

Калькулятором не пользоваться! При расчётах принять $g \approx 10 \text{ м/с}^2$, $\sqrt{2} \approx 1,4$; $\sqrt{3} \approx 1,7$.

Письменный экзамен по физике в СУНЦ МГУ для поступающих в 10 физ.-мат. класс. 2019 год

Вариант 1

1. Тело бросили со скоростью $v_0=1\text{ м/с}$, направленной вертикально вниз, и оно упало на землю через время $t=3\text{ с}$. Найдите, пренебрегая сопротивлением воздуха, среднюю скорость тела за последнюю секунду полета.

2. В стоящий на столе открытый цилиндрический сосуд положили кусок льда цилиндрической формы так, что он полностью занимает объем сосуда. Когда весь лед растаял, в сосуд долили столько креозотового масла, что уровень воды поднялся до краев сосуда. Найдите, на сколько процентов изменилось давление на дно сосуда. Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 917 \text{ кг/м}^3$, воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$. Известно, что плотность льда составляет 83% от плотности масла.

3. Шар массы $M=400 \text{ г}$ подвешен на невесомой нерастяжимой нити длины $l=2 \text{ м}$ к потолку. Какую наименьшую начальную скорость нужно придать маленькому пластилиновому шарiku массы $m=200 \text{ г}$, находящемуся на полу прямо под точкой подвеса, чтобы после абсолютно неупругого удара с висящим шаром два слипшихся тела долетели до потолка. Расстояние от пола до потолка $H=4 \text{ м}$, размерами тел и сопротивлением воздуха пренебречь.

4. Тело толкнули снизу вверх вдоль наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Пройдя путь $S=5\text{ м}$, тело остановилось и на этом его движение прекратилось. Найдите минимальное возможное значение начальной скорости тела. Считайте коэффициент трения между телом и плоскостью везде одинаковым.

5. На вращающейся виниловой пластинке сидит жук на расстоянии $R=10 \text{ см}$ от ее центра. Найдите минимально возможный коэффициент трения μ между его лапами и пластинкой, если пластинка делает $n=45$ оборотов в минуту. Предоставьте ответ с точностью до первого знака после запятой.

Письменный экзамен по физике в СУНЦ МГУ для поступающих в 10 физ.-мат. класс. 2019 год

Вариант 2

1. Мячик бросили вертикально вниз. При этом его путь за 1-ю секунду движения в $n=3$ раза меньше пути за 3-ю секунду. Найдите, пренебрегая сопротивлением воздуха, начальную скорость мячика.

2. Цилиндрический сосуд, наполненный водой, неподвижно стоит на полу. Его начинают поднимать, прикладывая к нему постоянную силу, направленную вертикально вверх. Известно, что, поднявшись на высоту $l=50 \text{ см}$, сосуд приобрел скорость $v=1\text{ м/с}$. Найдите давление воды на дно сосуда, если площадь его основания равна $S=10\text{ см}^2$, а объем воды равен $V=1 \text{ л}$.

3. По наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 60^\circ$ к горизонту без трения соскальзывает платформа, на которой укреплено орудие. При выстреле из орудия вылетает снаряд массы $m=50 \text{ кг}$ со скоростью $v_0=700 \text{ м/с}$, направленной горизонтально относительно земли. Определите скорость платформы непосредственно перед выстрелом, если в результате него ее скорость стала равной нулю. Масса платформы с орудием без снаряда равна $M=6950 \text{ кг}$. Трением пренебречь.

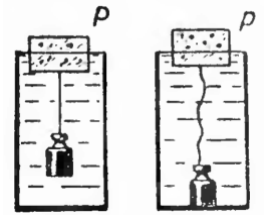
4. Человек начинает тащить за веревку изначально неподвижный ящик с песком, который скользит по горизонтальной поверхности, прикладывая к нему силу $F=55H$. Найдите массу ящика с песком, если он, пройдя путь $S=10 \text{ м}$, развил скорость $v=1 \text{ м/с}$, а веревка все время составляет с горизонталью угол $\alpha = 60^\circ$. Коэффициент трения между поверхностью и ящиком равен $\mu = 0,05$.

5. Тяжелый шарик подвешен к потолку на нерастяжимой и невесомой нити. В точке, диаметрально противоположной точке крепления нити к шару, сидит муха массы $m=0,1 \text{ г}$. Шарик приводят в движение, и он начинает совершать колебания в вертикальной плоскости. Найдите силу, с которой лапы мухи действуют на шарик в момент прохождения им положения равновесия и укажите ее направление, если максимальный угол отклонения нити от вертикали равен $\alpha = 60^\circ$. Муха все время неподвижна относительно шарика.

Письменный экзамен по физике в СУНЦ МГУ для поступающих в 10 физ.-мат. класс. 2019 год
Вариант 3

1. Мячик бросили вертикально вниз так, что его средняя скорость за 3-ю секунду полета равна 30 м/с. Найдите, пренебрегая сопротивлением воздуха, начальную скорость мячика.

2. Сосуды, изображенные на рисунке, одинаковы и наполнены до краев водой. На поверхности воды в каждом из них плавают одинаковые деревянные бруски Р, к которым привязаны одинаковые грузы массы $m_g=100\text{г}$ и плотности $\rho_g = 2\rho_B = 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, где $\rho_B = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. В первом сосуде нитка натянута и груз не касается дна, а во втором – нет, и грузик в нем лежит на дне. Найдите, насколько отличается полная масса первого и второго сосудов с содержимым и укажите, какой из них тяжелее.



3. Два одинаковых тела равной массы бросают под углом к горизонту с одинаковыми векторами начальных скоростей. При этом второе тело в верхней точке траектории разрывается на 2 осколка равной массы так, что один осколок возвращается в точку броска. Во сколько раз расстояние от места броска до места падения второго осколка больше, чем расстояния от той же точки до места падения неразрывавшегося тела. Известно, что сразу же после разрыва скорости обоих осколков горизонтальны. Сопротивлением воздуха пренебречь.

4. На наклонной плоскости с углом наклона к горизонту $\alpha = 30^\circ$ лежит тело массы $m=2,5\text{ кг}$. Найдите, какую минимальную горизонтальную силу нужно к нему приложить, чтобы тело поехало вниз вдоль плоскости. Коэффициент трения между телом и плоскостью равен $\mu=\sqrt{3}$.

5. К одному концу упругой резинки с коэффициентом жесткости $k=200\text{ Н/м}$ привязан тяжелый шарик, а другой конец закреплен к гвоздю, вбитому в горизонтальную гладкую поверхность стола. Шарик совершает движение по окружности, двигаясь по поверхности стола, при этом величина деформации резинки составляет $\Delta l = 4\text{ см}$. Найдите кинетическую энергию шарика, если длина недеформированной резинки $l=10\text{ см}$.

Письменный экзамен по физике в СУНЦ МГУ для поступающих в 10 физ.-мат. класс. 2019 год
Вариант 4

1. Два тела одновременно бросили с одной и той же по модулю скоростью $v_0=30\text{ м/с}$, но в противоположных направлениях: первое вертикально вверх, а второе – вниз. Найдите отношение средних скоростей тел за первые 2 с движения.

2. В U-образной трубке находится вода. Найдите, насколько изменится уровень воды в трубке, если в одно колено поместить кусок льда с замороженным в него кусочком дерева и подождать, пока лед полностью растает. Масса кусочка дерева $m_1=200\text{ г}$, масса льда без дерева $m_2=100\text{ г}$. Плотность воды $\rho_B = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Площадь сечения концов трубки равна $S=100\text{ см}^2$.

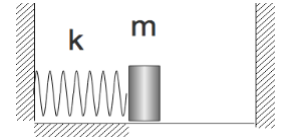
3. Вася, желая пошутить, залепил выходное отверстие дула игрушечного пистолета кусочком пластилина массой $m_0=4\text{ г}$ так, чтобы при вылете пластилин целиком прилип бы к вылетающей пулке. Определите, на сколько процентов изменится дальность полета пульки, если пистолет все время установлен у поверхности пола, и угол наклона дула к горизонту не изменяется. Масса пульки равна $m=6\text{ г}$. Трением пластилина о внутренние стенки ствола пистолета, а также сопротивлением воздуха пренебречь.

4. Человек прижимает к стене кирпич массы $m=1\text{ кг}$, прикладывая к нему силу, направленную вверх под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Найдите минимальную величину этой силы при условии, что кирпич остается неподвижным. Коэффициент трения между стеной и кирпичом равен $\mu=1/\sqrt{3}$.

5. На внутренней поверхности гладкой полусферической лунки радиуса $R=1\text{ м}$ находится шарик массы $m=100\text{ г}$. Высота подъема шарика составляет $h=0,8\text{ м}$ относительно нижней точки лунки. Из этого положения шарик толкают, придав скорость $v_0=5\text{ м/с}$, направленную вниз. Найдите, с какой силой действует шарик на поверхность лунки в ее нижней точке.

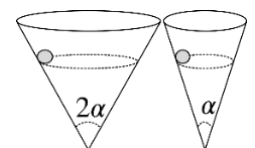
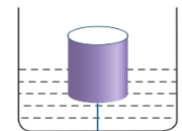
Письменный экзамен по физике в СУНЦ МГУ для поступающих в 10 физ.-мат. класс. 2019 год
Вариант 5

1. Мотоцикл начинает прямолинейное равноускоренное движение с ускорением $a=2.5 \text{ м/с}^2$. Навстречу ему прямолинейно и равнозамедленно с таким же по модулю ускорением движется автомобиль до своей полной остановки. В момент старта мотоцикла автомобиль находился на расстоянии $S=30 \text{ м}$ от него и имел в этот момент скорость $v_0=36 \text{ км/ч}$. Найдите скорость автомобиля в момент их встречи, пренебрегая размерами транспортных средств.
2. В U-образной трубке в обоих коленах находится вода. Какой объем масла нужно долить в левое колено, имеющее площадь сечения $s_1=4 \text{ см}^2$, чтобы уровень воды в правом колене, имеющем площадь сечения $s_2=5 \text{ см}^2$, поднялся на $d=1 \text{ см}$? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, масла $\rho_{\text{м}} = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.
3. Два куса пластилина, находящиеся на одной вертикали на расстоянии $d=3 \text{ м}$ друг от друга, бросили навстречу друг другу с одинаковыми начальными скоростями $v_0=3 \text{ м/с}$. Нижний кусок тяжелее верхнего в $n=2$ раза. Найдите скорость кусков непосредственно после их слипания и укажите ее направление. Слипание происходит мгновенно.
4. Между бруском массы $m=100 \text{ г}$ и вертикальной стенкой находится недеформированная невесомая пружина жесткости $k=10 \text{ Н/м}$, не прикрепленная к телу (см. рис.). При этом участок плоскости между бруском и левой стенкой является шероховатым и имеет коэффициент трения $\mu = 0.1$, а правее бруска плоскость гладкая. Пружину сжимают достаточно сильно и отпускают. Брусок приходит в движение, переходит на гладкий участок, испытывает абсолютно упругий удар со стенкой и возвращается, сжимая пружину, все время двигаясь поступательно. Найдите, насколько изменилась величина максимальной деформации пружины после возвращения бруска. Размерами бруска пренебречь.
5. Самолет равномерно движется со скоростью $v=100 \text{ м/с}$ по окружности радиуса $R=625 \text{ м}$, лежащей в вертикальной плоскости. Найдите модуль силы, действующей на пилота массы $m=80 \text{ кг}$ со стороны сиденья в момент, когда пилот находится на высоте $R/2$ относительно центра окружности.



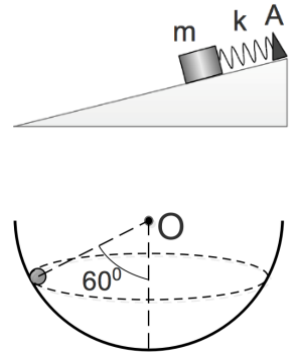
Письменный экзамен по физике в СУНЦ МГУ для поступающих в 10 физ.-мат. класс. 2018 год
Вариант 6

1. Небольшое тело бросили с поверхности земли под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $v_0=10 \text{ м/с}$. Известно что точки А и В лежат на траектории тела на одинаковой высоте h относительно земли, а время прохождения телом участка траектории от А до В при указанных выше начальных условиях равно $t=1 \text{ с}$. Найдите высоту h . Соппротивлением воздуха пренебречь.
2. Пустой, открытый сверху цилиндрический сосуд массы $m=100 \text{ г}$ наполовину погружен в ведро с водой и прикреплен ко дну при помощи нити, сила натяжения которой равна $T=2 \text{ Н}$ (см. рис.). В ведро начинают доливать воду, пока она не дойдет до верха цилиндра. Останется ли нить целой, если она рвется при силе натяжения $T_{\text{max}}=6 \text{ Н}$? Ответ обосновать.
3. Два бруска равной массы $m=500 \text{ г}$, между которыми находится сжатая невесомая пружина, удерживают на гладкой плоской поверхности. Энергия упругой деформации пружины равна $W=1 \text{ Дж}$. Систему освобождают. Сразу после отрыва от пружины первый брусок продолжает движение по гладкой плоскости, а второй брусок попадает на шероховатый участок плоскости, где коэффициент трения равен $\mu =0.2$. Найдите расстояние S между брусками в момент остановки второго бруска. Длиной пружины по сравнению с S пренебречь.
4. Наклонная плоскость с углом наклона к горизонту $\alpha = 30^\circ$ имеет шероховатый участок АВ с постоянным коэффициентом трения и следующий за ним гладкий участок ВС, причем $AB=BC=s=0.1 \text{ м}$. Маленькое тело, находящееся в точке А, толкнули вверх вдоль наклонной плоскости, после чего оно поднялось до точки С, в которой высота подъема была максимальной, а потом вернулось в точку А, где его скорость обратилась в ноль. Найдите начальную скорость тела, считая, что его движение всегда было поступательным.
5. На внутренние поверхности двух конусов с углами раствора α и 2α поместили по шарик, придав им горизонтальные скорости так, что они стали совершать равномерное движение по окружностям, лежащим в горизонтальной плоскости (см. рис.) на одинаковой высоте над вершиной конуса. Определите отношение кинетической энергии первого шарика к кинетической энергии второго.



Письменный экзамен по физике в СУНЦ МГУ для поступающих в 10 физ.-мат. класс. 2019 год
Вариант 7

1. Футбольному мячу, лежащему на земле в точке А, сообщают начальную скорость $v_0=10$ м/с, направленную под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту в сторону солнца, которое поднялось над горизонтом на угол $\beta = 45^\circ$. Найдите, через какое время тень от мяча совпадет с точкой А. Размерами мяча и сопротивлением воздуха пренебречь.
2. В цилиндрический сосуд с площадью основания $S=10$ см² налили креозотовое масло и поместили кусок льда массы $m=110$ г. Известно, что поверхность масла находится на высоте $H=10$ см относительно дна сосуда. Найдите суммарную высоту жидкостей в сосуде, когда лед полностью растает. Плотность воды $\rho_v = 1000$ кг/м³, масла $\rho_m = 1100$ кг/м³. Жидкости из сосуда не выливаются.
3. Тело бросают вертикально вверх, и в верхней точке оно разрывается на множество осколков, разлетающихся по всем направлениям. Осколки имеют сразу после взрыва одинаковые по модулю скорости v_0 . Известно, что время, в течение которого осколки падали на землю, равно $t=10$ с. Найдите v_0 . Сопротивлением воздуха пренебречь.
4. На наклонной плоскости с углом наклона к горизонту α находится тело массы $m=50$ г. Между телом и упором А находится сжатая на $\Delta l=1$ см невесомая пружина жесткости $k=1000$ Н/м, которая не прикреплена к телу (см. рис.). Систему освобождают, и тело, пройдя некоторый путь, останавливается. Найдите, насколько ниже точки, где тело начало движение, находится точка остановки. Коэффициент трения между телом и плоскостью равен $\mu=0.2$, а $\operatorname{tg} \alpha=0.1$.
5. Внутри гладкой полусферической лунки маленький шарик совершает равномерное движение по окружности, лежащей в горизонтальной плоскости (см. рис.). Прямая, соединяющая шарик с центром лунки О, все время образует угол 60° с вертикалью. Найдите отношение кинетической энергии шарика к его потенциальной энергии в поле силы тяжести. В нижней точке лунки потенциальную энергию шарика принять равной нулю.



Письменный экзамен по физике в СУНЦ МГУ для поступающих в 10 физ.-мат. класс. 2019 год
Вариант 8

1. На борту равномерно поднимающегося вверх со скоростью u аэростата укреплено орудие, дуло которого направлено горизонтально. Когда высота дула относительно земли стала равна $H=18$ м, произвели выстрел. Известно, что снаряд упал на землю на расстоянии $S=400$ м по горизонтали от аэростата. Найдите скорость u , если скорость вылета снаряда относительно дула равна $v_0=200$ м/с. Сопротивлением воздуха пренебречь.
2. В лифте, опускающемся вниз с ускорением $a=4$ м/с², стоит цилиндрический сосуд с водой в объеме 0.5 л, находящейся под тяжелым поршнем. Известно, что давление на дне сосуда на $\Delta p=6$ кПа выше атмосферного, а площадь его основания равна $S=10$ см². Найдите массу поршня М. Трением между стенками сосуда и поршнем пренебречь.
3. Лодка плывет в сторону берега со скоростью $v=1$ м/с. Человек, стоящий в лодке, с горизонтальной начальной скоростью бросает на берег предмет массы $m=2$ кг, и тот падает на землю на расстоянии $S=5$ м по горизонтали и $H=1,25$ м по вертикали от точки броска. Найдите скорость лодки после броска. Масса лодки с человеком равна $M=200$ кг. Силой сопротивления воды пренебречь.
4. Человек тянет мешок массы $m=55$ кг по наклонной плоскости с углом наклона к горизонту α , прикладывая к нему силу F , направленную вверх под углом 2α к горизонту. Мешок движется равномерно. Найдите F , если коэффициент трения между плоскостью и кирпичом равен $\mu=0.5$ и $\operatorname{tg} \alpha = 0.2$.
5. На внутренней поверхности гладкой полусферической лунки радиуса $R=1$ м удерживается шарик массы $m=100$ г. Высота подъема шарика составляет $h=0.8$ м относительно нижней точки лунки. Из этого положения шарик отпускают. Найдите, с какой силой при своем последующем движении действует шарик на поверхность лунки в тот момент, когда он находится на высоте $h/2$ относительно нижней точки лунки.