

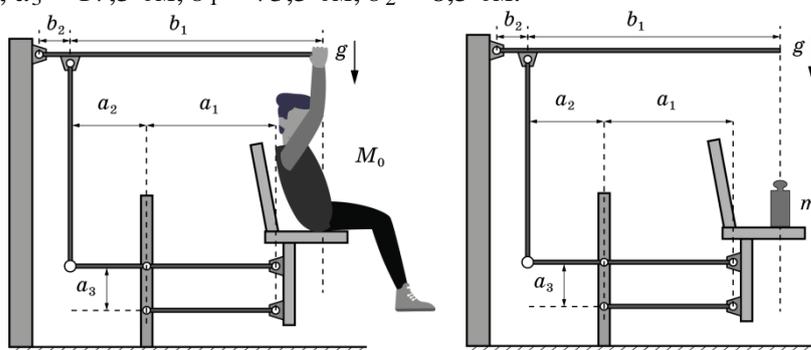
ЗСИ+ЗСЭ+ЗСМИ. Теорема о движении центра масс. Теорема Кёнига. Метод виртуальных перемещений

Олимпиадные задачи

1. Силовой тренажёр (Всеросс-2020, регион, 9 класс, А.Гуденко)

На спортивной площадке установлен тренажёр, схема которого показана на рисунке. Спортсмен, сидя на кресле, поднимает сам себя, прикладывая к верхнему рычагу некоторую силу F . Система рычагов и шарниров обеспечивает плоскопараллельное перемещение кресла. При отсутствии спортсмена для уравнивания тренажёра (верхний рычаг принимает горизонтальное положение) на кресло необходимо поместить груз $m = 3,7$ кг.

Какую вертикальную силу F должен прикладывать к рычагу человек массой $M_0 = 86$ кг для того, чтобы, сидя в кресле (не касаясь земли), удерживать рычаг в горизонтальном положении? Длины рычагов, которые могут потребоваться при расчётах: $a_1 = 27,5$ см; $a_2 = 13,0$ см; $a_3 = 17,5$ см; $b_1 = 73,5$ см; $b_2 = 8,5$ см.

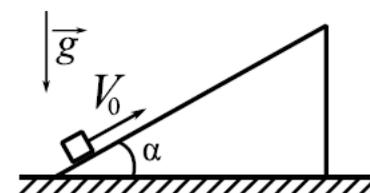


2. Сани с седоком и собакой. (Физтех + Всеросс).

Сани с седоком и собакой общей массой M съезжают с постоянной скоростью v_0 с горы с углом наклона α ($\cos\alpha = 6/7$). Собака массой m спрыгивает с саней по ходу их движения и приземляется на склоне, имея скорость v , направленную под углом β к горизонту ($\cos\beta = 3/7$). Сани после этого продолжают двигаться по горе вниз. Найти скорость саней с седоком после прыжка собаки.

3. Физтех-2019

На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол α такой, что $\cos\alpha = 0,6$. Если шайбе, находящейся у основания клина, сообщить начальную скорость V_0 вдоль поверхности клина (см. рис.), то к моменту достижения шайбой высшей точки траектории скорость шайбы уменьшается в $n = 5$ раз. В процессе движения шайба безотрывно скользит по клину, а клин по столу. Ускорение свободного падения g . Известными считать V_0 , n и α .



- 1) Найдите отношение m/M массы шайбы к массе клина.
- 2) На какую максимальную высоту H , отсчитанную от точки старта, поднимается шайба в процессе движения по клину?
- 3) Через какое время T после старта шайба поднимается на максимальную высоту?

4. **Собачка и санки**

Собачка массы m привязана поводком длины ℓ к санкам массой $M > m$. В начальный момент собачка находится рядом с санками, затем разгоняется от санок на всю длину поводка и, натягивая его, сдвигает санки с места. На какое наибольшее расстояние собачка сможет сдвинуть санки за один рывок, если коэффициенты трения лап собаки и полозьев санок о снег одинаковы.

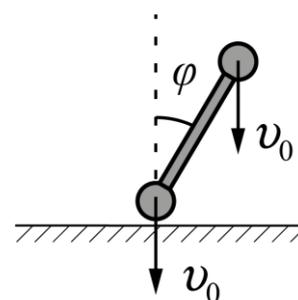
5.

Время разворота

Космический корабль должен, изменив курс, двигаться с прежним по модулю импульсом p под углом α к первоначальному направлению. На какое наименьшее время нужно включить двигатель с силой тяги F и как при этом нужно ориентировать ось двигателя?

6. **Падающая гантель (Всеросс-2020, регион, 11 класс).**

Два одинаковых маленьких шарика, соединённых невесомым твёрдым стержнем длины L , падают на гладкую, абсолютно упругую горизонтальную плоскость. Непосредственно перед ударом нижнего шарика о плоскость скорости шариков направлены вертикально вниз и равны v_0 , а сразу после удара скорости шариков оказались взаимно перпендикулярны. Каковы величина скорости центра масс гантели v_c и угловая скорость вращения стержня ω сразу после удара? Под каким углом φ к вертикали был наклонён стержень перед ударом?

7. **Вес падающей цепочки.**

Однородная цепочка одним концом подвешена на нити так, что другим она касается поверхности стола. Нить пережигают. Определить зависимость силы давления цепочки на стол от длины уже упавшей части. Удар звеньев о стол неупругий, масса цепочки m , её длина ℓ .

8. **Кобра**

С какой силой давит на землю кобра, когда она, готовясь к прыжку, поднимается вертикально вверх с постоянной скоростью u ? Масса змеи m , её длина ℓ .

9. **Песочные часы.** Какие песочные часы тяжелее: идущие или стоящие?10. **О рыбаке и лодке-1**

Рыбак массы $m = 80$ кг переходит с кормы на нос лодки длиной $L = 5$ м и массой $M = 320$ кг. На какое расстояние относительно земли при этом сместятся лодка и рыбак? Считайте, что вода не оказывает сопротивление движению лодки.

11. **О рыбаке и лодке-2 + небольшое вязкое трение.**

Рыбак массы $m = 80$ кг переходит с кормы на нос лодки длиной $L = 5$ м и массой $M = 320$ кг. При этом на лодку со стороны воды действует небольшая сила вязкого сопротивления, пропорциональная скорости лодки u . На какое расстояние относительно земли сместятся лодка и рыбак к моменту прекращения их движения?

Пара космических задач12. **Сила сопротивления разгоняет спутник!!!!?**

Спутник массой $m = 200$ кг, запущенный на круговую околоземную орбиту, тормозится в верхних слоях атмосферы. Сила трения $F_c = Cv^3$ ($C = 3 \cdot 10^{-16}$ кг с/м²). За

какое время спутник снизится на $\Delta h = 100$ м и как при этом изменится его скорость?

13. Бросок с первой космической

На какую высоту поднимется и через какое время вернётся на Землю тело, брошенное вертикально вверх с первой космической скоростью?

Упругий и неупругий удар. Решение в СЦМ. Приведённая масса.

При упругом взаимодействии двух тел их относительная скорость по величине не изменяется!

14. Упругое столкновение шарика с пробиркой

По гладкой горизонтальной поверхности со скоростью u_0 движется пробирка длиной L и массы M (u_0 направлена вдоль оси пробирки). На встречу к пробирке вдоль её оси со скоростью v_0 движется шарик массы m . Через какое время после «влёта» шарик выскочит из пробирки?

15. Приведённая масса

Два тела массами m_1 и m_2 летят навстречу друг другу со скоростями v_1 и v_2 . Сколько тепла выделится при их неупругом ударе?

Задача 1

Шары массами 1 кг и 2 кг движутся навстречу друг другу со скоростями 1 м/с и 2 м/с соответственно. Найдите, сколько теплоты выделится при неупругом ударе этих шаров?

Задача 2

Два куска пластилина массами m_1 и m_2 , летящие со скоростями v_1 и v_2 , слипаются.

Какое количество теплоты Q выделится в результате абсолютно неупругого соударения, если скорости кусков взаимно перпендикулярны?

Задача 3

Вагон массой m_1 , движущийся по горизонтальному пути, догоняет другой вагон массой m_2 и сцепляется с ним. В результате неупругого столкновения механическая энергия вагонов уменьшается на ΔK . С какой скоростью сокращалось расстояние между вагонами перед сцепкой?

16. Доска с упором

На гладкой горизонтальной плоскости лежит доска длиной 1 м, на одном конце которой закреплён вертикальный упор. Какую минимальную скорость надо сообщить маленькому бруску, лежащему на другом конце доски, чтобы после абсолютно упругого удара об упор брусок вернулся назад и упал с доски? Масса доски в 8 раз больше, чем масса бруска, а коэффициент трения между ними 0,2.

17. Незакреплённая горка- 1.

Тело массы $m = 1$ кг скользит без трения по гладкой горизонтальной поверхности и въезжает на подвижную горку массы $M = 5$ кг. Высота горки $h = 1$ м. Трение между горкой и плоскостью отсутствует. Найти конечные скорости горки и тела. Начальная скорость тела $v_0 = 5$ м/с.

18. Незакреплённая горка-2.

На гладком горизонтальном столе покоится горка массы M , которая может свободно скользить по поверхности стола. На неё со скоростью v наезжает маленькая тележка

массы m . Горка начинает двигаться. Тележка покидает горку через время τ . Найти смещение горки относительно своего начального положения к тому моменту, когда тележка с неё съедет. Высота горки h . Трения нигде нет. Поверхность горки устроена так, что тележка не отрывается от неё в процессе движения. Длина основания горки ℓ .

Векторные диаграммы

19. Максимальный угол рассеяния-1.

Каков максимальный угол θ рассеяния α -частицы и дейтрона при упругом рассеянии на покоящемся атоме водорода?

20. Максимальный угол рассеяния-2.

Два шарика с массами m и $M = 4m$ движутся навстречу друг другу с одинаковыми скоростями. После упругого столкновения тяжёлый шарик отклоняется на максимально возможный угол при таком столкновении. Найти этот угол.

21. Нелобовое соударение гладких шаров.

Гладкий шар, двигавшийся поступательно, абсолютно упруго столкнулся с таким же шаром. При соударении угол между прямой, проходящей через центры шаров, и направлением первоначального движения налетающего шара оказался равным $\alpha = 45^\circ$. Найти долю η кинетической энергии налетающего шара, которая перешла в потенциальную энергию в момент их наибольшей деформации.

22. Физтех-2019, 10 класс

Гладкая упругая шайба радиуса r , движущаяся со скоростью V_0 , упруго сталкивается с такой же шайбой, покоящейся на гладкой горизонтальной поверхности. В результате столкновения скорость налетающей шайбы уменьшается вдвое. 1) Найдите расстояние от центра покоившейся шайбы до прямой, по которой двигался центр d налетающей шайбы. Через какое время после соударения T расстояние между центрами шайб будет равно S ?

23. Физтех-2019, 10 класс

Две одинаковые гладкие упругие шайбы движутся по гладкой горизонтальной поверхности. Скорость первой шайбы V , скорость второй $-2V$. Для каждой шайбы прямая, сонаправленная с вектором скорости и проходящая через центр шайбы, касается другой шайбы. Происходит абсолютно упругое соударение. Найдите скорость V_1 (по модулю) второй шайбы после соударения. 2) На какой угол α повернется вектор скорости первой шайбы в результате соударения?

