**1.8. Индивидуальное задание № 2**

**Динамика**

* 1. С двух наклонных плоскостей, одинаковых по высоте и длине, скатываются диск и шар. Какое из этих тел достигнет быстрее низшей точки плоскостей? Как будет зависеть полученный результат от масс и диаметров диска и шара?
  2. Зависимость потенциальной энергии тела от его положения изображается параболой, удовлетворяющей уравнению *W = bx*2. По какому закону изменяется сила, действующая на тело?
  3. У подножия горы санкам сообщена некоторая скорость, в результате чего санки въезжают на гору и, достигнув точки середины, начинают скользить обратно. Как направлены нормальное и тангенциаль­ное ускорения в этой точке?
  4. Тело скользит без трения по вогнутой поверхности. Как в низшей точке направлены нор­мальное и тангенциальное ускорения?
  5. Зависимость потенциаль­ной энергии *W* взаимодействия двух частиц от расстояния *r* меж­ду ними соответствует косинусоиде. Каким расстояниям между частицами соответствует равновесие? Каким участкам кривых соответствуют си­лы притяжения и каким – силы отталкивания?
  6. По какой из двух траек­торий – горизонтальной или состоящей из двух наклонных участков потребуется со­вершить большую работу при переме­щении тела, если коэффициент трения на всех участках одинаков?

X

* 1. Сила, действующая на материальную точку массой *m*, вначале возрастает до максимального значения, затем уменьшается до нуля, изменение силы с течением времени по линейному закону. Полное время движения *tm*. Какую скорость приобретает тело к концу времени действия силы? Начальная скорость равна нулю.
  2. На нити подвешен груз массой *m*. Пуля, летящая горизон­тально, попадает в груз. При этом возможны три случая. Пуля, пробив груз и сохранив часть скорости, летит дальше; пуля застревает внут­ри груза и после удара отскакивает от груза. В каком из этих случаев груз отклоняется на наибольший угол и в каком – на наименьший?
  3. На вал и шкив, массы которых одинаковы, намотаны нити, к концам которых прикреплены грузы одинаковой массы. Какой из грузов опускается с большим ускорением и у какого из вращающихся тел угло­вое ускорение больше?
  4. Частица перемещается по окружности радиуса *r* под дейст­вием центральной силы *F*. Центр окружности совпадает с силовым центром. Какую работу *А* совершает сила *F* на пути *S*?
  5. Частица движется равномерно по окружности. Чему равна работа *А* результирующей всех сил, действующих на частицу: а) за один оборот; б) за полоборота; в) за четверть оборота.
  6. Притяжение Луны Солнцем примерно в два раза больше, чем притяжение ее Землей. Почему же Луна – спутник Земли, а не самос­тоятельная планета?
  7. Может ли падающий камень ударить о препятствие с силой, превышающей его вес?
  8. По какой траектории должен лететь самолет для того, чтобы можно было в нем воспроизвести невесомость?
  9. Тело соскальзывает с горы один раз по вогнутой траектории, другой раз – по выпуклой. В каком случае скорость тела под горой больше? Коэффициент трения один и тот же.
  10. Материальная точка движется вдоль оси *ОХ* под дейст­вием силы *F*1 = 10 – *x*. Сравнить работы силы на участке 0 –10, когда *F*2 = –10 + *x*. Сравнить изменение кинетических энергий точек.
  11. Два шарика массами *m*1 = 2кг и *m*2 = 1кг столкнулись друг с другом. В момент столкновения ускорение первого шарика равно *a1* = 1м/с2. Найти ускорение второго шарика.



* 1. Шарик массы *m* движется по окружности радиуса *R* равномерно со скоростью v. Найти среднюю силу *F*, действующую на шарик на пути, равном половине окружности.



* 1. На тело массы *m* = 1кг, плывущее в воде со скоростью *v*, действует сила сопротивления . Начальная скорость *v*0 = 2м/с. Найти *v(t)* и скорость через время *t* = 5с при *b* = 1.

= 0,18м/с

* 1. Определить траекторию и характер движения частицы массы *m* при следующих условиях: 1) сила ***F*** *= const*; 2) *F = const* и модуль скорости *v = const*.

1) ;

2) движение по окружности 

* 1. Определить траекторию и характер движения частицы массы m при следующих условиях: 1) сила ***F*** *= –kx*; 2) ***F*** *= –αr/****r***3и модуль скорости *v = const*.

1)гармонические колебания; 2) движение по окружности 

* 1. Определить траекторию и характер движения частицы массы *m* при следующих условиях: 1) сила ***F*** *= F0****ex****cosωt*, *vy = vz* = 0.



* 1. Найти и показать на рисунке силу реакции наклонной плоскости, если: 1) кубик массы *m* лежит на наклонной плоскости; 2) соскальзывает с *v* = const; 3) соскальзывает с ускорением *a*.



* 1. Найти зависимость силы трения, действующей на кубик массы *m* на наклонной плоскости с углом *α*, от угла *α*. Коэффициент трения равен *k*.



* 1. К стоящему на горизонтальной поверхности кубику массы *m* = 1кг приложили горизонтальную силу *F* = 2Н. Найти силу трения *F1*, действующую на кубик, если коэффициент трения *k* = 0,1. 
  2. На наклонной плоскости с углом *α* = 60° находятся два соприкасающихся бруска массами *m*1 = 2кг и *m*2 = 1кг, коэффициенты трения *k*1 = 0,2 и *k*2 = 0,1. Найти силу взаимодействия между брусками в процессе движения.

 = 0,33Н

* 1. На наклонной плоскости с углом *α* находятся два соприкасающихся бруска массами *m*1 = 2кг и *m*2 = 1кг, коэффициенты трения *k*1 = 0,2 и *k*2 = 0,1. Найти минимальное значение угла *α*, при котором начнется скольжение.



* 1. Шарик пустили снизу вверх по наклонной плоскости с углом *α* = 30°. Найти коэффициент трения, если время подъема шарика оказалось в *n* = 3 раза меньше времени спуска.

 = 0,462

* 1. Брусок начинает скользить с вершины клина, основание которого *l* = 2м. Коэффициент трения *k* = 0,14. Найти минимальное значение угла *α*, при котором время соскальзывания будет наименьшим.

; *α* = 49°; *t* = 1с

* 1. Кубик массы *m* = 1кг тянут за нить вверх по наклонной плоскости с углом *α* = 30°. Коэффициент трения *k* =0,7. Найти угол *β* между нитью и наклонной плоскостью, при котором натяжение нити наименьшее; найти его.

, *β* = 35°;  = 8,88Н

* 1. Ракета массой *m* = 100кг стартует вертикально с ускорением *a* = 30м/с2. Найти расход топлива, если скорость вылетающих газов равна *v* = 500м/с.

 = 8кг/с

1.32. Ракета массой *m* = 200кг стартует вертикально с ускорением *a* = 40м/с2. Найти расход топлива, если скорость вылетающих газов равна *v* = 1000м/с.

 = 10кг/с

1.33. Вертолет массой *m* = 2500кг с лопастями диаметром *d* = 10м завис в воздухе. Найти скорость воздуха, отбрасываемого вниз. Плотность воздуха при нормальных условиях *ρ* = 1,29кг/м3.

 = 15,5м/с

1.34. Вертолет массой *m* = 5000кг с лопастями диаметром *d* = 20м завис в воздухе. Найти скорость воздуха, отбрасываемого вниз. Плотность воздуха при нормальных условиях *ρ* = 1,29кг/м3.

 = 11м/с

1.35. Ракета массой *m* = 9000кг стартует вертикально вверх, сила тяги двигателя *F* = 900кН. Найти ускорение ракеты.

 = 90,2м/с2

2.1. Машина массой *m* = 50000кг движется по мосту со скоростью *v* = 10 м/с. Радиус кривизны моста *R* = 500м. Найти силу *F*, с ко­торой машина действует на середину моста, если мост: а) вогнутый; б) выпуклый; в) с какой силой действует на плоский мост?

а) *F* = 500кН; б) *F* = 480кН; в) *F* = 490кН

2.2. Определить какого радиуса круг может описать велосипедист, если он едет со скоростью *v* = 25км/час, а предельный угол наклона велосипедиста к земле *α* = 60º.

*R* = 2,84м

2.3. Определить радиус мостика, имеющего вид дуги окружности, при условии, что давление автомобиля, движущегося со скоростью *v* = 180км/час, в верхней точке мостика уменьшилось вдвое.

*R* = 510,2м

2.4. Автомобиль массой *m* = 2000кг движется по выпуклому мосту радиусом *R* = 100м и с постоянной скоростью *v* = 36км/час. Определить силу давления автомобиля на мост в верхней точке.

*F* = I7,6∙I03Н

2.5. Мотоциклист едет по горизонтальной дороге со скоростью *v* = 20м/с по дуге радиусом *R* = 100м. Найти угол наклона на повороте, чтобы не упасть.

*α* = 22,2°

2.6. Мотоцикл едет по кольцу в форме мертвой петли радиусом 8м. Найти скорость в верхней точке.

*v* = 8.85м/с

2.7. В нижней точке мертвой петли скорость самолета *v* = 1200км/ч. Найти нагрузку на летчика, если радиус петли *R* = 1км.

*F* = 12,34Н

2.8. Конькобежец катится по кругу радиусом *R* = 10м со скоростью *v* = 5м/с. Найти угол наклона человека к горизонту.

*α* = 76°

2.9. Танк весом *P* = 50 тонн идет по мосту со скоростью *v* = 45км/час. Радиус кривизны моста *R* = 600м. Найти силу давления танка на середину моста, если мост: I) выпуклый; 2) вогнутый.

1) *F*1 = 46,75∙108Н; 2) *F*2 = 50,3∙108Н

2.10. Шарик на нити вращается в горизонтальной плоскости с угловой скоростью *ω* = 6,28рад/с по окружности радиусом *R* = 0,1м. Найти угол между нитью и вертикалью.

*α* = 3,2°

2.11. Определить силу, прижимающую летчика к сидению самолета в верхней и нижней точках вертикальной петли Нестерова, если масса летчика *m* = 70кг, радиус петли *R* = 400м, а скорость самолета *v* = 360км/час.

*F*1 = 889Н; *F*2 = 22611Н

2.12. Шарик, привязанный к нити, описывает ц горизонтальной плоскости окружность диаметром *d* = 80см. Нить образует с вертикалью угол *α* = 45º. Определить линейную и угловую скорости движения шарика.

*v* = 1,98м/с; *ω* = 24,5рад/с

2.13. Автомобиль движется по окружности радиусом *R* со скоростью *v*, при превышении которой его «занесет». Найти минимальный коэффициент трения скольжения, при котором заноса не будет.



2.14. С какой скоростью должен двигаться мотоциклист по выпуклому участку дороги, имеющему радиус кривизны *R* = 40м, чтобы в верхней точке выпуклости давление на дорогу было равно нулю?

*v* = 19,8м/с

2.15. Груз на нити, вращаясь с угловой скоростью *ω* = 6,28рад/с, описывает в горизонтальной плоскости окружность радиусом *R* = 0,1м. Какой угол об­разует нить с вертикалью?

*α* = 21,9°

2.16. Велосипедист едет по горизонтальному пути. Какую наименьшую скорость он должен иметь, чтобы с разгона сделать мертвую петлю радиусом *R* = 2,5м? Трением пренебречь.

*v* = 11,07м/с

2.17. Самолет описывает в вертикальной плоскости петлю Нестерова радиусом *R* = 360м. Определить наименьшую скорость самолета, при которой летчик в верхней части петли не оторвался бы от сидения самолета.

*v* = 59,4м/с

2.18. Центробежная стиральная машина наполнена мокрой тканью и вращается с угловой скоростью *ω* = 125,6рад/с. Во сколько раз центростремительная сила к моменту отрыва капли воды от ткани больше веса капли, если капля находится в 30см от оси вращения?

*F*1*/F*2 = 482,9

2.19. Человек массой *m* = 35кг качается на качелях. Длина веревок качелей *l* = 2м. Найти силу натяжения веревок в момент, когда качели проходят положение равновесия со скоростью *v* = 3м/с.

*F* = 185,5Н

2.20. Самолет делает петлю. Какая сила прижимает летчика к сидению в верхней и нижней точках петли, радиус которой *R* = 200м, масса летчика *m* = 80кг, скорость самолета *v* = 360 км/час?

*F*1 = 4784Н; *F*2 = 3216Н

2.21. В вертикальной плоскости вращается груз весом *P* = 20Н. Угловая скорость вращения *ω* = 12,56рад/с. Шнур может выдержать нагрузку *F* = 320Н. Выдержит ли шнур натяжение в моменты, когда груз проходит через высшую и низшую точки окружности? Длина шнура *l* = 1м.

*F*1 = 368,6Н; *F*2 = 328,6Н

2.22. Лыжник весом *P* = 0,5кН движется по вогнутому участку дороги. Радиус кривизны *R* = 20м. Определить силу давления лыжника на лыжи в средней точке участка, если скорость движения лыжника *v* = 20м/с.

*F* = 520,4Н

2.23. Определить силу давления лыжника на лыжи при движении его по выпуклому участку дороги, если вес лыжника *P* = 0,5кН, скорость его в средней точке участка *v* = 10м/с, а радиус кривизны *R* = 20м.

*F* = 755,1Н

2.24. Автомобиль массой m = 1000кг движется по кривой радиусом R = 10м. Определить центростремительную силу при скорости автомобиля *v*1 = 5м/с и *v*2 = 10м/с.

*F*1 = 2500Н; *F*2 = 10000Н

2.25. Шарик массы *m* прошел ¼ окружности радиуса *R*, двигаясь с постоянным тангенциальным ускорением *aτ*. Найти импульс шарика в конечной точке.



2.26. Мяч падает на Землю, имеет в момент удара импульс *P*1. После удара длительностью *t*, импульс стал равным *P*2. Найти приращение импульса мяча и среднюю силу действия мяча на землю.



2.27. В машине Атвуда грузы массами *m*1 = 2кг и *m*2 = 1кг начинают движение при *t* = 0. Найти импульсы грузов через *t* = 1с.



2.28. В машине Атвуда грузы массами *m*1 = 2кг и *m*2 = 1кг начинают движение при *t* = 0. Найти импульс системы через *t* = 2с.



2.29. В машине Атвуда грузы массами *m*1 = 2кг и *m*2 = 1кг начинают движение при *t* = 0. Найти среднюю за время *t* = 1с реакцию в оси блока.

 =26,1Н

2.30. К бруску массы *m*, лежащему на столе, приложили постоянную силу *F = mg/3*. При движении угол *α* между направлением этой силы и столом меняют по закону *α = bs*, где *b* – постоянная. Найти скорость бруска как функцию угла *α*.



2.31. Машина массой *m* = 1000кг мощностью *N* = 50кВт развивает максимальную скорость *v* = 50м/с. Найти время остановки после выключения двигателя, если сила сопротивления пропорциональна квадрату скорости.

 = 1с

2.32. Пуля массой *m* = 10г вылетает под углом *α* = 45° со скоростью *v* = 1000м/с. Найти время полета пули до верхней точки, если сопротивление воздуха пропорционально скорости.

 = 0,0885с

2.33. Пуля массой *m* = 10г вылетает вертикально вверх со скоростью *v* = 1000м/с. Найти время полета пули до верхней точки, если сопротивление воздуха пропорционально скорости.

 = 0,092с

2.34. Пуля массой *m* = 100г вылетает под углом *α* = 60° со скоростью *v* = 2000м/с. Найти дальность полета пули, если сопротивление воздуха пропорционально скорости.

 = 974м

2.35. С вертолета сброшен груз массой *m* = 1кг. Найти время, когда ускорение станет равным *g*/2. Сила сопротивления воздуха изменяется пропорционально скорости, коэффициент сопротивления *k* = 10кг/с.

 = 0,069с

3.1 . Материальная точка массы *m* упруго ударяется о стенку под углом *α*. Найти момент импульса точки при ударе: а) относительно точки удара; б) относительно точки на расстоянии 1м от точки удара.

*L = 0*; *L = –*2*rpcosα*

3.2. Комета пролетает вблизи Земли по гиперболической траектории. Сохраняются ли: а) момент импульса кометы относительно центра Земли; б) ее полная механическая энергия; в) кинетическая энергия кометы.

*L = const; W = const; Wk = const*

3.3. Показать, что кинетическая энергия *Wk*, которую необходимо сообщить телу для удаления его за пределы земного притяжения, в два раза превышает кинетическую энергию *Wk*, необходимую для выведения этого тела на круговую орбиту искусственного спутника Земли (у поверхности).



3.4. В системе из *N* частиц определены массы *mi*, скорости *vi* и положения *ri* всех частиц относительно произвольной точки, лежащей на оси *x*. Найти момент импульса системы частиц *Mx* относительно оси *x*.



3.5. Радиус равномерно вращающейся платформы, имеющей форму диска, равен *R* = 3м, масса *m*1 =200кг, частота вращения *n* = 5об/мин. В центре платформы стоит человек массой *m*2 = 100кг. Найти линейную скорость че­ловека, если он перейдет на край платформы.

*v* = 0,942м/с.

3.6. Спутник вращается вокруг Земли по круговой орбите радиусом *r*. В какой пропорции сообщенная ему при запуске энергия поделилась между потенциальной и кинетической?



3.7. Тело массы m поднимается без начальной скорости с поверх­ности Земли под действием силы *F*, направленной вверх и изменяющейся с высотой подъема *у* по закону . Найти работу силы *F* на пути подъема.



3.8. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень, расположенный вертикально по оси вращения скамейки. Скамейка с человеком вращается с угловой скоростью *ω*1 = 1рад/с. Найти уг­ловую скорость *ω*2 скамьи, если по­вернуть стержень горизонтально. Сум­марный момент инерции человека и скамьи *I* = 6кг∙м2. Длина стерж­ня *l* = 2м, масса *m* = 8кг.

*ω*2 = 0,6Гц

3.9. Ракета установлена на поверхности Луны для запуска вертикально. При какой минимальной скорости при запуске она удалится от поверхности на расстояние, равное радиусу Луны *R* = 1,74∙106м? Масса Луны равна 7,3∙1011кг.

*v* =5,3∙10-3м/с

3.10. Тело массы *m* поднимается без начальной скорости с поверх­ности Земли под действием силы *F*, направленной вверх и изменяющейся с высотой подъема *у* по закону . Найти приращение потенциальной энергии.

*∆Wp = mgb/6*

3.11. Две лодки массой *m* = 200кг каждая (вместе с человеком и грузами в лодках), движутся параллельными курсами навстречу друг другу со скоростью *v* = 1м/с. Когда лодки поравнялись, то с первой лодки на вторую и со второй на первую одновременно перебрасывают груз массой *m* = 20кг. Определить скорости лодок после перебрасывания грузов.

*v* = 0,8м/с

3.12. От двухступенчатой ракеты общей массой 1000кг в момент достижения скорости 171м/с отдели­лась вторая ступень массой 400кг, скорость которой при этом увеличилась до 185м/с. Найти скорость движения первой ступени ракеты. Скорости указаны относительно наблюда­теля, находящегося на Земле.

*v*1 = 161,7м/с

3. 13. Шарик массой *m* = 0,2кг скатывается по желобу с высоты *h* = 2м. Най­ти импульс, полученный желобом при движении шарика.

*P* = 1,24 кг∙м/с

3.14. С железнодорожной платформы, движущейся со скоростью 9км/ч, выстрелили из пушки. Общая масса платформы с пушкой 20т, масса снаряда 25кг, его начальная скорость 700м/с. Найти скорость платформы в момент выстрела, если направление выстрела сов­падает с направлением движения платформы.

*L* = 1,86м/с

3.15. Определить импульс *Р*, полученный стенкой при ударе о нее шарика массой *m* = 300г, если шарик двигался со скоростью *v* = 8м/с под углом *α* = 60° к плоскости стенки.

*P* = 4,I52кг∙м/с

3.16. На тележке, свободно движущейся по горизонтальному пути со скоростью *v*1 = 3м/с, находится человек. Человек прыгает в сторону, противоположную движению тележки. После прыжка скорость тележки изменилась и стала равной *v*2 = 4м/с. Определить горизонтальную составляющую скорости *v*3x человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки *m*1 = 210кг, масса человека *m*2 = 70 кг.

*v*3*x* = *–v*2 = –4м/с

3.17. Из орудия массой 1200кг вылетел в горизонтальном направлении снаряд массой 10кг со скоростью 800м/с. На какое расстояние откатится орудие, если коэффициент трения лафета о землю равен 0,5?

*S* = 4,54м

3.18. Два шарика массами *m*1 = 2кг и *m*2 = 4кг двигаются со скоростью, равной: первый шар – *v*1 = 6м/с, второй шар – *v*2 = 7м/с. Определить скорость шаров после прямого неупругого удара в случаях: I) большой шар догоняет меньший; 2) шары двигаются навстречу друг другу.

*u*1 = 6,3м/с; *u*2 = 3м/с

3.19. Шарик массой *m* = 1кг, двигаясь равномерно, описывает четверть окружности радиусом *R* = 1,2м в течение времени *t* = 2с. Найти изменение вектора импульса шарика. Сделать чертеж, объяснить, почему изменяется импульс шарика.

*∆P* = 4,93кг∙м/с

3.20. Шар массой *m*1 = 1кг движется со скоростью *v*1 = 4м/с и сталкивается с шаром массой *m*2 = 2кг, движущимся навстречу ему со скоростью *v*2 = 3 м/с. Каковы скорости *u*1 и *u*2 шаров после ударов. Удар считать центральным, абсолютно упругим.

*u*1 = 4м/с; *u*2 = 7м/с

3.21. Шарик массой *m* = 200г ударился о стенку со скоростью *v* = 10 м/с и отскочил от нее с такой же скоростью. Определить импульс, полученный стенкой, если до удара шарик двигался под углом *α* = 30° к плоскости стенки.

*P* = 2кг∙м/с

3.22. Боек свайного молота массой *m*1 = 600кг падает с некоторой высоты на сваю массой *m*2 = 160кг. Найти КПД бойка, считая удар неупругим. Полезной считать энергию, пошедшую на углубление сваи.

*η* = 0,8

3.23. Снаряд, летящий со скоростью *v* = 500 м/с, разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 20% от общей массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью *u*1 = 200м/с. Определить скорость *u*2 большего осколка.  
*u*2 = 675м/с

3.24. По куску мягкого железа, лежащему на наковальне массой *m*1 = 300кг, ударяет молот *m*2 = 8кг. Определить КПД *η* удара, если удар неупругий. Полезной считать энергию деформации куска железа.

*η* = 0,97

3.25. Мяч массой *m*, двигаясь по нормали к стенке со скоростью *v*, упруго ударяется об нее и отскакивает с такой же по модулю, но противоположной по направлению скоростью. Найти величину и направление импульсов, полученных мячом и стенкой, и среднюю силу действия мяча на стенку, если продолжительность удара равна *∆t*.



3.26. Мяч массой *m*, падая на горизонтальную плоскость со скоростью *v* по прямой, образующей с нормалью к плоскости угол *α*: а) отражается от нее под таким же углом; б) испытывает неупругое соу­дарение с плоскостью. Время соударения равно *t*. Найти среднюю силу удара.

а) ; б) 

3.27. Человек массой *m* неподвижно стоит на тележке с массой *М*. Найти скорость тележки, если человек будет двигаться по ней с относительной скоростью *v*. (Трением между тележкой и дорогой пренебречь).



3.28. Между двумя лодками, находящимися на поверхности озера, протянута веревка. Человек, стоящий на первой лодке тянет веревку с постоянной силой *F*. Найти скорость обеих лодок относительно берега и относительно друг друга через время *t*, после начала движения (сопротивлением воды пренебречь). Вес первой лодки с человеком равен *F1*, вес второй лодки с грузом равен *F2*.



3.29. Пуля с массой *m* попадает в баллистический маятник (подвешенный на нити ящик с песком) с массой *M* , где и застревает. При этом маятник отклоняется от вертикали так, что поднимается на некоторую высоту *h*. Найти скорость пули в момент удара. Каким законом сохранения и почему следует воспользоваться при решении задачи?



3.30. Шарик массой *m*1, летящий со скоростью *v*1, испытывает неупругое столкновение с шариком массой *m*2, двигавшимся со скоростью *v*1. Найти направление и скорость системы после удара. Векторы *v*1 и *v*2 в общем случае составляют друг с другом произвольный угол.



3.31. Пуля с массой *m*, летящая горизонтально, упруго отражается от поверхности клина с массой *М* и взлетает вертикально вверх на некоторую высоту. Горизонтальная скорость клина после удара равна *v*. Найти высоту подъема пули.



3.32. Шар с массой *M* подвешен на нити длиной *l*. Шар отклоняется от вертикали на угол *α* и затем опускается. Когда нить проходит вертикальное положение, в шар навстречу его движению стреляют пулей с массой *m*, которая застревает в шаре, причем шар останавливается. Найти скорость пули.



3.33. Тележка с песком, имеющая массу *М*, движется горизонта­льно со скоростью *v*. Камень с массой *m* попадает в песок и движет­ся вместе с тележкой. Найти скорость тележки после падения камня: а) падающего по вертикали; б) летящего горизонтально навстречу те­лежке.

; 

3.34. Мяч, летящий со скоростью *v*1, отброшен ударом ракетки в противоположном направлении со скоростью *v*2. При этом его кинетическая энергия изменилась на *∆Wk*. Найти изменение импульса мяча.



3.35. Вес машины равен *Р*, сила трения тормозных колодок  
равна *F*. Водитель начинает тормозить машину на расстоянии *l* от препятствия. Найти максимальную скорость машины, чтобы она остановилась перед препятствием.



4.1. Через блок в виде диска, имею­щего массу *m* = 80г, перекинута тонкая нить, к концам которой под­вешены грузы с массами *m*1 = 100г и *m*2 = 200г. С каким ускорением будут дви­гаться грузы, если их предоставить самим себе? Трением и массой нити пренебречь.

*a* = 2,88м/с2

4.2. Тонкий стержень длины *l*1 =1м может вращаться вокруг перпен­дикулярной к нему горизонтальной оси, отстоящей от центра стержня на рас­стоянии *l*2 = 0,1м. Стержень приводится в горизонтальное положение и опускается без толчка с нулевой скоростью. Определить уг­ловое ускорение стержня *ε*.



4.3. Стержень длины *l* и массы *m* кладется на две опоры так, что точки опоры расположены на концах. Одну ив опор убирают. Найти силу реакции другой опоры в первый момент времени.

*N = mg/*4

4.4. Цилиндр, расположенный горизонтально, может вращаться около оси, совпадающей с осью цилиндра. Масса цилиндра *m*1 = 10кг. На цилиндр намотан шнур, к свободному концу которого подвешена гиря массой *m*2 = 2кг. С каким ускорением будет опускаться гиря, если ее предоставить самой себе?

*a* = 2,8м/с2

4.5. Шар массой *m* = 10 кг и радиусом *R* = 0,2м вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Уравнение вращения шара имеет вид . По какому закону меняется момент сил, действующих на шар? Какова величина момента сил *М* через *t* = 2с.

*M* = 0,64Н∙м

4.6. Четыре шара радиуса *R* = 0,1м и массы *m* = 1кг закреплены на концах двух взаимноперпендикулярных невесомых стержней. Расстояние между центрами шаров *l* = 1м. Найти: 1) момент инерции *I*1 системы относительно оси, проходящей перпендикулярно плоскости чертежа; б) момент инерции *I*2 системы относительно той же оси.

*I*1 = 1,016кг∙м2; *I*2 = 1кг∙м2

4.7. Найти момент инерции *I* диска, радиус которого равен *R* = 0,2м, если известно, что груз *m* = 5кг, прикрепленный к намотанному на диск шнуру, опускается с ускорением *a* = 2м/с2.

*I* = 0,8кг∙м2

4.8. Маховик радиусом *R* = 0,2м и массой *m* = 10кг соединен с мотором приводным ремнем. Сила натяжения ремня *Т* = 14,7Н. Найти частоту вращения *n* маховика через время *∆t* = 10с после начала движения.

*n* = 23,4об/с

4.9. На цилиндр радиусом *R* = 5см намотан шнур, к которому привязан груз массой *m* = 0,4 кг. Опускаясь равноускоренно, груз прошел путь *x* = 1,8м за время *t* = 3с. Найти момент инерции маховика.

Ответ: *I* = 2,4∙10–2кг∙м2

4.10. Цилиндр висит горизонтально на двух намотанных на него нитях. Цилиндр опускают без толчка. За сколько времени цилиндр опустится на расстояние *h* = 0,6м?

*t* = 0,39с

4.11. Вал массой *m* = 100 кг и радиусом *R* = 5см вращается с частотой *n* = 8с. К поверхности вала прижали тормозную колодку с силой *F* = 40Н, под действием которой вал остановился через *t* = 10с. Определить коэффициент трения.

*k* = 0,314

4.12. В однородном диске массой *m* = 1кг и радиусом *R* = 0,3м вырезано круглое отверстие радиусом *r* = 0,2м, центр которого находится на расстоянии *l* = 15см от оси диска. Найти момент инерции полученного тела относительно оси, проходящей перпендикулярно к плоскости диска, через его центр.

*I* = 4,2∙10–2кг∙м2

4.13. Найти момент инерции равностороннего треугольника, сторонами которого являются однородные стержни длиной *l* = 20см и массой *m* = 10г относительно оси, проходящей через пересечение высот этого треугольника, перпендикулярно его плоскости.

*I* = 2∙10–4 кг∙м2

4.14. Найти момент инерции равностороннего треугольника, сторонами которого являются однородные стержни длиной *l* = 1м, массой *m* = 0,1кг, относительно оси, совпадающей с высотой треугольника.  
*I* = 0,017кг∙м2

4.15. Круглый конус высотой *h* = 0,1м и радиусом основания *R* = 0,08м катится без скольжения по горизонтальному столу, делая *n* = 0,5об/с вокруг вертикальной оси. Найти силу статического трения между боковой поверхностью конуса и столом.

*F* = 0,29Н

4.16. Диск массой *m* = 50кг и радиусом *R* = 0,2м вращается с частотой *n* = 8об/с и под влиянием трения останавливается. Найти момент сил трения *М*, если известно, что диск до остановки сделал *N* = 200 оборотов.

*M* = –1Н∙м

4.17. Диск с моментом инерции *I* = 245 кг∙м2, вращается с частотой *n* = 20об/с. После того, как на диск перестал действовать вращающий момент, он остановился, сделав *N* = 1000 оборотов. Найти момент сил трения *М* и время *t* до остановки колеса.

*М* = 307,88Н∙м

4.18. Диск с кинетической энергией *W* = 160Дж, ос­танавливается под действием тормозящего момента, равного *M* = 1Н∙м. Сколько оборотов сделает диск до полной остановки?

*N* = 25,5об

4.19. Диск с моментом инерции *I* = 4,5 кг∙м2 раскручивается под действием вращающего момента *M* = 12,5Н∙м. Найти, сколько обо­ротов сделает диск к тому моменту, когда частота вращения будет равна *n* = 100об/мин.

*N* = 3,14

4.20. Две гири разной массы соединены нитью и перекинуты через блок, момент инерции которого *I* = 50кг∙м2 и радиус *R* = 20см. Блок вращается с моментом сил трения *M* = 98,1Н∙м. Найти разность натяжений нити *∆T = T1 – Т2* по обе стороны блока, если блок вращается с постоянным ускорением *ε* =3,36 рад/с2.

*∆T* = 1330,5Дж

4.21. Диск начинает вращаться с постоянным угловым ускорением *ε* = 0,5рад/с2 и через *t* = 15с после начала движения приобретает момент импульса *L* = 73,5 кг∙м2/с. Найти кинетическую энергию диска через *t* = 20с после начала вращения.

*Wk* = 275,6Дж

4.22. Обруч и сплошной цилиндр поднимаются вверх по наклонной плоскости и достигают одинаковой максимальной высоты подъема. Определить отношение их линейных скоростей в начале подъема. Силами трения пренебречь.



4.23. Диск радиусом *R* = 0,2м массой *m* =5кг вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Зависимость угловой скорости вращения диска от времени дается уравнением . Найти величину касательной силы, приложенной к ободу диска. Трением пренебречь.

*F* = 4Н

4.24. Два шарика массой *m* = 10г каждый скреплены тонким невесомым стержнем длиной *l* = 20см. Определить момент инерции системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через центр масс.

*I* = 4кг∙м2

4.25. Три шарика массой *m* = 10г каждый расположены в вершинах равностороннего треугольника со стороной *l* = 20см и скреплены между собой. Определить момент инерции системы относительно оси: I) перпендикулярной плоскости треугольника и проходящей через центр описанной окружности; 2) лежащей в плоскости треугольника и проходящей через центр описанной окружности и одну из вершин треугольника. Массой стержней, соединяющих шары, пренебречь.

*I*1 = 4∙10-4кг∙м2 , *I*2 = 2∙10–4кг∙м2

4.26. Определить момент инерции *I* тонкого однородною стержня длиной *l* = 30см и массой *m* = 100 г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через: 1) его конец; 2) его середину; 3) точку, отстоящую от конца стержня на 1/3 его длины.

*I*1 = 3∙10–3кг∙м2, *I*2 = 7,5∙10–4кг∙м2, *I*3 = 10–3кг∙м2

4.27. Определить момент инерции *I* тонкого однородного стержня длиной *l*1 = 60см и массой *m* = 100г относительно оси, перпендикулярной ему и проходящей через точку стержня, удаленную на *l*2 = 20см от одного из его концов.

*I* = 4∙10–3 кг∙м2

4.28. Диск весом *P* катится без скольжения по горизонтальной плоскости со скоростью *v*. Найти кинетическую энергию диска.



4.29. Шар диаметром *d* = 1м катится без скольжения по горизонтальной плоскости, делая *n* = 1об/с, масса шара равна *m* =100кг. Найти кинетическую энергию шара.

 = 690Дж

4.30. С верхнего уровня наклонной плоскости одновременно начинают скатываться без скольжения сплошные цилиндр и шар с одинаковой массой и радиусами. Найти отношение скоростей этих тел на некотором данном уровне.



4.31. Шар массой *m* = 1кг и радиусом *R* = 1м вращается вокруг оси, проходящей через центр. Уравнение вращения шара имеет вид *φ =* 1 *+ t*2 *+ t*3. Найти закон изменения момента сил, действующих на шар.



4.32. Шар массой *m* = 1кг и радиусом *R* = 1м вращается вокруг оси, проходящей через центр. Уравнение вращения шара имеет вид *φ =* 1 *+ t*2 *+ t*3. Найти момент сил, действующих на шар через *t* = 3с.

 = 8Н∙м

4.33. Шар массой *m* = 10кг и радиусом *R* = 1м вращается вокруг оси, проходящей через центр. Уравнение вращения шара имеет вид *φ =* 1 *+*2*t*2 *+*3*t*3. Найти закон изменения момента сил, действующих на шар.



4.34. Шар массой *m* = 1кг и радиусом *R* = 1м вращается вокруг оси, проходящей через центр. Уравнение вращения шара имеет вид *φ =* 1 *+*5*t*2 *+* 5*t*3. Найти момент сил, действующих на шар через *t* = 5с.

 = 64Н∙м

4.35. Платформа в виде диска массой *m*1 = 100кг вращается вокруг вертикальной оси. На краю платформы стоит человек массой *m*2 = 50кг. Найти угол поворота платформы, если человек обойдет ее по периметру.

 = 3,14рад

5.1. Цилиндр высотой *h* = 1м плавает вертикально, погрузившись на две трети. Найти период вертикальных колебаний.

= 1,64с

5.2. Найти частоту колебаний ртути массой *m* = 0,5кг в U-образной трубке с внутренним сечением *S* = 1см2.

= 73с–1

5.3. На горизонтально расположенный камертон с частотой 25Гц опустили шарик, который подскакивает на высоту *h* = 10мм. Найти амплитуду колебаний в этом месте.

= 8,2мм

5.4. Внутри горионтального цилиндра радиусом *R* = 1м катается цилиндр радиусом *r* = 1см. Найти частоту колебаний маленького цилиндра.

= 6,6с–1

5.5. Шар массой *m*1 = 1кг лежит на столе и прикреплен к стене пружиной с коэффициентом упругости *k* = 1Н/м. Пуля массой *m*2 = 10г летит в шар со скоростью *v* = 100м/с и застревает в нем. Найти амплитуду колебаний шара.



5.6. Шар массой *m*1 = 1кг лежит на столе и прикреплен к стене пружиной с коэффициентом упругости *k* = 1Н/м. Пуля массой *m*2 = 10г летит в шар со скоростью *v* = 100м/с и застревает в нем. Найти период колебаний шара.



5.7. Шар массой *m*1 = 1кг лежит на столе и прикреплен к стене пружиной с коэффициентом упругости *k* = 1Н/м. Пуля массой *m*2 = 10г летит в шар со скоростью *v* = 100м/с и застревает в нем. Найти максимальнуюскорость колебаний шара.



5.8. Шар массой *m*1 = 1кг лежит на столе и прикреплен к стене пружиной с коэффициентом упругости *k* = 1Н/м. Пуля массой *m*2 = 10г летит в шар со скоростью *v* = 100м/с и застревает в нем. Найти максимальное ускорение колебаний шара.



5.9. Маятник длиной *l* = 1м находится в машине, которая горизонтально движется с ускорением *a* = 1м/с2. Найти период колебаний.

= 2с

5.10. Маятник длиной *l* = 1м находится в машине, которая едет с горы α = 30º. Найти период колебаний.

= 2,16с

5.11. Пружинный маятник с медным шариком радиусом *R* = 10см имеет частоту колебаний в воздухе *ω*1 =10Гц, а в масле *ω*2 = 8Гц. Найти вязкость масла *η*, если на шарик в масле действует сила трения Стокса, равная *F* = 6π*ηRv*.

= 229,3Па∙с

5.12. Шарик, подвешенный на нити длиной *l* = 1м, находится внутри жидкости, плотность которой в два раза меньше плотности шарика. Найти период колебаний такого маятника. Эффективная масса при движении шарика в жидкости увеличивается на величину массы вытесненной жидкости.

= 3,47с

5.13. Шарик массы *m* и радиуса *R* на пружине с коэффициентом упругости *k* помещен в масло с коэффициентом динамической вязкости *η*. Найти уравнение колебательного движения шарика. Сила сопротивления Стокса равна *F* = 6π*ηRv*.



5.14. Шарик массы *m* и радиуса *R* на пружине с коэффициентом упругости *k* помещен в масло с коэффициентом динамической вязкости *η*. Найти собственную частоту *ω*0, коэффициент затухания *β*, и частоту затухающих колебаний движения шарика. Сила сопротивления Стокса равна *F* = 6π*ηRv*.



5.15. Шарик массы *m* и радиуса *R* на пружине с коэффициентом упругости *k* помещен в масло с коэффициентом динамической вязкости *η*. Найти, при какой вязкости масла *η* движение шарика будет апериодическим. Сила сопротивления Стокса равна *F* = 6π*ηRv*.



5.16. Найти натяжение нити в математическом маятнике массой *m*, длиной *l* при гармонических колебаниях .



5.17. Шарик массой m движется под действием силы *F* = *F*0cos*ωt*. Найти формулу для кинетической энергии шарика.



5.18. Маятник в виде горизонтального цилиндра радиуса *R* = 10см массы *m*1 = 1кг и вертикальной ручки массы *m*2 = 1кг длиной *l* = 0,2м положен на два параллельных бруска. Найти период колебаний этой системы.

= 0,755с

5.19. Шарик радиусом *r* = 1см катается по дну сферы радиуса *R* = 1м. Найти период колебаний шарика.

= 2,36с

5.20. Шарик массой *m* = 1кг, подвешенный на пружине с коэффициентом упругости *k* = 100Н/м, двигается под действием силы *F* = 10sin2t. Найти амплитуду вынужденных колебаний шарика.

= 0,1м

5.21. Период колебаний крутильного маятника равен *T* = 6,28с. Найти его момент инерции, если коэффициент упругости проволоки равен *k* = 1Н/м.

= 1кг∙м2

5.22. Найти период колебаний ртути массой *m* = 1кг, находящейся в изогнутой трубке, одно колено которой вертикально, а другое составляет с вертикалью угол *α* = 60º. Площадь сечения трубки *S* = 1см2.

= 0,14с

5.23. Найти момент инерции стержня массой *m* = 1кг, подвешенного в точке от центра тяжести на расстоянии *l* =1м, если период колебаний *T* = 1с.

= 0,25с

5.24. Маятник состоит из шара массой *m* = 1кг, подвешенного на двух последовательно соединенных пружинах, с коэффициентами упругости *k*1 = 10Н/м и *k*2 = 90Н/м. Найти частоту колебаний шара.

= 3Гц

5.25. Маятник состоит из стержня длиной *l*1 = 1м с двумя шариками на концах. Горизонтальная ось колебаний маятника расположена на расстоянии *l*2 = 0,2м от конца стержня. Найти приведенную длину маятника.

= 1.13м

5.26. Маятник состоит из стержня длиной *l*1 = 1м с двумя шариками на концах. Горизонтальная ось колебаний маятника расположена на расстоянии *l*2 = 0,2м от конца стержня. Найти период колебаний маятника.

= 2,13с

5.27. Период колебаний крутильного маятника *T*1 = 1с и становится равным *T*2 = 2с, если на расстоянии *l* = 0,4м от оси колебаний прикрепить шарик массой *m* = 1кг. Найти момент инерции маятника.

= 0,16кг∙м2

5.28. Из диска радиусом *R* = 1м вырезан круг радиусом *r* = 0,5м вплотную к краю диска. Горизонтальной осью колебаний является образующая цилиндрической поверхности диска. Найти период колебаний этого маятника.

= 2,54с

5.29. Найти период колебаний шара, брошенного в шахту, просверленную по диаметру Земли. Плотность вещества Земли *ρ* = 5,5∙103кг/м3. Сопротивлением воздуха пренебречь.

= 5067с

5.30. Кубик лежит на доске, которая совершает гатмонические колебания с амплитудой *A* = 0,25м. Найти коэффициент трения между доской и кубиком, если кубик начинает скользить по доске, когда период колебаний равен *T* = 2с.

= 0,25

5.31. Стержень массой *m* = 1кг совершает колебания на горизонтальной оси с периодом *T*1 = 1с. На ось насажен диск массы *m* и радиуса *R* = 0,1м, так что ось вращения и ось диска совпадают, период колебаний стал равным *T*2 = 1,2c. Найти момент инерции стержня относительно оси вращения.

= 0,01кг∙м2

5.32. Два диска соединены пружиной с коэффициентом кручения *k* = 1кг∙м2/с2 и могут вращаться на горизонтальной оси. Моменты инерции дисков равны *I*1 = 1 кг∙м2 и *I*2 = 2кг∙м2. Найти период колебания дисков, если их повернуть в противоположных направлениях и отпустить.

= 7,7с

5.33. Два диска соединены пружиной с коэффициентом кручения *k* = 1Н∙м/рад и могут вращаться на горизонтальной оси. Моменты инерции дисков равны *I*1 = 1 кг∙м2 и *I*2 = 2кг∙м2. Один из дисков закреплен. Найти период колебания дисков, если их повернуть в противоположных направлениях и отпустить.

= 13,3с

5.34. Математический маятник колеблется в среде с логарифмическим декрементом затухания *λ*0 = 1. Найти логарифмический декремент затухания при увеличении сопротивления среды в *n* = 3 раза.

= 3,4

5.35. Математический маятник колеблется в среде с логарифмическим декрементом затухания *λ*0 = 1. Найти, во сколько раз надо увеличить сопротивление среды, чтобы колебания стали невозможны.

= 6,36