 % теплоты, полученной от теплоотдатчика. Определить температуру T_2 теплоприемника, если температура теплоотдатчика $T_1 = 480$ К.
11. Точечные заряды $Q_1 = 20$ мкКл, $Q_2 = -38$ мкКл находятся на расстоянии $d = 18$ см друг от друга. Определить напряженность электрического поля E в точке, удаленной от первого заряда на расстояние $r_1 = 32$ см, а от второго – на $r_2 = 14$ см.
12. Третий тонкого кольца радиуса $R = 20$ см несет распределенный заряд $Q = 20$ нКл. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.
13. Конденсатор емкостью $C_1 = 12$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В. Определить заряд на обкладках этого конденсатора после того, как параллельно ему был подключен другой, незаряженный, конденсатор емкостью $C_2 = 10$ мкФ.
14. Пылинка массой $m = 55$ нг, несущая на себе $N = 1200$ электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов $U = 1,5$ МВ. Какова кинетическая энергия T пылинки? Какую скорость v приобрела пылинка?

Вариант №8 (18, 28)

1. Материальная точка движется по окружности с постоянной угловой скоростью $\omega = \pi/18$ рад/с. Во сколько раз путь Δs , пройденный точкой за время $t = 2$ с, будет больше модуля ее перемещения Δr ? Принять, что в момент начала отсчета времени радиус-вектор r , задающий положение точки на окружности, относительно исходного положения был повернут на угол $\phi_0 = \pi/2$ рад.
2. При какой относительной скорости движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составит 90%?
3. Блок, имеющий форму диска массой $m = 0,5$ кг, вращается под действием силы натяжения нити, к концам которой подвешены грузы массами $m_1 = 0,4$ кг и $m_2 = 0,9$ кг. Определить силы натяжения T_1 и T_2 нити по обе стороны блока.
4. Из ствола автоматического пистолета вылетела пуля массой $m_1 = 15$ г со скоростью $v = 320$ м/с. Затвор пистолета массой $m_2 = 220$ г прижимается к стволу пружиной, жесткость которой $k = 30$ кН/м. На какое расстояние отойдет затвор после выстрела? Считать, что пистолет жестко закреплен.
5. На краю платформы в виде диска, вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси с частотой $n_1 = 9$ мин⁻¹, стоит человек массой $m_1 = 75$ кг. Когда человек перешел в центр платформы, она стала вращаться с частотой $n_2 = 12$ мин⁻¹. Определить массу m_2 платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.
6. Материальная точка совершает простые гармонические колебания так, что в начальный момент времени смещение $x_0 = 5$ см, а скорость $v_0 = 12$ см/с. Определить амплитуду A и начальную фазу ϕ_0 колебаний, если их период $T = 2,5$ с.
7. Определить относительную молекулярную массу M_r газа, если при температуре $T = 184$ К и давлении $p = 3$ МПа он имеет плотность $\rho = 7,1$ кг/м³.
8. При каком давлении p средняя длина свободного пробега $\langle l \rangle$ молекул кислорода равна 2 м, если температура газа $t = 100^\circ\text{C}$?
9. Во сколько раз увеличится объем водорода, содержащий количество вещества $\nu = 0,5$ моль при изотермическом расширении, если при этом газ получит количество теплоты $Q = 900$ Дж? Температура водорода $T = 400$ К.
10. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия η цикла Карно при повышении температуры теплоотдатчика от $T_1 = 370$ К до $T_1' = 570$ К? Температура теплоприемника $T_2 = 280$ К.
11. В вершинах правильного треугольника со стороной $a = 12$ см находятся заряды $Q_1 = 14$ мкКл, $Q_2 = 25$ мкКл и $Q_3 = 32$ мкКл. Определить силу F , действующую на заряд Q_1 со стороны двух других зарядов.
12. Тонкое кольцо несет распределенный заряд $Q = 1,2$ мкКл. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , равноудаленной от всех точек кольца на расстояние $r = 25$ см. Радиус кольца $R = 12$ см.
13. Конденсаторы емкостями $C_2 = 2$ мкФ, $C_2 = 5$ мкФ и $C_3 = 10$ мкФ соединены последовательно и находятся под напряжением $U = 850$ В. Определить напряжение и заряд на каждом из конденсаторов.
14. Какой минимальной скоростью $v_{\min}$ должен обладать протон, чтобы он мог достигнуть поверхности заряженного до потенциала $\phi = 1400$ В металлического шара.

Вариант №9 (19, 29)

1. Материальная точка движется в плоскости xu согласно уравнениям $x = A_1 + B_1t + C_1t^2$ и $y = A_2 + B_2t + C_2t^2$, где $B_1 = 7$ м/с, $C_1 = -2$ м/с², $B_2 = -1$ м/с, $C_2 = 0,2$ м/с². Найти модули скорости и ускорения точки в момент времени $t = 5$ с.
2. Какую скорость должно иметь движущееся тело, чтобы его продольные размеры уменьшились в два раза?
3. К краю стола прикреплен блок. Через блок перекинута невесомая и нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены грузы. Один груз движется по поверхности стола, а другой — вдоль вертикали вниз. Определить коэффициент μ трения между поверхностями груза и стола, если массы каждого груза и масса блока одинаковы и грузы движутся с ускорением $a = 0,56$ м/с². Проскальзыванием нити по блоку и силой трения, действующей на блок, пренебречь.
4. Шар массой $m_1 = 1$ кг движется со скоростью $v_0 = 4$ м/с и сталкивается с шаром массой $M = 2$ кг, движущимся навстречу со скоростью $v = 3$ м/с. Определить скорости v_1 и v_2 шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
5. На краю неподвижной скамьи Жуковского диаметром $D = 0,8$ м и массой $m_1 = 6$ кг стоит человек массой $m_2 = 60$ кг. С какой угловой скоростью ω начнет вращаться скамья, если человек поймает летящий на него мяч массой $m = 0,5$ кг? Траектория мяча горизонтальна и проходит на расстоянии $R = 0,5$ м от оси скамьи. Скорость мяча $v = 5$ м/с.
6. Складываются два колебания одинакового направления и одинакового периода: $x_1 = A_1 \sin \omega_1 t$ и $x_2 = A_2 \sin \omega_2(t + \tau)$, где $A_1 = A_2 = 3$ см, $\omega_1 = \omega_2 = \pi$ с⁻¹, $\tau = \pi/2$ с. Определить амплитуду A и начальную фазу ϕ_0 результирующего колебания. Написать его уравнение. Построить векторную диаграмму для момента времени $t = 0$.
7. Найти плотность ρ азота при температуре $T = 400$ К и давлении $p = 2$ МПа.
8. Водород находится под давлением $p = 20$ мкПа и имеет температуру $T = 300$ К. Определить среднюю длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы такого газа.
9. Какая работа A совершается при изотермическом расширении водорода массой $m = 5$ г, взятого при температуре $T = 290$ К, если объем газа увеличивается в три раза?
10. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура теплоотдатчика $T_1 = 500$ К, температура теплоприемника $T_2 = 250$ К. Определить термически КПД η цикла, а также работу A_{12} рабочего вещества при изотермическом расширении, если при изотермическом сжатии совершена работа $A_{34} = 8$ Дж.
11. В вершинах квадрата находятся одинаковые заряды $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 8 \cdot 10^{-10}$ Кл. Какой отрицательный заряд Q нужно поместить в центре квадрата, чтобы сила взаимного отталкивания положительных зарядов была уравновешена силой притяжения отрицательного заряда?
12. По тонкому полукольцу радиуса $R = 10$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 1$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.
13. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектрика: стекла толщиной $d_1 = 0,2$ см и слоем парафина толщиной $d_2 = 0,3$ см. Разность потенциалов между обкладками $U = 300$ В. Определить напряженность E поля и падение потенциала в каждом из слоев.
14. В однородное электрическое поле напряженностью $E = 200$ В/м влетает (вдоль силовой линии) электрон со скоростью $v_0 = 2$ Мм/с. Определить расстояние L , которое пройдет электрон до точки, в которой его скорость будет равна половине начальной.

Вариант №10 (20, 30)

1. По краю равномерно вращающейся с угловой скоростью $\omega = 1,7$ рад/с платформы идет человек и обходит платформу за время $t = 8,5$ с. Каково наибольшее ускорение a движения человека относительно Земли? Принять радиус платформы $R = 2,5$ м.

2. Собственное время жизни π -мезона $2,6 \cdot 10^{-8}$ с. Определить, на сколько расстояние, пролетаемое π -мезоном до распада, при релятивистском замедлении времени, если он движется со скоростью $0,9c$, больше, чем если бы такого замедления не было.

3. К концам легкой и нерастяжимой нити, перекинутой через блок, подвешены грузы массами $m_1 = 0,3$ кг и $m_2 = 0,5$ кг. Во сколько раз отличаются силы, действующие на нить по обе стороны от блока, если масса блока $m = 0,7$ кг, а его ось движется вертикально вверх с ускорением $a = 2,5$ м/с²? Силами трения и проскальзывания нити по блоку пренебречь.

4. Из орудия, не имеющего противооткатного устройства, производилась стрельба в горизонтальном направлении. Когда орудие было неподвижно закреплено, снаряд вылетел со скоростью $v_1 = 800$ м/с, а когда орудю дали возможность свободно откатываться назад, снаряд вылетел со скоростью $v_2 = 680$ м/с. С какой скоростью откатилось при этом орудие?

5. Горизонтальная платформа массой $m_1 = 50$ кг вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой $n = 5$ мин⁻¹. Человек массой $m_2 = 76$ кг стоит при этом на краю платформы. С какой угловой скоростью ω начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Считать платформу круглым, однородным диском, а человека — материальной точкой.

6. На гладком горизонтальном столе лежит шар массой $M = 280$ г, прикрепленный к горизонтально расположенной легкой пружине с жесткостью $k = 450$ Н/м. В шар попадает пуля массой $m = 9$ г, летящая со скоростью $v = 350$ м/с, и застревает в нем. Пренебрегая перемещением шара со времени удара и сопротивлением воздуха, определить амплитуду A и период T колебаний шара.

7. В сосуде вместимостью $V = 40$ л находится кислород при температуре $T = 410$ К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta p = 120$ кПа. Определить массу m израсходованного кислорода. Процесс считать изотермическим.

8. Определить среднюю длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы азота в сосуде вместимостью $V = 10$ л. Масса газа $m = 0,8$ г.

9. Какая доля w_1 количества теплоты Q , подводимого к идеальному одгоатомному газу при изобарном процессе, расходуется на увеличение ΔU внутренней энергии газа и какая доля w_2 — на работу A расширения? Рассмотреть три случая, если газ: 1) одноатомный; 2) двухатомный; 3) трехатомный.

10. Газ, совершающий цикл Карно, получает теплоту $Q_1 = 180$ кДж. Определить работу A газа, если температура T_1 теплоотдатчика в два раза выше температуры T_2 теплоприемника.

11. Расстояние d между двумя точечными зарядами $Q_1 = -2,5$ нКл и $Q_2 = 4,6$ нКл равно 65 см. Определить точку, в которую нужно поместить третий заряд Q_3 так, чтобы система зарядов находилась в равновесии. Определить заряд Q_3 и его знак. Устойчивое или неустойчивое будет равновесие?

12. Тонкий стержень длиной $l = 25$ см несет равномерно распределенный заряд $\tau = 0,2$ мКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , лежащей на оси стержня на расстоянии $a = 18$ см от его конца.

13. Плоский конденсатор с площадью пластин $S = 120$ см² каждая заряжен до разности потенциалов $U = 1$ кВ. Расстояние между пластинами $d = 1$ см. Диэлектрик — стекло. Определить энергию W поля конденсатора и плотность энергии w поля.

14. Электрон движется вдоль силовой линии однородного электрического поля. В некоторой точке поля с потенциалом $\phi_1 = 150$ В электрон имел скорость $V_1 = 6,7$ Мм/с. Определить потенциал ϕ_2 точки поля, дойдя до которой электрон потеряет треть своей скорости.