

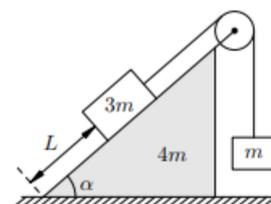


Данная подборка задач является **примером** того, что будет разбираться на смене. Здесь приведены 2–3 задачи из каждого семинара для того, чтобы вы смогли оценить уровень смены и темы, которые обсуждаются на ней. На самих семинарах будет разобрано гораздо больше задач.

Занятие 1. Импульс. Центр масс

1. Найдите центр масс однородного полукольца радиуса R .

2. Бруски с массами m и $3m$ связаны лёгкой нитью, перекинутой через блок, укрепленный на вершине клина с углом наклона к горизонту α ($\cos \alpha = 7/9$) и массой $4m$ (см. рис.). Клин находится на гладкой горизонтальной поверхности стола. Брусok с массой $3m$ удерживают неподвижно на расстоянии $L = 24$ см от края клина, а затем отпускают. В результате бруски и клин движутся поступательно, их скорости лежат в одной и той же вертикальной плоскости. На какое расстояние сместится клин к моменту удара бруска массой $3m$ о стол? К моменту удара другой брусок ещё не достигает блока. Массой блока пренебречь.



3. Ракета стартует вертикально. К $t_1 = 30$ секунде полёта вес выводимого на орбиту спутника увеличился в $k_1 = 1,5$ раза (относительно веса перед стартом), к $t_2 = 60$ секунде полёта вес спутника был уже в $k_2 = 2,0$ раза больше, чем перед стартом. Считать массовый расход топлива постоянным. Сопротивлением воздуха и изменением ускорения свободного падения с высотой пренебречь. Принять $g = 10$ м/с².

1. Найти ускорение ракеты в момент времени t_1 .
2. Определите скорость u вытекания продуктов сгорания относительно сопла, считая её постоянной.

Занятие 2. Работа. Мощность.

Потенциальная энергия

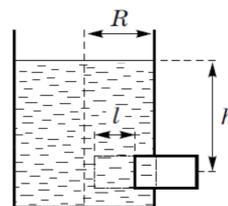
4. В глубоком цилиндрическом сосуде с водой площадью 200 см^2 плавает в вертикальном положении цилиндр высотой 20 см и площадью основания 100 см^2 , сделанный из материала 500 кг/м^3 . Какую работу (в мДж) надо совершить, чтобы полностью погрузить цилиндр в воду, если вначале поверхность воды была на 2 см ниже верхнего края сосуда? Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$.

5. Автомобиль массой $m = 1400 \text{ кг}$ движется с постоянной скоростью $v = 90 \text{ км/ч}$ по прямолинейному горизонтальному участку дороги. При этом на колеса автомобиля передается от двигателя мощность $P = 25 \text{ кВт}$. Затем автомобиль въезжает на криволинейный горизонтальный участок дороги с радиусом закругления $R = 350 \text{ м}$ и движется с прежней скоростью. При каких значениях коэффициента трения между колесами и дорогой возможно такое движение автомобиля на:

1. Прямолинейном участке,
2. Криволинейном участке?

Считайте, что сила сопротивления пропорциональна скорости движения автомобиля.

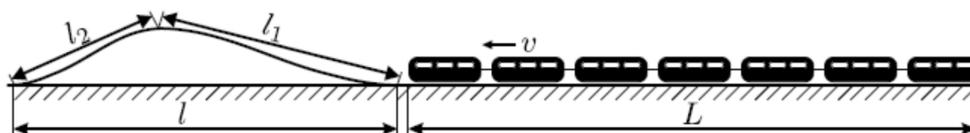
6. В цилиндрическом сосуде радиуса R , частично наполненном жидкостью с плотностью ρ , в боковой стенке имеется отверстие, заткнутое пробкой (см. рис.). Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы вдвинуть пробку на длину l ? Пробка имеет вид цилиндра радиуса r . Центр отверстия находится на глубине h . Сосуд достаточно высок, чтобы жидкость из него не выливалась.



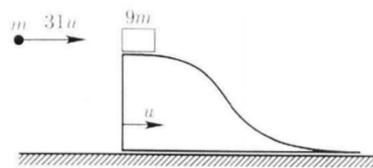
Занятие 3. Кинетическая энергия.

Законы сохранения I

7. Поезд длиной $L = 500 \text{ м}$ движется по инерции без трения по горизонтальному участку железной дороги, переходящему в горку (см. рис.). При какой минимальной скорости v поезд перекатится через горку? Основание горки имеет длину $l = 100 \text{ м}$, длины склонов $l_1 = 80 \text{ м}$ и $l_2 = 60 \text{ м}$. Склоны горки можно считать прямолинейными, участки закруглений — малыми.



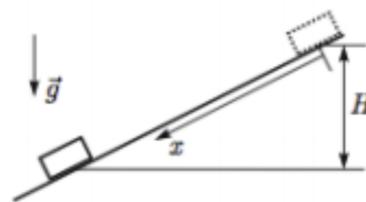
8. По гладкой горизонтальной поверхности стола движется со скоростью u горка с неподвижной относительно горки шайбой на вершине горки. Пуля летящая горизонтально со скоростью $31u$, попадает в шайбу и застревает в ней. В результате шайбе съезжает с горки, не отрываясь от ее гладкой поверхности, и покидает горку. Массы пули и шайбы m и $9m$, масса горки намного больше массы шайбы. Найдите скорость шайбы относительно горки сразу после попадания пули. Найдите скорость шайбы относительно стола сразу после попадания пули. С какой скоростью относительно стола шайба покинула горку? Направление всех движения находятся в одной вертикальной плоскости. Известно, что при съезде с неподвижной горки изначально неподвижной шайбы она приобретает скорость $4u$.



9. На концах и в середине невесомого вертикального стержня длиной l укреплены одинаковые шарики массой m каждый. Какую скорость будут иметь шарики в момент падения на горизонтальный стол, если нижний шарик не закреплен? Трение между столом и нижним шариком отсутствует.

Занятие 4. Законы сохранения II

10. Небольшой груз соскальзывает без начальной скорости по наклонной плоскости. Известно, что коэффициент трения между грузом и плоскостью меняется по закону $\mu(x) = \alpha x$, где x — расстояние вдоль плоскости от начального положения груза. Опустившись на высоту H по вертикали (см. рис.), груз останавливается. Найдите максимальную скорость груза в процессе движения.



11. Тонкостенный цилиндр массой m насажен с помощью лёгких спиц на горизонтальную ось O , закреплённую на санках (см. рис.), и может вращаться вокруг неё без трения. Масса цилиндра вместе с санками равна M . Мальчик тянет санки в горизонтальном направлении с постоянной силой F за лёгкий трос, намотанный на цилиндр. В результате за некоторое время санки из состояния покоя переместились по гладкой горизонтальной дороге на расстояние S .

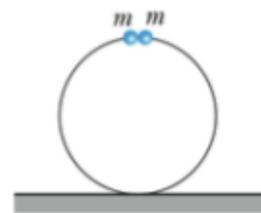


1. Какой скорости V_1 достигли бы санки, пройдя путь S , если бы цилиндр был заторможен в оси и не мог вращаться?
2. Какой скорости V_2 достигли санки, пройдя путь S , при незаторможенном цилиндре?
3. Какую работу совершил мальчик при незаторможенном цилиндре?

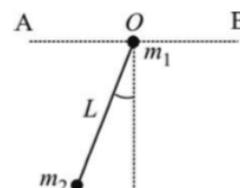
12. Чему равна подъемная сила крыла, если площадь крыла равна 50 см^2 , а скорости потока воздуха над крылом и под ним равны соответственно 320 и 290 м/с ? Плотность воздуха считайте равной $1,3 \text{ кг/м}^3$.

Занятие 5. Динамика и законы сохранения

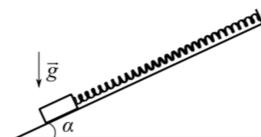
13. Тонкое проволочное кольцо массы M стоит на горизонтальной плоскости. По кольцу могут скользить без трения две одинаковые бусинки массой m каждая. В начальный момент времени бусинки находятся вблизи верхней точки кольца. Их одновременно отпускают, и они начинают двигаться симметрично. При каком отношении масс $n = m/M$ кольцо оторвётся от плоскости?



14. Два маленьких шарика 1 и 2, масса каждого из которых m , соединены невесомым стержнем длиной L . Первый шарик шарнирно закреплён в точке O , а второй шарик совершает колебания в вертикальной плоскости. В один из моментов, когда стержень был вертикален, верхний шарик освободили из крепления. Когда угол между стержнем и вертикалью оказался равным $\beta > 0$, шарик 2 приблизился к прямой AB на минимальное расстояние. С какой скоростью двигался шарик 2 в момент освобождения шарика 1? Сопротивлением воздуха пренебречь.



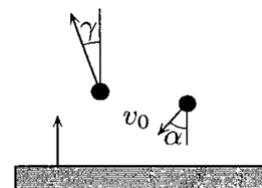
15. На наклоненной под углом α ($\cos \alpha = 3/4$) к горизонту поверхности лежит брусок, прикрепленный к упругой невесомой и достаточно длинной пружине (см. рис.). Коэффициент трения бруска о поверхность $\mu = 1/6$. Брусок отклоняют вниз вдоль поверхности на расстояние $A_0 = 35$ см от точки O , соответствующей положению равновесия бруска при отсутствии трения. Затем брусок отпускают, и начинаются затухающие колебания. Если брусок повесить на этой пружине, то она удлинится на $x_0 = 32$ см.



1. На каком расстоянии от точки O окажется брусок при первой остановке?
2. На каком расстоянии от точки O брусок остановится окончательно?

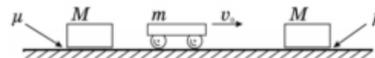
Занятие 6. Удары

16. Массивная плита поднимается с постоянной скоростью вертикально вверх. По направлению к плите движется шарик, имеющий непосредственно перед ударом скорость v_0 , направленную под углом α ($\sin \alpha = 2/3$) к вертикали. После абсолютно упругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью, составляющей угол γ ($\sin \gamma = 1/3$) с вертикалью.

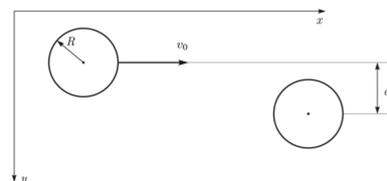


1. Найдите скорость отскочившего шарика.
2. Найдите скорость плиты.

17. На горизонтальной поверхности покоятся два бруска массой M каждый. Между брусками помещают тележку массой m ($m = M/3$) и сообщают ей начальную скорость V_0 . Найдите, смещение каждого бруска в результате абсолютно упругих столкновений с тележкой, если за время между столкновениями они успевают оставаться неподвижными. Время соударения тележки с брусками бесконечно мало. Коэффициенты трения между брусками и полом равен μ . Ускорение свободного падения g .

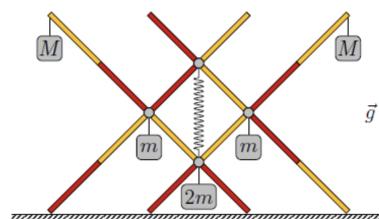


18. На гладкой горизонтальной поверхности находятся две одинаковые гладкие шайбы радиуса R . Одной из шайб сообщают скорость V_0 вдоль оси x . При каком значении прицельного параметра d проекция на ось y скорости второй шайбы после абсолютно упругого удара максимальна?

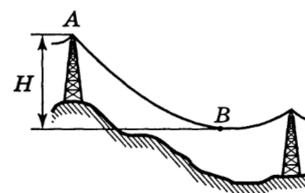


Занятие 7. Энергетические методы в статике

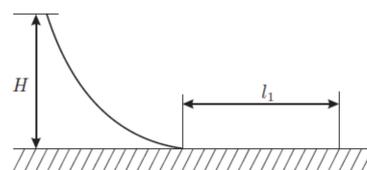
19. Не сложилось. На гладком горизонтальном столе стоит шарнирная конструкция, состоящая из двух грузов массой m , двух грузов массой M , одного груза массой $2m$, невесомых нитей, невесомой пружины неизвестной жёсткости и четырёх одинаковых невесомых стержней, соединённых шарнирно в точках, как показано на рисунке. Штрихами стержни делятся на участки равной длины. Трение в осях шарниров пренебрежимо мало. Для устойчивости конструкция зажата между двумя вертикальными гладкими стенками. Определите силу упругости пружины F_1 . Если поменять местами грузы массами m и M , то нижний шарнир опустится вниз на Δl . Найдите деформацию пружины l_0 до перевешивания грузов.



20. В горах проведена линия электропередачи. Масса провода между двумя опорами m , его длина L . Расстояние по вертикали между нижней точкой провода B и местом крепления его к верхней опоре в точке A равно H . Длина участка AB провода равна l . Найдите максимальную силу натяжения провода.



21. Один конец тонкой гибкой верёвки с линейной плотностью ρ тянут с постоянной горизонтальной скоростью на высоте H над шероховатой поверхностью. Второй конец верёвки свободен (см. рис.). Длина части верёвки, соприкасающейся с поверхностью, равна l_1 . Найдите длину верёвки l_2 , не касающейся поверхности. Коэффициент трения скольжения верёвки по поверхности равен μ .



Занятие 8. Резерв

Занятие остается на тот случай, если не удалось рассказать всю программу за 7 занятий. Если вся программа рассказана, то на этом занятии мы предложим лекцию по физике на свободную тему или практику решения задач.