

Аверсэв

Л. А. Исаченкова, Г. В. Пальчик,
В. В. Дорофейчик

задач по физике

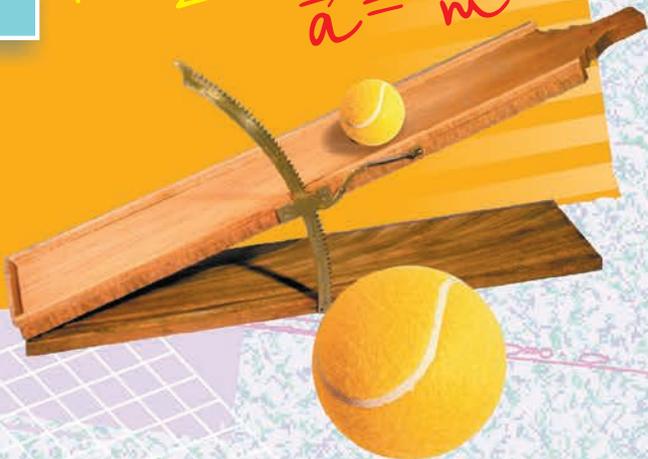
класс

9

$$A = \frac{mv^2}{2}$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$



Сборник

Л. А. Исаченкова, Г. В. Пальчик,
В. В. Дорофейчик

задач по физике

класс

9

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$
$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$



Пособие для учащихся учреждений
общего среднего образования
с русским языком обучения

Рекомендовано
Научно-методическим учреждением
«Национальный институт образования»
Министерства образования
Республики Беларусь

7-е издание

Минск
«Аверсэв»
2018

УДК 53(075.3=161.1)
ББК 22.3я721
И85

Рецензенты:

каф. общ. физики и астрономии учреждения образования «Витебский государственный университет имени П. М. Машерова» (канд. пед. наук, доц., зав. каф. **И. В. Галузо**);
учитель физики высш. категории гос. учреждения образования
«Средняя общеобразовательная школа № 184 г. Минска» **Л. И. Вашкевич**

Исаченкова, Л. А.

И85 Сборник задач по физике. 9 класс : пособие для учащихся учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Л. А. Исаченкова, Г. В. Пальчик, В. В. Дорофейчик. — 7-е изд. — Минск : Аверсэв, 2018. — 208 с. : ил.

ISBN 978-985-19-3432-0.

Сборник является составной частью учебно-методического комплекса по физике для 9 класса и содержит все виды задач различных уровней сложности, а также ответы на количественные задачи.

Адресуется учащимся 9 класса учреждений общего среднего образования.

УДК 53(075.3=161.1)
ББК 22.3я721

Учебное издание

Исаченкова Лариса Артемовна
Пальчик Геннадий Владимирович
Дорофейчик Владимир Владимирович
СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

9 класс

Пособие для учащихся учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения

7-е издание

Ответственный за выпуск *Д. Л. Дембовский*

Подписано в печать 08.08.2018. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага типографская.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,09. Уч.-изд. л. 7,81. Тираж 3100 экз. Заказ

Общество с дополнительной ответственностью «Аверсэв».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/15 от 02.08.2013. Ул. Н. Олешева, 1, офис 309, 220090, г. Минск.

E-mail: info@aversev.by; www.aversev.by

Контактные телефоны: (017) 268-09-79, 268-08-78. Для писем: а/я 3, 220090, г. Минск.

Государственное предприятие «Издательство “Белорусский Дом печати”».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 2/102 от 01.04.2014. Пр. Независимости, 79, 220013, г. Минск.

ISBN 978-985-19-3432-0

© Исаченкова Л. А., Пальчик Г. В.,
Дорофейчик В. В., 2011
© Оформление. ОДО «Аверсэв», 2011

Предисловие

Настоящий сборник представляет одну из составляющих комплекса учебно-методических материалов по физике для 9 класса учреждений общего среднего образования. В нем представлен набор задач разной степени сложности по всем темам и в полном соответствии с учебной программой по физике. Структура сборника повторяет структуру учебного пособия авторов Л. А. Исаченковой, Г. В. Пальчика, А. А. Сокольского «Физика 9».

По каждой теме приводятся все виды задач пяти уровней сложности, что соответствует требованиям 10-балльной системы оценки знаний. Комбинированные задачи включают задачи повышенной сложности, которые отмечены знаком «*». Они адресованы учащимся, стремящимся к более глубокому изучению физики, и могут быть полезны при подготовке к участию в олимпиадах.

В конце сборника даются ответы к решению количественных задач. Для задач более высокой степени сложности ответы даны в общем и числовом видах. Сами решения не приводятся. Это сделано сознательно, чтобы не обесценивать самостоятельный индивидуальный творческий поиск учащихся готовым рецептом решения. В большинстве случаев задачи рекомендуется решать в Международной системе единиц (СИ), но если в конечной формуле входящие физические величины однородны, переводить их в единицы СИ необязательно. Коэффициент g во всех задачах сборника, если нет специальной оговорки, принят равным $10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \left(10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \right)$, в приложении приведена таблица плотностей веществ в различных агрегатных состояниях.

ВВЕДЕНИЕ

1

Векторы. Действия над векторами. Проекция вектора на ось

1. Какие из векторов (рис. 1) являются: а) одинаково направленными; б) противоположно направленными; в) равными?

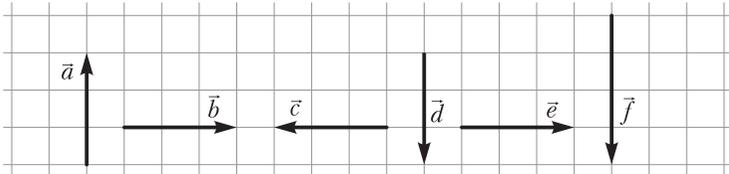


Рис. 1

2. Модули векторов \vec{a} и \vec{b} одинаковы. Вектор \vec{a} параллелен оси Ox , а вектор \vec{b} направлен под углом $\alpha = 30^\circ$ к этой оси. Являются ли эти векторы равными? Почему?
3. Постройте вектор суммы векторов \vec{a} и \vec{b} , представленных на рисунке 2 в случаях I и II.

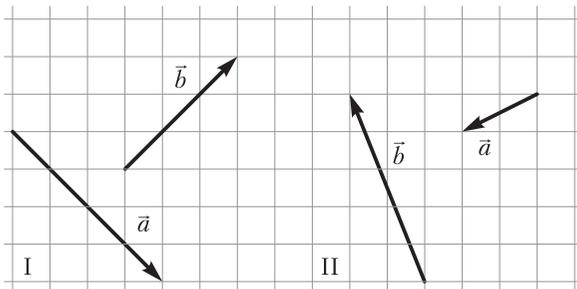


Рис. 2

4. Постройте векторы суммы и разности векторов \vec{a} и \vec{b} , представленных на рисунке 3 в случаях I, II, III.

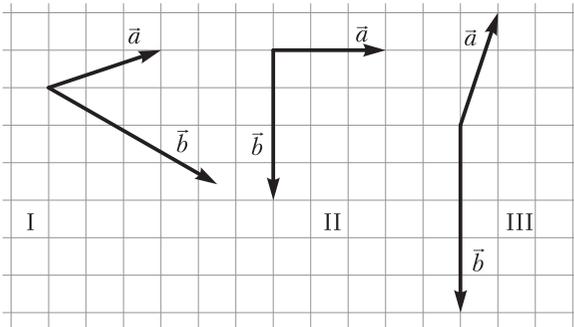


Рис. 3

5. Модули векторов \vec{a} и \vec{b} (рис. 4) соответственно равны 7 и 5. Постройте векторы суммы и разности векторов \vec{a} и \vec{b} . Чему равны модули векторов $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$, $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$, $\vec{k} = \vec{b} - \vec{a}$?

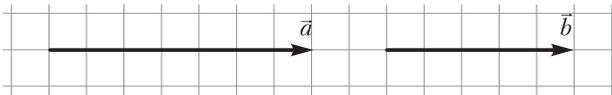


Рис. 4

6. Докажите, что при сложении векторов \vec{a} и \vec{b} (см. рис. 4) модули и направления результирующих векторов $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$, $\vec{f} = \vec{b} + \vec{a}$ одинаковы.

7. Постройте вектор суммы трех векторов, лежащих в одной плоскости (рис. 5, 6).

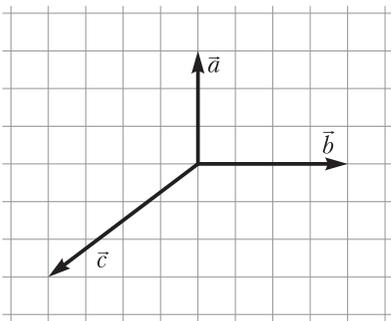


Рис. 5

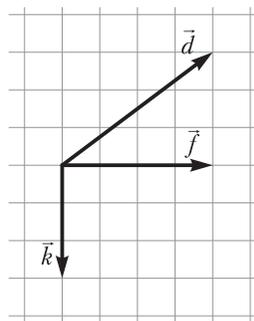


Рис. 6

8. Вектор \vec{c} равен сумме векторов \vec{a} и \vec{b} , т. е. $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$. На рисунке 7 (I, II, III) показаны векторы \vec{c} и \vec{a} . Постройте вектор \vec{b} .

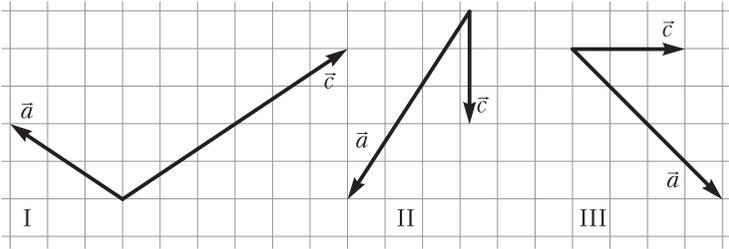


Рис. 7

9. Разложите векторы \vec{c} (рис. 8) и \vec{d} (рис. 9) на составляющие. Составляющие векторы направьте вдоль штриховых линий.

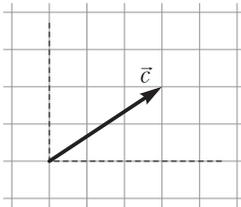


Рис. 8

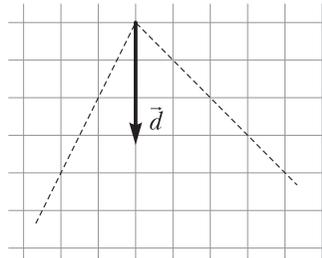


Рис. 9



Рис. 10

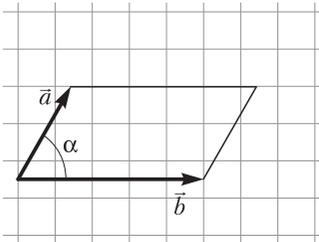


Рис. 11

10. Определите угол между двумя векторами \vec{a} и \vec{b} , модули которых равны, если модуль вектора их суммы равен: а) 0; б) $2a$; в) a .

11. На рисунке 10 показан вектор \vec{v}_1 . Постройте векторы: а) $\vec{v}_2 = 2\vec{v}_1$; б) $\vec{v}_3 = -0,5\vec{v}_1$.

12.* Векторы \vec{a} и \vec{b} лежат на сторонах параллелограмма, острый угол которого $\alpha = 60^\circ$ (рис. 11). Определите модуль вектора $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$. Модули векторов: $a = 3$, $b = 5$.

13. Определите знак проекций векторов, представленных на рисунке 12, на координатные оси Ox и Oy . У каких векторов проекция вектора на ось равна его модулю?

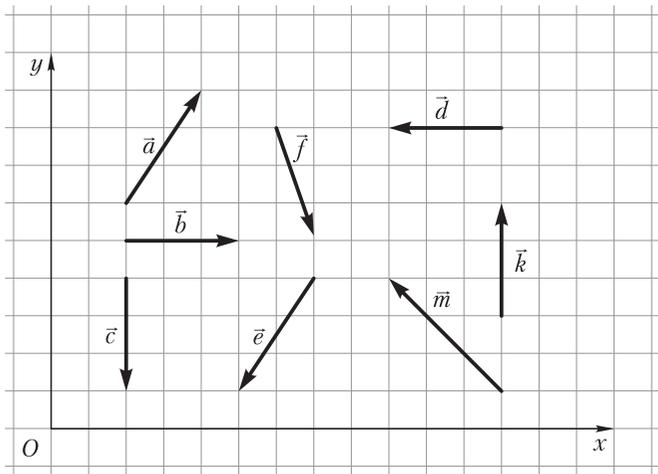


Рис. 12

14. На рисунке изображены вектор \vec{v} (рис. 13, а), вектор \vec{F} (рис. 13, б). Определите проекции этих векторов на оси Ox и Oy .

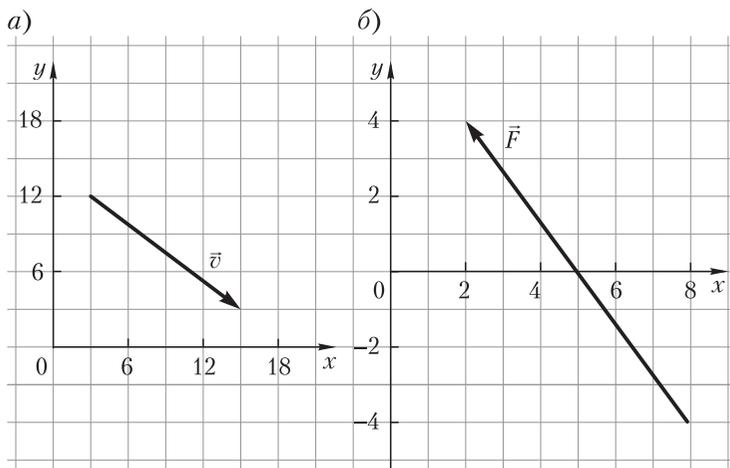


Рис. 13

15. На рисунке 14 представлены векторы \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} , \vec{d} . Определите: а) координаты начала и конца каждого вектора; б) проекции векторов на координатные оси Ox и Oy ; в) модули векторов.

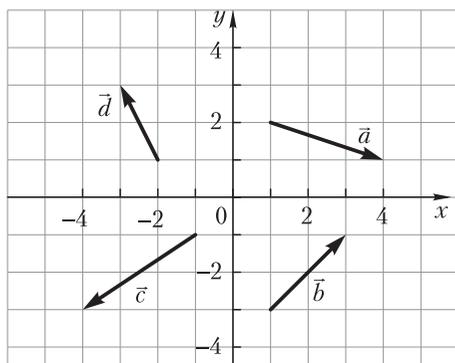


Рис. 14

16. Используя рисунок 15, начертите векторы $\vec{AB} = \vec{a}$, $\vec{BC} = \vec{b}$. Постройте вектор их суммы $\vec{AC} = \vec{c}$. а) Найдите проекции этих векторов на оси Ox и Oy ; б) докажите, что проекция вектора суммы на координатную ось равна алгебраической сумме проекций складываемых векторов на ту же ось; в) вычислите модуль вектора \vec{c} ; г) вычислите угол, образованный вектором \vec{c} и осью Ox .

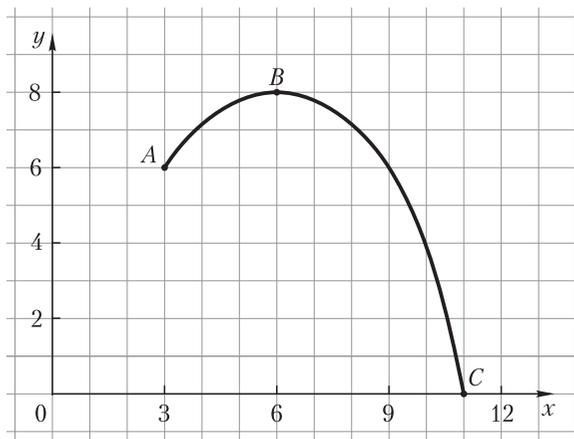


Рис. 15

17. Вектор $\vec{\Delta r}$, модуль которого $\Delta r = 5,0$, направлен под углом $\alpha = 30^\circ$ к оси Ox . Определите проекции этого вектора на координатные оси Ox и Oy .

18.* Определите модуль и направление относительно оси Ox вектора \vec{a} , проведенного из точки A с координатами $x_1 = 2$, $y_1 = 6$ в точку B с координатами $x_2 = 5$, $y_2 = 10$.

19.* Из точки A , координаты которой $x_1 = 1,0$ м и $y_1 = 5,0$ м, тело по прямой линии переместилось в точку B , пройдя путь $s = 7,0$ м. Определите координаты x_2 и y_2 точки B , если направление движения тела составляло с осью Ox угол $\alpha = 30^\circ$.

20.* Постройте в координатной плоскости xOy вектор \vec{a} и определите его модуль, если $a_x = -6,0$, $a_y = 8,0$. Начало вектора совпадает с началом координат.

КИНЕМАТИКА

2

Материальная точка. Относительность движения. Система отсчета

21. Один спортсмен бежит дистанцию $s = 500$ м, а другой прыгает в длину с места (без разбега). В каком из этих движений спортсмена можно моделировать материальной точкой? Почему?

22. Может ли конструктор считать космическую ракету материальной точкой: а) рассчитывая время ее движения из одной области Солнечной системы в другую; б) рассчитывая, как сильно может нагреться оболочка ракеты при ее движении в атмосфере Земли; в) изучая вероятность попадания в ракету одного из небольших метеорных тел, движущихся в космосе?

23. Укажите, в каких случаях изучаемое тело можно моделировать материальной точкой: а) при определении расстояния от Земли до Марса; б) при вычислении длины экватора Земли; в) при определении скорости движения спутника Юпитера вокруг планеты; г) при определении скорости вращения экваториальных точек Венеры; д) при вычислении давления вездехода на грунт; е) при определении объема металлического болта с помощью мензурки.

24. Может ли человек, находясь на движущемся эскалаторе метро, быть в покое относительно земли?

25. Вертолет равномерно поднимается вертикально вверх. Какую форму представляет траектория движения точек на конце лопасти винта для наблюдателя, находящегося: а) в кабине вертолета; б) на поверхности Земли?

26. Гайку свинчивают с неподвижного болта. Какую траекторию относительно болта описывает точка на поверхности гайки?

27. Поезд едет на восток. В каком направлении летит вертолет, если находящемуся в нем летчику, наблюдающему за движением поезда, кажется, что: а) поезд покоится; б) поезд движется на запад? Сравните скорость поезда и вертолета в обоих случаях.

28. Укажите тела отсчета, относительно которых мальчик находится в движении, если он: а) поднимается в лифте; б) едет в электропоезде метро; в) стоит возле картины в музее; г) сидит в кабине вращающегося колеса обозрения.

29. Жук ползет от центра вращающегося диска к его краю со скоростью, модуль которой не изменяется. Изобразите траектории движения жука относительно центра диска и относительно земли.

30. Какова траектория движения точки обода колеса мотоцикла, движущегося прямолинейно, относительно: а) поверхности Земли; б) корпуса мотоцикла; в) оси вращающегося колеса?

31. Автомобиль на ходу загружается зерном из бункера комбайна. Сравните скорости движения автомобиля и комбайна относительно поверхности Земли и друг относительно друга.

32. Пассажир идет по палубе плывущего корабля от кормы к носу. В какой системе отсчета — связанной с Землей или с кораблем — скорость пассажира наименьшая?

33. Из зависшего над поверхностью Земли вертолета одновременно начинают падать два одинаковых груза. В какой системе отсчета (относительно какого тела) первый груз будет покоиться? В какой системе отсчета траектория второго груза будет: а) прямой линией; б) точкой?

34. Летчику необходимо сбросить груз для геологов, находящихся в долине, где постоянно дуют ветры. Сколько осей должна иметь система координат, входящая в систему отсчета, в которой летчик рассматривает движение груза?

35. Сколько координат необходимо задать, чтобы определить начальное и конечное положения тела в пространстве? На плоскости? На прямой?

Путь и перемещение

36. Какую форму должна иметь траектория движения тела (материальной точки), чтобы пройденный им путь был равен модулю перемещения?

37. В будний день троллейбус делает на 4 рейса больше, чем в выходной. В какой из этих дней троллейбус проходит за день больший путь? Сравните модули перемещения троллейбуса в будний и выходной день.

38. Что определяет пассажир автобуса по числам на километровых столбах, установленных вдоль шоссе, — модуль перемещения автобуса или пройденный им путь?

39. Жонглер бросает кольца вертикально вверх на высоту $h = 2$ м и ловит их при возвращении обратно. Чему равны путь и модуль перемещения, совершаемые одним кольцом при одном броске?

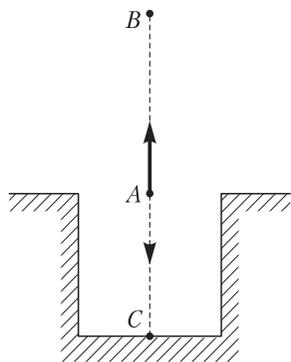


Рис. 16

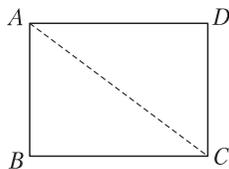


Рис. 17

40. Мальчик бросил вертикально вверх камешек с уровня колодца (точка A на рис. 16). Камешек поднялся вверх (точка B), а затем упал на дно колодца (точка C). Определите путь и модуль перемещения камешка, если расстояние $AB = 3$ м, $BC = 5$ м.

41. Две мухи проползли по потолку прямоугольной формы из угла A (рис. 17) в угол C : одна — по диагонали AC , другая — вдоль стен AB и BC . Какие пути и модули перемещения совершила каждая из мух, если ширина потолка $AB = 3$ м, а длина $BC = 4$ м?

42. Из окна третьего этажа мальчик бросает своему другу мяч для большого тенниса. Мяч падает на расстоянии $l = 12$ м от стены дома. Высота одного этажа $h = 3,6$ м. Чему равен модуль перемещения мяча относительно поверхности Земли? Равны ли путь и модуль переме-

щения мяча? Точку бросания мяча считайте находящейся на высоте, равной $2,5h$ от поверхности Земли.

43. Пешеход прошел по проспекту путь $s_1 = 300$ м, затем повернул направо и еще прошел по улице путь $s_2 = 400$ м. Определите путь и модуль перемещения пешехода, считая движение по проспекту и улице прямолинейным.

44. Шар, наполненный гелием, поднялся на высоту $h = 600$ м. Затем он был отнесен ветром в горизонтальном направлении. На какое расстояние был отнесен ветром шар, если модуль его перемещения $\Delta r = 1,00$ км?

45. Утром со школьного двора ребята отправились в туристический поход. Вечером они сообщили, что прошли путь $s = 17$ км. Можно ли по этим данным определить конечную точку маршрута? Какие еще данные необходимы для этого?

46. Штурман, определяя утром положение рыболовецкого судна, обнаружил, что судно находится в точке, расположенной на удалении $l = 15$ км к северу от пункта, в котором находилось судно накануне вечером. Путь или модуль перемещения судна определил штурман?

47. Из пунктов A и B (рис. 18) гоночной трассы одновременно выезжают и движутся с одинаковой скоростью два мотоциклиста (1, 2), которые разворачиваются в пункте C . Чему равен модуль перемещения второго мотоциклиста к моменту, когда первый окажется в пункте C , если $AB = BC$?

48. В каком соотношении находятся пути и модули перемещения трех тел (рис. 19), если первое тело движется по дуге CD , второе — по ломаной CED , третье — по прямой CD ?

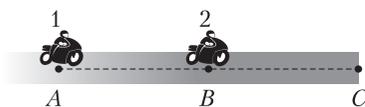


Рис. 18

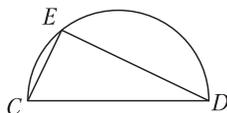


Рис. 19

49. На рисунке 20 показана траектория $ABCD$ движения футболиста по полю. Определите координаты футболиста в начале и в конце движения, пройденный путь и модуль перемещения.

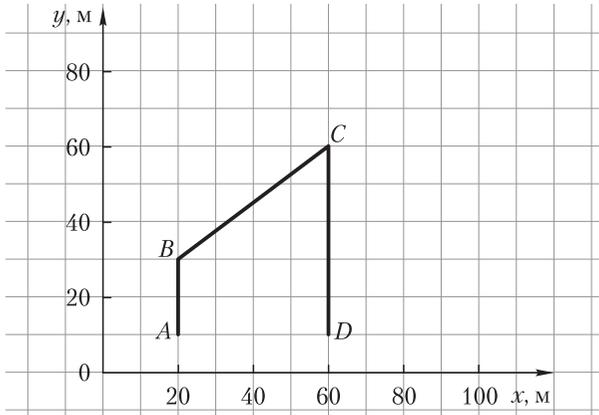


Рис. 20

50. Тело переместилось из точки A с координатами $x_1 = -2$ м, $y_1 = 3$ м в точку с координатами $x_2 = 2$ м, $y_2 = 6$ м. Определите модуль перемещения тела.

51. Тело движется по плоскости из точки с координатами $x_1 = -5$ м, $y_1 = 10$ м. Проекция вектора перемещения тела $\Delta r_x = 15$ м, $\Delta r_y = -20$ м. Найдите модуль вектора перемещения и координаты тела в конце движения.

52. Мотоциклист участвует в гонках по шоссейному кольцу радиусом $R = 5,0$ км. Пройдя два с четвертью круга, мотоциклисту пришлось совершить вынужденную остановку. Определите путь и модуль перемещения мотоциклиста к моменту остановки.

53.* Куб со стороной $a = 10,0$ см, лежащий на столе (рис. 21), повернули вокруг ребра DD' на угол $\alpha = 90^\circ$. Определите пути, пройденные при этом точками A, B, C, D , и модули перемещения этих точек.

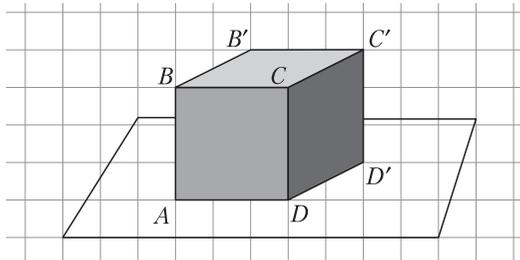


Рис. 21

Равномерное движение

54. При движении тело за любые равные промежутки времени совершает перемещения, модули которых равны. Можно ли утверждать, что такое движение является равномерным? Почему?

55. В одной точке прямолинейной траектории модуль скорости движения тела был $v_1 = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а в другой — $v_2 = 36 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Было ли движение тела равномерным?

56. Движущееся тело в одной из точек траектории имело модуль скорости $v_1 = 18 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а во всех других — $v_2 = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Можно ли утверждать, что движение тела было равномерным?

57. Тело начало движение из точки A , координата которой $x_0 = 6$ м. Запишите кинематический закон равномерного движения тела, если за каждую секунду оно проходит путь $s = 3$ м, двигаясь в направлении, противоположном направлению оси Ox .

58. Птица летит с постоянной скоростью, модуль которой $v = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. За какой промежуток времени она преодолет путь $s = 200$ м?

59. Водитель легкового автомобиля, движущегося равномерно и прямолинейно со скоростью, модуль которой $v = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, отвлекся на время $\Delta t = 2,0$ с от дороги (смотрел в сторону). Какой путь за это время проехал автомобиль? Почему опасно отвлекать водителя во время движения?

60. Электропоезд длиной $l_1 = 150$ м, движущийся равномерно со скоростью, модуль которой $v = 45 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, въезжает в тоннель длиной $l_2 = 300$ м. Через какой промежуток времени электропоезд полностью выйдет из тоннеля?

61. Один из автомобилей, двигаясь со скоростью, модуль которой $v_1 = 18 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, в течение промежутка времени $\Delta t_1 = 10$ с совершил та-

кое же перемещение, как и другой за промежуток времени $\Delta t_2 = 15$ с. Определите модуль скорости движения другого автомобиля, если оба двигались равномерно.

62. Какой объем нефти пройдет по трубопроводу, площадь сечения в котором $S = 0,030$ м², за промежуток времени $\Delta t = 8,0$ мин? Модуль скорости равномерного течения нефти $v = 0,50$ $\frac{\text{М}}{\text{с}}$.

63. Пешеход переходил дорогу со скоростью, модуль которой постоянен и равен $v = 4,2$ $\frac{\text{КМ}}{\text{Ч}}$, по прямой, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с направлением дороги, в течение промежутка времени $\Delta t = 1,0$ мин. Определите ширину дороги.

64. Два велосипедиста движутся равномерно по взаимно перпендикулярным прямым дорогам. В некоторый момент времени первый велосипедист, модуль скорости движения которого $v_1 = 7,20$ $\frac{\text{КМ}}{\text{Ч}}$, находился на расстоянии $s_1 = 300$ м от перекрестка. На каком расстоянии от перекрестка находился второй велосипедист, если, двигаясь со скоростью, модуль которой $v_2 = 12,6$ $\frac{\text{КМ}}{\text{Ч}}$, он достигает перекрестка через промежуток времени $\Delta t = 10,0$ с после первого?

65. Два автомобиля, двигаясь равномерно и прямолинейно по двум пересекающимся под прямым углом дорогам, одновременно проезжают перекресток. Через промежуток времени $\Delta t = 20$ с после проезда перекрестка расстояние между автомобилями стало $l = 500$ м. Определите модуль скорости движения второго автомобиля, если модуль скорости движения первого автомобиля $v_1 = 15$ $\frac{\text{М}}{\text{с}}$.

66. Два бегуна двигались по пересекающимся под углом $\alpha = 60^\circ$ прямым дорожкам со скоростями, модули которых равны. Через промежуток времени $\Delta t = 30$ с после их встречи в месте пересечения дорожек расстояние между бегунами стало $l = 90$ м. Определите модуль скорости движения бегунов.

67. Два автомобиля равномерно и прямолинейно движутся к перекрестку по взаимно перпендикулярным улицам со скоростями, модули которых $v_1 = 12$ $\frac{\text{М}}{\text{с}}$ и $v_2 = 14$ $\frac{\text{М}}{\text{с}}$. В начальный момент времени

первый автомобиль находился от перекрестка на расстоянии $l_1 = 255$ м, а второй — на расстоянии $l_2 = 170$ м. Через какой промежуток времени расстояние между автомобилями будет таким же, как и в начальный момент времени?

68. Из Жодино в Минск выехал легковой автомобиль и одновременно навстречу ему из Минска выехал грузовой автомобиль. В 12 ч 00 мин машины проехали мимо друг друга. В 12 ч 32 мин легковой автомобиль прибыл в Минск, а еще через $\Delta t = 18$ мин грузовой автомобиль прибыл в Жодино. Определите модуль скорости движения грузового автомобиля, если модуль скорости движения легкового автомобиля $v_1 = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Движение автомобилей считать равномерным.

69. Мальчик равномерно бежит перпендикулярно к стене многоэтажного дома со скоростью, модуль которой v . Оказавшись на расстоянии l_1 от стены, мальчик издает короткий, но громкий свист, продолжая бежать с прежней скоростью. На каком расстоянии от стены дома окажется мальчик в тот момент, когда он услышит эхо? Модуль скорости звука равен v_0 .

70. Дельфин афалина развивает скорость, модуль которой $v_1 = 55 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, кит полосатик — $v_2 = 40 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. На каком расстоянии находился кит от дельфина, если, плывя равномерно в одном направлении, дельфин догнал кита через промежуток времени $\Delta t = 20$ мин?

71. От пристани I к пристани II вышла моторная лодка со скоростью, модуль которой постоянен и равен $v_1 = 12 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Через промежуток времени $\Delta t_1 = 1,5$ ч после выхода лодки в том же направлении отправился теплоход со скоростью, модуль которой $v_2 = 24 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите расстояние между пристанями, если теплоход пришел к пристани II на промежуток времени $\Delta t_2 = 1,0$ ч раньше лодки.

72.* Вычислите пропускную способность автострады, т. е. число машин, пересекающих данную линию в течение часа, если модуль средней скорости движения машин $\langle v \rangle = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а автострада имеет

три полосы одностороннего движения. Длина машины в среднем $l = 5,0$ м, расстояние между ними должно быть не менее $s = 50$ м.

73. Равномерное прямолинейное движение туриста относительно турбазы задано уравнением $x = A + Bt$, где $A = 200$ м, $B = 2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите начальную координату туриста и проекцию скорости его движения вдоль оси Ox .

74. Исходя из условия предыдущей задачи, запишите уравнение, описывающее движение туриста, если его скорость направлена против оси Ox .

75. Прямолинейное движение вдоль оси Ox лодки задано уравнением $x = A + Bt$, где $A = 100$ м, $B = 7,20 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Чему равна проекция скорости движения лодки? Найдите координату лодки в момент времени $t = 10,0$ с. Постройте графики зависимости проекции скорости движения и координаты лодки от времени.

76. Кинематические законы прямолинейного движения вдоль оси Ox двух тел имеют вид: $x_1 = A + Bt$, $x_2 = C + Dt$, где $A = 3,0$ м, $B = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, $C = 9,0$ м, $D = 1,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Найдите координату точки, в которой первое тело догонит второе. Задачу решите графически. Постройте графики их путей. Сравните углы наклона графиков к оси абсцисс.

77. Два мотоциклиста равномерно движутся в одном направлении. Модуль скорости движения первого мотоциклиста меньше модуля скорости второго в $k = 1,5$ раза. Постройте графики их путей и модулей скорости.

78. Кинематические законы прямолинейного движения вдоль оси Ox двух тел имеют вид: $x_1 = A + Bt$, $x_2 = C + Dt$, где $A = 8,0$ м, $B = 1,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, $C = 16,0$ м, $D = -4,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Найдите координату места встречи и промежуток времени, через который тела встретятся. Постройте графики движения тел.

79. Считая модуль скорости роста бамбука постоянным и равным $v = 0,50 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$, запишите формулу зависимости высоты бамбука от времени наблюдения, если его начальная высота $h_0 = 1,5$ м. За ка-

кой промежуток времени высота этого бамбука увеличится в $n = 4$ раза?

80. Начальная координата лыжника $x_0 = 200$ м, проекция скорости его движения на ось Ox постоянна и равна $v_x = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Запишите кинематический закон движения лыжника и постройте график зависимости координаты лыжника от времени. Найдите по формуле и по графику координату лыжника в момент времени $t = 5,0$ с от начала движения.

81. На рисунке 22 представлена зависимость координаты тела от времени движения вдоль оси Ox . Определите путь, пройденный телом за промежуток времени: а) $\Delta t_1 = 1$ с; б) $\Delta t_2 = 2$ с; в) $\Delta t_3 = 3$ с от начала его движения.

82. На рисунке 23 представлены графики движения вдоль оси Ox двух тракторов. Чем отличаются их движения? Как относятся модули их скорости? Какой путь пройдет каждый из них за промежуток времени $\Delta t = 6,0$ с?

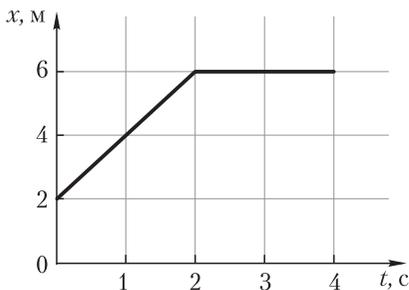


Рис. 22

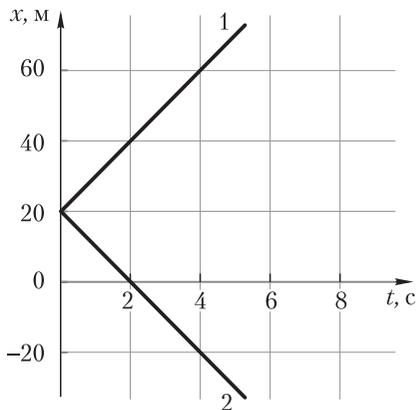


Рис. 23

83. На рисунке 24 представлены графики движения вдоль оси Ox двух тел. Сравните углы наклона графиков к оси абсцисс и сделайте вывод: какое из тел двигалось быстрее. Поясните, что обозначают точки A и B , отмеченные на рисунке. Постройте графики проекции скорости движения тел.

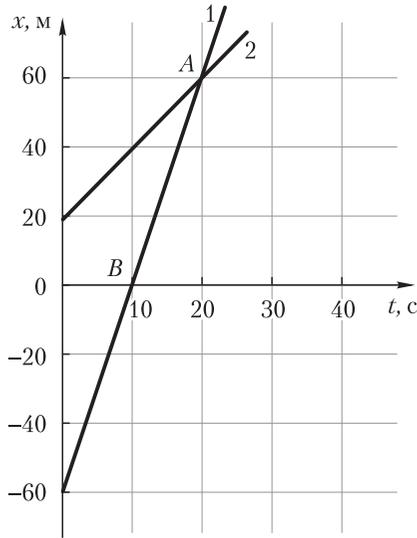


Рис. 24

84. На рисунке 25 представлены графики движения вдоль оси Ox велосипедиста (1) и пешехода (2). Определите проекции на ось Ox скорости их движения. Запишите кинематический закон движения велосипедиста и пешехода.

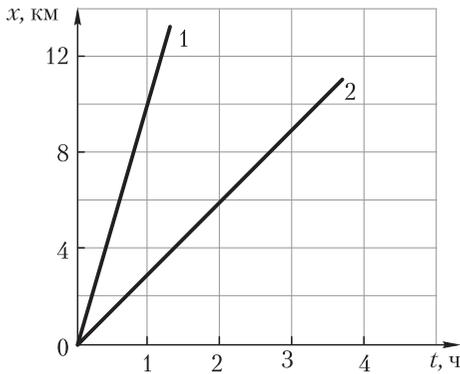


Рис. 25

85. Графики прямолинейного движения вдоль оси Ox трех тел представлены на рисунке 26. Определите модуль скорости движе-

ния каждого тела. Какой характер их движения? Запишите кинематический закон движения каждого тела. Что означают точки A и B пересечения графиков?

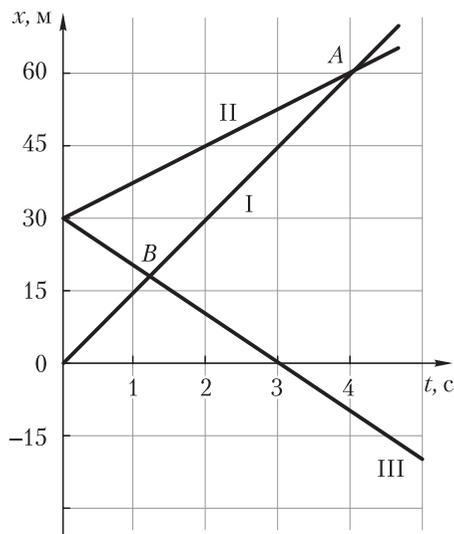


Рис. 26

86. На рисунке 27 представлены графики движения междугородного автобуса, автобуса городского маршрута и трактора. Какому транспортному средству принадлежит каждый из графиков? Постройте графики проекции скорости движения каждого из них.

87. График зависимости координаты от времени движения вдоль оси Ox первого тела изображается прямой, проходящей через точки $(0; 2)$ и $(3; 5)$, а второго — через точки $(0; 6)$ и $(6; 9)$. Запишите кинематические законы их движения, определите отношение модуля скорости движения первого тела к модулю скорости движения второго тела. Постройте графики зависимости модуля перемещения от времени для каждого тела.

88. На рисунке 28 представлена зависимость координаты тела от времени его движения вдоль оси Ox . Определите проекцию скорости движения тела на каждом участке и промежуток времени, в течение которого тело находилось в движении. Постройте графики зависимости проекции скорости движения тела и его пути от времени.

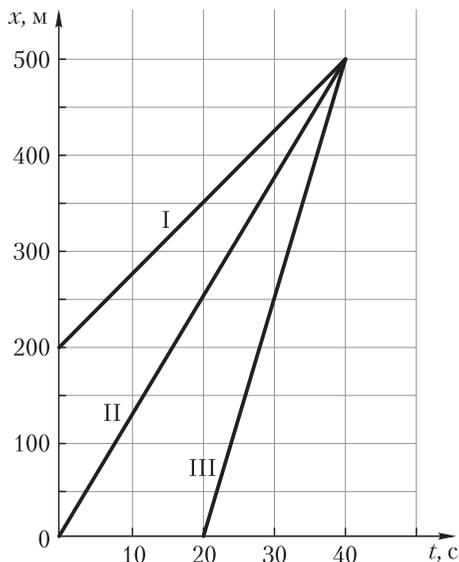


Рис. 27

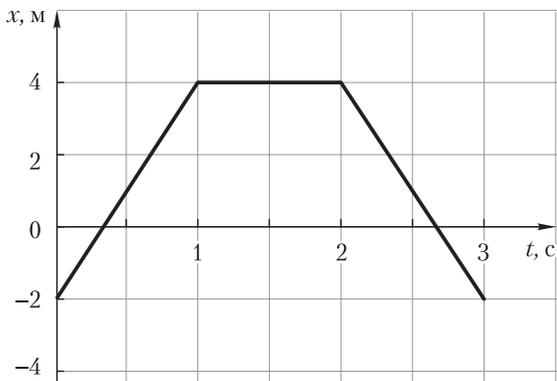


Рис. 28

89. Дан график (рис. 29) зависимости одной из физических характеристик равномерного движения тела от времени. Может ли этот график быть графиком модуля скорости движения тела? Графиком пути? Графиком движения тела? Почему?

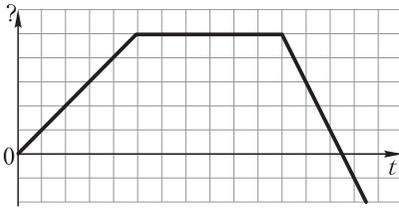


Рис. 29

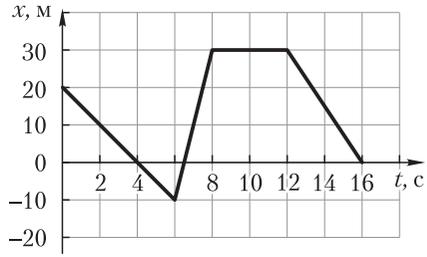


Рис. 30

90. На рисунке 30 представлена зависимость координаты тела от времени его движения вдоль оси Ox . Определите проекцию скорости движения тела на каждом участке и проекцию перемещения тела за время движения. Постройте график проекции скорости движения тела.

91. На рисунке 31 представлена зависимость координаты тела от времени его движения вдоль оси Ox . Какой участок графика соответствует наибольшему модулю скорости движения тела? Постройте графики модуля скорости, проекции перемещения и пути.

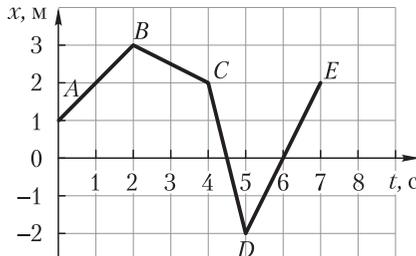


Рис. 31

92. Координата движущегося тела зависит от времени так, как показано на рисунке 32. Постройте график зависимости проекции скорости движения тела от времени.

93. На рисунке 33 даны графики проекции скорости движения двух тел вдоль оси Ox от времени. Определите проекцию перемещения каждого тела за промежуток времени $\Delta t = 8$ с. Запишите уравнение движения каждого тела, если их начальные координаты: $x_{01} = -2$ м, $x_{02} = 4$ м. Постройте графики движения этих тел.

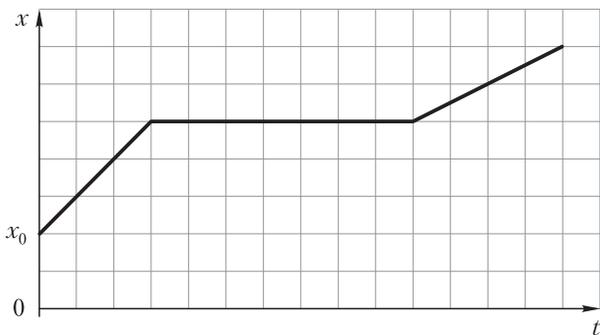


Рис. 32

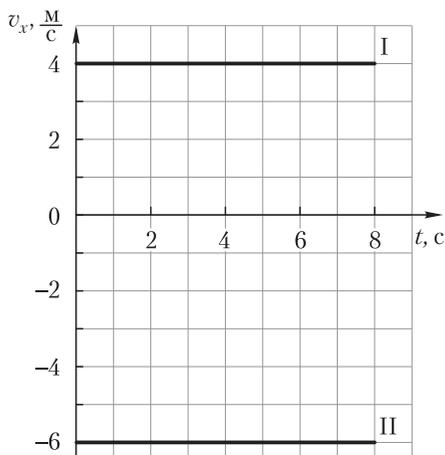


Рис. 33

94. График зависимости проекции скорости движения тела вдоль оси Ox от времени представлен на рисунке 34. Постройте графики проекции перемещения тела и его пути. Определите проекцию перемещения тела за первые 4 с и 10 с движения.

95. График зависимости проекции скорости движения тела вдоль оси Ox от времени представлен на рисунке 35. Опишите движение тела за весь промежуток времени. Исходя из графика проекции скорости постройте график проекции перемещения и координаты, приняв $x_0 > 0$.

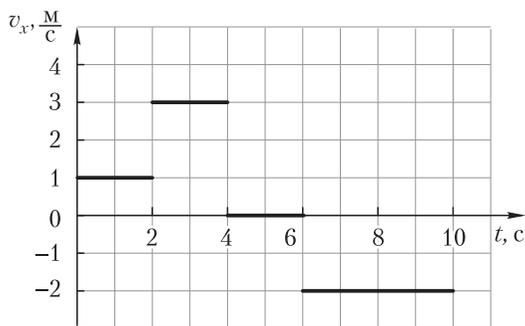


Рис. 34

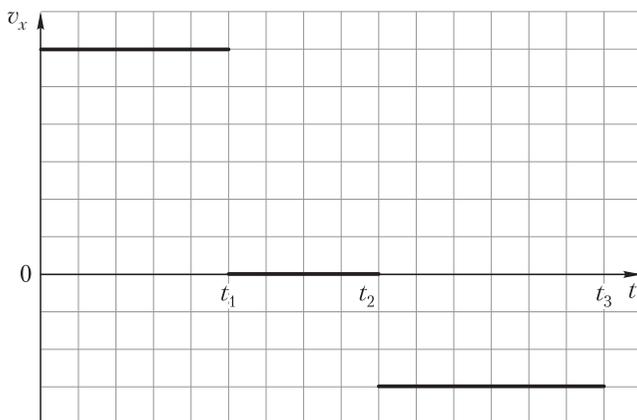


Рис. 35

96.* Движение материальной точки задано уравнениями $x = A + Bt$ и $y = C + Dt$, где $A = 2$ м, $B = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $C = 1$ м, $D = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите координаты точки в начальный момент времени, модуль скорости ее движения и направление вектора скорости к оси Ox . Запишите уравнение траектории движения точки.

97. В начальный момент времени расстояние между пешеходами, равномерно движущимися в одном направлении, было $s = 600$ м. Модули скоростей движения пешеходов $v_1 = 3,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$

и $v_2 = 5,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Постройте графики движения пешеходов. Определите

по графикам промежутков времени, через который один пешеход догонит другого, и координату точки, в которой это произойдет.

98. От остановок A и B , расстояние между которыми $l = 2,50$ км, одновременно навстречу друг другу равномерно движутся два автобуса: первый со скоростью, модуль которой $v_A = 27,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, второй —

$v_B = 18,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите, через какой промежуток времени они

встретятся и расстояние от остановки A до места их встречи. Задачу решите графически.

99. Два пешехода равномерно движутся навстречу друг другу со скоростями, модули которых $v_1 = 5,4 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и $v_2 = 3,6 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Первый пеше-

ход проходит перекресток A на промежуток времени $\Delta t = 1,5$ мин раньше, чем второй проходит перекресток B . Расстояние между перекрестками $s = 300$ м. Определите, через какой промежуток времени встретятся пешеходы.

100.* Звук от сверхзвукового самолета, летящего горизонтально, турист, стоящий на вершине отвесной горы, услышал на промежуток времени Δt раньше, чем турист, находящийся на одной с ним вертикали у подножия горы. Определите высоту горы, если модули скорости движения самолета и звука постоянны и равны соответственно v_1 и v_2 .

101.* Спортсмен пробегает три круга по стадиону. На каждом последующем круге модуль скорости его движения на 10 % больше, чем на предыдущем. Сколько времени уйдет на пробег трех кругов, если на третий круг спортсмен затратил время $t_3 = 5,0$ мин?

102.* Двое учащихся, находясь в диаметрально противоположных точках беговой дорожки, начали одновременно движение в одном направлении. Первый, пробежав $N = 4$ полных круга, догнал второго. Найдите отношение модулей скоростей движения учащихся, считая модули постоянными.

Неравномерное движение. Мгновенная и средняя скорости

103. О какой скорости — средней или мгновенной — идет речь в следующих примерах: а) спидометр автомобиля показывает модуль скорости $v = 75 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; б) лесной пожар распространяется со скоростью, модуль которой $v = 25 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; в) ракета достигла скорости, модуль которой $v = 7 \frac{\text{км}}{\text{с}}$; г) модуль скорости движения молотка при ударе $v = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; д) поезд прошел весь путь между городами со скоростью, модуль которой $v = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$?

104. Может ли средняя скорость перемещения материальной точки за какой-то промежуток времени отличаться от нуля, в то время как за более длительный промежуток она равна нулю? Приведите примеры.

105. Может ли средняя скорость перемещения материальной точки быть равной нулю за данный промежуток времени, если за более длительный промежуток она не была равна нулю? Аргументируйте ответ.

106. Автомобиль каждый час проходил путь $s = 60$ км. Можно ли утверждать, что его движение было равномерным?

107. Отличаются ли средняя и мгновенная скорости тела, если оно движется равномерно? Почему?

108. Может ли быть переменным модуль скорости перемещения тела, если скорость пути постоянна? Приведите примеры.

109. Может ли быть переменной скорость пути, если модуль скорости перемещения тела постоянен? Аргументируйте ответ.

110. Предложите пассажиру, сидящему в вагоне поезда, различные возможные способы определения модуля средней скорости движения поезда.

111. Человек прошел первую часть пути $s_1 = 3,2$ км за промежуток времени $\Delta t_1 = 28$ мин, а вторую часть $s_2 = 1,6$ км — за промежуток времени $\Delta t_2 = 20$ мин. Определите среднюю скорость пути за весь промежуток времени движения человека.

112. Первую часть дистанции конькобежец пробежал за время $\Delta t_1 = 20$ с со скоростью, модуль которой $v_1 = 7,6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, а вторую — за время $\Delta t_2 = 36$ с со скоростью, модуль которой $v_2 = 9,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите среднюю скорость движения конькобежца на всей дистанции.

113. Самолет пролетает путь $s_1 = 500$ км с постоянной скоростью $v_1 = 1000 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$, а затем попадает в зону действия встречного ветра и пролетает путь $s_2 = 1200$ км с постоянной скоростью $v_2 = 800 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$. Определите среднюю скорость пути за весь перелет.

114. Мотоциклист проехал путь $s_1 = 20$ км за промежуток времени $\Delta t_1 = 30$ мин, а далее ехал со скоростью $v_2 = 60 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$ в течение промежутка времени $\Delta t_2 = 1,5$ ч. Найдите среднюю скорость движения мотоциклиста на всем пути.

115. Велосипедист проехал путь $s_1 = 10$ км со скоростью $v_1 = 20 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$, после чего путь $s_2 = 50$ км проехал за промежуток времени $\Delta t_2 = 2,0$ ч. Найдите среднюю скорость движения велосипедиста на всем пути.

116. Спортсмен пробегает $N = 10$ полных кругов по беговой дорожке длиной $l = 0,33$ км за промежуток времени $\Delta t = 11$ мин. Определите модуль средней скорости перемещения спортсмена и среднюю скорость пути на всей дистанции.

117. Путь между начальной и конечной станциями маршрута автобуса $s = 210$ км. Определите время, которое тратит автобус на остановки на промежуточных станциях, если средняя скорость его движения без учета остановок $\langle v_1 \rangle = 50 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$, а средняя скорость пути с учетом остановок — $\langle v_2 \rangle = 42 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$.

118. На рисунке 36 представлен график движения велосипедиста вдоль оси Ox . Определите модуль средней скорости перемещения велосипедиста в течение: а) первой секунды; б) пятой секунды; в) всего времени движения.

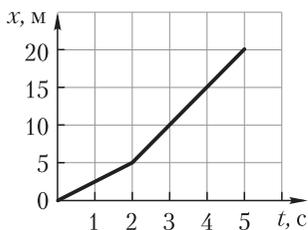


Рис. 36

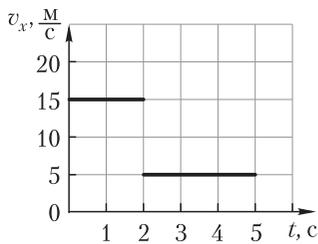


Рис. 37

120. На рисунке 38 показан график зависимости от времени проекции скорости движущегося вдоль оси Ox тела. Определите среднюю скорость пути и модуль средней скорости перемещения тела за промежуток времени $\Delta t = 5$ с.

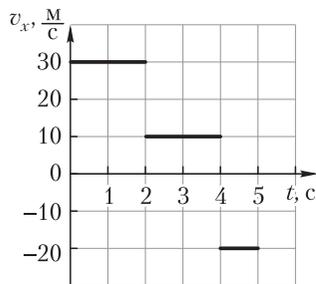


Рис. 38

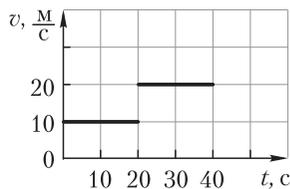


Рис. 39

122. Междугородный автобус, проехав путь $s_1 = 140$ км со средней скоростью $\langle v_1 \rangle = 60 \frac{км}{ч}$, остановился на автовокзале на время

$\Delta t = 20$ мин. Оставшуюся часть пути $s_2 = 96$ км он проехал со средней скоростью $\langle v_2 \rangle = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите среднюю скорость движения автобуса на всем пути.

123. Автомобиль, двигаясь прямолинейно, первую половину времени ехал с постоянной скоростью, модуль которой $v_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а вторую — с постоянной скоростью, модуль которой $v_2 = 40 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите модуль средней скорости перемещения автомобиля за все время движения.

124. Путь $s_1 = 5,4$ км от дачи до станции дачник прошел со скоростью $v_1 = 6,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Далее он ехал на электричке, средняя скорость которой $\langle v_2 \rangle = 50 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите путь, который проехал дачник на электричке, если средняя скорость на всем пути движения дачника $\langle v \rangle = 32 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

125. Турист часть пути ехал на велосипеде со скоростью $v_1 = 20 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, затратив на это время $\Delta t_1 = 30$ мин. Затем некоторое время он ехал на автомобиле со скоростью $v_2 = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите промежуток времени, в течение которого турист ехал на автомобиле, если средняя скорость на всем пути $\langle v \rangle = 56 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

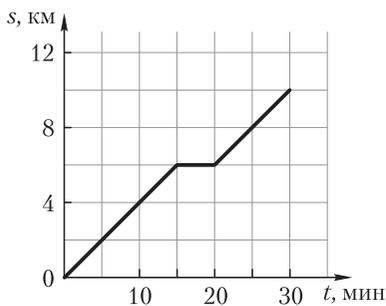


Рис. 40

126. Автобус должен пройти маршрут за время $\Delta t_0 = 40$ мин. На рисунке 40 представлен график зависимости пути от времени движения автобуса в течение промежутка времени $\Delta t_1 = 30$ мин. Определите скорость, с которой должен двигаться автобус в течение последнего промежутка времени $\Delta t_2 = 10$ мин, чтобы средняя скорость пути на всем маршруте была $\langle v \rangle = 25 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

127. Пешеход первую часть пути прошел со скоростью $v_1 = 3,6 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а вторую — со скоростью $v_2 = 5,1 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите среднюю скорость движения пешехода на всем пути, если на первую часть пути он затратил в 2 раза больше времени, чем на вторую.

128. Средняя скорость пути лыжника на первой половине дистанции была в $k = 3$ раза больше, чем на второй. Какова средняя скорость движения лыжника на первой половине дистанции, если средняя скорость его движения на всей дистанции составила $\langle v \rangle = 6 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$?

129. На первой половине маршрута автобус двигался со скоростью, в $k = 4$ раза большей, чем на второй. Средняя скорость движения автобуса на всем маршруте $\langle v \rangle = 32 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите скорость движения автобуса на каждой половине маршрута.

130. Идя из дома в школу, ученик первую половину пути шел с постоянной скоростью v , а вторую половину — со скоростью $2v$. Определите модуль скорости перемещения, с которой ученик шел из дома в школу. Движение ученика считать прямолинейным.

131. Теплоход плывет равномерно по реке от пристани A до пристани B со скоростью, модуль которой $v_1 = 10 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ относительно берега, а обратно — со скоростью, модуль которой относительно берега $v_2 = 15 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Найдите среднюю скорость пути теплохода.

132. Путешественник преодолел путь $s = 24$ км за промежуток времени $\Delta t = 10$ ч. Первую половину пути он ехал на автомобиле, а вторую — на велосипеде. Определите скорость движения путешественника на велосипеде, если скорость движения на автомобиле в $k = 4$ раза больше скорости движения на велосипеде.

133. Вездеход проехал половину пути с постоянной скоростью, модуль которой $v_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Затем половину оставшегося времени движения он ехал с постоянной скоростью, модуль которой $v_2 = 8,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$,

а на последнем участке пути — с постоянной скоростью, модуль которой $v_3 = 12 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите среднюю скорость пути вездехода.

134. Собака, убегая от своего хозяина, пробежала путь $s_1 = 200 \text{ м}$ за промежуток времени $\Delta t = 25 \text{ с}$, а затем за одну треть такого же промежутка времени пробежала половину пути обратно. Определите среднюю скорость пути и модуль средней скорости перемещения собаки в течение всего времени ее движения. Траекторию движения собаки от хозяина и обратно считать прямолинейной.

135. Африканский страус развил максимальную скорость $v_1 = 80 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$, и с этой скоростью он пробежал $\frac{3}{4}$ пути, а последнюю четверть пути страус бежал со скоростью $v_2 = 40 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$. Определите среднюю скорость движения страуса на всем пути.

136.* Какая из лодок проплывет свой маршрут быстрее: та, которая одну половину всего промежутка времени движется со скоростью \vec{v}_1 , а другую половину промежутка времени движется со скоростью \vec{v}_2 , или та, которая первую половину пути движется со скоростью \vec{v}_1 , а вторую половину пути — со скоростью \vec{v}_2 ?

137.* При квалификационных заездах перед соревнованиями автогонщик должен за $N = 4$ круга показать среднюю скорость пути $\langle v \rangle = 200 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$. Из-за сбоев в работе двигателя средняя скорость на первых двух кругах оказалась $\langle v_1 \rangle = 180 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$. Определите среднюю скорость пути, которую должен развить автогонщик на последних двух кругах, чтобы выполнить норматив.

138.* Первую треть пути черепаха проползла равномерно за время $\Delta t_1 = 1 \text{ ч}$, вторую треть — тоже равномерно, но за время $\Delta t_2 = 2 \text{ ч}$, третью — равномерно за время $\Delta t_3 = 3 \text{ ч}$. Во сколько раз средняя скорость на первой половине пути больше, чем на второй?

139. Автомобиль в течение промежутка времени $\Delta t_1 = 2,0 \text{ мин}$ совершил перемещение, модуль которого $\Delta r_1 = 3,0 \text{ км}$. Затем, повернув под прямым углом, он совершил перемещение, модуль которого

$\Delta r_2 = 4,0$ км. Во сколько раз отличается средняя скорость пути от модуля средней скорости перемещения автомобиля за все время движения? Модуль скорости движения автомобиля на всем пути считать неизменным.

140. Велосипедист проехал равномерно путь $s_1 = 3$ км со скоростью $v_1 = 12 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, затем повернул и проехал некоторый путь в перпендикулярном направлении со скоростью $v_2 = 16 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Чему равен модуль перемещения велосипедиста, если средняя скорость пути за все время движения $\langle v \rangle = 14 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$?

141.* Первую половину промежутка времени тело двигалось с постоянной скоростью, модуль которой $v_1 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, под углом $\alpha = 60^\circ$ к заданному направлению, а вторую половину этого промежутка — под углом $\beta = 150^\circ$ к тому же направлению с постоянной скоростью, модуль которой $v_2 = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Найдите модуль средней скорости перемещения в течение всего промежутка времени.

142.* Первую треть пути лесник прошел равномерно со скоростью, модуль которой $v_1 = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, остальную часть пути — со скоростью, модуль которой $v_2 = 1,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Найдите среднюю скорость движения лесника на первой и второй половинах пути. Определите среднюю скорость пути за первую половину всего времени его движения.

143.* Первую половину пути автомобиль проехал со скоростью, модуль которой $v_1 = 40 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, потом в течение промежутка времени $\Delta t = 1,0$ ч он простоял на станции техобслуживания. Оставшуюся часть пути автомобиль проехал со скоростью, модуль которой $v_2 = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Найдите время, которое затратил автомобиль на весь путь, если средняя скорость пути на всем маршруте автомобиля оказалась $\langle v \rangle = 40 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

Сложение скоростей

144. Поезд движется со скоростью, модуль которой $v_1 = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ относительно поверхности Земли. Определите скорость, с которой должен идти пассажир по вагону поезда, чтобы оставаться относительно поверхности Земли неподвижным.

145. Два автомобиля движутся со скоростями, модули которых $v_1 = 56 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и $v_2 = 42 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите модуль скорости второго автомобиля относительно первого, если автомобили движутся: а) в одном направлении; б) навстречу друг другу; в) во взаимно перпендикулярных направлениях.

146. Два мотоциклиста движутся по прямолинейной автотрассе в одном направлении с постоянными скоростями, модули которых $v_1 = 18 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ и $v_2 = 24 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Через какой промежуток времени второй мотоциклист, едущий позади, догонит первого, если первоначальное расстояние между ними $l = 570 \text{ м}$?

147. Вертолет летит на север со скоростью, модуль которой относительно воздуха постоянен и равен $v_0 = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. С севера на юг дует ветер со скоростью, модуль которой $v_1 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите промежуток времени, за который вертолет пролетит путь $s = 7,2 \text{ км}$.

148. Два поезда идут по параллельным путям навстречу друг другу со скоростями, модули которых постоянны и равны $v_1 = 108 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и $v_2 = 126 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Пассажир, находящийся в первом поезде, заметил, что второй поезд проходит мимо него в течение промежутка времени $\Delta t = 6,00 \text{ с}$. Определите длину второго поезда.

149. Два поезда длиной $l_1 = 300 \text{ м}$ и $l_2 = 470 \text{ м}$ движутся по параллельным путям: один — с постоянной скоростью, модуль которой

$v_1 = 72,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, другой — $v_2 = 54,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите промежуток времени, в течение которого один поезд будет проходить мимо другого, если поезда движутся: а) в одном направлении; б) в противоположных направлениях.

150. Две электрички движутся по параллельным путям навстречу друг другу. Модули скорости их движения постоянны и равны $v_1 = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и $v_2 = 28 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. В первой электричке число вагонов $N_1 = 12$, во второй — $N_2 = 10$. Длина каждого вагона $l = 18$ м. За какой промежуток времени одна электричка пройдет мимо другой?

151. Пассажир автобуса, движущегося равномерно со скоростью, модуль которой $v_1 = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, заметил, что встречный автофургон длиной $l = 20$ м проехал мимо него за промежуток времени $\Delta t = 0,50$ с. Определите модуль скорости равномерного движения автофургона: а) относительно пассажира; б) относительно поверхности Земли. За какой промежуток времени автофургон проедет мимо пассажира, если автобус и фургон будут двигаться в одном направлении с прежними скоростями?

152. Автомобиль, двигаясь равномерно со скоростью, модуль которой $v_1 = 45 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, за промежуток времени $\Delta t_1 = 10$ с прошел такой же путь, как и автобус, движущийся в том же направлении с постоянной скоростью, за промежуток времени $\Delta t_2 = 15$ с. Определите модуль скорости движения автомобиля относительно автобуса.

153. Используя графики (рис. 41) зависимости пути от времени движения моторной лодки относительно воды (I) и движения воды в реке (II) относительно берега, определите модули скорости движения лодки вверх и вниз по реке относительно берега.

154. Теплоход совершил два рейса: один — вниз по течению реки, другой — вверх против ее течения. Используя графики (рис. 42) зависимости модуля скорости движения теплохода относительно берега от пути, пройденного теплоходом, найдите модуль скорости теплохода относительно воды.

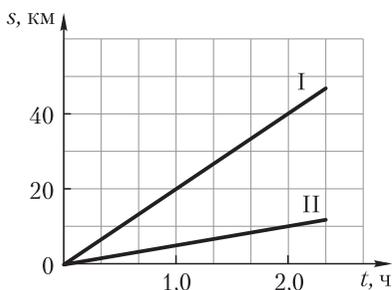


Рис. 41

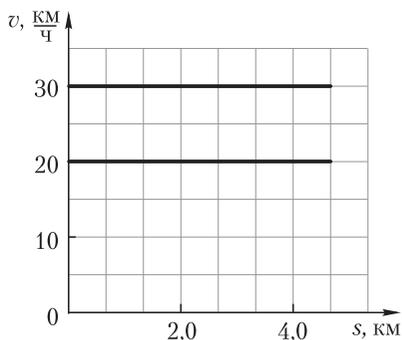


Рис. 42

155. На рисунке 43 представлены графики I и II путей движения яхты по течению реки и против течения. Определите модуль скорости течения воды, если модуль скорости движения яхты относительно воды постоянен.

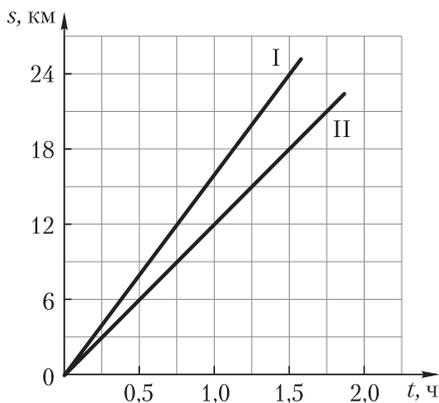


Рис. 43

156. Кинематические законы движения двух материальных точек, движущихся вдоль оси Ox , имеют вид: $x_1 = A_1 + B_1 t$, $x_2 = A_2 + B_2 t$, где $A_1 = -2,5$ км, $B_1 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $A_2 = 1,5$ км, $B_2 = -14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите модуль их относительной скорости.

157. Графики движения двух материальных точек относительно поверхности Земли представлены на рисунке 44. Определите модуль скорости их движения друг относительно друга.

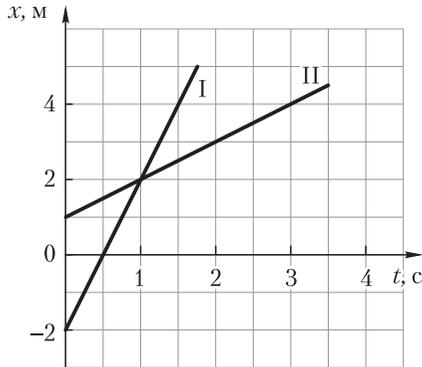


Рис. 44

158. Велосипедист и мотоциклист движутся равномерно в одном направлении. Зависимость модуля скорости движения мотоциклиста относительно велосипедиста от времени представлена на рисунке 45. Постройте график зависимости модуля скорости движения мотоциклиста относительно дороги, если модуль скорости равномерного движения велосипедиста относительно дороги $v_{\text{в}} = 20 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

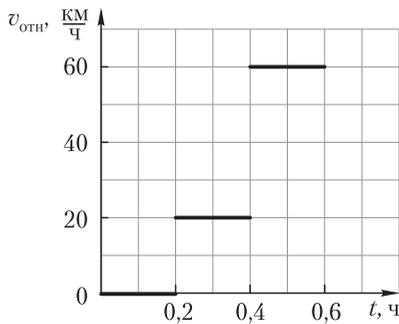


Рис. 45

159. Путь между городом и поселком, расположенным ниже по течению реки, моторная лодка проплыла за время $\Delta t_1 = 1,5$ ч. За какое время лодка проплывет обратный путь, если модуль скорости движения лодки относительно воды в $n = 4$ раза больше модуля скорости течения воды?

160. Катер проплывает путь $s = 4,0$ км от одного моста до другого по течению реки за промежуток времени $\Delta t_1 = 0,5$ ч. За какой промежуток времени катер проплывет этот же путь в обратном направлении, если модуль скорости течения воды $v_1 = 2,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$? Модуль скорости движения катера относительно воды считать постоянным.

161. Из Минска в Молодечно через промежуток времени $\Delta t_1 = 30$ мин друг за другом вышли два электропоезда с одинаковыми скоростями, модули которых постоянны и равны $v_1 = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите модуль скорости движения встречного пассажирского поезда, который встретил электропоезда через промежуток времени $\Delta t_2 = 12$ мин один за другим.

162. Во сколько раз отличаются промежутки времени, которые затратит лодочник, чтобы проплыть один и тот же путь туда и обратно по озеру и по реке, если модуль скорости лодки относительно воды в обоих случаях $v_л = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а модуль скорости течения воды в реке $v_т = 1,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$?

163. Катер совершил рейс до пристани и обратно по озеру, а лодка проплыла такое же расстояние вниз и вверх по реке. Время, затраченное лодкой на поездку туда и обратно, оказалось на $\frac{1}{8}$ больше времени, затраченного на рейс катером. Определите модуль скорости движения катера, если модуль скорости течения воды в реке $v_т = 1,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Скорости катера и лодки относительно воды были одинаковыми.

164. Промежуток времени движения катера от пристани A до пристани B вниз по течению реки равен t_1 , а обратно при той же скорости движения относительно воды — t_2 .

1) Определите отношение модуля скорости движения катера относительно воды к модулю скорости течения воды в реке.

2) За какой промежуток времени проплывет путь $s = AB$ спасательный круг, упавший в реку?

3) За какой промежуток времени проплыл бы путь $s = AB$ катер в покоящейся воде?

165. Человек, идущий вниз по опускающемуся эскалатору метро, спускается за время $t_1 = 60$ с. Если человек будет идти вдвое быстрее, то спустится за время $t_2 = 45$ с. Сколько времени он будет спускаться, стоя на эскалаторе?

166.* Мальчик дважды пробежал по движущемуся эскалатору метро и посчитал ступеньки. В первый раз он насчитал $N_1 = 40$ ступенек, во второй раз, двигаясь в ту же сторону со скоростью втрое большей, он насчитал $N_2 = 60$ ступенек. Сколько ступенек он насчитает на неподвижном эскалаторе?

167.* Турист плывет на моторной лодке против течения реки. Проплывая мимо одного из причалов, он теряет спасательный круг. Через четверть часа ($\Delta t = 15$ мин) турист обнаруживает пропажу, поворачивает назад и догоняет круг на расстоянии $s = 2$ км от причала, у которого он потерял круг. Определите модуль средней скорости течения воды, если мощность двигателя лодки постоянна.

168.* В момент, когда мимо пристани A проплывает плот, к пристани B , расположенной на расстоянии $s_1 = 15$ км вниз по течению реки, отправляется моторная лодка. Она доходит до пристани B за промежуток времени $\Delta t = 45$ мин и, сразу повернув обратно, встречает плот на расстоянии $s_2 = 9,0$ км от пристани B . Определите модули средних скоростей течения воды относительно берега и лодки относительно воды.

169. Самолет в безветренную погоду летел на север со скоростью, модуль которой $v_1 = 48 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ относительно поверхности Земли.

Определите модуль скорости, с которой будет лететь самолет относительно поверхности Земли, если подует западный ветер со скоростью, модуль которой $v_2 = 14 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

170. Кран равномерно поднимает вертикально вверх груз со скоростью, модуль которой $v_1 = 0,4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, и одновременно прямолинейно движется по горизонтальным рельсам со скоростью, модуль которой $v_2 = 0,3 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите модуль перемещения груза относительно поверхности Земли за промежуток времени $\Delta t = 8$ с.

171. Пловец переплывает реку шириной $l_1 = 40$ м, выдерживая направление перпендикулярно скорости движения воды. При этом его сносит вниз по течению на расстояние $l_2 = 30$ м. Определите модуль скорости пловца относительно берега, если модуль скорости течения воды $v_1 = 1,8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

172. Пловец переплывает реку перпендикулярно берегу с постоянной скоростью, модуль которой $v_1 = 1,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ относительно воды, и оказывается на противоположном берегу через промежуток времени $\Delta t = 1,5$ мин. Модуль скорости течения воды $v_2 = 0,60 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите ширину реки.

173. Если автобус стоит на остановке, капли дождя оставляют на боковом стекле вертикальные следы, а если он едет со скоростью, модуль которой $v_1 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, следы капель наклонены к вертикали под углом $\alpha = 45^\circ$. Определите модуль скорости падения капель относительно земли.

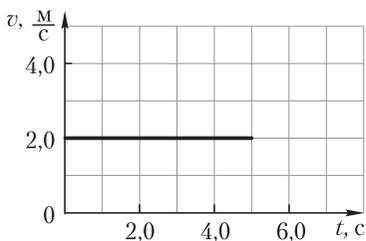


Рис. 46

174. Плот равномерно плывет по реке со скоростью, модуль которой $v_1 = 1,2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Человек движется поперек плота. На рисунке 46 дан график зависимости от времени модуля скорости движения человека относительно берега. Постройте графики зависимости от времени пути, пройденного человеком относительно плота и относительно берега.

175. Первый рыбак плывет по озеру вдоль берега со скоростью, модуль которой $v_1 = 1,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ относительно берега. Второй рыбак плывет перпендикулярно берегу со скоростью, модуль которой $v_2 = 2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ относительно первого рыбака. Определите модуль скорости второго рыбака относительно берега.

176. Поезд движется на юг со скоростью, модуль которой $v_1 = 27 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Летчик, находящийся в вертолете, определил, что поезд относительно вертолета перемещается на восток со скоростью, модуль которой $v_2 = 36 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите модуль скорости вертолета относительно поверхности Земли.

177. В безветренную погоду вертолет летит со скоростью, модуль которой $v_1 = 108 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$, точно на север. Найдите модуль скорости и курс вертолета, если подует северо-западный ветер под углом $\alpha = 45^\circ$ к меридиану. Модуль скорости ветра $v_2 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

178. Самолет за время $t = 2,0$ ч должен пролететь точно на север путь $s = 576$ км. Во время полета дует северо-западный ветер под углом $\alpha = 60^\circ$ к меридиану со скоростью, модуль которой $v_1 = 18 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$. Определите модуль скорости полета самолета относительно воздуха и направление его полета относительно меридиана.

179. Корабль движется равномерно вдоль экватора на восток со скоростью, модуль которой $v_1 = 25 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$. С юго-востока под углом $\alpha = 60^\circ$ к экватору дует ветер со скоростью, модуль которой $v_2 = 15 \frac{\text{КМ}}{\text{ч}}$. Определите модуль скорости ветра относительно корабля.

180.* Лодочник направляет лодку под углом $\alpha = 60^\circ$ к направлению скорости течения воды в реке. В результате он движется под углом $\beta = 30^\circ$ к берегу. Определите модуль скорости движения лодки относительно воды, если модуль скорости течения воды $v_1 = 0,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

181.* Определите модуль скорости движения автомобиля относительно велосипедиста, если модуль скорости движения велосипедиста относительно поверхности Земли $v_1 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Скорость велосипедиста направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к скорости движения автомобиля. Модуль скорости равномерного движения автомобиля относительно поверхности Земли $v_2 = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

Прямолинейное движение с постоянным ускорением

182. По трем полосам многополосной дороги движутся три автомобиля в одном направлении. На рисунке 47 точками показаны положения автомобилей через равные промежутки времени. Чем отличаются движения автомобилей?



Рис. 47

183. Мгновенные скорости двух тел при их равноускоренном движении из точки A в точку B изменились за одинаковые промежутки времени так, как показано на рисунке 48. Как направлены векторы ускорений каждого из тел? Равны ли модули ускорений?

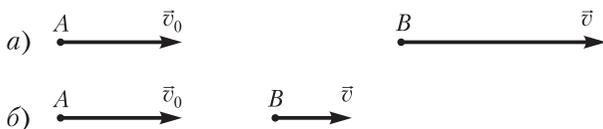


Рис. 48

184. Тело движется со скоростью, модуль которой не изменяется. Можно ли утверждать, что ускорение при таком движении равно нулю?

185. Может ли в один и тот же момент времени скорость движения тела быть равной нулю, а ускорение — не равным нулю? Приведите пример.

186. Может ли тело иметь отрицательную проекцию скорости, в то время как проекция ускорения на ту же координатную ось положительна? Ответ подтвердите примером.

187. Может ли движущееся тело иметь мгновенную скорость, направленную в одну сторону, а ускорение — в другую? Приведите примеры.

188. Модуль скорости движения автомобиля изменился от $v_0 = 0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ до $v = 54 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ за промежуток времени $\Delta t = 5,0$ с. Определите модуль ускорения автомобиля, считая его движение равноускоренным и прямолинейным.

189. Санки двигались со скоростью, модуль которой $v_0 = 7,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, и начали тормозить с постоянным ускорением, модуль которого $a = 0,40 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите промежуток времени, в течение которого останавливались санки.

190. Модуль скорости автомобиля, движущегося прямолинейно с постоянным ускорением, изменился от $v_1 = 45 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ до $v_2 = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ за промежуток времени $\Delta t = 10$ с. Определите модуль и направление ускорения автомобиля.

191. Модуль скорости движения мотоциклиста увеличился от $v_1 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ до $v_2 = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а велосипедиста за тот же промежуток времени — от нуля до $v = 9,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Считая движения мотоциклиста и велосипедиста равноускоренными, определите, во сколько раз отличаются модули их ускорений.

192. Определите модуль скорости движения конькобежца на финише, если за промежуток времени $\Delta t = 5,0$ с до момента пересечения финишной черты модуль скорости был равен $v_1 = 8,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а модуль ускорения — $a = 0,40 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Движение конькобежца считать равноускоренным с возрастающей скоростью.

193. После удара клюшкой шайба движется с постоянным ускорением вдоль оси Ox . Проекция начальной скорости и ускорения

движения шайбы $v_{0x} = 16 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ и $a_x = -3,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Определите проекцию скорости движения шайбы через промежуток времени $\Delta t = 4,0$ с.

194. Ось Ox направлена вверх вдоль наклонной плоскости, по которой снизу вверх толкнули брусок. Проекция начальной скорости движения бруска $v_{0x} = 4,2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите проекцию его скорости через промежуток времени $\Delta t = 3,0$ с, если проекция ускорения при движении бруска вверх $a_{1x} = -3,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$, а вниз — $a_{2x} = -1,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

195. Троллейбус начинает двигаться прямолинейно и равноускоренно с ускорением, модуль которого $a = 0,25 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Определите модуль перемещения троллейбуса за промежуток времени $\Delta t = 8,0$ с.

196. Трамвай сначала двигался равномерно со скоростью, модуль которой $v_0 = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а затем начал тормозить с постоянным ускорением, модуль которого $a = 2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Определите промежуток времени, в течение которого тормозил трамвай, и его тормозной путь.

197. Электропоезд, двигавшийся со скоростью, модуль которой $v_0 = 30 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, начал тормозить с постоянным ускорением. Определите время торможения электропоезда до полной остановки и модуль его ускорения, если тормозной путь электропоезда $s = 180$ м.

198. Материальная точка движется вдоль оси Ox с постоянным ускорением, проекция которого $a_x = 1,4 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$, и в течение промежутка времени $\Delta t = 4,0$ с проходит путь $s = 20$ м. Определите проекцию на ось Ox начальной скорости движения материальной точки.

199. Два автомобиля движутся в одном направлении прямолинейно и равноускоренно: один — с начальной скоростью, модуль которой $v_0 = 6,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, и ускорением, модуль которого $a_1 = 0,50 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$, другой — без начальной скорости с ускорением, модуль которого $a_2 = 1,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Через какой промежуток времени: а) автомобили будут

иметь одинаковые скорости; б) автомобили пройдут одинаковые пути?

200. Через промежуток времени $\Delta t = 15$ с после начала равноускоренного движения спидометр легкового автомобиля показал модуль скорости $v_1 = 54 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а грузового — $v_2 = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Во сколько раз отличаются пути, пройденные автомобилями за это время? Найдите два варианта решения.

201. Поезд, двигаясь от остановки с постоянным ускорением, прошел путь $s_0 = 180$ м за промежуток времени $\Delta t_0 = 15$ с. Какой путь прошел поезд за первые $\Delta t = 5,0$ с от начала движения?

202. Два лыжника в данный момент времени, находясь на расстоянии $s = 280$ м друг от друга, движутся по прямой навстречу друг другу: первый — из состояния покоя с постоянным ускорением, модуль которого $a_1 = 4,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, второй — равномерно со скоростью, модуль которой $v_2 = 8,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Через какой промежуток времени лыжники встретятся?

203. Два тела из состояния покоя движутся прямолинейно навстречу друг другу с ускорениями, модули которых одинаковы и равны $a = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите модуль относительной скорости движения тел в момент их встречи, если первоначальное расстояние между телами $s = 200$ м.

204. Из одной точки в одном направлении движутся два тела: одно равномерно со скоростью, модуль которой $v_1 = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, другое — без начальной скорости с ускорением, модуль которого $a_2 = 4,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Через какой промежуток времени второе тело догонит первое?

205. Модуль скорости движения самолета при взлете должен быть $v = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите время разбега и модуль ускорения, если длина разбега $l = 0,50$ км. Движение самолета считать равноускоренным и прямолинейным.

206. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью, модуль которой $v_0 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, остановился через промежуток времени $\Delta t = 2,0$ с. Найдите длину тормозного пути, считая движение автомобиля прямолинейным с постоянным ускорением.

207. При прямолинейном равноускоренном движении с ускорением, модуль которого $a = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, и начальной скоростью материальная точка прошла путь $s = 30$ м за промежуток времени $\Delta t = 10$ с. Определите отношение модулей конечной и начальной скорости движения материальной точки.

208. Лыжник спустился с горы по трассе длиной $l = 100$ м за промежуток времени $\Delta t = 20$ с, двигаясь равноускоренно и прямолинейно с ускорением, модуль которого $a = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите модуль скорости движения лыжника в начале и конце спуска.

209. Пуля пробила стенку толщиной $d = 20$ см. Модуль скорости пули перед попаданием в стенку $v_0 = 200 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, после вылета из нее — $v = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите модуль ускорения пули при ее движении внутри стенки, считая это движение прямолинейным с постоянным ускорением.

210. При движении с постоянным ускорением, модуль которого $a = 0,50 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, скорость движения тела на пути $s = 60$ м увеличилась в $k = 4$ раза. Определите модуль начальной скорости движения тела и время разгона.

211. Тело, двигаясь равноускоренно и прямолинейно из состояния покоя, прошло за промежуток времени $\Delta t = 6,0$ с путь $s = 450$ м. За какой промежуток времени тело прошло последние $s_1 = 162$ м пути?

212. Двигаясь прямолинейно и равнозамедленно, тело в начальный момент времени имело скорость $v_0 = 0,40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. В течение пятой секунды оно прошло путь $s_5 = 0,31$ м. Определите модуль ускорения тела и путь, пройденный телом до остановки.

213. Двигаясь из состояния покоя равноускоренно и прямолинейно, материальная точка за первую секунду движения прошла путь $s_1 = 60$ см. Какой путь она прошла за четвертую секунду движения?

214. Тело движется из состояния покоя равноускоренно и прямолинейно. Определите, во сколько раз путь, пройденный этим телом за восьмую секунду, больше пути, пройденного за третью секунду.

215. Санки, съезжающие равноускоренно и прямолинейно с горы, за первые две секунды проходят путь $s_1 = 3$ м. Какой путь проходят санки за следующие две секунды? Определите модуль скорости движения санок к концу четвертой секунды. Начальная скорость санок равна нулю.

216. Тело, двигаясь из состояния покоя равноускоренно и прямолинейно, за седьмую секунду прошло путь $s_7 = 26$ м. Какой путь это тело прошло: а) за вторую секунду; б) за девятую секунду?

217. При равноускоренном прямолинейном движении без начальной скорости путь, пройденный телом за четвертую секунду, $s_4 = 14$ м. Определите модуль ускорения тела.

218. Двигаясь из состояния покоя равноускоренно и прямолинейно, материальная точка за промежуток времени $\Delta t = 6,0$ с прошла путь $s_0 = 90$ м. Разделите этот путь на такие три части, каждую из которых точка проходила за равный промежуток времени.

219. Тело двигалось равноускоренно и прямолинейно с начальной скоростью, модуль которой $v_0 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Через некоторый промежуток времени модуль скорости движения тела стал $v = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите модуль скорости тела на половине пути, пройденного им за этот промежуток времени.

220. Во сколько раз модуль скорости пули, прошедшей $\frac{1}{4}$ часть ствола автомата, меньше, чем при вылете из ствола? Движение пули считайте равноускоренным.

221. Двигаясь равноускоренно и прямолинейно, трактор в первые два равных последовательных промежутка времени по $\Delta t = 4$ с каждый проходит пути $s_1 = 20$ м и $s_2 = 52$ м. Определите модуль ускорения трактора.

222. Поезд, двигаясь равноускоренно и прямолинейно, проходит два одинаковых последовательных пути $s = 15$ м каждый соответственно за $\Delta t_1 = 2,0$ с и $\Delta t_2 = 4,0$ с. Определите модуль ускорения поезда и модуль скорости в начале первого пути.

223. Тело, двигаясь равноускоренно и прямолинейно, за первые $\Delta t_1 = 5,0$ с прошло путь $s_1 = 100$ м, а за первые $\Delta t_2 = 10,0$ с — $s_2 = 300$ м. Определите модуль начальной скорости движения тела.

224. Реактивный самолет летит с постоянной скоростью, модуль которой $v_0 = 720 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Затем в течение промежутка времени $\Delta t = 10$ с летит в том же направлении с постоянным ускорением. В последнюю секунду самолет пролетает путь $s = 295$ м. Определите модули ускорения и конечной скорости полета самолета.

225.* Пассажир, стоявший у начала поезда, определил, что первый вагон начавшего равноускоренно двигаться поезда прошел мимо него за промежуток времени $\Delta t_1 = 4$ с, а весь поезд — за $\Delta t_2 = 16$ с. Сколько вагонов у поезда, если все они имеют одинаковую длину? За какое время прошел мимо пассажира последний вагон?

226. Спортсмен бежит с постоянной скоростью, модуль которой $v_1 = 18 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Когда он поравнялся с велосипедистом, последний из состояния покоя начал равноускоренно и прямолинейно двигаться. Каким будет модуль скорости велосипедиста в тот момент, когда он догонит спортсмена?

227. Когда до двери вагона пассажиру оставалось пройти путь $s_0 = 15$ м, поезд тронулся с места и стал разгоняться с постоянным ускорением, модуль которого $a = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Пассажир начал догонять поезд, двигаясь с постоянной скоростью, модуль которой $v = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Через какой минимальный промежуток времени он достигнет двери вагона?

228. Тело, которому была сообщена начальная скорость, модуль которой $v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, движется вверх по наклонному желобу с постоянным ускорением, направленным противоположно начальной

скорости. Модуль ускорения $a = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Определите путь, пройденный телом за промежуток времени $\Delta t = 8,0$ с от начала движения.

229. По наклонной доске снизу вверх пустили катиться с постоянным ускорением шарик. На расстоянии $l = 30$ см от точки начала движения шарик побывал дважды: через промежуток времени $\Delta t_1 = 1,0$ с и через $\Delta t_2 = 2,0$ с после начала движения. Определите модули начальной скорости и ускорения шарика.

230. Определите модуль перемещения тела, если в течение первых $\Delta t_0 = 5,0$ с оно движется с постоянной скоростью, модуль которой $v_0 = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, а затем в течение промежутка времени $\Delta t = 5,0$ с разгоняется с постоянным ускорением, модуль которого $a = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

231. Спринтер в течение промежутка времени $\Delta t_1 = 4,0$ с развил скорость, модуль которой $v = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, после чего бежал с постоянной скоростью. Какой по времени результат он показал на дистанции $l = 100$ м?

232. Автомобиль, двигаясь от стоянки равноускоренно, за промежуток времени $\Delta t_1 = 10$ с достигает скорости, модуль которой $v = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. После этого он в течение промежутка времени $\Delta t_2 = 25$ с движется равномерно. Последние $\Delta t_3 = 5,0$ с автомобиль движется равнозамедленно с постоянным ускорением до полной остановки. Найдите путь автомобиля за все время движения.

233. Мальчик, двигаясь равноускоренно и прямолинейно из состояния покоя, съехал на санках с горы длиной $l_1 = 50$ м за промежуток времени $\Delta t_1 = 10$ с, а затем проехал равнозамедленно по горизонтальному прямолинейному участку еще $l_2 = 25$ м до остановки. Найдите модуль ускорения мальчика на горизонтальном участке движения.

234. Тело, двигаясь равноускоренно с постоянным ускорением, модуль которого $a_1 = 5,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$, достигло скорости, модуль которой $v = 30 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, а затем, двигаясь равнозамедленно, остановилось через

промежуток времени $\Delta t_2 = 10$ с. Определите путь, пройденный телом за все время движения. Начальная скорость тела равна нулю.

235.* Автомобиль первую половину пути двигался равномерно со скоростью, модуль которой $v_1 = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а вторую — равноускоренно.

Определите среднюю скорость пути автомобиля на всем маршруте, если в конце движения модуль скорости автомобиля $v_2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

236.* Материальная точка движется прямолинейно и равномерно со скоростью, модуль которой $v = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, в течение промежутка времени $\Delta t = 4$ с. Затем она получает ускорение, противоположное направлению движения. Определите модуль ускорения точки, если она вернулась в начальное положение через промежуток времени $2\Delta t$ после начала движения.

237.* Тело начинает двигаться из состояния покоя прямолинейно с постоянным ускорением. Через промежуток времени $\Delta t_1 = 28$ с направление ускорения тела меняется на противоположное, а модуль уменьшается на 4 %. Через какой промежуток времени после этого тело вернется в исходную точку?

238. Мотоцикл при работающем двигателе в течение времени $t_1 = 10$ с двигался по прямолинейному участку дороги с ускорением, модуль которого $a_1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Затем двигатель был выключен, и мотоцикл начал тормозить до полной остановки с ускорением, модуль которого $a_2 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите модуль перемещения мотоцикла, если его начальная скорость равна нулю.

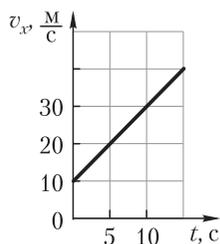


Рис. 49

239. Проекция скорости движения тела на ось Ox задана уравнением $v_x = A + Bt$, где $A = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $B = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Постройте графики проекции скорости и проекции ускорения.

240. На рисунке 49 представлен график зависимости проекции скорости прямолинейного движения поезда на ось Ox от времени. Определите проекцию ускорения поезда на эту ось.

241. По графикам проекции скорости движения вдоль оси Ox трех тел (рис. 50) постройте графики проекции на эту ось ускорений движения тел.

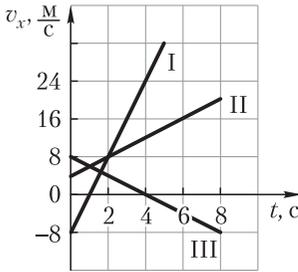


Рис. 50

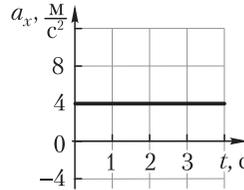


Рис. 51

242. На рисунке 51 представлен график проекции ускорения материальной точки, движущейся вдоль оси Ox . Постройте график проекции на эту ось скорости движения точки, если проекция начальной скорости $v_{0x} = -2 \frac{M}{c}$.

243. Материальные точки движутся вдоль оси Ox так, что проекции скорости их движения изменяются со временем так, как показано на графиках (рис. 52, а, б). Постройте графики проекций ускорений на эту ось для каждой точки.

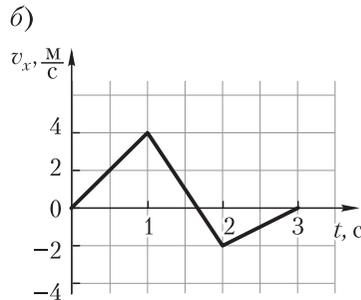
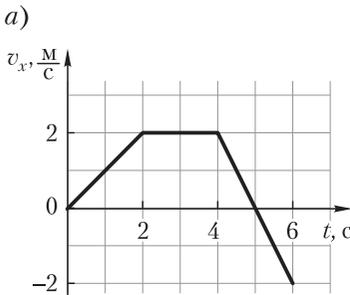


Рис. 52

244. Материальные точки движутся вдоль оси Ox так, что проекции ускорения точек изменяются со временем так, как показано на графиках (рис. 53, а, б). Постройте графики проекции на эту ось

скорости движения материальных точек. Начальные скорости точек равны нулю.

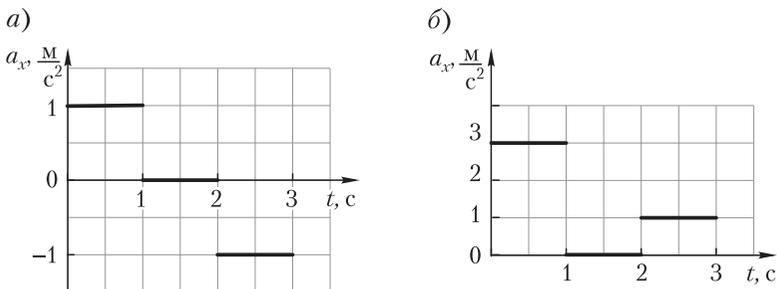


Рис. 53

245. Кинематический закон движения тела вдоль оси Ox имеет вид: $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 4$ м, $B = -3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $C = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Запишите уравнение проекции скорости и проекции перемещения на ось Ox . Постройте графики проекций ускорения, скорости, перемещения и график движения.

246. График прямолинейного движения шарика по наклонной плоскости представлен на рисунке 54. Ось Ox направлена вдоль наклонной плоскости. Запишите кинематический закон движения шарика. Найдите проекции на ось Ox ускорения и начальной скорости движения шарика. Какой путь пройдет шарик за промежуток времени $\Delta t = 5,0$ с от начала движения?

247. Графики движения вдоль оси Ox для двух тел представлены на рисунке 55. Чем отличаются движения этих тел? Чему равны проекции ускорений на ось Ox каждого из тел? Чему равны проекции на ось Ox начальных скоростей движения тел? Какие координаты будут иметь эти тела через промежуток времени $\Delta t = 20,0$ с от начала движения? Встретятся ли эти тела?

248. Зависимость проекции скорости движения тела на ось Ox задана уравнением $v_x = A + Bt$, где $A = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $B = -4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Начальная координата тела $x_0 = 10$ м.

а) Чему равны проекция начальной скорости и проекция ускорения тела на ось Ox ?

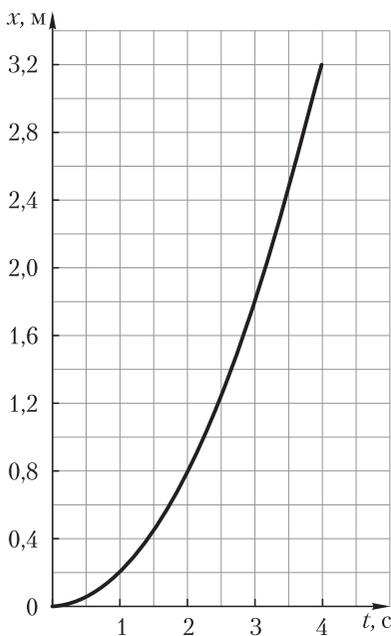


Рис. 54

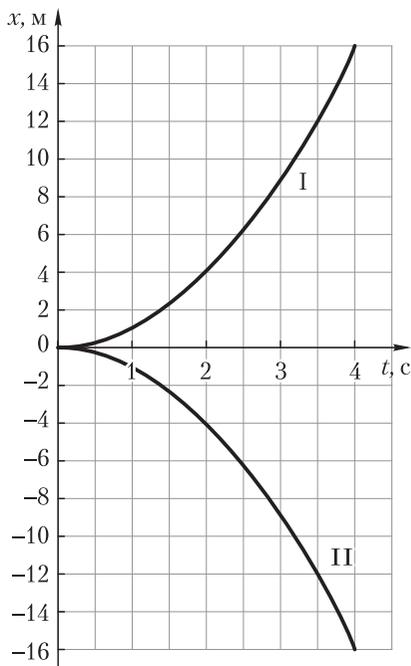


Рис. 55

б) Постройте графики проекции скорости и проекции ускорения.

в) Запишите кинематический закон движения и уравнение проекции перемещения.

г) Определите координату тела в момент времени $t = 5$ с.

д) Определите проекцию перемещения тела и путь, пройденный им за промежуток времени $\Delta t = 6,0$ с.

е) Постройте графики координаты, проекции перемещения и пути.

249. Кинематический закон движения тела вдоль координатной оси Ox имеет вид $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 3$ м, $B = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $C = -1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

а) Определите координату тела и проекцию на ось Ox скорости его движения в конце третьей секунды.

б) Постройте график движения и график проекции перемещения тела.

в) Постройте графики проекции скорости и проекции ускорения тела.

250. Кинематические законы движения двух тел вдоль оси Ox имеют вид $x_1 = At + Bt^2$, где $A = 10 \frac{M}{c}$, $B = 0,40 \frac{M}{c^2}$, и $x_2 = Ct + Dt^2$, где $C = -6,0 \frac{M}{c}$, $D = 2,0 \frac{M}{c^2}$. Найдите координату точки, в которой второе

тело при движении догонит первое. В какой момент времени тела будут иметь совпадающие по модулю и направлению скорости? Каким будет расстояние между телами через промежуток времени $\Delta t = 5,0$ с после начала движения?

251. Кинематические законы движения двух тел вдоль оси Ox имеют вид $x_1 = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$, где $A_1 = -3,0$ м, $B_1 = 2,0 \frac{M}{c}$, $C_1 = 1,0 \frac{M}{c^2}$, и $x_2 = A_2 + B_2 t + C_2 t^2$, где $A_2 = 7,0$ м, $B_2 = -8,0 \frac{M}{c}$, $C_2 = 1,0 \frac{M}{c^2}$. Определите модуль относительной скорости тел в момент их встречи.

252. Два тела движутся вдоль оси Ox . На рисунке 56 (варианты а, б) представлены графики зависимости проекции скорости движения тел от времени. Запишите уравнение проекции скорости для каждого тела. Постройте графики зависимости координат тел от времени, если начальная координата каждого тела равна нулю.

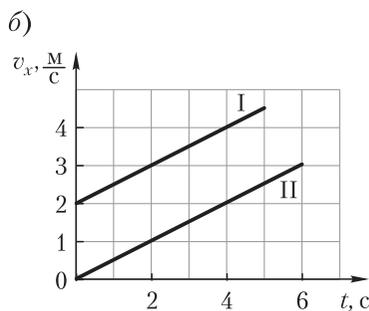
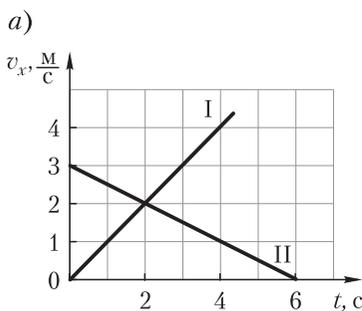


Рис. 56

253. На рисунке 57 (а–г) показаны графики зависимости от времени проекции скорости для четырех случаев движения тела вдоль

оси Ox . Постройте для каждого случая графики зависимости проекции ускорения, координаты и пройденного телом пути от времени. Начальная координата тела во всех четырех случаях равна нулю.

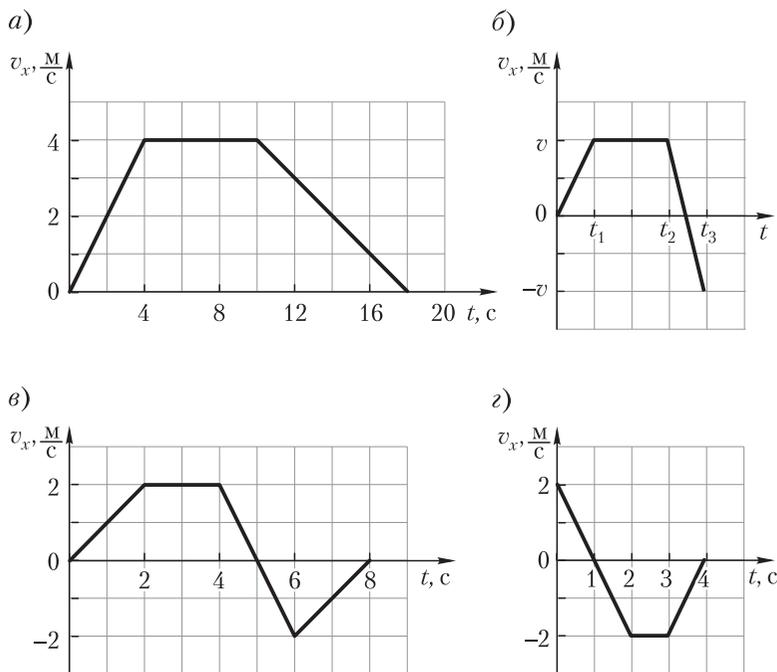


Рис. 57

254. На рисунке 58, *a, б* представлены графики проекции ускорения двух тел, движущихся вдоль оси Ox . Постройте для каждого случая графики координаты и проекции скорости обоих движений. Известно, что в момент времени $t = 5,0$ с проекция скорости движения каждого из тел была $v_x = -2,0 \frac{M}{C}$, а координата в этот момент — $x = 1$ м.

255. Используя график (рис. 59) проекции скорости движения тела на ось Ox , постройте графики проекции на эту ось его ускорения и координаты. Начальная координата $x_0 = 100$ м.

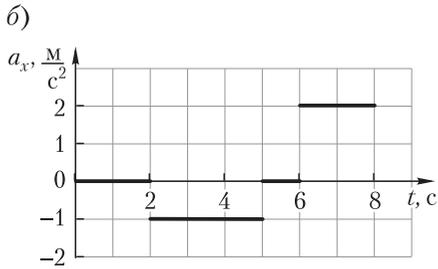
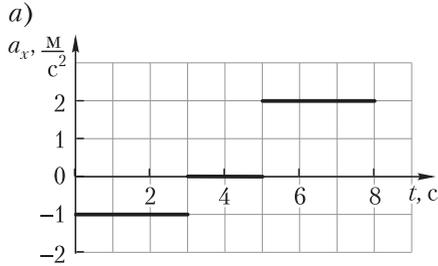


Рис. 58

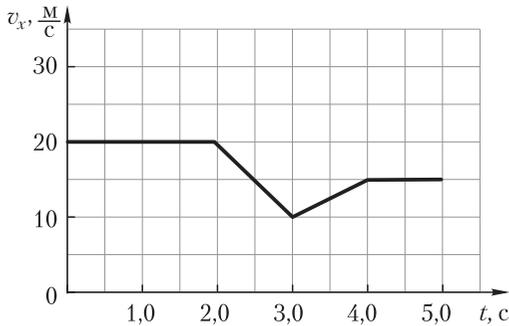


Рис. 59

256. По графику проекции скорости на ось Ox (рис. 60) постройте графики проекции ускорения и координаты движущегося тела. Начальная координата тела $x_0 = 0$ м.

257. На рисунке 61 представлен график зависимости проекции скорости движения тела от времени. Определите проекцию перемещения, модуль перемещения и путь тела за время от $t_0 = 0$ с до $t = 18$ с.

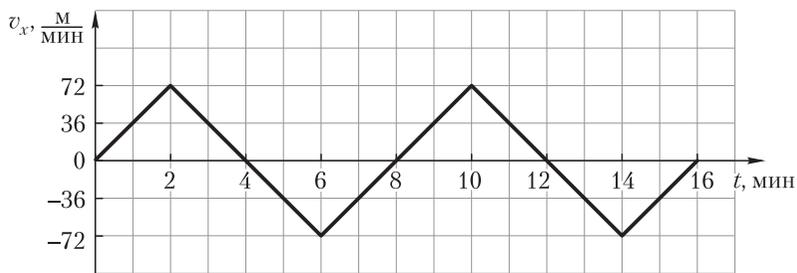


Рис. 60

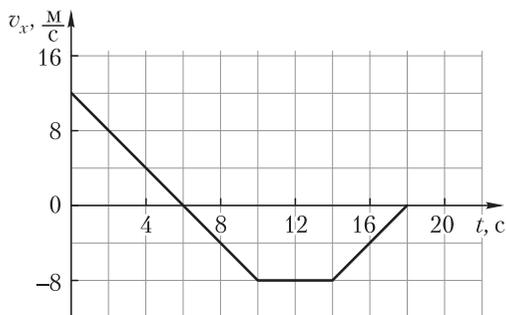


Рис. 61

258. На рисунке 62 представлены графики зависимости модулей скорости четырех тел от времени. Какое из этих тел прошло наибольший путь за промежуток времени от 0 до t_1 ? Наименьший путь?

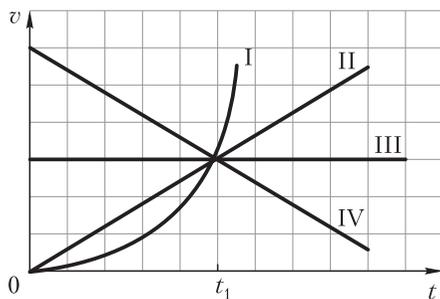


Рис. 62

259. На рисунке 63 представлен график зависимости проекции скорости материальной точки, движущейся вдоль оси Ox , от времени. Определите максимальное удаление от начального положения точки за время своего движения.

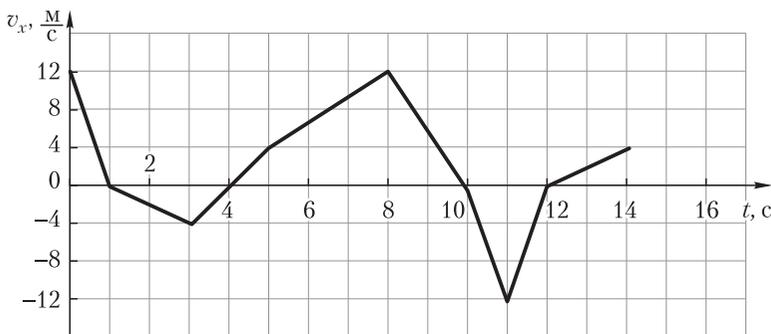


Рис. 63

260. Материальная точка движется вдоль оси Ox . В начальный момент времени $t = 0$ ее координата $x_0 = 0$. На рисунке 64 показан график зависимости проекции скорости движения точки от времени. Постройте графики зависимости проекции на ось Ox ускорения и координаты точки от времени. Чему равны проекция перемещения точки и пройденный ею путь за промежуток времени $\Delta t = 8,0$ с?

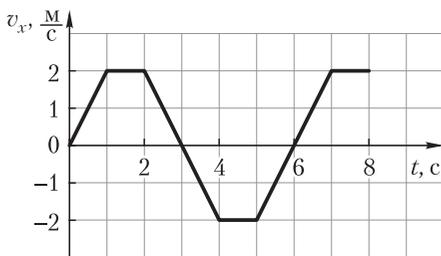


Рис. 64

261. На рисунке 65, a , b представлены графики зависимости проекции скорости тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени в двух случаях. Определите для каждого случая среднюю скорость тела на

первой и второй половинах пути, если тело двигалось в течение промежутка времени $\Delta t = 8,0$ с.

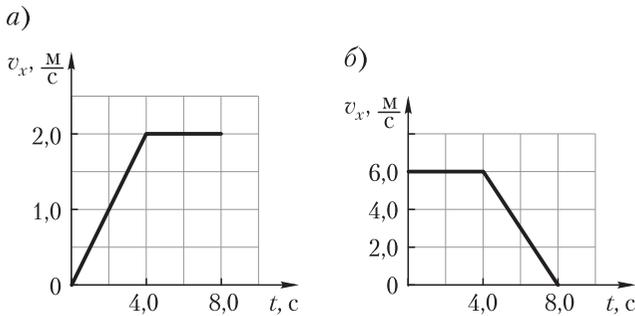


Рис. 65

262.* Проекция ускорения материальной точки, движущейся вдоль оси Ox , изменяется со временем так, как показано на рисунке 66. В начальный момент времени скорость точки равна нулю. Постройте график зависимости проекции скорости от времени. Чему равен модуль перемещения точки за промежуток времени $\Delta t = 8,0$ с движения?

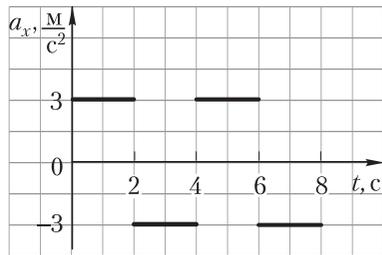


Рис. 66

8

Криволинейное движение

263. Радиус-вектор, задающий положение лошади, движущейся по окружности на арене цирка, повернулся на угол $\Delta\varphi = \frac{3\pi}{2}$ рад за промежуток времени $\Delta t = 4,0$ с. Определите угловую скорость движения лошади.

264. Диск равномерно вращается с угловой скоростью $\omega = 25 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ относительно оси, проходящей через его центр и перпендикулярной плоскости диска. Модуль наибольшей линейной скорости точек диска $v = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите радиус диска.

265. Определите угловую скорость и частоту обращения кабины карусели, если ее период обращения $T = 5,0 \text{ с}$.

266. Модуль линейной скорости точек, лежащих на ободу вращающегося диска, в $n = 2,5$ раза больше модуля линейной скорости точек, расположенных на расстоянии $l = 15 \text{ см}$ ближе к оси диска. Определите радиус диска. Ось диска проходит через его центр.

267. Вал электродвигателя кофемолки за промежуток времени $\Delta t = 3,0 \text{ с}$ совершает $N = 15$ оборотов. Определите частоту и период равномерного вращения вала.

268. Каток асфальтоукладчика диаметром $d = 0,80 \text{ м}$, двигаясь с постоянной скоростью, переместился на расстояние $l = 4,0 \text{ м}$ за промежуток времени $\Delta t = 8,0 \text{ с}$. Найдите угловую скорость вращения катка.

269. Барабан стиральной машины при отжиме белья вращается равномерно с частотой $\nu = 400 \frac{1}{\text{мин}}$. Диаметр барабана $d = 40 \text{ см}$. Определите модуль линейной скорости точек на поверхности барабана и период вращения барабана.

270. Во сколько раз отличаются угловые скорости вращения часовой стрелки будильника и Земли вокруг их осей?

271. За промежуток времени $\Delta t = 5,0 \text{ с}$ с точка прошла половину окружности радиусом $R = 20 \text{ см}$ с линейной скоростью, модуль которой не изменялся. Определите угловую скорость, период и частоту ее обращения. Найдите среднюю скорость пути точки за промежуток времени движения $\Delta t = 5,0 \text{ с}$.

272. Диск равномерно вращается вокруг оси, проходящей через его центр перпендикулярно плоскости диска. Модуль скорости движения точки, удаленной от центра диска на расстояние $l = 8,0 \text{ см}$, равен $v_1 = 4,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите радиус диска, если модуль скорости движения крайних точек диска $v_2 = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

273. Линейная скорость движения точек на ободе колеса $v_1 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, а точек, находящихся на $l = 20$ см ближе к центру, $-v_2 = 5,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Сколько оборотов сделает колесо за промежуток времени $\Delta t = 6,28$ с?

274. На точильном круге имеется штамп завода-изготовителя: « $30 \frac{\text{М}}{\text{с}}$; $\varnothing 200$ мм». Можно ли такой круг для заточки деталей насадить на вал двигателя, вращающегося с частотой $\nu = 2400 \frac{1}{\text{мин}}$?

275. Радиус рукоятки колодезного ворота в $k = 4,0$ раза больше радиуса вала, на который наматывается цепь. С какой глубины колодца равномерно поднимают ведро с водой, если модуль линейной скорости движения рукоятки $v = 1,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, а промежуток времени подъема $\Delta t = 16$ с?

276. Шкив радиусом $R = 0,2$ м приводится во вращение грузом, подвешенным на тонкой нерастяжимой нити (рис. 67), постепенно сматывающейся со шкива. В начальный момент груз был неподвижен, а затем стал опускаться с постоянным ускорением, модуль которого $a = 2 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$. Какова угловая скорость шкива в тот момент, когда груз пройдет путь $l = 1$ м?

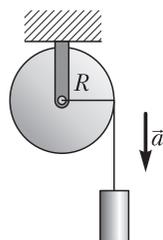


Рис. 67

277. Минимальный промежуток времени, необходимый для изменения модуля перемещения точки, совершающей равномерное обращение по окружности радиуса R , от наибольшего до наименьшего значения, равен Δt . Определите модуль линейной скорости точки.

278. Две материальные точки A и B движутся по окружности с постоянными частотами $\nu_A = 3 \text{ с}^{-1}$ и $\nu_B = 5 \text{ с}^{-1}$ (рис. 68). В начальный момент времени угол между радиусами, проведенными к точкам A и B , $\varphi_0 = \frac{2\pi}{5}$. Через какой минимальный промежуток времени точка B догонит точку A ?

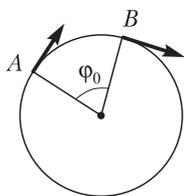


Рис. 68

279. Два велосипедиста движутся по кольцевой дороге в противоположных направлениях со скоростями, модули которых постоянны. Определите время между двумя последовательными встречами велосипедистов, если период движения одного из них $T_1 = 6,0$ мин, другого — $T_2 = 9,0$ мин.

280. Тонкостенный шар радиусом R равномерно вращается вокруг оси, проходящей через его центр, с частотой ν . Определите модуль минимальной скорости, с которой должна лететь пуля вдоль диаметра, перпендикулярного оси вращения, чтобы в оболочке шара вылетевшей из него пулей было сделано только одно отверстие. Изменением скорости пули при пролете через шар пренебречь.

281. Модуль скорости движения крайних точек вращающегося ножа кофемолки $v = 4,7 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите модуль центростремительного ускорения этих точек, если расстояние между ними $d = 65$ мм.

282. Определите модуль скорости, с которой автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиуса $R = 40$ м, чтобы модуль его центростремительного ускорения был равен $a = 8,1 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

283. Модуль скорости крайних точек равномерно вращающейся дисковой пилы $v = 55 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Найдите радиус пилы, если модуль центростремительного ускорения ее крайних точек $a = 10 \frac{\text{КМ}}{\text{с}^2}$.

284. Гидротурбина вращается равномерно с угловой скоростью $\omega = 4,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Определите модуль центростремительного ускорения точек, находящихся на расстояниях $R_1 = 20$ см и $R_2 = 50$ см от оси турбины, и период вращения турбины.

285. Модуль скорости крайних точек равномерно вращающегося шлифовального круга, диаметр которого d , равен v . Найдите частоту вращения круга и модуль центростремительного ускорения крайних точек круга.

286. На равномерно вращающийся вал за промежуток времени $\Delta t = 10$ с наматывается тонкая нить длиной $l = 5,0$ м. Определите пе-

риод вращения вала, если модуль центростремительного ускорения точек на поверхности вала $a = 6,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

287. Две материальные точки движутся по окружностям, радиусы которых R_1 и R_2 , причем $R_1 = 2R_2$. Определите отношение модулей центростремительных ускорений точек: 1) при равенстве модулей их линейных скоростей; 2) при равенстве их периодов.

288. Радиус равномерно вращающегося колеса трактора в $k = 2$ раза больше, а частота вращения — в $n = 8$ раз меньше, чем колеса автомобиля. Сравните модули линейных скоростей и модули центростремительных ускорений точек на ободе колес относительно осей этих колес.

289. Модуль центростремительного ускорения крайних точек равномерно вращающегося диска в $n = 5,0$ раза больше модуля центростремительного ускорения точек, расположенных на расстоянии $l = 12$ см ближе к оси диска. Определите радиус диска. Ось вращения диска проходит через его центр.

290. Минутная стрелка часов в $k = 2,0$ раза длиннее секундной. Найдите отношения модулей линейных скоростей и модулей центростремительных ускорений концов стрелок.

291. Стержень длиной $l = 2,5$ м вращается вокруг перпендикулярной к нему оси с угловой скоростью $\omega = 4,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Определите модуль центростремительного ускорения точки на одном конце стержня, если модуль центростремительного ускорения точки на втором конце стержня $a_2 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

292. Колесо катится по горизонтальной поверхности Земли со скоростью, модуль которой постоянен и равен $v = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите модуль скорости точек A, B, C, D, E (рис. 69) колеса относительно земли. Угол $\alpha = 60^\circ$.

293. Сколько оборотов в минуту делают ведущие колеса тепловоза, диаметр которых $d = 0,800$ м, если модуль скорости

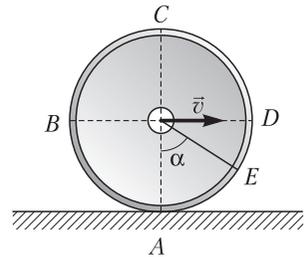


Рис. 69

движения тепловоза $v = 72,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ постоянен? Определите модуль центростремительного ускорения точек на ободу этих колес.

294. Вертолет начинается снижаться вертикально вниз с постоянным ускорением, модуль которого $a = 0,20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Точки на краю лопасти винта, вращающегося со средней частотой $\langle \nu \rangle = 5,0 \frac{\text{об}}{\text{с}}$, совершили за время спуска $N = 100$ оборотов. Определите модуль перемещения вертолета.

295. Шарик, привязанный к нити, вращается по окружности со скоростью, модуль которой равен v . Определите модуль его центростремительного ускорения, если за промежуток времени Δt вектор скорости изменяет свое направление на угол $\Delta \varphi$.

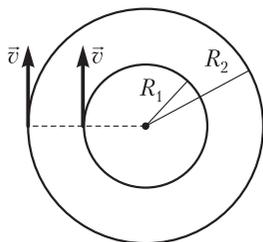


Рис. 70

296.* Две материальные точки одновременно начали движение с одинаковыми скоростями, модули которых $v = 50 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$: одна — по окружности радиусом $R_1 = 50$ см, другая — по окружности радиусом $R_2 = 1,0$ м (рис. 70). Определите угол между направлениями ускорений через промежуток времени $\Delta t = 31,4$ с после начала движения.

297.* Гладкий горизонтальный диск радиусом R равномерно вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр диска. От диска на расстоянии $0,6R$ от оси отрывается маленькая шайба и скользит по его поверхности. Через какой промежуток времени шайба соскользнет с диска, если частота его вращения равна ν ? На какой угол повернется диск за время скольжения шайбы?

ДИНАМИКА

9

Сила. Условия равновесия

298. Может ли модуль равнодействующей сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 ($F_1 = 9$ Н и $F_2 = 12$ Н) быть равным 2 Н, 3 Н, 12 Н, 15 Н, 21 Н, 25 Н?

299. На материальную точку действуют две силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 (рис. 71), модули которых $F_1 = 6,4$ Н и $F_2 = 4,8$ Н. Изобразите равнодействующую этих сил. Определите ее модуль.

300. На материальную точку действуют две силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 (рис. 72), модули которых $F_1 = 5$ Н и $F_2 = 3$ Н. Изобразите равнодействующую этих сил. Определите ее модуль.



Рис. 71

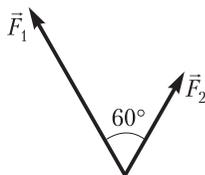


Рис. 72

301. На тело действуют две силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 (рис. 73), модули которых $F_1 = 60$ Н и $F_2 = 32$ Н. Определите: а) проекции каждой силы на оси Ox и Oy ; б) проекции равнодействующей сил на оси Ox и Oy ; в) модуль равнодействующей сил.

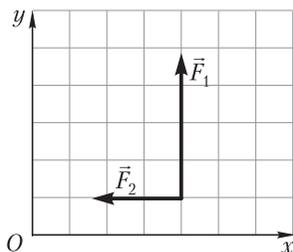


Рис. 73

302. На материальную точку действуют силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 (рис. 74). Найдите мо-

дугль равнодействующей этих сил, если проекция силы \vec{F}_1 на оси координат $F_{1x} = 15 \text{ Н}$ и $F_{1y} = 5,0 \text{ Н}$.

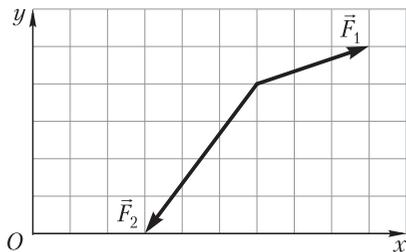


Рис. 74

303. На материальную точку действуют три силы $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ (рис. 75, а, б, в), лежащие в одной плоскости. Модуль каждой силы равен F . Определите модуль равнодействующей этих сил в каждом случае.

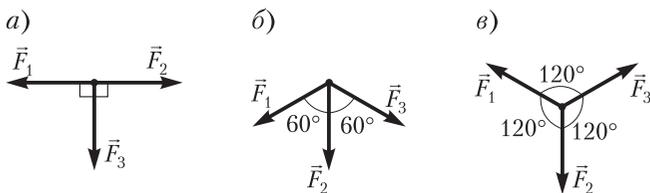


Рис. 75

304. На тело действуют три силы $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ (рис. 76, а, б, в), расположенные в одной плоскости. Модуль силы $F_1 = 2,0 \text{ Н}$ во всех случаях, а модули сил \vec{F}_2 и \vec{F}_3 равны между собой. Определите модуль равнодействующей сил для каждого случая.

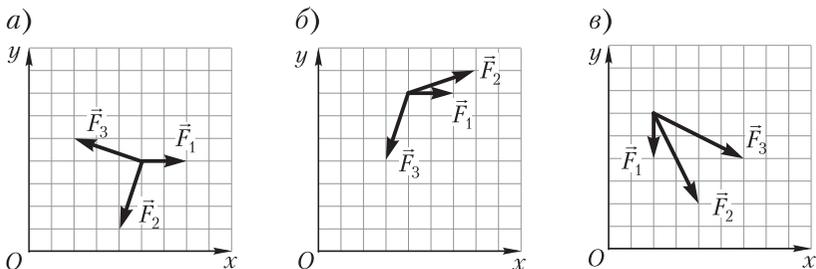


Рис. 76

305. Сила \vec{F}_3 , модуль которой $F_3 = 10$ Н, составляет с осью Ox угол $\alpha = 30^\circ$. Силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 перпендикулярны оси Ox (рис. 77). Определите модуль силы F_2 , если известно, что модуль силы $F_1 = 5,0$ Н, а сумма проекций сил на ось Oy равна нулю.

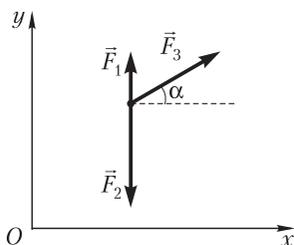


Рис. 77

306. Шарик массой $m = 90$ г подвешен с помощью двух нитей так, что одна нить образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$, а другая проходит горизонтально. Найдите модуль силы натяжения горизонтальной нити.

307. К нижнему концу троса CB , верхний конец которого прикреплен к стене, подвешен на легкой нити груз массой $m = 4,0$ кг. С помощью горизонтального стержня AB трос отклонен от вертикали (рис. 78). Найдите модуль силы натяжения троса, если угол между тросом и стержнем $\alpha = 30^\circ$. Силами тяжести, действующими на трос и стержень, пренебречь.

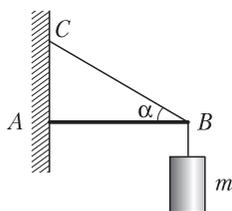


Рис. 78

308. Шар лежит между двумя гладкими плоскостями, образующими двугранный угол. Причем одна из плоскостей расположена вертикально (рис. 79), а ребро угла — горизонтально. Найдите угол между плоскостями, если модуль силы действия вертикальной плоскости на шар в $n = 4,6$ раза больше модуля действующей на шар силы тяжести.

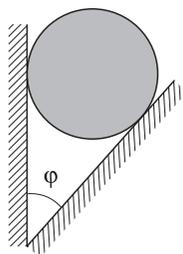


Рис. 79

309. Шар массой $m = 5,0$ кг опирается на две гладкие наклонные плоскости, пересекающиеся по горизонтальной прямой. Одна плоскость образует с горизонтом угол $\alpha = 60^\circ$, а другая — угол $\beta = 30^\circ$. Найдите модули сил, с которыми плоскости действуют на шар.

310. К гладкой вертикальной стене на нити длиной $l = 16,0$ см подвешен шар радиусом $R = 10,0$ см и массой $m = 4,8$ кг. Определите модуль силы действия стены на шар и модуль силы натяжения нити.

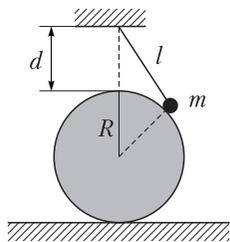


Рис. 80

311. Маленький шарик массой m подвешен на невесомой нити длиной l так, что он лежит на поверхности закрепленной сферы радиусом R (рис. 80). Точка подвеса расположена над верхней точкой сферы на расстоянии d от нее. Найдите модуль силы натяжения нити и модуль силы, с которой сфера действует на шарик.

312. Глубина лунки в бруске AB (рис. 81), в которую вставлен шар, в 2 раза меньше радиуса шара. Левый конец бруска начинают поднимать вверх. При каком минимальном угле наклона бруска к горизонту шарик покинет лунку? Силой трения пренебречь.

При каком минимальном угле наклона бруска к горизонту шарик покинет лунку? Силой трения пренебречь.

313. На горизонтальной площадке лежит однородная балка массой $m = 800$ кг. Определите модуль минимальной силы, которую надо приложить к одному из концов балки, чтобы оторвать его от площадки.

314. Однородный цилиндр радиусом $R = 50$ см и массой $m = 10$ кг лежит перед ступенькой высотой $h = 10$ см (рис. 82). Сила трения между ступенькой и цилиндром пренебрежимо мала. Определите: а) модуль минимальной горизонтальной силы, которую надо приложить к оси цилиндра, чтобы поднять его на ступеньку; б) модуль минимальной силы, которую надо приложить к оси цилиндра, чтобы поднять его на ступеньку; в) модуль минимальной силы, которую надо приложить к цилиндру, чтобы поднять его на ступеньку.

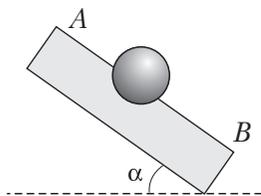


Рис. 81

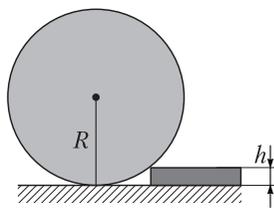


Рис. 82

315. Однородный стержень длиной $L = 1,0$ м и массой $m = 12$ кг подвешен на расстоянии $l = 20$ см от одного из его концов. Определите модуль силы, которую необходимо приложить вертикально вниз к короткому концу стержня, чтобы удержать стержень в горизонтальном положении.

316. На столе перпендикулярно его краю лежит однородная линейка длиной $L = 75$ см, выступающая за край стола. Если к выступающему за край стола концу линейки подвесить груз, масса которого в 2 раза больше массы линейки, то другой конец линейки начнет подниматься. На каком расстоянии от края стола находится середина линейки?

317. Однородная рейка выдвинута за край стола на 20 % ее длины. Когда к выступающему концу рейки подвесили груз массой $m_1 = 0,96$ кг, другой конец рейки оторвался от поверхности стола. Определите массу рейки.

318. При взвешивании на неравноплечих рычажных весах модуль веса тела на одной чашке получился $P_1 = 1,6$ Н, на другой — $P_2 = 2,5$ Н. Определите массу тела.

319. Однородная балка массой $m = 8,0$ кг уравновешена на трехгранной опоре (рис. 83). Четвертую часть балки отрезают. Определите модуль силы, которую следует приложить вертикально вниз к короткому концу балки, чтобы она оставалась в горизонтальном положении.

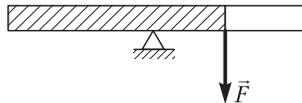


Рис. 83

320. Катушка, представляющая собой два цилиндра (рис. 84), висит на легкой нити, намотанной на ее малый цилиндр радиусом $r = 60$ мм. На большой цилиндр радиусом $R = 100$ мм намотана другая невесомая нить, на конце которой подвешен груз массой m_0 . Какова масса груза, если система находится в равновесии? Масса катушки $m = 0,40$ кг. Силы, приложенные к катушке, лежат в одной плоскости.

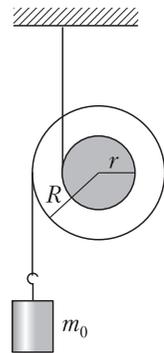


Рис. 84

321. Два груза уравновешены на концах невесомого стержня, расположенного горизонтально, причем точка опоры делит стержень в отношении 5 : 7. Найдите модуль силы тяжести, действующей на груз большей массы, если модуль силы, с которой опора действует на стержень, $F = 72$ Н.

322. Однородный стержень лежит горизонтально на двух опорах. Расстояние от центра стержня до ближайшей опоры $l = 30$ см. Разность модулей сил, с которыми опоры действуют на стержень, составляет 20 % от модуля действующей на стержень силы тяжести. Определите расстояние между опорами.

323. Однородный стержень массой $m_0 = 96$ г согнут посередине под прямым углом и шарнирно подвешен за один из его концов. Трение в шарнире пренебрежимо мало. Определите: а) угол, который образует верхняя половина стержня с вертикалью; б) массу груза, который надо подвесить на другом конце стержня, чтобы середина его нижней половины находилась точно под точкой подвеса; в) модуль минимальной силы, которую следует приложить к свободному концу стержня, чтобы верхняя половина стержня заняла вертикальное положение.

324. Стержень массой $m_0 = 300$ г согнут под прямым углом в точке, которая делит его в отношении 1 : 2, и подвешен на нити, привязанной к точке сгиба. Определите массу груза, который надо подвесить к концу короткой части стержня, чтобы его концы находились на одной горизонтали.

325. Однородный стержень AB массой $m = 2,0$ кг опирается на шероховатый пол и удерживается в равновесии легкой нитью BC (рис. 85, а, б). Определите для обоих случаев модуль минимальной силы трения, действующей со стороны пола на стержень, при которой стержень остается в равновесии. Угол $\alpha = 45^\circ$.

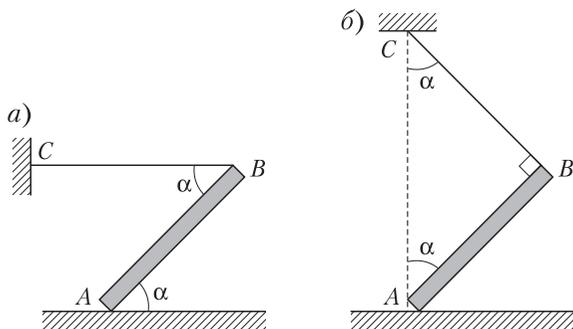


Рис. 85

326. Однородный стержень AB массой $m_1 = 4,0$ кг шарнирно прикреплен в точке A (рис. 86) к неподвижной опоре и может вращаться в вертикальной плоскости. К стержню в точке B прикреплена невесомая нить, перекинутая через гладкий гвоздь C , на другом конце которой висит груз массой $m_2 = 2,0$ кг. Расстояние AB равно AC . Найдите угол наклона стержня к вертикали, при котором система будет находиться в равновесии.

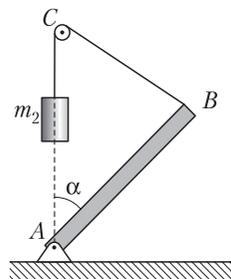


Рис. 86

327. Однородный стержень массой m шарнирно прикреплен нижним концом к неподвижной опоре и может вращаться в вертикальной плоскости. Стержень удерживается в наклонном положении горизонтальным тросом, прикрепленным к его верхнему концу. Найдите модули сил реакции шарнира и натяжения троса. Угол наклона стержня к горизонту равен α .

328. Однородный стержень шарнирно закреплен в точке O (рис. 87) и может свободно вращаться в вертикальной плоскости. Стержень отведен на угол α и удерживается перпендикулярной стержню силой, модуль которой F . Определите массу стержня и модуль силы, с которой стержень действует на шарнир.

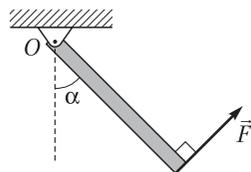


Рис. 87

329. Два шарика, соединенные невесомым жестким стержнем, подвешены на невесомых нитях одинаковой длины, концы которых закреплены в одной точке. Нить, на которой висит первый шарик, образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$, а нить, на которой висит второй шарик, — угол $\beta = 45^\circ$. Найдите массу первого шарика, если масса второго $m_2 = 49$ г.

330. Внутри гладкого высокого цилиндрического стакана, внутренний радиус которого $R = 6$ см, помещают палочку длиной $l = 13$ см и массой $m = 50$ г. Определите модуль силы, с которой действует на стенку стакана верхний конец палочки.

331. Однородный шест массой $m = 4,0$ кг приставлен к гладкой вертикальной стене под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Определите: а) модуль силы давления шеста на стену; б) модуль минимальной силы, которую надо приложить в горизонтальном направлении

к шесту на расстоянии $\frac{1}{3}$ от его верхнего конца, чтобы шест не давил на стену.

332. Нижние концы лестницы-стремянки массой $m = 10$ кг соединены веревкой. Каждая сторона лестницы составляет с полом угол $\alpha = 45^\circ$. Найдите модуль силы натяжения веревки. Трением пренебречь.

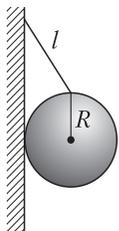


Рис. 88

333. Однородный шар, радиус которого R и масса m , подвешен на нити. Конец нити закреплен на вертикальной стене (рис. 88). Точка крепления шара к нити находится на одной вертикали с центром шара. Найдите модуль силы натяжения нити и модуль силы трения между шаром и стеной, если шар находится в равновесии. Длина нити $l = 2R$.

334. Шар массой $m = 3$ кг находится на наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол $\alpha = 60^\circ$. Равновесие шара достигается за счет трения о плоскость и натяжения нити, прикрепленной одним концом к верхней части шара, а другим — к вершине наклонной плоскости. Найдите модуль силы натяжения нити, если она располагается горизонтально.

10

Законы Ньютона

335. Какие тела действуют на мяч, если он: а) лежит на полке; б) плавает в бассейне; в) прижат к земле ногой футболиста?

336. Действия каких тел компенсируются в следующих случаях: а) трактор стоит на хозяйственном дворе; б) боксерская груша висит на цепи; в) подводная лодка покоится, погрузившись в воду?

337. Скомпенсированы ли действия тел на шайбу, если она: а) покоится на льду; б) равномерно скользит по льду под действием клюшки хоккеиста; в) скользит по льду с торможением?

338. В каких случаях система отсчета, связанная с автомобилем, является инерциальной, если автомобиль: а) равномерно движется по шоссе; б) равноускоренно и прямолинейно движется по дороге; в) совершает разворот; г) равномерно движется в гору; д) равномерно спускается под гору; е) равноускоренно спускается под гору?

339. С какими телами, выделенными курсивом, можно связать инерциальную систему отсчета? а) С неподвижного *корабля* равноускоренно опускают *якорь*. б) *Книга* лежит на *столе* в равномерно движущемся *поезде*. в) *Всадник* на *лошади* движется по кругу на арене цирка со скоростью, модуль которой остается постоянным.

340. При резком торможении автобуса пассажиры наклоняются вперед. Является ли система отсчета, связанная с автобусом, во время торможения инерциальной? Почему?

341. Автомобиль движется относительно земли прямолинейно и равномерно, а относительно велосипедиста — равноускоренно. Является ли инерциальной система отсчета, связанная с велосипедистом?

342. Определите модуль ускорения, с которым разгоняется реактивный самолет массой $m = 20$ т, если модуль равнодействующей сил, действующих на самолет, $F = 90$ кН.

343. Определите модуль равнодействующей силы, сообщающей катеру массой $m = 120$ кг ускорение, модуль которого $a = 2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

344. Определите массу автомобиля, останавливающегося под действием равнодействующей силы, модуль которой $F = 5,88$ кН. Модуль ускорения автомобиля $a = 2,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

345. Равнодействующая потянная сила \vec{F}_1 ($F_1 = 10$ Н) сообщает телу ускорение \vec{a}_1 ($a_1 = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$). Определите модуль равнодействующей силы, сообщающей этому телу ускорение, модуль которого $a_2 = 8,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

346. Тело массой $m_1 = 40$ кг под действием некоторой равнодействующей силы приобрело ускорение, модуль которого $a_1 = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

Определите ускорение, которое приобретет тело массой $m_2 = 10$ кг под действием такой же силы.

347. Тело массой $m_1 = 6,0$ кг под действием равнодействующей силы, модуль которой $F_1 = 15$ Н, получает некоторое ускорение. Тело какой массы под действием равнодействующей силы, модуль которой $F_2 = 24$ Н, получит такое же ускорение?

348. Без груза автомобиль массой $m = 4$ т начинает движение с ускорением, модуль которого $a_1 = 0,3 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. После загрузки при той же равнодействующей силе он трогается с места с ускорением, модуль которого $a_2 = 0,2 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Какова масса груза?

349. К телу массой $m = 40$ кг прилагают одновременно две силы, модули которых $F_1 = 64$ Н и $F_2 = 16$ Н. Определите модули максимального и минимального ускорений, которые могут сообщить телу эти силы.

350. Тело массой $m = 4$ кг движется с ускорением, модуль которого $a = 2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$, под действием двух взаимно перпендикулярных сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 . Определите модуль силы \vec{F}_1 , если модуль силы $F_2 = 8$ Н.

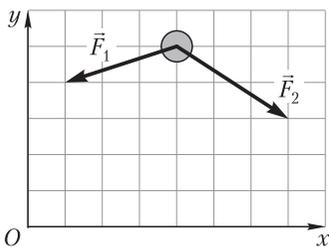


Рис. 89

351. На тело массой $m = 1,5$ кг действуют силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 (рис. 89). Определите модуль ускорения тела, если проекции силы \vec{F}_2 на оси координат $F_{2x} = 3$ Н и $F_{2y} = -2$ Н.

352. Тело массой $m = 6,0$ кг, начавшее двигаться из состояния покоя прямолинейно под действием постоянной равнодействующей силы, прошло за промежуток времени $\Delta t = 3,0$ с путь $s = 15$ м. Определите модуль равнодействующей силы.

353. Автомобиль массой $m = 2$ т, двигавшийся со скоростью, модуль которой $v_0 = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, остановился, пройдя по прямой после начала торможения путь $s = 25$ м. Определите модуль равнодействующей силы.

354. Определите модуль силы, которую необходимо приложить в горизонтальном направлении к телу массой $m = 1$ кг, неподвижно лежащему на горизонтальной поверхности, чтобы оно через промежуток времени $\Delta t = 2$ с приобрело скорость, модуль которой $v = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

Известно, что модуль силы сопротивления при движении тела $F_c = 3$ Н.

355. Шахта оборудована лифтом массой $m = 1,0 \cdot 10^3$ кг. Определите модуль силы натяжения троса, при помощи которого: а) лифт поднимается с ускорением, модуль которого $a = 1,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$, направленным вверх; б) лифт опускается с ускорением, модуль которого $a = 1,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$, направленным вниз; в) лифт поднимается с постоянной скоростью.

356. Определите модуль ускорения, с которым поднимают груз на веревке, если сила натяжения веревки увеличилась втрое по сравнению с силой натяжения, когда груз поднимали равномерно.

357. На нити, выдерживающей силу натяжения $F_{\text{max}} = 10$ Н, поднимают груз массой $m = 0,5$ кг вертикально вверх. Считая движение равноускоренным, найдите предельную высоту, на которую можно поднять груз за промежуток времени $\Delta t = 1$ с так, чтобы нить не оборвалась. Начальная скорость равна нулю.

358. Тело массой $m = 1$ кг движется вдоль оси Ox по горизонтальной поверхности. Уравнение проекции скорости движения тела на эту ось имеет вид $v_x = At$, где $A = 0,6 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Определите модуль силы

тяги, действующей в направлении перемещения тела. Известно, что модуль силы тяги в $n = 3$ раза больше модуля силы сопротивления.

359. Зависимость проекции скорости движения груза массой $m = 0,6$ кг, который поднимают вертикально вверх с помощью троса, от времени представлена на графике (рис. 90). Определите модуль силы натяжения троса.

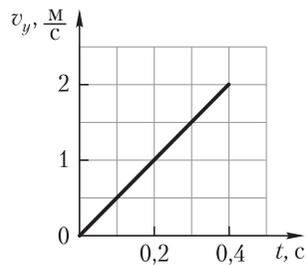


Рис. 90

360. Кинематический закон движения тела вдоль оси координат Ox имеет вид $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 8$ м, $B = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и $C = -0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите массу тела, если проекция на ось Ox равнодействующей сил, приложенных к телу, $F_x = -0,8$ Н.

361. Тело массой $m = 0,5$ кг движется вдоль оси Ox под действием двух сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , направленных вдоль оси. Зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени имеет вид $v_x = A + Bt$, где $A = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $B = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Проекция силы \vec{F}_1 на ось Ox равна $F_{1x} = -3$ Н. Определите проекцию силы \vec{F}_2 на эту же ось.

362. Тело массой $m = 0,5$ кг движется вдоль оси Ox . На рисунке 91, а, б представлены графики зависимости проекции скорости от времени. Постройте графики зависимости от времени проекции на ось Ox равнодействующей сил.

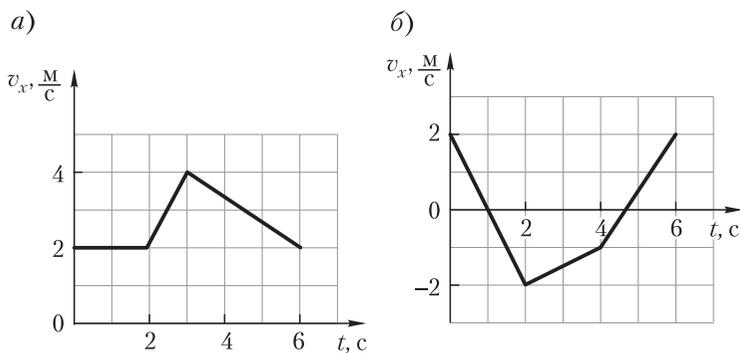


Рис. 91

363. Тело массой $m = 3$ кг движется вдоль оси Ox . На рисунке 92, а, б представлены графики зависимости проекции равнодействующей приложенных к телу сил от времени. Постройте графики зависимости проекции ускорения и проекции скорости на ось Ox от времени. Начальная скорость тела равна нулю в обоих случаях.

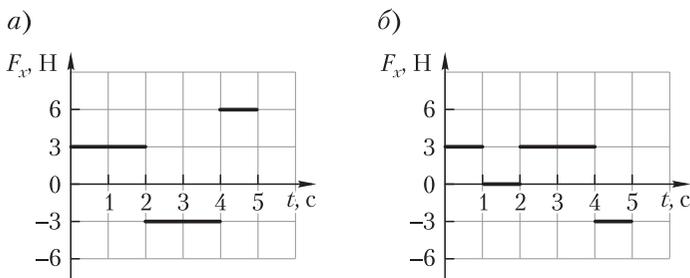


Рис. 92

364. Какую массу балласта надо сбросить с равномерно опускающегося аэростата, чтобы он начал равномерно подниматься с той же по модулю скоростью? Масса аэростата с балластом $m_1 = 1,2 \cdot 10^3$ кг. Модуль подъемной силы аэростата $F_{\text{п}} = 8$ кН. Модуль силы сопротивления воздуха считать одинаковым при спуске и при подъеме аэростата.

365. Веревка выдерживает груз массой $m_1 = 200$ кг при вертикальном подъеме его с некоторым ускорением и груз массой $m_2 = 600$ кг при опускании его с таким же по модулю ускорением. Какова максимальная масса груза, который можно поднимать (либо опускать) на этой веревке с постоянной скоростью?

366. Тело массой $m = 40$ г было брошено вертикально вверх с начальной скоростью, модуль которой $v_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, и достигло высшей точки подъема через промежуток времени $\Delta t = 2,5$ с. Считая силу сопротивления воздуха, действующую на тело во время движения, постоянной, найдите модуль этой силы.

367. Камень, скользящий прямолинейно по горизонтальной поверхности, остановился, пройдя путь $s = 20$ м. Найдите модуль скорости камня до начала торможения, если модуль силы трения между камнем и поверхностью составляет 4 % от модуля силы тяжести, действующей на камень.

368. Шар массой $m = 0,50$ кг, падая без начальной скорости с высоты $h_1 = 10$ м на снег, проваливается в него на глубину $h_2 = 80$ см. Модуль силы сопротивления воздуха $F_1 = 0,60$ Н. Считая движение в воздухе и в снегу равноускоренным, найдите модуль силы сопро-

тивления при движении шара в снегу. Высота h_1 отсчитывается от поверхности снега.

369.* Через какой промежуток времени тело, брошенное с поверхности Земли вертикально вверх со скоростью, модуль которой $v_0 = 32 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, упадет обратно на поверхность Земли? Силу сопротивления воздуха принять не зависящей от скорости, а модуль этой силы составляет $\eta = 0,6$ от модуля действующей на тело силы тяжести.

370. На тело массой $m = 2,0$ кг, находящееся на гладком горизонтальном столе, действует сила \vec{F} ($F = 30$ Н), направленная под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Определите модуль силы, с которой стол действует на тело, и модуль ускорения тела.

371. Бусинка скользит по гладкому стержню, составляющему угол $\alpha = 60^\circ$ с вертикалью. Определите модуль ускорения бусинки.

372. О переднее стекло движущегося автомобиля ударился комар. Сравните силу \vec{F}_1 , с которой комар подействовал на стекло, и силу \vec{F}_2 , с которой стекло подействовало на комара.

373. При отталкивании от трамплина на прыгуна в воду действует сила упругости \vec{F}_1 . На основании третьего закона Ньютона поясните, модулю какой силы \vec{F}_2 равен модуль силы \vec{F}_1 . К чему приложена сила \vec{F}_2 ?

374. При толкании на спортивное ядро действует сила упругости \vec{F}_1 руки спортсмена. На основании третьего закона Ньютона поясните, модулю какой силы \vec{F}_2 равен модуль силы \vec{F}_1 . К чему приложена сила \vec{F}_2 ?

375. При взвешивании на рычажных весах тело действует на чашу весов с силой \vec{P} , модуль которой равен P . Согласно третьему закону Ньютона чаша действует на взвешиваемое тело с силой \vec{F} , модуль которой также равен P . Почему же нарушается равновесие весов?

376. На равноплечих рычажных весах уравновешен стакан с водой. Нарушится ли равновесие весов, если, не касаясь дна, погрузить в воду цилиндр, привязанный к нити?

377. Аквариум давит на стол с силой \vec{F}_1 , модуль которой $F_1 = 200$ Н. Согласно третьему закону Ньютона стол действует на аквариум с силой \vec{F}_2 , модуль которой $F_2 = 200$ Н. Имеет ли смысл постановка вопроса «Чему равна равнодействующая сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 »? Почему?

378. Легкую пружину сначала сжали, затем связали нитью и положили на гладкий стол. К каждому концу пружины вплотную положили по одному шарiku равного диаметра. Затем нить пережгли. Одинаковы ли модули сил, с которыми пружина действовала на шарики? Рассмотреть случаи: а) шарики равной массы; б) шарики разной массы.

379. Студент провел два эксперимента по растягиванию легкой пружины. Сначала он тянул руками пружину за концы в противоположные стороны, прилагая со стороны каждой руки мускульную силу в $F_1 = 10$ Н. Затем он прикрепил один конец пружины к стене, а к другому приложил мускульную силу руки в $F_2 = 20$ Н. На одинаковую ли длину растягивалась пружина в обоих случаях?

380. Брусок массой $m_1 = 0,4$ кг во время столкновения с бруском массой $m_2 = 4,0$ кг получил ускорение, модуль среднего значения которого $\langle a_1 \rangle = 1,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Определите модуль среднего ускорения, которое получил в это время брусок массой m_2 .

381. Найдите отношение модулей средних ускорений двух однородных шаров равного диаметра во время столкновения, если один из шаров латунный, а второй — пластмассовый. Плотность латуни $\rho_{\text{л}} = 8,5 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$, плотность пластмассы $\rho_{\text{п}} = 1,7 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$.

382. Найдите отношение модулей средних ускорений двух железных шаров, полученных во время столкновения, если радиусы шаров отличаются в два раза.

383. Две тележки массами $m_1 = 0,4$ кг и $m_2 = 0,6$ кг двигались навстречу друг другу и после удара остановились. Определите модуль скорости движения второй тележки непосредственно перед ударом, если первая до взаимодействия имела скорость, модуль которой $v_1 = 3 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

384. Вагон массой $m_1 = 60$ т движется к неподвижной платформе со скоростью, модуль которой $v_{01} = 0,3 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, и упирается в нее пружинными буферами. Платформа массой $m_2 = 15$ т получает в результате взаимодействия с буферами вагона скорость, модуль которой $v_2 = 0,4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите модуль скорости вагона сразу же после взаимодействия.

385. Фигуристка и фигурист, оттолкнувшись друг от друга, стали двигаться в противоположных направлениях со скоростями, модули которых $v_1 = 0,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ и $v_2 = 0,3 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите массы спортсменов, если масса фигуристки на $\Delta m = 36$ кг меньше массы фигуриста.

386. Два мальчика, массы которых $m_1 = 40$ кг и $m_2 = 50$ кг, стоят на коньках на льду. Первый мальчик отталкивается от другого с силой, модуль которой $F_1 = 10$ Н. Определите модули ускорений, которые получают мальчики при отталкивании. Силой трения пренебречь.

387. Лифт поднимается с ускорением, модуль которого $a = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

В лифте лежит коробка массой $m = 6,0$ кг. Определите модуль силы, с которой коробка действует на пол лифта. Ускорение лифта направлено вертикально вверх.

388. Брусok перемещают вверх вдоль вертикальной стены, прикладывая к нему силу, направленную под углом α к вертикали. Найдите угол α , если известно, что модуль силы нормального давления бруска на стену вдвое меньше модуля приложенной силы.

389. Шарик массой $m = 50$ г, подвешенный на нерастяжимой нити длиной $l = 40$ см, отклонили от положения равновесия и отпустили. При прохождении положения равновесия модуль скорости движения шарика $v = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите модуль силы, с которой шарик действует на нить при прохождении им положения равновесия.

390. Деревянный шар массой $m = 1,6$ кг лежит на дне сосуда с водой так, что половина его находится в воде. Определите модуль

силы давления шара на дно сосуда. Плотность дерева $\rho = 0,8 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$,

плотность воды $\rho_0 = 1,0 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$.

391. На горизонтальном диске, который вращается вокруг неподвижной вертикальной оси с угловой скоростью ω , лежит гайка массой m . Определите модуль силы взаимодействия гайки с диском, если расстояние между центром гайки и осью вращения равно r .

392.* На гладкой горизонтальной поверхности, касаясь друг друга, лежат три одинаковых кубика (рис. 93) массой $m = 2$ кг каждый. На первый кубик в горизонтальном направлении действует сила, модуль которой $F = 6$ Н. При этом все кубики движутся с одинаковым ускорением. Определите модуль силы давления первого кубика на второй и второго на третий.

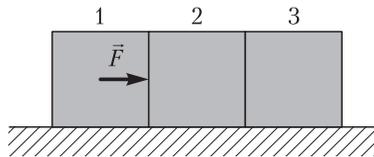


Рис. 93

11

Сила упругости

393. Найдите жесткость пружины, которая под действием силы, модуль которой $F = 6,0$ Н, удлинилась на $\Delta l = 4,0$ см.

394. К пружине подвешен груз массой $m = 120$ г. Определите удлинение пружины, если ее жесткость $k = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.

395. К резиновому жгуту жесткостью $k = 25 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ подвешен груз массой $m = 100$ г. При этом длина жгута $l = 26$ см. Определите длину недеформированного жгута.

396. Жесткость резинового жгута равна k . Чему равна жесткость половины жгута?

397. Жесткость резинового жгута равна k . Чему равна жесткость этого жгута, сложенного вдвое?

398. Резиновая упругая полоска под действием некоторой силы удлинилась на $\Delta l = 4$ см. На сколько удлинится половина этой полоски под действием той же силы? Рассмотрите случаи: а) полоску разрезали вдоль; б) полоску разрезали поперек.

399. Жесткость стальной проволоки $k = 1,0 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. К концу троса, сплетенного из 10 таких проволок, подвесили груз массой $m = 200$ кг. На сколько удлинился трос?

400. Пружину игрушечного пистолета сжали на $\Delta l = 50$ мм. Найдите модуль начального ускорения шарика массой $m = 10$ г при выстреле в горизонтальном направлении, если жесткость пружины $k = 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Силой сопротивления пренебречь.

401. Грузовик взял на буксир легковой автомобиль массой $m = 2,0$ т и, двигаясь равноускоренно, за промежуток времени $\Delta t = 5,0$ с проехал путь $s = 10$ м. Начальная скорость автомобилей равна нулю. Определите удлинение троса, соединяющего автомобили, если его жесткость $k = 2 \frac{\text{МН}}{\text{м}}$. Силой сопротивления, действующей на легковой автомобиль, пренебречь.

402. Тепловоз массой m_1 толкает вагон массой m_2 . Под действием силы давления тепловоза на вагон буферная пружина жесткостью k сжимается на величину Δl . Определите модуль ускорения вагона и модуль силы тяги тепловоза. Силой сопротивления, действующей на вагон, пренебречь.

403. Груз массой $m = 10$ кг с помощью троса поднимают вертикально вверх на высоту $h = 8,0$ м за промежуток времени $\Delta t = 4,0$ с. Определите модуль силы упругости троса и его удлинение, если

жесткость троса $k = 2,2 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Начальная скорость груза равна нулю.

404. Груз поднимают на легком резиновом шнуре вертикально вверх с ускорением, модуль которого $a = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, а затем опускают вниз с тем же по модулю ускорением. Определите отношение удлинений шнура.

405. Груз массой $m = 0,20$ кг поднимают вертикально вверх с помощью упругой пружины, прикрепленной к грузу. График зависимости модуля скорости груза от времени показан на рисунке 94. Определите модуль силы упругости пружины.

406. Гирию массой $m = 7,0$ кг без начальной скорости поднимают вертикально вверх на алюминиевой проволоке жесткостью $k = 0,14 \frac{\text{МН}}{\text{м}}$. График зависимости модуля перемещения гири от времени показан на рисунке 95. Определите удлинение проволоки, если начальная скорость гири равна нулю.

407. Тело массой $m = 2$ кг тянут равноускоренно по гладкой горизонтальной поверхности с помощью легкой пружины, составляющей угол $\alpha = 60^\circ$ с горизонтом. Жесткость пружины $k = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Чему равно удлинение пружины, если модуль ускорения тела $a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$?

408. В лифте, опускающемся с постоянным ускорением, модуль которого $a = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, на легкой пружине жесткостью $k = 110 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ висит груз. Найдите массу груза, если удлинение пружины $\Delta l = 1,6$ см.

409. Со дна водоема с помощью легкого троса медленно и равномерно поднимают стальную плиту массой m до поверхности

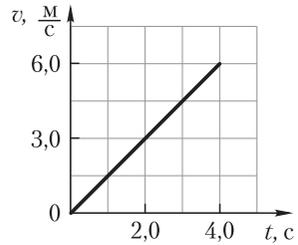


Рис. 94

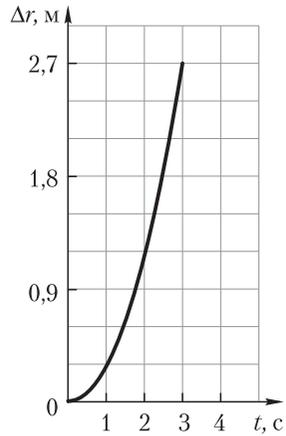


Рис. 95

воды. Определите удлинение троса жесткостью k , если плотность стали ρ_1 , плотность воды ρ_2 . Сопротивлением движению пренебречь.

410. Чугунную деталь массой $m = 0,42$ кг подвесили к невесомой пружине жесткостью $k = 60 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Определите удлинение пружины, если деталь находится: а) в воздухе; б) в воде. Плотность воды $\rho_0 = 1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, плотность чугуна $\rho = 7,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

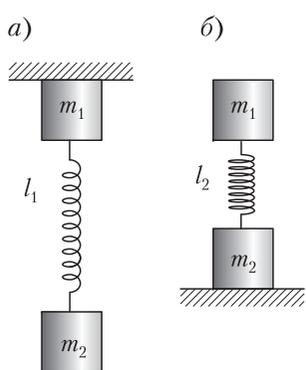


Рис. 96

411. Легкая пружина соединяет два груза массами m_1 и m_2 . Когда система закреплена за верхний груз массой m_1 , длина пружины равна l_1 (рис. 96, а), а когда система поставлена на нижний груз массой m_2 , то длина пружины равна l_2 (рис. 96, б). Определите длину недеформированной пружины.

412.* Если к нижнему концу вертикально висящей легкой пружины прикрепить груз, то ее длина станет равной l_1 . Если другой такой же груз, не снимая первого, прикрепить к середине пружины, то ее длина возрастет до l_2 . Определите длину пружины в недеформированном состоянии.

413. К легкой упругой пружине поочередно подвешивали грузы, сначала массой $m_1 = 180$ г, затем — $m_2 = 420$ г. В первом случае длина пружины $l_1 = 4,1$ см, во втором — $l_2 = 5,7$ см. Определите жесткость пружины.

414.* Горизонтальный стержень вращается вокруг вертикальной оси с частотой ν . По стержню без трения может скользить муфта массой m , прикрепленная к оси пружинкой, жесткость которой равна k . Какую длину будет иметь пружина при вращении стержня, если ее длина в недеформированном состоянии равна l_0 ? Размерами муфты пренебречь.

Сила трения

415. Определите модуль силы трения скольжения, действующей на книгу при перемещении ее по поверхности стола. Коэффициент трения скольжения $\mu = 0,40$, а модуль силы давления книги на стол $F_d = 9,0$ Н.

416. Модуль силы трения, действующей на бобслейные сани (боб) со спортсменами, $F_{\text{тр}} = 0,16$ кН. Определите коэффициент трения боба по льду, если модуль нормальной составляющей силы реакции льда $N = 3,2$ кН.

417. Брусок массой $m = 750$ г равномерно перемещается по горизонтальной поверхности под действием горизонтально направленной силы, модуль которой $F = 2,4$ Н. Определите коэффициент трения бруска о поверхность.

418. Брусок массой $m = 3,0$ кг с помощью горизонтальной невесомой пружины тянут равномерно по доске, расположенной горизонтально. Какова жесткость пружины, если она удлинилась на $\Delta l = 50$ мм? Коэффициент трения между бруском и доской $\mu = 0,25$.

419. Тело массой $m = 2$ кг под действием горизонтально направленной силы движется по горизонтальной поверхности с ускорением, модуль которого $a = 1,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Найдите модуль этой силы, если коэффициент трения между телом и поверхностью $\mu = 0,2$.

420. Тело массой $m = 4,0$ кг начало двигаться по горизонтальной поверхности. Определите модуль горизонтально направленной силы, которая была приложена к телу, если оно при коэффициенте трения скольжения $\mu = 0,20$ через промежуток времени $\Delta t = 3,0$ с после начала движения разогналось до скорости, модуль которой $v = 0,90 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

421. Определите модуль скорости, с которой двигался автомобиль по горизонтальной дороге, если длина следа при аварийном торможении до полной остановки оказалась равной $l = 24$ м. Коэффициент трения покрышек колес о дорогу $\mu = 0,30$.

422. Тело массой $m = 1$ кг начало двигаться по горизонтальной поверхности под действием постоянной горизонтально направленной силы. Определите модуль этой силы, если тело при коэффициенте трения скольжения $\mu = 0,10$ за промежуток времени $\Delta t = 10$ с прошло путь $s = 50$ м.

423. Поезд массой $m = 4 \cdot 10^5$ кг, двигавшийся по горизонтальному прямолинейному участку дороги, начал тормозить так, что его координата с течением времени изменялась в соответствии с уравнением $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 0,8$ км, $B = 8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, $C = -0,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Определите: а) модуль силы трения, действующей на поезд; б) коэффициент трения; в) время торможения поезда до полной остановки.

424. Коробка массой $m = 15$ кг лежит на полу равноускоренно опускающейся кабины лифта. Модуль ускорения кабины $a = 1,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

Определите модуль минимальной горизонтально направленной силы, которую надо приложить к коробке, чтобы сдвинуть ее с места. Коэффициент трения скольжения коробки по полу кабины $\mu = 0,60$.

425. Тело массой $m = 10$ кг движется по горизонтальной плоскости под действием силы \vec{F} , направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Определите модуль силы трения, действующей на тело, если коэффициент трения $\mu = 0,20$. Модуль силы $F = 30$ Н.

426. Мальчик тянет санки массой m с помощью невесомой веревки, составляющей с горизонтом угол α . Коэффициент трения между санками и горизонтальной поверхностью равен μ . Определите модуль силы натяжения веревки, если санки движутся равномерно.

427. Рабочий тянет по полу ящик массой $m = 60$ кг с помощью легкой веревки, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Определите модуль ускорения ящика, если модуль силы натяжения веревки $F = 240$ Н. Коэффициент трения $\mu = 0,35$.

428. К саням приварен жесткий стержень, расположенный под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Человек сначала толкает сани с силой \vec{F}_1 , а затем тянет их с силой \vec{F}_2 . Найдите отношение модулей сил $\frac{F_1}{F_2}$.

если сани в обоих случаях движутся равномерно. Коэффициент трения $\mu = 0,20$.

429. Нить продета через бусинку массой $m = 10$ г и натянута вертикально. Бусинка соскальзывает по нити. Определите модуль ускорения бусинки, если модуль силы трения, действующей на бусинку $F_{\text{тр}} = 0,05$ Н.

430. Магнит массой $m = 50$ г притянут к железной вертикальной пластине. Для равномерного скольжения магнита вниз прикладывают вертикально направленную силу, модуль которой $F_1 = 2$ Н. Определите модуль минимальной силы, которую надо приложить к магниту, чтобы он начал скользить вверх.

431. Штукатурщик перемещает шлифовальный мастерок массой $m = 12$ кг вверх вдоль вертикальной стены, прилагая силу \vec{F} , направленную под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали. Модуль силы $F = 32$ Н. Определите модуль ускорения мастерка, если коэффициент трения между мастерком и стеной $\mu = 0,95$.

432. На рисунке 97 представлен график проекции скорости движения шайбы, скользящей по горизонтальному льду, от времени. Определите коэффициент трения между шайбой и льдом.

433. Всегда ли сила трения направлена против скорости движения тела?

434. Брусок массой $m = 2,0$ кг находится на горизонтальной плоскости. Коэффициент трения $\mu = 0,20$. Постройте графики зависимости модуля силы трения и модуля ускорения бруска от модуля горизонтально направленной силы, приложенной к бруску.

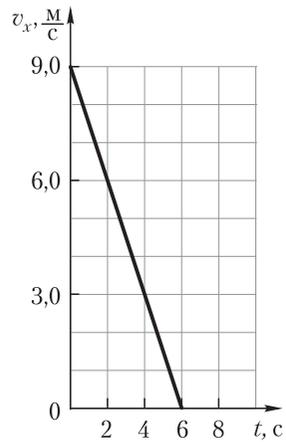


Рис. 97

435. Тело массой $m = 1$ кг находится на горизонтальной плоскости. Коэффициент трения $\mu = 0,1$. На тело действует горизонтально направленная сила \vec{F} . Определите модуль силы трения, если модуль силы \vec{F} равен: а) $0,5$ Н; б) 2 Н.

436. К телу массой $m = 10$ кг, находящемуся на горизонтальной плоскости, приложена направленная вверх под углом $\alpha = 30^\circ$ к гори-

зонту сила, модуль которой $F = 10$ Н. Определите модуль силы трения, действующей на тело, если коэффициент трения тела по плоскости равен: а) $\mu = 0,20$; б) $\mu = 0,01$.

437. Определите модуль минимальной силы, направленной горизонтально, с которой нужно прижать доску к вертикальной стене, чтобы она не соскользнула вниз. Масса доски $m = 4,8$ кг. Коэффициент трения между доской и стеной $\mu = 0,40$.

438.* Лежащее на горизонтальной поверхности тело приходит в движение под действием горизонтально направленной силы, модуль которой в два раза меньше модуля действующей на тело силы тяжести. Сила действует в течение промежутка времени $\Delta t = 2$ с, а затем ее действие прекращается. Определите коэффициент трения между телом и поверхностью, если путь, пройденный телом от начала движения до остановки, $s = 15$ м.

439.* На тело, покоящееся на горизонтальной поверхности, начала действовать постоянная сила \vec{F} , направленная вверх под углом α к горизонту, причем $\sin \alpha = 0,6$. Модуль силы $F = 100$ Н. Спустя промежуток времени $\Delta t_1 = 10$ с, когда тело переместилось на расстояние $l = 25$ м, действие силы \vec{F} прекратилось. Определите промежуток времени, в течение которого тело двигалось с торможением до полной остановки, если его масса $m = 20$ кг.

440. Пять листов картона массой $m = 0,4$ кг каждый сложены стопкой. Определите модуль минимальной горизонтально направленной силы, которую необходимо приложить к среднему листу, чтобы вытащить его из стопки, при коэффициенте трения между листами $\mu = 0,3$.

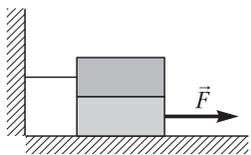


Рис. 98

441. Два одинаковых бруска массой $m = 1$ кг каждый лежат стопкой на полу. Верхний брусок с помощью нити, расположенной горизонтально, привязан к стене (рис. 98). Определите модуль минимальной силы \vec{F} , которую необходимо приложить в горизонтальном направлении к нижнему бруску, чтобы вытянуть его из-под верхнего бруска. Коэффициент трения между брусками и бруском и полом одинаков и равен $\mu = 0,3$.

442.* Доска массой $m_1 = 12,0$ кг находится на гладкой горизонтальной плоскости. На доске лежит брусок массой $m_2 = 3,0$ кг. Коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,20$. Определите: а) модуль минимальной горизонтально направленной силы, которую надо приложить к доске, чтобы брусок начал с нее соскальзывать; б) модуль минимальной горизонтально направленной силы, которую надо приложить к бруску, чтобы он начал соскальзывать с доски.

443.* Тележка массой $m_1 = 16$ кг может катиться по гладкой горизонтальной поверхности. На тележке лежит брусок массой $m_2 = 4,0$ кг. Коэффициент трения между бруском и тележкой $\mu = 0,20$. К бруску в горизонтальном направлении прикладывают силу \vec{F} . Определите модули ускорений бруска и тележки, если модуль силы F равен: а) 2,0 Н; б) 16 Н.

444.* На доске массой $m_1 = 4$ кг, лежащей на горизонтальном полу, находится брусок массой $m_2 = 1$ кг. Коэффициент трения между доской и полом $\mu_1 = 0,4$, а между бруском и доской $\mu_2 = 0,2$. Определите модуль наименьшей горизонтально направленной силы, которую надо приложить к доске, чтобы брусок с нее соскользнул.

445. Почему скорость автомобиля при движении по горизонтальной поверхности, несмотря на постоянную подачу топлива, не возрастает бесконечно?

446. Почему тетрадный лист не удается бросить дальше смятого в комок такого же листа?

447. Силикатный блок массой $m = 7,0$ кг упал без начальной скорости с высоты $h = 7,0$ м строящегося дома. Определите модуль силы сопротивления воздуха, действующей на блок, если модуль скорости движения блока у поверхности Земли $v = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

448. Шарик массой $m = 10$ г всплывает с постоянной скоростью в жидкости, плотность которой в $n = 4$ раза больше плотности материала шарика. Определите модуль силы сопротивления, действующей на шарик при его движении в жидкости.

449. Парашютист массой $m_1 = 75$ кг спускается на парашюте с установившейся скоростью, модуль которой $v_1 = 5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Каким будет мо-

дуть установившейся скорости, если на том же парашюте будет спускаться другой парашютист массой $m_2 = 48$ кг? Считать, что сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости.

450.* Шар объемом V и массой m падает в жидкости плотностью ρ с постоянной скоростью. Определите модуль силы, с которой нужно тянуть этот шар вертикально вверх с помощью тонкой нити, привязанной к шару, чтобы он поднимался в той же жидкости с вдвое большей скоростью. Сила сопротивления, действующая на движущийся в жидкости шар, прямо пропорциональна скорости движения шара.

13

Закон всемирного тяготения

451. Почему тела, находящиеся в комнате, несмотря на их взаимное притяжение, не движутся друг к другу?

452. Определите модуль силы, с которой притягиваются друг к другу два однородных шара массами $m = 10$ кг каждый, если расстояние между их центрами $r = 8,0$ м.

453. Две материальные точки равной массы находятся на расстоянии $r = 10$ см друг от друга и притягиваются с силой, модуль которой $F = 6,67 \cdot 10^{-15}$ Н. Какова масса каждой материальной точки?

454. Модуль силы притяжения искусственного спутника к Земле $F = 6,5$ кН. Определите расстояние между спутником и центром Земли, если масса спутника $m_1 = 800$ кг, масса Земли $m_2 = 6 \cdot 10^{24}$ кг.

455. Во сколько раз уменьшилась сила тяготения между двумя одинаковыми однородными шарами, если вначале шары касались друг друга, а затем один из шаров удалили на расстояние, равное диаметру шаров?

456. Два однородных шара, радиусы которых $R_1 = 20$ см и $R_2 = 30$ см, соприкасаются друг с другом. Во сколько раз уменьшится сила тяготения между шарами, если один из шаров отодвинуть на расстояние $l = 100$ см?

457. Определите модули сил, с которыми действуют друг на друга вследствие тяготения два соприкасающихся однородных свинцовых шара диаметром $d = 10$ см каждый.

458. На каком расстоянии должны находиться два одинаковых однородных стальных шара, чтобы они притягивались друг к другу с такими же силами, как два однородных алюминиевых шара таких же размеров, расположенных на расстоянии $r_1 = 9,0$ м?

459. Два одинаковых однородных шара, соприкасаясь, притягиваются друг к другу с силой тяготения, модуль которой F_0 . Определите модуль силы взаимодействия между двумя однородными соприкасающимися шарами из того же материала, масса каждого из которых в $n = 8$ раз больше.

460. Расстояние между планетой Юпитер и Солнцем в $k = 5,2$ раза больше, чем расстояние между Землей и Солнцем, а масса Юпитера в $n = 318$ раз больше массы Земли. Во сколько раз модуль силы притяжения между Солнцем и Юпитером больше, чем между Солнцем и Землей?

461. Расстояние между центрами Земли и Луны равно $60R_3$ (R_3 — радиус Земли). Масса Земли в $k = 81$ раз больше массы Луны. Космический корабль движется с Земли на Луну. На каком расстоянии от центра Луны модули сил притяжения корабля к Земле и к Луне будут равными?

462. На сколько процентов уменьшится сила притяжения ракеты к Земле, если ракета поднимется на высоту $h = 1,6 \cdot 10^6$ м над поверхностью Земли, радиус которой $R = 6,4 \cdot 10^6$ м?

463. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения космического корабля к Земле в $n = 100$ раз меньше, чем на ее поверхности? Радиус Земли $R = 6400$ км.

464. Два шара, массы которых $m_1 = 10$ кг и $m_2 = 90$ кг, расположены на расстоянии $r = 10$ м друг от друга. На каком расстоянии от первого шара надо поместить третий шар, чтобы результирующая сил притяжения его к первым двум шарам была равна нулю?

465. Три одинаковых шарика находятся на одной прямой на равных расстояниях друг от друга. Модуль силы гравитационного взаимодействия двух соседних шариков равен F . Определите мо-

доль результирующей гравитационной силы, действующей на крайний шарик.

466. Три одинаковых шара массой $m = 10$ кг каждый расположены в вершинах равностороннего треугольника, сторона которого $r = 2,0$ м. Найдите модуль гравитационной силы, действующей на один из шаров со стороны двух других.

467. Постройте график зависимости модуля ускорения свободного падения от высоты тела над поверхностью Земли. Определите модуль ускорения тела на высоте $h_1 = \frac{1}{4}R$ и $h_2 = R$ над Землей. R — радиус Земли. Модуль ускорения свободного падения на поверхности Земли $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

468. Радиус планеты Марс $R_M = 0,53R_3$, а масса — $M_M = 0,11M_3$. Зная модуль ускорения свободного падения на Земле $g_3 = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, найдите модуль ускорения свободного падения на Марсе.

469. Радиус Солнца в $k = 110$ раз больше радиуса Земли, а средняя плотность Солнца в $n = 4$ раза меньше средней плотности Земли. Определите модуль ускорения свободного падения у поверхности Солнца, если у поверхности Земли он равен g .

470.* Тело, находясь на полюсе некоторой шарообразной планеты, действует на опору с силой, модуль которой в n раз больший, чем на экваторе этой же планеты. Определите период обращения планеты вокруг собственной оси, считая среднюю плотность вещества планеты равной ρ .

471.* Определите среднюю плотность вещества планеты, угловая скорость вращения которой вокруг своей оси $\omega = 2,9 \cdot 10^4 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

Известно, что тело, находясь на экваторе, действует на опору с силой, на 10 % меньшей, чем находясь на полюсе этой планеты.

472. Две планеты вращаются вокруг звезды по круговым орбитам. Отношение радиусов орбит $\frac{R_1}{R_2} = 4$. Определите: а) отношение

модулей линейных скоростей движения планет; б) отношение периодов обращения планет.

473. Найдите модуль первой космической скорости для Луны, если радиус Луны в $k = 3,7$ раза меньше радиуса Земли, а модуль ускорения свободного падения у поверхности Луны в $n = 6,0$ раза меньше модуля ускорения свободного падения у поверхности Земли. Модуль первой космической скорости для Земли $v = 7,9 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

474. Определите модуль первой космической скорости для планеты радиусом $R = 2500$ км, средняя плотность которой $\rho = 4,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

475. Масса некоторой планеты в $n = 4,5$ раза больше массы Земли, а ее радиус — в $k = 2$ раза больше, чем радиус Земли. Найдите модуль первой космической скорости для планеты, если радиус Земли $R_3 = 6,4 \cdot 10^6$ м. Модуль ускорения свободного падения у поверхности Земли $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

476. Искусственный спутник выведен на круговую орбиту на высоте h над поверхностью Земли. Определите модуль скорости движения спутника по орбите. Масса Земли M . Радиус Земли R .

477. Если период обращения искусственного спутника Земли увеличится в $k = 8$ раз, то во сколько раз при этом увеличится радиус круговой орбиты спутника?

478. Период обращения спутника вокруг Юпитера по круговой орбите радиусом $R = 1,1 \cdot 10^6$ км составляет $T = 200$ ч. Определите модуль первой космической скорости для Юпитера, если его радиус $R_{\text{Ю}} = 7,0 \cdot 10^4$ км.

479.* На некоторой планете запущен геостационарный спутник, все время находящийся над одной и той же точкой планеты. Во сколько раз высота спутника над поверхностью планеты больше радиуса планеты, если известно, что другой спутник, вращающийся вокруг планеты вблизи ее поверхности, имеет период обращения, в $k = 8$ раз меньший, чем период вращения планеты вокруг своей оси?

Свободное падение тел

480. С высоты $H = 12$ м без начальной скорости падает тело. На какой высоте окажется тело через промежуток времени $\Delta t = 1$ с после начала падения? Сопротивлением воздуха здесь и в последующих задачах пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

481. Определите модуль скорости, с которой надо бросить тело вертикально вверх с поверхности Земли, чтобы оно вернулось в исходную точку через промежуток времени $\Delta t = 4,0$ с.

482. Тело брошено вертикально вверх с поверхности Земли со скоростью, модуль которой $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. На какую максимальную высоту оно поднимется?

483. Определите модуль начальной скорости, с которой бросили вертикально вверх тело, если оно вернулось обратно через промежуток времени $\Delta t = 6,0$ с. Чему равна максимальная высота подъема тела? Каким был модуль скорости движения тела на высоте, составляющей $\frac{3}{4}$ от максимальной высоты подъема?

484. В некоторый момент времени модуль скорости свободного падения тела вниз $v_1 = 6,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Каким будет модуль скорости движения тела через промежуток времени $\Delta t = 2,0$ с?

485. Вертикально вниз брошен камень со скоростью, модуль которой $v_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Во сколько раз увеличится модуль скорости движения камня через промежуток времени $\Delta t = 1$ с после броска?

486. Мяч брошен с некоторой высоты вертикально вниз со скоростью, модуль которой $v_0 = 4,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Найдите среднюю скорость пути за первые две секунды движения мяча.

487. Определите модуль скорости, с которой тело было брошено вертикально вверх, если через промежуток времени $\Delta t = 0,80$ с после броска его скорость при подъеме вверх уменьшилась вдвое.

488. Камень, брошенный вертикально вверх, упал обратно через промежуток времени $\Delta t = 2$ с. Определите путь и модуль перемещения камня за промежутки времени $\Delta t_1 = 1$ с и $\Delta t_2 = 2$ с. Какова средняя скорость пути?

489. Тело брошено вертикально вверх с высоты $h_1 = 40$ м с начальной скоростью, модуль которой $v_0 = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. На какой высоте окажется тело через промежуток времени $\Delta t = 2,0$ с?

490. Камень брошен вертикально вверх со скоростью, модуль которой $v_0 = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Через какой промежуток времени его скорость движения будет направлена вертикально вниз, а ее модуль $v = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$?

491. Два тела брошены с поверхности Земли вертикально вверх. Начальная скорость движения первого тела в $k = 4$ раза больше начальной скорости движения второго. Во сколько раз выше поднимется первое тело, чем второе?

492. Тело, брошенное вертикально вверх из точки, находящейся над поверхностью Земли на высоте $h_1 = 8$ м, падает на поверхность Земли через промежуток времени $\Delta t = 2$ с после броска. Определите модуль начальной скорости движения тела.

493. Металлический шарик падает без начальной скорости с высоты $h = 20$ м на доску и отскакивает от нее. Модуль скорости движения шарика в момент касания доски равен v , а сразу же после отскока $-0,75v$. Через какой промежуток времени после удара шарик второй раз упадет на доску?

494. Тело брошено вертикально вверх со скоростью, модуль которой $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Найдите путь, пройденный телом за промежуток времени $\Delta t = 3,0$ с от начала движения.

495. Тело брошено вертикально вверх. За первую секунду полета тело поднялось на высоту $h_1 = 15$ м. Какой путь прошло тело за следующие две секунды полета?

496. Тело свободно падает с высоты $h = 80$ м. Какой путь оно пройдет в последнюю секунду падения?

497. Определите, на сколько путь, пройденный свободно падающим телом за десятую секунду, больше пути, пройденного телом за девятую секунду. Начальная скорость движения тела равна нулю.

498. Тело брошено вертикально вверх с поверхности Земли. Во сколько раз скорость движения тела на высоте, составляющей $\frac{8}{9}$

максимальной высоты подъема, меньше начальной скорости?

499. Камень, брошенный вертикально вверх, дважды побывал на одной и той же высоте — спустя промежуток времени $\Delta t_1 = 0,8$ с и $\Delta t_2 = 1,5$ с после начала движения. Чему равна эта высота?

500. Тело, брошенное вертикально вверх, дважды проходит через точку, находящуюся на высоте $h = 15$ м. Промежуток времени между этими моментами составляет $\Delta t = 2,0$ с. Определите модуль начальной скорости и полное время полета тела.

501. С какой высоты падало тело без начальной скорости, если путь, пройденный им за последнюю секунду движения, в $n = 5$ раз больше пути, пройденного за первую секунду?

502. Капля, падающая вертикально, пролетает мимо окна высотой h за промежуток времени Δt . Найдите модули скорости ее движения в моменты пролета мимо нижнего и верхнего краев окна.

503. С какой высоты падало тело без начальной скорости, если в последнюю секунду падения оно прошло путь $s = 25$ м?

504. За последнюю секунду свободного падения тело прошло путь $h_1 = 45,0$ м. В течение какого промежутка времени и с какой высоты падало тело, если начальная скорость, модуль которой $v_0 = 20,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, направлена вертикально вниз?

505. Шарик, начальная скорость движения которого направлена вертикально вниз, падает с высоты $h = 75$ м. Разделите эту высоту на три части, на прохождение каждой из которых необходимо одно и то же время. Модуль начальной скорости движения шарика $v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

506. С аэростата, опускающегося с постоянной скоростью, модуль которой $v = 5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, бросают вертикально вверх тело со скоростью, модуль которой $v_0 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ относительно земли. Через какой промежуток времени тело достигнет аэростата?

507. Кабина скоростного лифта опускается с ускорением, модуль которого $a = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$ относительно шахты. В некоторый момент времени с потолка кабины начинает падать болт. Высота кабины $h = 2,5$ м. Определите промежуток времени, за который болт упадет на пол кабины.

508. Стоя на краю скалы высотой $h = 80$ м, человек отпустил без начальной скорости камень, а затем, спустя промежуток времени $\Delta t_1 = 2,0$ с, он бросил вертикально вниз второй камень. Определите модуль начальной скорости, которую сообщил человек второму камню, если оба камня упали на землю одновременно.

509. С крыши падают вниз одна за другой две капли. Через промежуток времени $\Delta t_1 = 2$ с после начала падения второй капли расстояние между ними оказалось $h = 60$ м. На сколько раньше первая капля оторвалась от крыши?

510. Два камня находятся на одной вертикали на расстоянии $h = 20$ м друг от друга. В некоторый момент времени верхний камень бросают вертикально вниз со скоростью, модуль которой $v_{01} = 8,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, а нижний камень отпускают без начальной скорости. Через какой промежуток времени камни окажутся на одной высоте?

511. С неподвижно зависшего над поверхностью Земли вертолета сбросили без начальной скорости два груза, причем второй — на время $t_1 = 1,0$ с позже первого. Определите расстояние между грузами через время $t_2 = 4,0$ с после начала движения первого груза.

512. С высоты $H = 3,2$ м начинает падать без начальной скорости маленький шарик. Одновременно другой шарик брошен вверх с поверхности Земли с начальной скоростью, в $k = 1,5$ раза меньшей, чем

имел бы первый шарик при падении на поверхность Земли. На какой высоте шарик встретятся?

513. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью, модуль которой $v_0 = 4,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Когда оно достигло высшей точки траектории, из той же точки, из которой было брошено первое тело, с той же начальной скоростью вертикально вверх брошено второе тело. На каком расстоянии от начальной точки тела встретятся?

514.* Двигатели ракеты, запущенной вертикально вверх с поверхности Земли, работали в течение времени $t_1 = 10$ с и сообщали ракете постоянное ускорение, модуль которого $a_1 = 30 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Какой максимальной высоты над поверхностью Земли достигла ракета за время полета?

515.* В течение времени $t_1 = 20$ с ракета поднималась с постоянным ускорением, модуль которого $a_1 = 0,8g$ (g — модуль ускорения свободного падения). Затем двигатели ракеты выключились. Через какое время после выключения двигателей ракета упадет на Землю?

516. Тело, брошенное вертикально вверх, прошло последний метр подъема за время, в $k = 8$ раз большее, чем первый метр. Определите модуль начальной скорости движения тела.

517. При свободном падении без начальной скорости тело прошло равные пути за первые $\Delta t_1 = 1,0$ с и за последние $\Delta t_2 = 0,20$ с. С какой высоты упало тело?

518. Наблюдатель измерил, что за промежуток времени $\Delta t_1 = 2,0$ с тело в свободном падении пролетело путь $h = 100$ м. Как долго падало тело из начального состояния покоя до момента начала наблюдения и какой путь прошло оно при этом?

519.* Два тела падают с одной и той же высоты h : одно без начальной скорости, а другое с начальной скоростью \vec{v}_0 . Чему равен модуль этой скорости, если второе тело достигает поверхности Земли за время, в k раз меньшее первого? Во сколько раз отличаются модули конечных скоростей движения тел?

520. Дальность полета тела, брошенного в горизонтальном направлении со скоростью, модуль которой $v_0 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, равна высоте

бросания. С какой высоты брошено тело?

521. Во сколько раз надо изменить начальную скорость тела, брошенного горизонтально, чтобы при вчетверо большей высоте бросания получить прежнюю дальность полета?

522. Из окна, расположенного на высоте $h = 5$ м от земли, горизонтально был брошен мяч, который упал на расстоянии $l = 8$ м от дома. Определите модуль скорости, с которой был брошен мяч.

523. Камень, брошенный горизонтально с некоторой высоты со скоростью, модуль которой $v_0 = 15 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, упал на землю со скоростью,

модуль которой $v = 25 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Сколько времени длился полет камня?

524. Тело бросили горизонтально со скоростью, модуль которой $v_0 = 40 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, с высоты $h = 100$ м над землей. Определите модуль скорости его движения через промежуток времени $\Delta t_1 = 3,0$ с и в момент падения на землю.

525. С самолета, летящего горизонтально на высоте $h_1 = 500$ м со скоростью, модуль которой $v_0 = 180 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, выпал груз. На какой высоте скорость движения груза будет направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту?

526.* Маленький шарик катится со скоростью, модуль которой $v_0 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, по горизонтальной плоскости, приближаясь к щели. Щель образована двумя отвесными параллельными стенками, находящимися на расстоянии $d = 5,0$ см друг от друга. Скорость движения шарика \vec{v}_0 перпендикулярна стенкам. Глубина щели $H = 20$ см. Сколько раз шарик ударится о стенки, прежде чем упадет на дно? Удары о стенки считать абсолютно упругими.

527. В вертикально установленную мишень с расстояния $l = 120$ м из винтовки произведено два выстрела в горизонтальном направле-

нии. Модуль начальной скорости движения первой пули $v_{01} = 300 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, второй — $v_{02} = 400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите расстояние между пробойнами в мишени.

528. Тело бросают горизонтально с некоторой высоты, и оно свободно падает на поверхность Земли. На сколько процентов увеличится дальность полета тела, если начальную высоту бросания уменьшить в $k = 4$ раза, а начальную скорость увеличить в $n = 3$ раза?

529. Тело брошено в горизонтальном направлении. Определите модуль начальной скорости, если через промежуток времени $\Delta t = 3,0$ с свободного падения скорость движения тела оказалась направленной под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту.

530. Мяч брошен с поверхности Земли под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту с начальной скоростью, модуль которой $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите: а) сколько времени длился полет мяча; б) максимальную высоту подъема мяча.

531. Снаряд, вылетевший из орудия под углом к горизонту, находился в полете $t = 20$ с. Какой наибольшей высоты достиг снаряд?

532. Под каким углом к горизонту нужно бросить тело, чтобы модуль его скорости в наивысшей точке подъема был вдвое меньше модуля начальной скорости?

533. Камень был брошен со скоростью, модуль которой $v_0 = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, под некоторым углом к горизонту. Определите максимальную высоту подъема камня, если известно, что во время полета модуль максимальной скорости движения был втрое больше модуля минимальной.

534. Камень брошен под углом α к горизонту ($\sin \alpha = 0,8$). Найдите отношение дальности полета камня к максимальной высоте его подъема.

535. Тело брошено под углом к горизонту. При этом его максимальная высота подъема в $k = 4$ раза меньше дальности полета. Под каким углом было брошено тело?

536. Одно из тел брошено под углом α , а другое — под углом $\frac{\pi}{2} - \alpha$

к горизонту. Модули начальных скоростей одинаковы. Определите отношение наибольших высот подъема тел и отношение дальностей полета.

537. Два тела брошены под равными углами к горизонту с начальными скоростями, модули которых отличаются в три раза. Во сколько раз отличаются дальности полета тел?

538. Из одной и той же точки с земли брошены два камня. Первый упал на землю на расстоянии L , второй — на расстоянии $3L$ от точки бросания. Под каким углом к горизонту был брошен первый камень, если второй брошен под углом $\alpha_2 = 30^\circ$? Максимальные высоты подъема камней одинаковы.

539. Два тела брошены с земли под углами α и 2α ($2\alpha < 90^\circ$) к горизонту. Каково отношение модулей сообщенных им начальных скоростей, если дальности полета тел оказались одинаковыми?

540. Диск, брошенный под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту, достиг наибольшей высоты $h_{\max} = 15$ м. Какова дальность полета диска?

541. Шарик, брошенный под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, оказался на высоте h спустя время $t_1 = 1,0$ с и $t_2 = 2,0$ с после начала полета. Определите модуль начальной скорости и высоту h .

542.* Из шланга бьет струя воды со скоростью, модуль которой $v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Определите массу воды, находящейся в воздухе, если площадь отверстия $S = 2 \text{ см}^2$.

543.* Из точки, расположенной на высоте $h_0 = 15$ м над землей, бросают камень со скоростью, модуль которой $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Через какое время камень упадет на землю?

Движение материальной точки по окружности

544. Мальчик вращает в вертикальной плоскости камень массой $m = 80$ г, привязанный к невесомой нерастяжимой нити. Определите модули равнодействующих сил, которые действуют на камень, в нижней и верхней точках траектории. Модули центростремительных ускорений камня в этих точках соответственно равны $a_1 = 70 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$ и $a_2 = 30 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Изобразите на рисунке силы, действующие на камень, в нижней и верхней точках траектории. Найдите модули сил натяжения нити в этих точках траектории.

545. Карусель представляет собой горизонтальный диск, вращающийся вокруг вертикальной оси, проходящей через середину диска. На карусели лежит куб массой $m = 40$ кг на расстоянии $r = 1,0$ м от оси вращения. Определите модуль силы трения покоя, которая действует на куб, если модуль линейной скорости движения куба относительно поверхности Земли постоянен и равен $v = 7,2 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

546. На горизонтальном диске, на расстоянии $r = 10$ см от его оси вращения, лежит шайба. Коэффициент трения между шайбой и диском $\mu = 0,25$. Определите модуль максимальной угловой скорости вращения диска, при которой шайба еще не соскальзывает с диска.

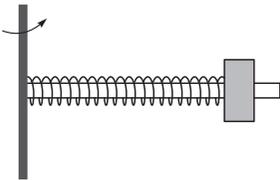


Рис. 99

547. Небольшая муфта массой $m = 0,5$ кг может перемещаться без трения по горизонтальному стержню, прикрепленному к вертикальной оси вращения (рис. 99). Какова жесткость пружины, связывающей муфту с осью, если при равномерном вращении стержня с угловой скоростью $\omega = 3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ длина пружины увеличивается в $n = 2$ раза?

548. На горизонтальном диске, совершающем N оборотов за промежуток времени Δt , лежит брусок массой m , привязанный нерастяжимой невесомой горизонтальной нитью к оси вращения диска. Определите модуль натяжения нити, если расстояние от оси вращения диска до центра бруска равно r . Трением пренебrecь. Диск вращается равномерно, брусок по нему не скользит.

549. Гладкий горизонтальный диск вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 2,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ вокруг вертикальной

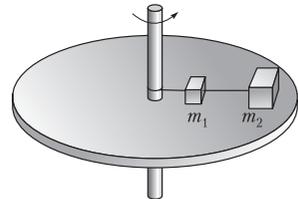


Рис. 100

оси. Два однородных бруска массами $m_1 = 0,10$ кг и $m_2 = 0,30$ кг, удерживаемые двумя невесомыми нерастяжимыми нитями, вращаются вместе с диском (рис. 100).

Расстояния от центров брусков до оси вращения $r_1 = 10$ см и $r_2 = 30$ см. Определите модули сил натяжения нитей.

550. Невесомый стержень равномерно вращается в горизонтальной плоскости с угловой скоростью $\omega = 30 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Ось вращения находится между грузами, которые закреплены на расстояниях $r_1 = 40$ см

и $r_2 = 30$ см от оси вращения. Грузы имеют массы $m_1 = 200$ г и $m_2 = 100$ г. Определите модуль результирующей горизонтальных сил, с которыми грузы действуют на стержень.

551. Два шарика массами $m_1 = 50$ г и $m_2 = 150$ г, связанные легкой нерастяжимой нитью, могут скользить по гладкому горизонтальному стержню, укрепленному на горизонтальном диске (рис. 101). Расстояние между центрами шариков $l = 28$ см. При равномерном вращении диска вокруг вертикальной оси, проходящей через центр диска, шарики смещаются по стержню и устанавливаются на определенном расстоянии от оси вращения. Определите расстояние от первого шарика до оси вращения диска.

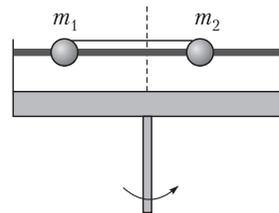


Рис. 101

552. Маленький шарик, подвешенный на нити длиной l , движется в горизонтальной плоскости по окружности со скоростью, модуль

которой постоянен. При этом нить составляет с вертикалью угол α . Такая система называется коническим маятником (рис. 102). Найдите период обращения шарика.

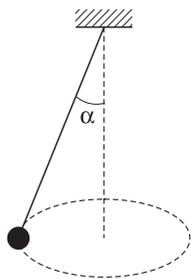


Рис. 102

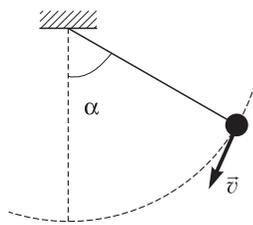


Рис. 103

553. Шарик массой $m = 1,0$ кг привязан к нити длиной $l = 2,0$ м (рис. 103). Шарик на нити отводят от вертикали и отпускают. В момент времени, когда нить образует угол $\alpha = 60^\circ$ с вертикалью, модуль скорости движения шарика $v = 1,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите в этот момент модуль силы натяжения нити.

554. Груз на длинной нерастяжимой нити может совершать колебания в вертикальной плоскости, максимально отклоняясь на угол α от вертикали (см. рис. 103). Этот же груз может равномерно вращаться по окружности, описывая конус (см. рис. 102). Сравните модули сил натяжения нитей при отклонении их на угол α от вертикали.

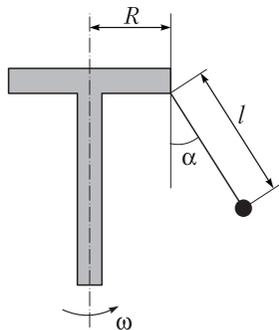


Рис. 104

555. К краю диска на легкой нерастяжимой нити длиной l привязан груз. При равномерном вращении диска нить составляет угол α с вертикалью (рис. 104). Расстояние от точки крепления нити до оси вращения диска равно R . Определите угловую скорость вращения диска.

556. Чаша в форме полусферы равномерно вращается с угловой скоростью, модуль которой $\omega = 5 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, вокруг вертикальной оси. Вместе с чашей вращается шарик,

лежащий на ее гладкой внутренней поверхности (рис. 105). Модуль силы реакции чаши, действующей на шарик, в два раза превышает модуль силы тяжести шарика. Чему равны радиус чаши и расстояние от центра полусферы до горизонтальной плоскости, в которой вращается шарик?

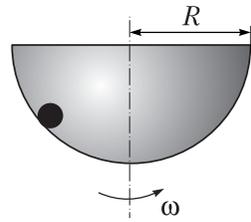


Рис. 105

557. Груз массой $m = 100$ г, привязанный к резиновому жгуту, равномерно вращается с угловой скоростью $\omega = 10 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ по окружности в горизонтальной плоскости так, что жгут составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с вертикалью. Найдите длину недеформированного жгута, если его жесткость $k = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.

558. Сосуд, имеющий форму расширяющегося кверху усеченного конуса с диаметром дна d и углом наклона α стенок к горизонту, вращается вокруг вертикальной оси OO' (рис. 106). При какой минимальной частоте вращения сосуда маленький шарик, лежащий на его дне, начнет подниматься вверх по стенке? Трение не учитывать.

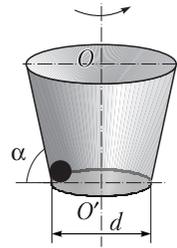


Рис. 106

559. Конус с углом при вершине 2α равномерно вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω . В конусе находится маленький шарик массой m , подвешенный на невесомой нити на внутренней поверхности конуса. Радиус окружности, по которой вращается шарик, равен R (рис. 107). Найдите модуль силы натяжения нити. Трение не учитывать.

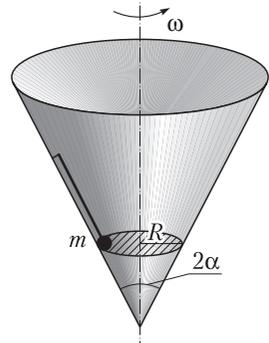


Рис. 107

560. Определите модуль максимальной скорости, с которой автомобиль может проходить без заноса поворот горизонтальной дороги, радиус закругления которого $R = 400$ м, если коэффициент трения между шинами автомобиля и дорогой $\mu = 0,10$.

561. Конькобежец массой $m = 80$ кг может совершить по горизонтальной поверхности льда без заноса поворот радиусом $R = 80$ м на предельной скорости, модуль которой $v = 9,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите модуль максимальной силы трения, обеспечивающей поворот конькобежца. Каким будет угол наклона конькобежца к горизонту при совершении такого поворота?

562. Определите модуль максимальной скорости, с которой может ехать по горизонтальной дороге мотоциклист, описывая дугу радиусом $R = 30$ м, если коэффициент трения между колесами и дорогой $\mu = 0,75$. На какой угол от вертикали он должен при этом отклониться? Определите модуль силы взаимодействия мотоциклиста массой $m = 56$ кг с сиденьем мотоцикла.

563. Поворот велотрека радиусом $R = 50$ м профилирован так, что полотно велотрека наклонено в сторону поворота под углом α , тангенс которого равен $0,45$ ($\text{tg } \alpha = 0,45$). Каков модуль максимальной скорости прохождения велосипедистами такого поворота? Трение не учитывать.

564.* Определите модуль максимально допустимой скорости движения мотоциклиста на повороте наклонного трека с углом наклона к горизонту $\alpha = 45^\circ$, если радиус закругления $R = 30$ м, а коэффициент трения $\mu = 0,50$.

565. Самолет летит по дуге окружности с постоянной скоростью, модуль которой $v = 540 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. При этом он отклоняется от горизонтального положения на угол α , тангенс которого равен $0,30$ ($\text{tg } \alpha = 0,30$). Определите радиус окружности.

566. Определите модуль силы, направленной горизонтально, с которой вагон трамвая массой $m = 24$ т действует на рельсы, если он движется по горизонтальному закруглению дороги радиусом $R = 100$ м со скоростью, модуль которой $v = 18 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

567. Для устранения бокового давления колес поезда на рельсы при движении по закругленным участкам пути наружный рельс укладывают несколько выше внутреннего. Определите, насколько внешний рельс выше внутреннего, если радиус закругления

$R = 0,75$ км, модуль скорости движения поезда $v = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, ширина колеи $l = 1,5$ м.

568. Определите модуль минимальной скорости, с которой должен ехать мотоциклист по внутренней поверхности вертикальной стены, представляющей собой боковую поверхность цилиндра радиусом $R = 10$ м, чтобы при движении оставаться в одной горизонтальной плоскости. Коэффициент трения покоя между шинами мотоцикла и поверхностью стены $\mu = 0,25$.

569. Мальчик массой $m = 50$ кг качается на качелях, длина подвеса которых $l = 40$ м. Определите модуль веса мальчика в момент прохождения качелями положения равновесия, если модуль скорости их движения в этот момент $v = 6,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

570. Определите модуль минимальной скорости, с которой должен двигаться автомобиль массой $m = 2,0$ т по выпуклому мосту с радиусом кривизны $R = 100$ м. Мост выдерживает максимальную силу давления, модуль которой $F_d = 18$ кН.

571. Лыжник массой $m = 80$ кг движется по вогнутому участку траектории радиусом кривизны $R = 20$ м. Определите модуль силы давления лыж на снег в нижней точке траектории, если модуль скорости движения лыжника в этой точке $v = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

572. Определите модуль скорости (считая его постоянным), с которой автомобиль движется по выпуклому мосту. Радиус кривизны моста $R = 147$ м. Модуль силы давления автомобиля на мост в его верхней точке в $n = 3,5$ раза больше, чем в точке, направление на которую из центра кривизны моста составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с вертикалью.

573. В вагоне поезда, идущего по закруглению радиусом R со скоростью, модуль которой не изменяется, учащиеся решили взвесить груз с помощью динамометра. Масса груза m . Определите показание динамометра, если модуль скорости движения поезда v .

574. В кабине, укрепленной на конце штанги, находится человек. Штанга с кабиной равномерно вращается в вертикальной плоскости с угловой скоростью $\omega = 1,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Каким должен быть радиус

вращения кабины с человеком, чтобы человек в верхней точке траектории оказался в состоянии невесомости?

575. Самолет делает «мертвую петлю» (движется по окружности в вертикальной плоскости). Определите модуль силы давления летчика на сиденье в нижней точке траектории, если масса летчика $m = 70$ кг, модуль скорости движения самолета $v = 100 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, радиус окружности $R = 200$ м.

576. Круглая платформа вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω . Вместе с платформой вращается шарик массой m , прикрепленный к оси платформы легкой нитью длиной l . Угол наклона нити к горизонту равен α (рис. 108). Найдите модули силы натяжения нити и силы давления шарика на платформу. Трение отсутствует.

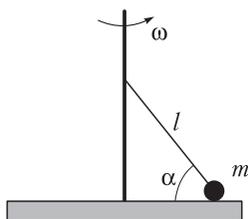


Рис. 108

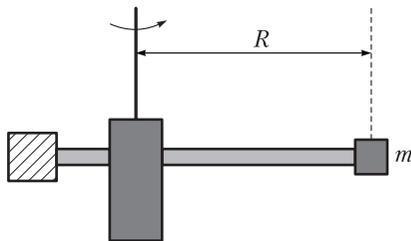


Рис. 109

577.* Для тренировок летчиков-космонавтов используется центрифуга (рис. 109). Найдите модуль и направление веса космонавта массой $m = 80$ кг, если расстояние от космонавта до оси вращения $R = 40$ м, а частота равномерного вращения $\nu = 30 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

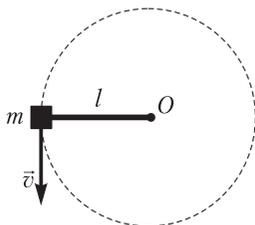


Рис. 110

578.* На невесомый стержень насажен груз (рис. 110) массой $m = 0,90$ кг. Стержень вращается с постоянной угловой скоростью в вертикальной плоскости. Модуль линейной скорости движения груза $v = 3,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Длина стержня $l = 1,0$ м. Найдите модуль и направление силы, с которой груз действует на стержень в тот момент, когда стержень занимает горизонтальное положение.

579.* Невесомый стержень ABC (рис. 111) согнут под углом $\alpha = 30^\circ$. На конце участка стержня BC длиной $l = 80$ см закреплен небольшой груз массой $m = 1,0$ кг. Система равномерно вращается вокруг вертикального участка стержня AB так, что модуль скорости движения груза $v = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите модуль и направление силы, с которой груз действует на стержень.

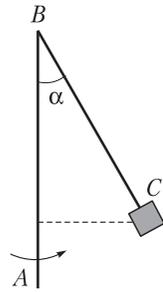


Рис. 111

580. Угловая скорость вращения Земли вокруг своей оси $\omega = 7,0 \cdot 10^{-5} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Радиус Земли $R = 6,4 \cdot 10^6$ м.

Определите массу тела, модули веса которого на полюсе и экваторе Земли отличаются на $\Delta P = 313,6$ мН.

16

Движение связанных тел

581. Два тела, массы которых $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 6$ кг, связанные легкой нерастяжимой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы. Модуль этой силы, приложенной ко второму телу, $F = 8$ Н. Определите модули ускорения тел и силы натяжения нити.

582. Два груза массами $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 1$ кг связаны невесомой нерастяжимой нитью и находятся на гладком столе (рис. 112). К первому грузу приложена сила, модуль которой $F_1 = 5$ Н, ко второму — противоположно направленная сила, модуль которой $F_2 = 2$ Н. Определите модуль силы натяжения нити, связывающей грузы.

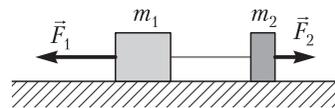


Рис. 112

583. Два тела, лежащие на столе, соединены невесомой нерастяжимой нитью. К легкому телу приложена горизонтальная сила, в результате чего тела движутся по столу с ускорением. При этом модуль силы натяжения нити составляет $\frac{4}{5}$ модуля приложенной

силы. Во сколько раз отличаются массы тел? Коэффициенты трения тел о стол одинаковы.

584. Два тела массами m_1 и m_2 , соединенные невесомой нерастяжимой нитью, лежат на горизонтальной поверхности. К первому телу прикладывают силу \vec{F} , направленную вверх под углом α к горизонту. Найдите модуль силы натяжения нити, если коэффициент трения тел о поверхность μ .

585. Поезд, состоящий из $n = 11$ одинаковых вагонов, движется с ускорением, модуль которого $a = 0,20 \frac{M}{c^2}$. Найдите модуль силы натяжения сцепки между шестым ($k = 6$), считая от начала поезда, и седьмым вагонами, если масса каждого вагона $m = 20$ т, а коэффициент сопротивления $\mu = 0,10$.

586. Через легкий неподвижный блок перекинута невесомая нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены грузы массами $m_1 = 2,0$ кг и $m_2 = 8,0$ кг. Определите модули ускорения движения грузов и силы натяжения нити.

587. На концах невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через легкий неподвижный блок, подвешены тела массой $m = 0,19$ кг каждое. Какова масса дополнительного груза, который надо положить на одно из тел, чтобы каждое из них прошло за время $t = 2,0$ с путь $s = 1,0$ м? Найдите модуль силы давления груза на тело в процессе движения.

588. Две гири массами $m_1 = 7$ кг и $m_2 = 11$ кг висят на концах невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через легкий блок, вращающийся без трения вокруг неподвижной оси. Гири вначале находятся на одной высоте. Через какой промежуток времени после начала движения гиря массой m_1 окажется на $h = 20$ см выше гиря массой m_2 ?

589. Через легкий неподвижный блок перекинута невесомая нерастяжимая веревка, к концу которой прикреплен груз массой $m = 9$ кг. Для поднятия груза на высоту $H_1 = 4$ м за время $t = 6$ с веревку тянут с постоянной силой \vec{F} (рис. 113). На сколь-

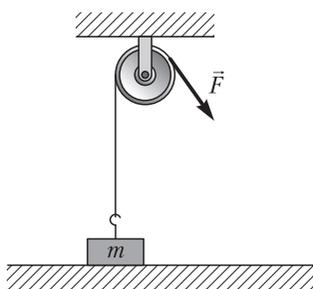


Рис. 113

ко потребуется увеличить модуль силы \vec{F} , чтобы поднять груз с той же опоры за то же время на высоту $H_2 = 6$ м?

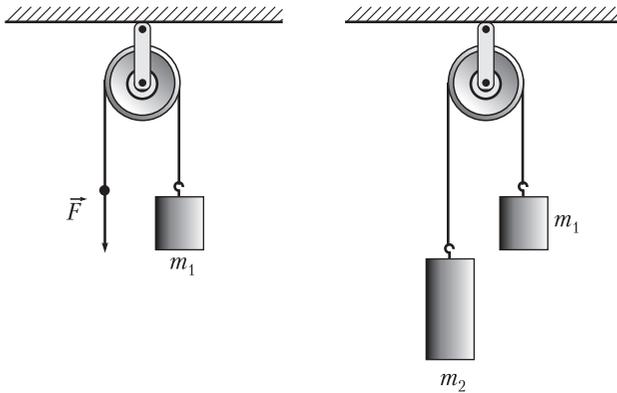


Рис. 114

590. Груз массой $m_1 = 0,2$ кг поднимают один раз действуя силой $F = 4$ Н, а другой — с помощью второго груза (рис. 114) массой $m_2 = 0,4$ кг. Определите отношение модулей ускорения движения груза массой m_1 .

591. Через неподвижный блок перекинута веревка, к одному из концов которой привязан груз массой $m_1 = 64$ кг. На другом конце повис гимнаст массой $m_2 = 65$ кг, который, выбирая веревку, поднимает груз, оставаясь при этом на одном и том же расстоянии от пола. Через какой промежуток времени груз будет поднят на высоту $h = 45$ см? Массой веревки и блока пренебречь.

592.* Через легкий блок, вращающийся без трения вокруг неподвижной оси, перекинута невесомая нерастяжимая нить, на концах которой привязаны грузы массами m_1 и m_2 ($m_2 = 2m_1$) (рис. 115). Груз массой m_2 поднимают на высоту $h_2 = 30$ см (при этом груз массой m_1 касается пола) и отпускают. На какую максимальную высоту поднимется груз массой m_1 после того, как груз массой m_2 коснется пола? Сопротивлением воздуха пренебречь.

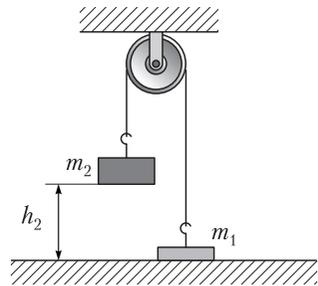


Рис. 115

593.* На длинной невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через легкий неподвижный блок, подвешены на одном уровне одинаковые грузы массой m каждый. От одного из грузов отделяется часть, масса которой $m_0 = 0,2m$, и через промежуток времени $\Delta t_1 = 1$ с падает на землю. Через какой промежуток времени после этого другой груз достигнет земли? Сопротивлением пренебречь.

594.* Грузы массами $m_1 = 2,0$ кг и $m_2 = 1,0$ кг соединены невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через легкий блок. Определите модули ускорения грузов относительно Земли, если поднимать блок вертикально вверх с постоянным ускорением, модуль которого $a_0 = 2 \frac{M}{c^2}$.

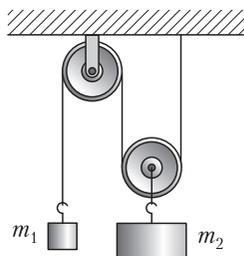


Рис. 116

595.* Определите модуль ускорения, с которым поднимается груз массой m_1 , в установке, изображенной на рисунке 116. Масса груза $m_2 = 4m_1$. Трением, массами блоков и нитей, а также растяжением нитей пренебречь.

596. Брусоч массой $m_1 = 400$ г, находящийся на горизонтальной поверхности (рис. 117), связан легкой нерастяжимой нитью с грузом массой $m_2 = 100$ г. Под действием груза брусоч проходит из состояния покоя путь $s = 80$ см за время $t = 2,0$ с. Найдите коэффициент трения между брусочом и поверхностью. Массой блока и трением в нем пренебречь.

597. Однородная веревка длиной $L = 75$ см начинает соскальзывать со стола, когда длина ее свешивающейся части $l = 25$ см. Определите коэффициент трения между веревкой и столом.

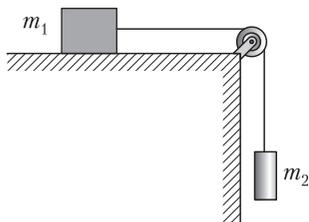


Рис. 117

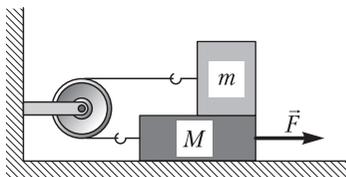


Рис. 118

598. На гладком горизонтальном столе лежит брусок массой $M = 2,5$ кг, на котором находится другой брусок массой $m = 1,5$ кг (рис. 118). Оба бруска соединены нитью, перекинутой через легкий блок, вращающийся без трения вокруг оси. Коэффициент трения скольжения между брусками $\mu = 0,40$. Чему равен модуль силы \vec{F} , действующей в горизонтальном направлении на нижний брусок, если модуль его перемещения $\Delta r = 10$ см за промежуток времени $\Delta t = 1,0$ с?

599.* Два одинаковых шарика связаны невесомой тонкой нитью, перекинутой через легкий неподвижный блок, причем один из шариков погружен в сосуд с жидкостью. Определите модуль установившейся скорости, с которой будут двигаться шарики, если известно, что модуль установившейся скорости падения одного не прикрепленного к нити шарика в той же жидкости равен v_0 . Плотность материала шарика ρ , жидкости — $\rho_{\text{ж}}$ ($\rho > \rho_{\text{ж}}$). Сила сопротивления жидкости прямо пропорциональна скорости движения шарика.

17

Движение по наклонной плоскости

600. По наклонной плоскости, образующей угол α с горизонтом, соскальзывает шайба. Определите модуль ускорения шайбы, если: а) трением можно пренебречь; б) коэффициент трения шайбы о плоскость равен μ .

601. Телу сообщили скорость, направленную вверх вдоль наклонной плоскости высотой $h = 3$ м и длиной $l = 5$ м. Определите коэффициент трения, если тело двигалось вверх по наклонной плоскости с ускорением, модуль которого $a = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

602. Брусок толчком привели в движение вверх по наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтом. Поднявшись до определенной высоты, брусок стал двигаться обратно. Коэффициент трения скольжения $\mu = 0,8$. Определите отношение: а) модулей ускорения бруска при движении его вверх и вниз по наклонной

плоскости; б) промежутков времени подъема и спуска бруска по наклонной плоскости.

603. С вершины детской горки высотой $h = 5$ м и углом наклона к горизонту $\alpha = 45^\circ$ ребенок отпускает кубик без начальной скорости. Определите модуль скорости движения кубика в конце горки, если коэффициент трения кубика о поверхность горки $\mu = 0,19$.

604. Определите модуль минимальной начальной скорости, которую надо сообщить телу вверх вдоль наклонной плоскости, чтобы оно достигло ее вершины. Высота наклонной плоскости $h = 6,0$ м, ее длина $l = 10,0$ м, коэффициент трения $\mu = 0,475$.

605. При разгрузке транспортного самолета ящики спускают по наклонному трапу высотой $h = 5,0$ м и длиной $l = 13$ м. Коэффициент трения скольжения ящика о поверхность трапа $\mu = 0,40$. За какой промежуток времени ящик соскальзывает по трапу?

606. Если книгу положить на наклонную плоскость, угол наклона которой $\alpha_1 = 30^\circ$, то она останется в покое. Если увеличить угол наклона плоскости до $\alpha_2 = 60^\circ$, книга соскальзывает с нее. Во сколько раз модуль силы трения в первом случае больше, чем во втором? Коэффициент трения между книгой и наклонной плоскостью $\mu = 0,40$.

607. Тело находится на вершине деревянной наклонной плоскости, длина основания которой $s = 6$ м, высота $h = 6$ м. За какой промежуток времени тело соскользнет к основанию плоскости, если его отпустить без начальной скорости? Известно, что предельный угол наклона, при котором тело находится на аналогичной деревянной плоскости в покое, соответствует высоте наклонной плоскости $h_0 = 2,4$ м и прежней длине основания.

608. За какой промежуток времени шайба соскользнет с наклонной плоскости высотой $h = 2,5$ м и углом наклона к горизонту $\alpha = 60^\circ$, если по наклонной плоскости из такого же материала, угол наклона которой $\beta = 30^\circ$, она движется вниз равномерно?

609.* По доске, наклоненной к горизонту под углом $\alpha_1 = 45^\circ$, шайба соскальзывает за время $t_1 = 5,0$ с, а наклоненной под углом $\alpha_2 = 60^\circ$ — за время $t_2 = 4,0$ с. Определите коэффициент трения скольжения шайбы по доске, если начальная скорость шайбы в обоих случаях равна нулю.

610. На наклонной плоскости длиной $l = 5,0$ м и высотой $h = 3,0$ м находится груз массой $m = 50$ кг. Коэффициент трения $\mu = 0,20$. Оп-

ределите модуль силы, направленной вдоль плоскости, которую надо приложить к грузу, чтобы: а) тянуть его по наклонной плоскости с постоянной скоростью; б) тянуть его с ускорением, модуль которого равен $a = 1,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

611. На наклонной плоскости, образующей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, находится тело массой $m = 20$ кг. Определите модуль минимальной силы, с которой необходимо действовать на тело, чтобы оно не двигалось, если коэффициент трения между телом и наклонной плоскостью $\mu = 0,10$. Рассмотрите случаи, в которых сила направлена: а) параллельно наклонной плоскости; б) горизонтально; в) перпендикулярно наклонной плоскости.

612. На плоскости, наклоненной к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$, лежит тело. Тело будет двигаться равномерно, если к нему вдоль этой плоскости приложить силу, модуль которой $F_1 = 2,4$ Н, направленную вверх, или силу, модуль которой $F_2 = 0,4$ Н, направленную вниз. Определите массу тела.

613. Для удержания тела на плоскости, наклоненной под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, нужна минимальная сила, модуль которой $F_1 = 6,7$ Н, направленная вдоль плоскости, а для равномерного подъема по наклонной плоскости — сила $F_2 = 10,7$ Н. Определите коэффициент трения между телом и наклонной плоскостью, если масса тела $m = 1$ кг.

614. Вверх по плоскости, наклоненной к горизонту под углом $\alpha = 45^\circ$, пущена шайба со скоростью, модуль которой $v_0 = 12 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Коэффициент трения шайбы о плоскость $\mu = 0,8$. Определите модуль скорости движения шайбы в момент возвращения ее в исходную точку.

615. Тело поднимают вверх по наклонной плоскости, прикладывая к нему горизонтальную силу, модуль которой вдвое больше действующей на тело силы тяжести. Высота наклонной плоскости $h = 3$ м, ее длина $l = 5$ м. Найдите модуль ускорения тела, если коэффициент трения между телом и наклонной плоскостью $\mu = 0,2$.

616. Определите угол наклона плоскости к горизонту, если находящееся на ней тело массой $m = 2,0$ кг под действием силы, модуль которой $F = 20$ Н, направленной вдоль наклонной плоскости, движется равномерно к ее вершине, а предоставленное самому себе — скользит равномерно вниз.

617. У бруска одна сторона гладкая, а другая шероховатая. Если его положить на наклонную плоскость шероховатой стороной, он будет находиться в состоянии покоя, при этом сила трения покоя будет максимальной. Определите модуль ускорения бруска, с которым он будет соскальзывать, если его перевернуть. Коэффициент трения между шероховатой стороной бруска и наклонной плоскостью равен μ .

618. Два бруска, связанных невесомой нитью, поднимают с постоянной скоростью вверх вдоль наклонной плоскости (рис. 119), прикладывая к верхнему бруску массой $m_1 = 2,0$ кг силу, модуль которой $F = 30$ Н, параллельную плоскости. Коэффициенты трения между брусками и плоскостью одинаковы. Найдите модуль силы натяжения нити, если масса нижнего бруска $m_2 = 4,0$ кг.

619. Два бруска массами $m_1 = 4$ кг и $m_2 = 6$ кг, связанные невесомой нерастяжимой нитью, соскальзывают с наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 60^\circ$. Коэффициент трения между нижним бруском и плоскостью $\mu_1 = 0,15$, а между верхним бруском и плоскостью $\mu_2 = 0,40$. Найдите модуль силы натяжения нити.

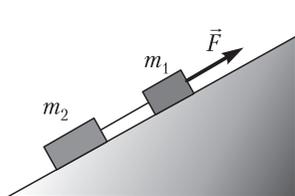


Рис. 119

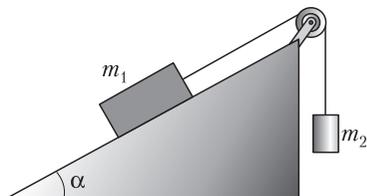


Рис. 120

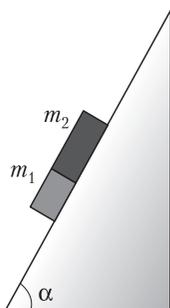


Рис. 121

620.* Брусок массой m_1 , находящийся на наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом (рис. 120), соединен невесомой нерастяжимой нитью, переброшенной через легкий блок, с грузом массой m_2 . Определите модуль силы натяжения нити, на которой опускается груз, если коэффициент трения бруска о плоскость μ . Трения в оси блока нет.

621.* На наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 60^\circ$ с горизонтом, удерживают два соприкасающихся бруска (рис. 121). Массы брусков

$m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг. Коэффициенты трения брусков о плоскость соответственно равны $\mu_1 = 0,25$ и $\mu_2 = 0,10$. Найдите модуль силы взаимодействия между брусками, если их отпустить без начальной скорости.

18

Центр тяжести

622. Два однородных шара радиусом $R = 3$ см каждый касаются друг друга. На каком расстоянии от точки касания находится центр тяжести системы, если масса одного шара вдвое больше массы другого?

623. Медный и алюминиевый шары радиусом $R = 5,8$ мм каждый соединены в точке касания. На каком расстоянии от центра медного шара находится центр тяжести системы?

624. Два однородных цилиндра соединены между собой так, что их оси лежат на одной линии. Масса первого цилиндра $m_1 = 3$ кг, его длина $l_1 = 50$ см, масса второго $m_2 = 1$ кг, а его длина $l_2 = 30$ см. На каком расстоянии от центра первого цилиндра находится центр тяжести системы?

625. Однородные шары массами $m_1 = m$, $m_2 = 5m$, $m_3 = 7m$, $m_4 = 3m$ закреплены на невесомом стержне (рис. 122). Расстояние между их центрами одинаково и равно $l = 20$ см. На каком расстоянии от центра третьего шара находится центр тяжести всей системы?

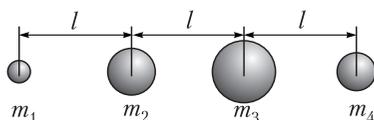


Рис. 122

626. Из однородной пластинки вырезано отверстие (рис. 123, а, б, в, г). Найдите расстояние от центра O сплошной пластинки до центра тяжести пластинки с вырезом, если: а) из круга радиусом R

вырезано круглое отверстие радиусом $\frac{R}{2}$; б) из квадратной пластинки со стороной a вырезан квадрат со стороной $\frac{a}{2}$; в) из круга радиусом R вырезан квадрат; г) из квадрата со стороной a вырезан круг радиусом $\frac{a}{4}$.

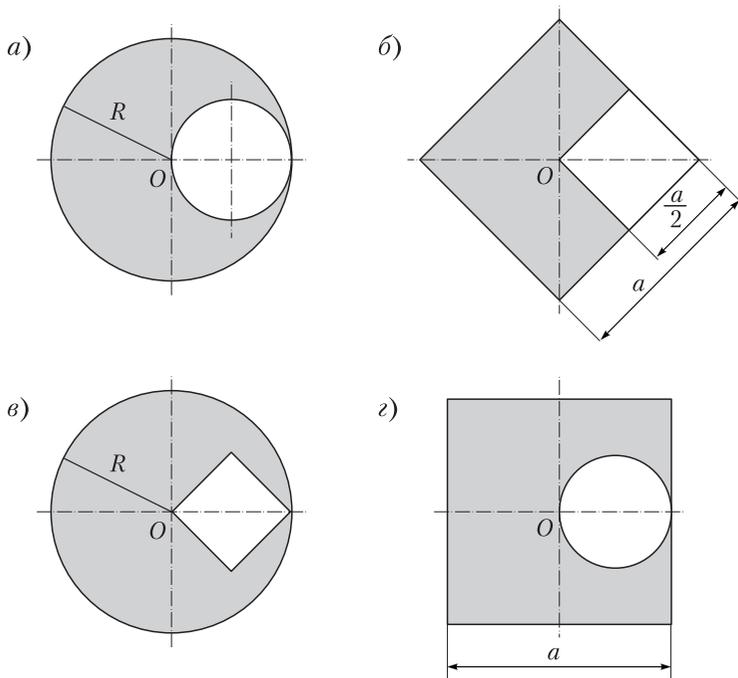


Рис. 123

627. В однородном шаре радиусом $R = 28$ см имеется шарообразная полость вдвое меньшего радиуса, касающаяся поверхности шара. На каком расстоянии от центра сплошного шара находится центр тяжести шара с вырезом?

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

19

Импульс тела

628. Могут ли легкая пуля и тяжелый грузовик обладать равными импульсами? Почему?

629. Свинцовый и алюминиевый шарики равного объема движутся с одинаковыми скоростями. Равны ли их импульсы?

630. Камень для керлинга скользит со скоростью, модуль которой $v = 60 \frac{\text{см}}{\text{с}}$. Определите модуль импульса камня, если его масса $m = 20$ кг.

631. Модуль импульса снежинки $p = 1,6 \cdot 10^5 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. Определите ее массу, если модуль скорости движения снежинки $v = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$.

632. Модуль импульса Земли, движущейся вокруг Солнца, $p = 1,8 \cdot 10^{29} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. Определите модуль скорости ее движения, если масса Земли $m = 6,0 \cdot 10^{24}$ кг.

633. Определите модуль импульса пакета с молоком массой $m = 550$ г, равномерно движущегося на ленте транспортера, если за промежуток времени $\Delta t = 20$ с модуль перемещения пакета составил $\Delta r = 12$ м.

634. Льдина, плывущая по реке, обладает импульсом, модуль которого $p = 90 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. Определите модуль скорости движения льдины, если ее объем $V = 0,2$ м³.

635. Стальной шарик объемом $V = 5,0 \text{ см}^3$ подвешен на нити и равномерно вращается в горизонтальной плоскости по окружности радиусом $R = 10 \text{ см}$ с угловой скоростью $\omega = 2,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Определите модуль импульса шарика.

636. Зависимость проекции скорости стрелы, летящей вдоль оси Oy , от времени имеет вид: $v_y = A + Bt$, где $A = 53 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $B = -9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите проекцию импульса стрелы в момент времени $t = 4,0 \text{ с}$. Масса стрелы $m = 50 \text{ г}$.

637. На рисунке 124 представлен график зависимости проекции скорости тела массой $m = 0,1 \text{ кг}$, движущегося вдоль оси Ox , от времени. Определите проекции импульса тела в моменты времени $t_1 = 6 \text{ с}$ и $t_2 = 24 \text{ с}$.

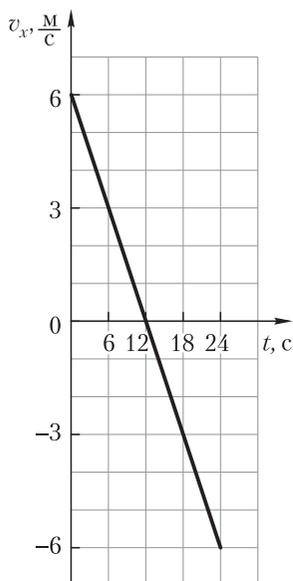


Рис. 124

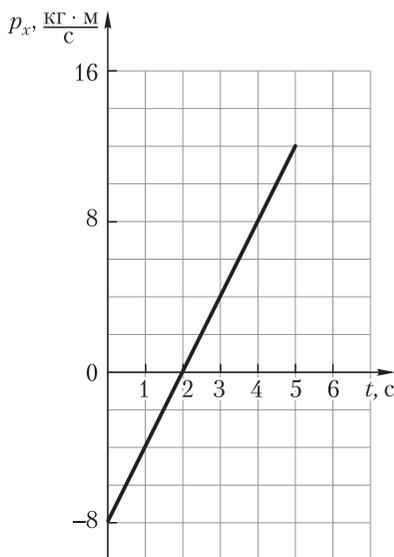


Рис. 125

638. На рисунке 125 представлен график зависимости проекции импульса тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени. Во сколько раз отличаются модули скорости движения тела в моменты време-

ни $t_1 = 1$ с и $t_2 = 5$ с, если масса тела $m = 1,6$ кг? Можно ли решить данную задачу, не используя массу тела?

639. Координата тела, движущегося вдоль оси Ox , зависит от времени по закону $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 4$ м, $B = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $C = -1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите проекции на ось Ox импульса тела в моменты времени $t_0 = 0$ с и $t = 2$ с, если масса тела $m = 0,2$ кг.

640. Тело движется вдоль оси Ox . Зависимость его координаты от времени определяется уравнением $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 20$ м, $B = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $C = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Во сколько раз отличаются модули импульсов тела в те моменты времени, когда оно находится в точках с координатами $x_1 = 35$ м и $x_2 = 95$ м?

641. На рисунке 126 представлен график зависимости проекции ускорения тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени. Определите проекцию импульса тела в момент времени $t = 3$ с, если масса тела $m = 0,2$ кг. Проекция начальной скорости движения тела $v_{0x} = -1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

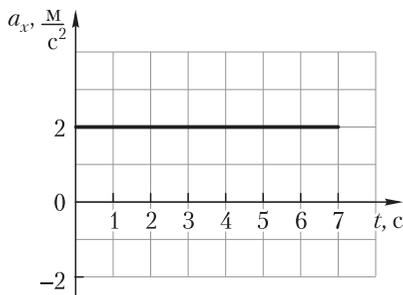


Рис. 126

642.* Два шарика массой $m = 15$ г каждый брошены из одной точки со скоростями, модули которых равны: один — вертикально вверх, другой — вертикально вниз. Они упали на поверхность Земли с интервалом времени $\Delta t = 4,0$ с. Определите модуль импульса одного из шариков в момент бросания. Сопротивлением воздуха пренебречь.

643. Может ли импульс птицы, летящей с некоторой скоростью, быть равным нулю?

644. Рыбак на лодке общей массой $m = 95$ кг пересекает реку, двигаясь перпендикулярно берегу. Модуль скорости движения лодки относительно воды $v_0 = 1,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, модуль скорости течения воды $v_1 = 60 \frac{\text{см}}{\text{с}}$.

Определите модуль импульса рыбака с лодкой относительно воды и относительно берега.

645. Шары массами $m_1 = 1,0$ кг и $m_2 = 2,0$ кг движутся по горизонтальной поверхности со скоростями, модули которых соответственно $v_1 = 1,4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ и $v_2 = 2,4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите модуль суммарного импульса этих шаров, если направления их движений: а) совпадают; б) противоположные; в) взаимно перпендикулярные.

646. Искусственный спутник движется вокруг Земли по круговой орбите. Изменяется ли импульс спутника?

647. Шарик массой $m = 0,1$ кг упал на горизонтальную плиту, имея в момент падения скорость, модуль которой $v = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Найдите модуль изменения импульса шарика за время удара, если удар был: а) абсолютно неупругим; б) абсолютно упругим.

648. Тело массой $m = 2,0$ кг свободно падает без начальной скорости с высоты $h = 5,0$ м на горизонтальную плиту и отскакивает от нее со скоростью, модуль которой $v = 5,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Найдите модуль изменения импульса тела при ударе.

649. Тело массой $m = 1,0$ кг движется равномерно по окружности со скоростью, модуль которой $v = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите модуль изменения импульса тела после того, как оно пройдет: а) половину окружности; б) шестую часть окружности.

650. Тело массой $m = 0,2$ кг движется по окружности. В некоторой точке траектории модуль скорости движения тела $v_1 = 0,4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, а после прохождения четверти окружности модуль скорости движения $v_2 = 0,3 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите при этом модуль изменения импульса тела.

651. Резиновый шарик массой $m = 40$ г летел со скоростью, модуль которой $v_0 = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. После удара о вертикальную стенку он отскочил со скоростью, модуль которой $v = 15 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, под углом $\alpha = 90^\circ$ к прежнему направлению. Определите модуль изменения импульса шарика при ударе.

652. Мячик массой $m = 200$ г летел со скоростью, модуль которой $v_0 = 25 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. После удара о вертикальную стенку он отскочил со скоростью, модуль которой $v = 15 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, под углом $\alpha = 120^\circ$ к прежнему направлению. Определите модуль изменения импульса мячика при ударе.

653. Теннисный шарик массой $m = 2,5$ г, летящий горизонтально со скоростью, модуль которой $v_0 = 16 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, ударяется о наклоненную неподвижную ракетку. В результате упругого удара шарик отскакивает вверх под углом $\alpha = 60^\circ$ к прежнему направлению. Определите модуль изменения импульса шарика при ударе.

654. Тело массой $m = 0,25$ кг движется вдоль оси Ox . На рисунке 127 показан график зависимости проекции импульса тела от времени. Определите модуль изменения импульса тела за промежуток времени $\Delta t = 8$ с. Найдите модуль ускорения тела.

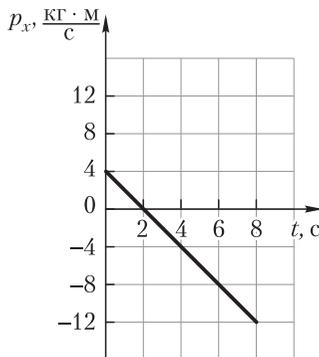


Рис. 127

655. Тело массой $m = 0,20$ кг бросили горизонтально с высоты $h = 20$ м. Определите модуль изменения импульса тела за время полета. Спротивлением воздуха пренебречь.

656. Почему ребенок может бежать по тонкому льду замерзшей лужи, но не может стоять на нем, не проваливаясь?

657. Чтобы поймать рыбу, пеликаны складывают крылья и «каменем» падают вниз. Определите модуль импульса силы тяжести, если пеликан массой $m = 9,0$ кг летел до поверхности воды в течение промежутка времени $\Delta t = 0,80$ с.

658. Из орудия вылетает снаряд, модуль скорости которого $v_0 = 600 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите массу снаряда, если модуль средней равнодействующей сил, приложенных к снаряду, $\langle F \rangle = 2,7 \cdot 10^6$ Н. Снаряд внутри ствола движется в течение промежутка времени $\Delta t = 2,0 \cdot 10^{-3}$ с.

659. Мяч массой $m = 0,20$ кг упруго ударяется о вертикальную стенку под углом $\alpha = 30^\circ$ к ней. Определите модуль средней силы нормальной реакции стены, действующей на мяч во время удара, если продолжительность удара $\Delta t = 0,10$ с, а модуль скорости мяча до и после удара $v = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

660. Резиновый шарик массой $m = 0,10$ кг падает на горизонтальную плоскость с высоты $h = 0,20$ м и отскакивает после удара снова на высоту h . Найдите модуль средней силы давления шарика на плоскость при ударе, если его длительность $\Delta t = 0,040$ с. Спротивлением воздуха пренебречь.

661. Мячик массой $m = 0,50$ кг отскакивает от пола, имея перед ударом скорость, модуль которой $v_0 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, направленную под углом $\alpha = 60^\circ$ к вертикали. Найдите модуль средней силы взаимодействия мяча с полом, если длительность удара $\Delta t = 0,10$ с. Удар считать абсолютно упругим.

662. Тело массой $m = 2$ кг движется вдоль оси Ox под действием сил, равнодействующая которых совпадает по направлению с осью Ox . Проекция на ось Ox начальной скорости тела $v_{0x} = -2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Модуль равнодействующей силы $F = 6$ Н. Запишите закон зависимости проекции импульса тела от времени.

663. Тело массой $m = 20$ кг движется вдоль оси Ox . Проекция импульса тела на ось Ox изменяется по закону $p_x = A + Bt$, где $A = 6 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$, $B = -8$ Н. Определите модуль ускорения тела. Постройте график зависимости проекции скорости движения тела от времени.

664. Зависимость проекции импульса тела массой $m = 2,0$ кг, движущегося вдоль оси Ox , задана уравнением $p_x = A + Bt$, где $A = 2,0 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$, $B = 6,0$ Н. Определите модуль изменения импульса тела за промежуток времени, в течение которого модуль перемещения тела составил $\Delta r = 28$ м.

665. Координата тела, движущегося вдоль оси Ox , изменяется по закону $x = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$, где $A_1 = -6,0$ м, $B_1 = 3,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $C_1 = -0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, а проекция импульса — по закону $p_x = A_2 + B_2 t$, где $A_2 = 12 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$, $B_2 = -2,0$ Н. Найдите массу тела и модуль равнодействующей сил, действующих на тело.

666.* Две частицы массами m и $2m$ летят со скоростями, модули которых соответственно v и $2v$. Причем скорости частиц взаимно перпендикулярны. На частицы в течение некоторого промежутка времени действуют одинаковые силы. К моменту прекращения действия сил частица массой m начинает двигаться в обратном направлении со скоростью, модуль которой равен $2v$. Определите модуль скорости, с которой будет двигаться при этом частица массой $2m$.

20

Закон сохранения импульса

667. Шар массой $m_1 = 0,2$ кг, катящийся со скоростью, модуль которой $v_1 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, догоняет шар массой $m_2 = 0,6$ кг, катящийся в том же направлении со скоростью, модуль которой $v_2 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, и абсолютно

неупруго сталкивается с ним. Найдите модуль скорости движения шаров после удара.

668. Чтобы сцепить два железнодорожных вагона, стоящих на рельсах на небольшом расстоянии друг от друга, первому вагону сообщают скорость, модуль которой $v_0 = 42 \frac{\text{CM}}{\text{C}}$. Определите модуль

скорости движения вагонов после сцепки, если масса второго вагона на 10 % больше массы первого вагона. Трением пренебечь.

669. Удастся ли в будущем инженерам разработать автомат, абсолютно не имеющий «отдачи» при выстреле?

670. До выстрела гаубица и снаряд покоились. Одинаковы ли: а) модули импульсов гаубицы и снаряда при выстреле; б) модули скоростей гаубицы и снаряда при выстреле?

671. Из покоящегося до выстрела орудия массой $m_1 = 3 \cdot 10^3$ кг вылетает в горизонтальном направлении снаряд массой $m_2 = 15$ кг со скоростью, модуль которой $v_2 = 0,6 \frac{\text{KM}}{\text{C}}$. Определите модуль скорости, полученной орудием при отдаче, если оно не закреплено.

672. Два тела двигались навстречу друг другу со скоростями, модуль каждой из которых $v_0 = 3,0 \frac{\text{M}}{\text{C}}$, столкнулись и после соударения стали двигаться вместе со скоростью, модуль которой $v = 1,5 \frac{\text{M}}{\text{C}}$. Найдите отношение масс тел.

673. Граната, летевшая горизонтально со скоростью, модуль которой $v_0 = 10 \frac{\text{M}}{\text{C}}$, разорвалась на два осколка массами $m_1 = 1,0$ кг и $m_2 = 1,5$ кг. Большой осколок полетел горизонтально в том же направлении, что и граната до разрыва, но со скоростью, модуль которой $v_2 = 18 \frac{\text{M}}{\text{C}}$. Определите модуль скорости движения меньшего осколка сразу после разрыва.

674. С кормы лодки массой $m_1 = 200$ кг, движущейся со скоростью, модуль которой $v_0 = 1 \frac{\text{M}}{\text{C}}$, прыгает мальчик в горизонтальном направлении в сторону, противоположную движению лодки. Определите модуль скорости движения мальчика относительно земли

в момент прыжка, если модуль скорости движения лодки после его прыжка стал равным $v_1 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Масса мальчика $m_2 = 50$ кг.

675. Человек бежит навстречу движущейся тележке. Модуль скорости движения человека $v_1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а тележки — $v_2 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Человек вскакивает на тележку и остается неподвижным относительно нее. Определите модуль скорости движения тележки с человеком сразу после взаимодействия, если масса человека в $k = 2$ раза больше массы тележки. Считать все скорости направленными горизонтально.

676. На горизонтальной гладкой поверхности лежит брусок массой $m_1 = 1,0$ кг. Пуля массой $m_2 = 4,0$ г, летящая горизонтально со скоростью, модуль которой $v_2 = 500 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, попадает в центр боковой грани бруска. После столкновения пуля отскакивает в противоположную сторону со скоростью, модуль которой $u_2 = 400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите модуль скорости движения бруска после удара пули.

677. На противоположных концах неподвижной тележки массой $m = 80$ кг стоят два человека: один массой $m_1 = 50$ кг, другой массой $m_2 = 60$ кг. Затем они одновременно спрыгивают с тележки в противоположных направлениях со скоростями, модули которых относительно земли соответственно $v_1 = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и $v_2 = 1,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Найдите модуль скорости движения тележки. Считать, что скорость каждого человека в момент отрыва от тележки направлена горизонтально. Трением пренебречь.

678. Мальчик, стоящий на коньках, толкнул лежащий на льду набивной мяч массой $m_1 = 2,0$ кг. Спустя промежуток времени $\Delta t_1 = 6,0$ с мяч достиг бортика катка, пройдя путь $s = 30$ м. Определите модуль скорости, с которой стал двигаться мальчик, если его масса $m_2 = 50$ кг. Определите, каким стало расстояние между мячом и мальчиком через промежуток времени $\Delta t_2 = 5,0$ с после толчка. Силой сопротивления движению пренебречь.

679. Сигнальную ракету выпустили с поверхности Земли вертикально вверх со скоростью, модуль которой $v_0 = 40 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. В верхней точке ракета разорвалась на две равные по массе части. Первая часть упала на землю со скоростью, модуль которой $v_1 = 50 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, рядом с местом старта ракеты. Найдите промежуток времени, в течение которого вторая часть находилась в воздухе, если ее скорость после разрыва была направлена вертикально вверх. Сопротивлением воздуха пренебречь.

680. Мина массой m , летящая со скоростью \vec{v}_0 , разбивается на два осколка, масса одного из которых равна m_1 . Скорость движения этого осколка перпендикулярна скорости \vec{v}_0 и равна \vec{v}_1 . Определите модуль скорости движения второго осколка.

681. Снаряд, летевший горизонтально на высоте h со скоростью, модуль которой v_0 , разорвался на два равных осколка. Один осколок спустя промежуток времени Δt упал на землю точно под местом разрыва. Определите модуль скорости движения другого осколка сразу после разрыва. Сопротивление воздуха не учитывать.

682. Ядро, летевшее горизонтально со скоростью, модуль которой $v_0 = 40 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, разорвалось на два осколка массами $m_1 = 5,0$ кг и $m_2 = 10$ кг.

При этом скорость меньшего осколка сразу после разрыва оказалась направленной вертикально вниз. Определите модуль скорости движения большего осколка, если модуль скорости движения меньшего осколка $v_1 = 160 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

683. Снаряд, выпущенный вертикально вверх, разорвался в верхней точке траектории на три осколка. Первый осколок массой $m_1 = 1,0$ кг полетел при разрыве горизонтально со скоростью, модуль которой $v_1 = 0,40 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Вторым осколком массой $m_2 = 1,5$ кг полетел вертикально вверх со скоростью, модуль которой $v_2 = 0,20 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Определите модуль скорости движения третьего осколка, если его масса $m_3 = 2,0$ кг.

684. Снаряд, летевший горизонтально со скоростью, модуль которой $v_0 = 50 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, разорвался на два осколка массами $m_1 = 8,0$ кг и $m_2 = 2,0$ кг. Скорость большего осколка, модуль которой $v_1 = 100 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту вниз и вперед. Найдите модуль скорости движения меньшего осколка.

685. Граната, летевшая горизонтально со скоростью, модуль которой $v_0 = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, разорвалась на два осколка. Скорость большего осколка, модуль которой $v_1 = 30 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, направлена вверх под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Найдите отношение масс осколков, если модуль скорости движения меньшего осколка $v_2 = 60 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

686. По гладкой горизонтальной поверхности движется тележка с песком. В песок попадает гиря, опущенная с некоторой высоты без начальной скорости. Изменится ли скорость движения тележки после попадания в нее гири?

687. По гладкому льду скользит пластмассовая пластина массой $m_1 = 400$ г со скоростью, модуль которой $v_0 = 1,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Когда пластина двигалась мимо мальчика, он бросил на нее ком снега массой $m_2 = 2,0$ кг. Определите модуль скорости движения пластины со снегом. Считать, что скорость движения кома снега перед ударом о пластину была направлена вертикально вниз.

688. На горизонтальной площадке неподвижно стоит скейтборд, масса которого $m_0 = 2,0$ кг. На скейтборд прыгает мальчик массой $m = 58$ кг со скоростью, модуль которой $v_0 = 6,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, направленной сверху под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Определите модуль скорости, которую приобретает скейтборд с мальчиком. Трением пренебречь.

689. Мальчик стоит на краю тележки, покоящейся на гладкой горизонтальной поверхности. Определите модуль скорости движения тележки, если мальчик прыгнет на землю под углом $\alpha = 60^\circ$ к гори-

зонту со скоростью, модуль которой относительно тележки $v = 8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

Масса тележки $m_1 = 120$ кг, масса мальчика $m_2 = 40$ кг.

690. С судна, движущегося со скоростью \vec{v}_1 , произведен выстрел из пушки под углом α к горизонту в противоположном направлении движения судна. Снаряд вылетел со скоростью \vec{v}_2 относительно земли. Насколько изменился модуль скорости движения судна, если масса снаряда m_2 , а масса судна с пушкой m_1 . Сопротивлением движению пренебречь.

691. Тележка массой $m_1 = 120$ кг с человеком массой $m_2 = 80$ кг движется по горизонтальным рельсам без трения со скоростью, модуль которой $v_0 = 1,4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Человек соскакивает с тележки под углом $\alpha = 120^\circ$ к направлению ее движения. При этом модуль скорости движения тележки увеличивается до $v_1 = 2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите модуль скорости движения человека во время прыжка относительно земли.

692. С воздушного шара, неподвижно висящего в воздухе, свешивается веревочная лестница, на которой находится человек. Будет ли смещаться шар относительно земли, если человек начнет подниматься по лестнице?

693. К неподвижной лодке, находящейся на поверхности воды, привязана длинная веревка, второй конец которой находится в такой же лодке с человеком. Как изменятся положения лодок, если человек будет тянуть за веревку, укладывая ее в лодку?

694. Рыбак находится на корме неподвижной лодки, длина которой $l = 5$ м. Рыбак переходит на нос лодки. При этом лодка перемещается относительно воды на $\Delta r = 1$ м. Во сколько раз масса лодки больше массы рыбака? Сопротивлением воды пренебречь.

695. Тележка длиной $l = 5,0$ м стоит на гладких рельсах. На противоположных концах тележки сидят два мальчика. Масса тележки $m = 75$ кг, массы мальчиков $m_1 = 45$ кг и $m_2 = 30$ кг. Мальчики меняются местами. Найдите модуль перемещения тележки.

Механическая работа

696. Санки тянут по горизонтальной поверхности с помощью легкой веревки, которая образует с горизонтом угол $\alpha = 60^\circ$. Модуль силы натяжения веревки $F = 30$ Н. Определите работу силы натяжения при перемещении санок на $\Delta r = 60$ м.

697. Сумку с продуктами равномерно подняли на высоту $h = 50$ см, совершив при этом работу $A = 30$ Дж. Определите модуль силы, совершившей работу.

698. На подводную лодку, всплывшую вертикально вверх, действовала сила Архимеда, модуль которой $F_A = 12$ МН. Определите модуль перемещения лодки, если силой Архимеда была совершена работа $A = 4,2 \cdot 10^8$ Дж.

699. На рисунке 128 представлены графики зависимости работ, совершенных при перемещении тела, от модуля его перемещения. Во сколько раз отличаются модули сил, совершивших эти работы? Направления сил совпадают с направлением перемещения.

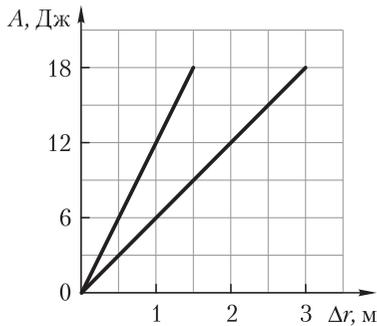


Рис. 128

700. Может ли сила трения покоя совершить работу?

701. Мальчик катается на карусели, равномерно вращающейся по окружности. Совершает ли работу равнодействующая сил, действующих на мальчика?

702. Из колодца на упругом тросе поднимают с постоянной скоростью ведро с водой в течение промежутка времени $\Delta t = 30$ с. Какую работу совершает сила упругости троса, действующая на ведро с водой, если его масса $m = 12$ кг, а модуль скорости движения ведра $v = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$?

703. Стальной шарик на упругой нити поднимают вертикально вверх с постоянной скоростью. Определите работу силы упругости и силы тяжести, действующих на шарик при его подъеме на высоту $h = 1,0$ м. Объем шарика $V = 5,0 \text{ см}^3$.

704. После удара шайба массой $m = 200$ г скользит по горизонтальному льду. Определите работу силы трения при перемещении шайбы на $\Delta r = 50$ м. Коэффициент трения шайбы о лед $\mu = 0,10$.

705. Камень массой $m = 0,40$ кг, брошенный вертикально вверх, поднялся на высоту $h = 15$ м. При этом силой сопротивления, действующей на камень, была совершена работа $A = -20$ Дж. Определите модуль скорости, с которой бросили камень.

706. Какую работу совершает сила тяги электровоза за промежуток времени $\Delta t = 10$ мин, перемещая по горизонтальному участку дороги состав массой $m = 4 \cdot 10^6$ кг с постоянной скоростью, модуль которой $v = 18 \frac{\text{м}}{\text{с}}$? Модуль силы сопротивления движению состава

$F_{\text{сопр}} = kmg$. Коэффициент пропорциональности $k = 0,005$.

707. В каких случаях сила, действующая на тело, не совершает работы?

708. Модуль перемещения ящика по горизонтальной поверхности $\Delta r = 50$ см. При этом на ящик действовала сила трения, модуль которой $F_{\text{тр}} = 8,0$ Н, а горизонтальная сила тяги, приложенная к ящику, совершила работу $A = 6,0$ Дж. а) Какие силы действовали на ящик? б) Какие из этих сил совершили положительную работу, а какие — отрицательную? в) Найдите модуль силы тяги. г) Равномерно ли перемещали ящик? д) Найдите работу силы трения. е) Найдите работу равнодействующей силы.

709. При подъеме цилиндра массой $m = 0,15$ кг на высоту $h = 2,0$ м с помощью нити, привязанной к цилиндру, силой упругости нити была совершена работа $A = 4,0$ Дж. а) Какие силы действовали на цилиндр? б) Положительную или отрицательную работу соверши-

ли эти силы? в) Чему равен модуль силы упругости нити? г) Какова сила тяжести, действующая на цилиндр? д) Равномерно ли поднимали цилиндр? е) Чему равен модуль равнодействующей силы. ж) Какова работа равнодействующей силы?

710. Определите модуль перемещения равномерно движущегося груза массой $m = 100$ кг по горизонтальной поверхности, если приложенная к нему горизонтально направленная сила совершила работу $A = 4,5$ кДж. Коэффициент трения между грузом и поверхностью $\mu = 0,15$. Какую работу совершили сила трения и сила тяжести, действующие на груз? Чему равна работа равнодействующей силы?

711. Какую работу совершает сила, с которой учащийся поднимает книгу массой $m = 800$ г на высоту $h = 75$ см с ускорением, модуль которого $a = 1,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$? Чему равна работа равнодействующей всех сил, действующих на книгу? Сопротивлением движению пренебречь.

712. Груз массой $m = 1,0$ кг поднимают с помощью веревки вертикально вверх с ускорением, модуль которого $a = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. За какой промежуток времени силой упругости веревки, действующей на груз, будет совершена работа $A = 48$ Дж? Сопротивлением пренебречь. Начальная скорость груза равна нулю.

713. При взлете вертолета равнодействующая сил, приложенных к вертолету, за промежуток времени $\Delta t = 6,0$ с совершила работу $A = 73,5$ кДж. Определите модуль равнодействующей силы, если масса вертолета $m = 3,0$ т.

714. Сосулька, оторвавшись от крыши дома, свободно падает на землю. Равную ли работу совершает сила тяжести на первой и второй половинах перемещения сосульки?

715. Во сколько раз работа силы тяжести свободно падающего тела за вторую половину времени падения больше, чем за первую? Начальная скорость тела равна нулю.

716. Тело массой $m = 8,0$ кг движется вдоль оси Ox . Зависимость проекции скорости от времени описывается уравнением $v_x = A + Bt$, где $A = 5,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, $B = 4,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Определите работу силы трения при пере-

мещении тела на $\Delta r = 20$ м, если на тело действует горизонтально направленная сила тяги, модуль которой $F = 34$ Н.

717. Координата железного бруска массой $m = 500$ г, движущегося вдоль оси Ox , зависит от времени по закону $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 20$ м, $B = 1,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, $C = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. Определите работу силы упругости горизонтальной нити, привязанной к бруску, за промежуток времени $\Delta t = 3,0$ с, если на брусок действует сила трения, модуль которой $F_{\text{тр}} = 1,0$ Н.

718. Тело массой $m = 400$ г равноускоренно движется вдоль оси Ox . На рисунке 129 дан график зависимости проекции ускорения тела от времени. Проекция начальной скорости движения $v_{0x} = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Найдите работу равнодействующей сил, приложенных к телу, за промежуток времени движения тела $\Delta t = 6,0$ с. Равнодействующая сила направлена вдоль оси Ox .

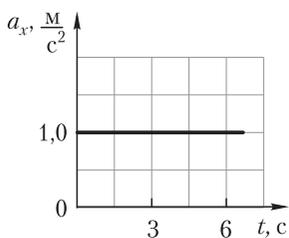


Рис. 129

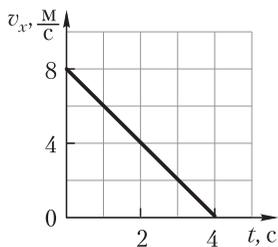


Рис. 130

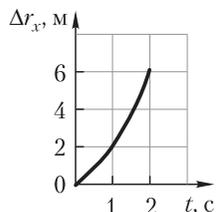


Рис. 131

719. Тело массой $m = 50$ г движется равноускоренно по горизонтальной поверхности вдоль оси Ox под действием силы трения. График зависимости проекции скорости движения тела от времени изображен на рисунке 130. Определите работу силы трения за промежуток времени $\Delta t = 4,0$ с.

720. Материальная точка массой $m = 2,0$ кг движется равноускоренно по горизонтальной поверхности вдоль оси Ox под действием горизонтально направленной силы, модуль которой $F = 5,0$ Н. График зависимости проекции перемещения точки от времени ее движения изображен на рисунке 131. Определите работу равнодействующей всех сил, а также силы трения и горизонтальной силы F при

перемещении точки на $\Delta r = 6,0$ м, если проекция начальной скорости движения точки $v_{0x} = 1,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

721. Тело массой $m = 1,0$ кг переместилось с вершины наклонной плоскости длиной $l = 1,0$ м, образующей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$, к ее основанию. Коэффициент трения между телом и наклонной плоскостью $\mu = 0,20$. Определите работу каждой силы, действующей на тело при его движении по наклонной плоскости. Найдите работу равнодействующей сил, приложенных к телу.

722. Какую работу совершила сила, модуль которой $F = 20$ Н, поднимавшая по наклонной плоскости груз массой $m = 2,0$ кг на высоту $h = 2,5$ м с ускорением, модуль которого $a = 5,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$? Сила направлена

параллельно наклонной плоскости. Трением пренебречь.

723. Тело массой $m = 20$ кг перемещают по наклонной плоскости на высоту $h = 6,0$ м. Найдите работу силы трения, если сила тяги параллельна плоскости, коэффициент трения $\mu = 0,20$, а модуль перемещения $\Delta r = 10,0$ м.

724. Тело массой $m = 2,0$ кг равномерно движется по горизонтальной плоскости под действием веревки, привязанной к нему и составляющей угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтом. Коэффициент трения между телом и плоскостью $\mu = 0,2$. Какую работу совершит сила натяжения веревки на пути $s = 2,4$ м?

725. Тело под действием двух взаимно перпендикулярных сил, модули которых $F_1 = 15$ Н и $F_2 = 20$ Н, из состояния покоя переместилось прямолинейно на $\Delta r = 20$ м. Определите работу каждой силы.

726. Тело движется в направлении оси Ox . На него действует сила, проекция которой зависит от координаты x так, как показано на графиках (рис. 132, а, б, в). Определите работу силы к тому моменту времени, когда тело из начала координат переместится в точку с координатой $x = 8$ см, для всех трех случаев.

727. Санки массой $m = 8,0$ кг и длиной $l = 1,0$ м выезжают с гладкого льда на лед, посыпанный песком, двигаясь по горизонтальной поверхности. Коэффициент трения полозьев по льду с песком $\mu = 0,50$. Какую работу совершит сила трения к моменту, когда санки полностью окажутся на льду, посыпанном песком?

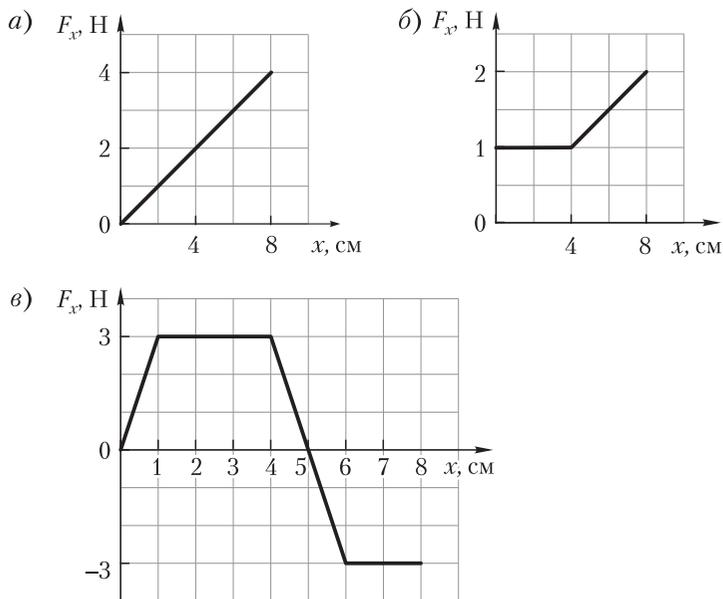


Рис. 132

728. Цилиндрическая бочка, диаметр которой $d = 70$ см, плавает в вертикальном положении, частично погрузившись в воду. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы вынуть бочку из воды, если ее масса $m = 200$ кг? Силы сопротивления не учитывать.

729.* Кубик из материала плотностью ρ плавает в жидкости плотностью ρ_0 ($\rho_0 > \rho$). Длина ребра кубика равна a . Определите минимальную работу, которую необходимо совершить, чтобы: а) полностью утопить кубик; б) полностью вытащить его из жидкости. Нижняя грань кубика расположена горизонтально.

730. На горизонтальной поверхности лежит брусок. К бруску прикреплена невесомая горизонтально расположенная пружина жесткостью $k = 0,10 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$. Другой конец пружины прикреплен к стене. При этом пружина не деформирована. Брусок сместили от стены на $\Delta r = 20$ см и отпустили. Определите работу силы упругости

пружины при перемещении бруска из крайнего положения в первоначальное.

731. Ящик массой $m = 10$ кг лежит на горизонтальной поверхности на некотором расстоянии от вертикальной стены, с которой он соединен легкой горизонтальной пружиной жесткостью $k = 0,20 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$. Коэффициент трения между ящиком и поверхностью $\mu = 0,20$. Ящик медленно отодвигают от стены на расстояние $l = 20$ см, прикладывая к нему горизонтальную силу. Какую работу совершает эта сила? В начальном положении пружина не деформирована.

732. В трубу длиной $l = 15$ см забита пробка, длина которой $l_0 = 5$ см (рис. 133). Во сколько раз большую работу нужно совершить, чтобы вытолкнуть пробку через нижнее отверстие, чем через верхнее? Массой пробки пренебречь. Перемещение пробки считать равномерным. Коэффициент трения скольжения по всей трубе одинаков.

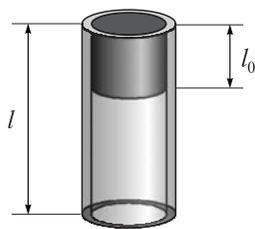


Рис. 133

733. Ведро с песком массой $m = 24,5$ кг поднимают при помощи неподвижного блока на некоторую высоту, действуя на веревку силой, модуль которой $F = 250$ Н. Определите КПД установки.

734. Высота наклонной плоскости $h = 1,2$ м, а ее длина $l = 10,8$ м. Для равномерного подъема по этой плоскости груза массой $m = 180$ кг потребовалась сила, направленная вдоль наклонной плоскости. Модуль силы $F = 250$ Н. Определите КПД наклонной плоскости.

735. С помощью подвижного блока равномерно подняли груз массой $m = 8,0$ кг на некоторую высоту. Определите модуль силы, приложенной к свободному концу веревки, если КПД установки $\eta = 80\%$.

736. Определите КПД рычага, с помощью которого груз массой $m = 245$ кг равномерно подняли на высоту $h_1 = 6,0$ см. При этом к длинному плечу рычага вертикально вниз была приложена сила, модуль которой $F = 500$ Н, а точка приложения этой силы опустилась на $h_2 = 0,30$ м. Моментом силы тяжести рычага пренебречь.

Мощность

737. Подъемный кран равномерно поднимает железобетонную плиту. Определите мощность, которую развивает сила натяжения троса, если этой силой была совершена работа $A = 144$ кДж в течение промежутка времени $\Delta t = 0,12$ мин.

738. При разгоне бобслейных саней спортсмены развили среднюю мощность $\langle P \rangle = 1,7$ кВт. Определите работу, совершенную при разгоне, если разгон длился в течение промежутка времени $\Delta t = 5,0$ с.

739. Человек массой $m = 70$ кг поднимается по лестнице на высоту $h = 3,5$ м, развивая среднюю мощность $\langle P \rangle = 0,35$ кВт. Найдите промежуток времени, затраченный им на подъем.

740. Отец с сыном поднимаются по лестнице в свою квартиру: отец — пешком за промежуток времени $\Delta t_o = 2,4$ мин, сын — бегом за промежуток времени $\Delta t_c = 1,5$ мин. Сравните средние мощности, которые они развили при подъеме, если масса отца в $n = 1,6$ раза больше массы сына.

741. Самолет Ан-2 при мощности двигателя $P = 735$ кВт развил скорость, модуль которой $v = 252 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите модуль силы тяги самолета.

742. Автомобиль массой $m = 2,0$ т движется по горизонтальной дороге с постоянной скоростью, модуль которой $v = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Модуль силы сопротивления, действующей на автомобиль, составляет 5,2 % от модуля силы тяжести автомобиля. Определите мощность двигателя автомобиля.

743. Двигатель, предельная мощность которого $P = 15$ кВт, установленный на автомобиле, может сообщить ему при движении по горизонтальному участку дороги максимальную скорость, модуль которой $v_1 = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Такой же двигатель, установленный на моторной лодке, может разогнать ее при движении по озеру до скорости,

модуль которой $v_2 = 18 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите, во сколько раз отличаются модули сил сопротивления, действующие на автомобиль и моторную лодку при этих скоростях. Можно ли решить задачу, не используя всех данных?

744. Почему водителю автомобиля при подъеме в гору при неизменной мощности двигателя приходится уменьшать скорость движения?

745. Два корабля равномерно плывут по морю под действием одинаковой силы тяги. Равны ли мощности двигателей, если скорость движения кораблей разная? Ответ обоснуйте.

746. Одинаковую ли мощность развивает двигатель городского автобуса, когда он движется с одной и той же скоростью с пассажирами и без них? Ответ обоснуйте.

747. Является ли равноускоренным движение мотоцикла, мощность двигателя которого при разгоне поддерживается постоянной? Силу сопротивления считать неизменной.

748. Автомобиль массой $m = 1,0$ т трогается с места и, двигаясь равноускоренно, проходит путь $s = 50$ м за промежуток времени $\Delta t = 5,0$ с. Какую мощность развивает автомобиль в конце пятой секунды движения? Силой сопротивления пренебречь.

749. Какая средняя мощность развивается при равноускоренном разгоне самолета массой m , если длина участка разгона перед взлетом l , а модуль скорости взлета v . Модуль силы сопротивления движению самолета F_c .

750. По горизонтальной поверхности вдоль оси Ox движется тело под действием равнодействующей силы, модуль которой $F = 30$ Н. Зависимость проекции перемещения тела от времени имеет вид $\Delta r_x = At + Bt^2$, где $A = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $B = 1,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите среднюю мощность равнодействующей силы при перемещении тела на $\Delta r = 15$ м.

751. По горизонтальной поверхности вдоль оси Ox движется тело под действием горизонтальной силы тяги, модуль которой $F = 10$ Н. Зависимость проекции скорости движения тела от времени имеет вид $v_x = A + Bt$, где $A = 4,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $B = 3,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите среднюю мощность силы тяги при перемещении тела на $\Delta r = 1,5$ м.

752. На рисунке 134 представлен график зависимости мощности лошади, равномерно тянущей повозку, от времени. Определите работу, совершенную силой тяги лошади за промежуток времени $\Delta t = 20$ с движения.

753. На рисунке 135 представлен график зависимости мощности, развиваемой реактивным двигателем ракеты, от времени. Во сколько раз отличаются работы, совершенные двигателем за первую и вторую половины времени движения ракеты?

754.* На каждое из двух тел, движущихся вдоль горизонтальной оси Ox , действуют равные силы тяги. На рисунке 136 представлены графики зависимости работы этих сил от времени. Равномерно или равноускоренно двигались тела? Постройте графики зависимости мощности от времени движения тел. Модули скорости в начальный момент времени равны нулю.

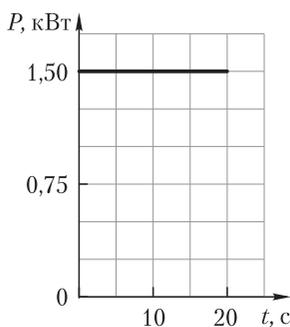


Рис. 134

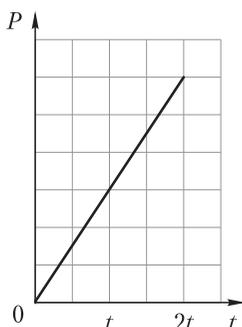


Рис. 135

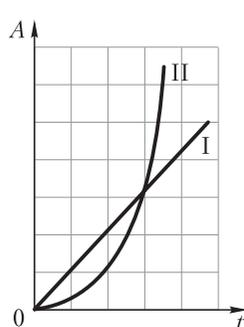


Рис. 136

755. На вершине наклонной плоскости длиной $l = 50$ см и высотой $h = 30$ см закреплен электродвигатель, с помощью которого равномерно тянут брусок вверх по наклонной плоскости. Определите модуль импульса бруска, если мощность электродвигателя $P = 0,80$ Вт. Коэффициент трения бруска о плоскость $\mu = 0,25$.

756. Человек тянет груженные санки массой $m = 40$ кг по горизонтальной заснеженной дороге с постоянной скоростью, модуль которой $v = 66 \frac{\text{см}}{\text{с}}$, с помощью невесомой веревки, наклоненной под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Определите мощность силы натяжения веревки, если коэффициент трения полозьев о снег $\mu = 0,10$.

757.* Аэросани равномерно движутся в гору со скоростью, модуль которой v_1 , а под гору — со скоростью, модуль которой v_2 . Определите модуль скорости равномерного движения аэросаней по горизонтальному участку пути, если мощность двигателя и коэффициент трения на всех участках пути одинаковы. Угол наклона плоскости горы к горизонту равен α .

758. При движении со скоростью, модуль которой $v = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, электровоз развивает мощность $P = 60$ кВт. Определите модуль силы тяги электровоза, если его КПД $\eta = 80$ %.

759. Определите мощность гидротурбины, КПД которой $\eta = 84$ %. Известно, что за промежуток времени $\Delta t = 3,0$ с с высоты $h = 50$ м на турбину падает вода объемом $V = 150$ м³.

760. При погрузке в кузов автомашины станок равномерно поднимают по наклонному деревянному трапу, прилагая силу, направленную вдоль трапа. При этом, выигрывая в силе в 1,5 раза, проигрывают в расстоянии в 2,5 раза. Определите КПД наклонного трапа.

23

Кинетическая энергия

761. Определите кинетическую энергию окуня массой $m = 400$ г, плывущего со скоростью, модуль которой $v_0 = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

762. Белый медведь бежит со скоростью, модуль которой $v_0 = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите массу белого медведя, если он обладает кинетической энергией $E_k = 32$ кДж.

763. Определите модуль скорости движения спортивного диска массой $m = 2,0$ кг в верхней точке траектории полета, если в этой точке его кинетическая энергия $E_k = 289$ Дж.

764. Сравните кинетические энергии льдинки града и дождевой капли, падающих с одинаковой скоростью, если равны их: а) массы; б) объемы.

765. Закупоренная бутылка, содержащая $V = 40 \text{ см}^3$ воды, плывет по реке. Определите относительно берега кинетическую энергию воды в бутылке, если модуль скорости течения воды $v = 60 \frac{\text{см}}{\text{с}}$.

766. Определите массу тела, обладающего кинетической энергией $E_k = 10 \text{ Дж}$ и импульсом, модуль которого $p = 2 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

767. Мяч летит горизонтально со скоростью, модуль которой $v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. После удара о ракетку мяч движется в противоположную сторону со скоростью, модуль которой $v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите модуль изменения импульса мяча, если изменение его кинетической энергии $\Delta E_k = 10 \text{ Дж}$.

768. На спице длиной $l = 50 \text{ см}$ вращают в вертикальной плоскости с постоянной угловой скоростью $\omega = 8,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ маленький шарик массой $m = 80 \text{ г}$. Определите кинетическую энергию шарика.

769. Бусинка, привязанная к нерастяжимой нити, равномерно вращается в горизонтальной плоскости по окружности радиусом $R = 50 \text{ см}$. Определите модуль результирующей силы, действующей на бусинку, если она обладает кинетической энергией $E_k = 80 \text{ мДж}$.

770. При движении вдоль оси Ox зависимость проекции скорости движения тела массой $m = 4,0 \text{ кг}$ от времени описывается уравнением $v_x = A + Bt$, где $A = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $B = -2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите кинетическую энергию тела через промежуток времени $\Delta t = 4,0 \text{ с}$ после начала движения. Через какой минимальный промежуток времени кинетическая энергия тела уменьшится в $n = 4$ раза по сравнению с начальной?

771. Материальная точка массой $m = 100 \text{ г}$ движется вдоль оси Ox . Кинематический закон движения точки имеет вид $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 20 \text{ м}$, $B = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $C = -1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите кинетическую энергию тела в момент времени $t_1 = 2,0 \text{ с}$. В какой момент времени кинетическая энергия тела будет равна нулю?

772. Кинематические законы движения двух тел вдоль оси Ox имеют вид $x_1 = B_1 t + C_1 t^2$ и $x_2 = A_2 + B_2 t + C_2 t^2$, где $B_1 = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, $C_1 = 0,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$, $A_2 = 4 \text{ м}$, $B_2 = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, $C_2 = -1 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$. В какой момент времени кинетические энергии тел станут одинаковыми, если масса второго тела в $n = 4$ раза меньше массы первого?

773. Шарик массой $m = 100$ г, подвешенный на нити длиной $l = 40$ см, описывает в горизонтальной плоскости окружность. Какова кинетическая энергия шарика, если во время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол $\alpha = 60^\circ$?

774. Тело брошено горизонтально с некоторой высоты со скоростью, модуль которой $v_0 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Через какой промежуток времени кинетическая энергия тела возрастет вдвое? Сопротивлением движению пренебречь.

775. На концах невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через легкий неподвижный блок, подвешены два груза массами $m_1 = 260$ г и $m_2 = 240$ г. Какой кинетической энергией будет обладать второй груз через промежуток времени $\Delta t = 0,50$ с после того, как грузы отпустят? Сопротивлением движению пренебречь.

776. Какой кинетической энергией обладает автомобиль массой $m = 2,5 \cdot 10^3$ кг, движущийся со скоростью, модуль которой постоянен, по выпуклому мосту радиуса $R = 60$ м, если модуль силы давления автомобиля на мост в верхней точке моста в $n = 2$ раза больше, чем в точке, направление на которую из центра кривизны моста составляет с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$?

777. Мальчик подбросил вертикально вверх мячик массой $m = 60$ г со скоростью, модуль которой $v_0 = 5,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Вернулся же мячик обратно со скоростью, модуль которой $v = 4,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите работу равнодействующей силы за все время полета мяча.

778. На неподвижное тело, лежащее на гладкой горизонтальной поверхности, начинает действовать в горизонтальном направлении сила, модуль которой $F = 2$ Н. Найдите кинетическую энергию тела к тому моменту времени, когда оно переместится на $\Delta r = 2$ м.

779. Камень массой $m = 50$ г упал с некоторой высоты. Найдите кинетическую энергию камня в средней точке его траектории, если он падал в течение промежутка времени $\Delta t = 2,0$ с. Сопротивлением воздуха пренебречь. Начальная скорость камня $\vec{v}_0 = \vec{0}$. Постройте график зависимости кинетической энергии камня от времени его движения.

780. В каких случаях при прямолинейном движении с постоянным ускорением изменение кинетической энергии тела за первую секунду движения будет: а) больше; б) меньше; в) равно изменению кинетической энергии за вторую секунду?

781. Может ли изменяться кинетическая энергия тела, если равнодействующая сил, действующих на него, равна нулю?

782. Может ли кинетическая энергия тела оставаться неизменной, если равнодействующая сил, действующих на тело, отлична от нуля?

783. Аэросани движутся по горизонтальному заснеженному участку, а затем выезжают на обледеневшую часть трассы. При этом коэффициент трения скольжения уменьшается в n раз. Во сколько раз необходимо уменьшить модуль скорости движения аэросаней, чтобы их тормозной путь остался прежним?

784. Два автомобиля одинаковой массы одновременно трогаются с места и движутся равноускоренно. Во сколько раз средняя мощность одного автомобиля больше средней мощности другого, если за одно и то же время первый автомобиль достигает вдвое большей скорости, чем другой? Силой сопротивления движению автомобилей пренебречь.

785. Пуля массой $m = 5,0$ г, летевшая горизонтально со скоростью, модуль которой $v_0 = 800 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, пробивает доску и вылетает из нее со скоростью, модуль которой $v = 400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Найдите работу силы сопротивления доски, считая силу постоянной.

786. Горизонтально летящая с некоторой скоростью пуля попадает в песок и углубляется в него на $l_1 = 15$ см. На какую глубину войдет в песок пуля той же массы, если скорость ее движения будет вдвое больше? Считать, что сила сопротивления движению пули в песке не зависит от ее скорости.

787. Пуля, летящая горизонтально со скоростью \vec{v}_0 , пробивает несколько одинаковых досок, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга. В какой по счету доске застрянет пуля, если ее скорость после прохождения первой доски $\vec{v}_1 = 0,9\vec{v}_0$? Считать, что сила сопротивления дерева движению пули не зависит от ее скорости. Силой тяжести пули пренебречь.

788. Хоккейная шайба, имея начальную скорость, модуль которой $v_0 = 6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, проходит до удара о борт площадки путь $s_1 = 10$ м. Считая удар абсолютно упругим, коэффициент трения шайбы о лед $\mu = 0,1$, определите путь, пройденный шайбой после удара.

789. Тело массой $m = 1,0$ кг поднимают по наклонной плоскости, прикладывая к нему горизонтальную силу, модуль которой $F = 2mg$. Коэффициент трения между телом и наклонной плоскостью $\mu = 0,20$. Определите кинетическую энергию тела на середине наклонной плоскости, если ее длина $l = 50$ см, высота $h = 30$ см. Начальная скорость движения тела $v_0 = 0$.

790.* Однородная линейка длиной $l = 25$ см лежит на краю стола (рис. 137). Определите модуль минимальной скорости, которую нужно сообщить линейке, чтобы она упала со стола. Коэффициент трения между линейкой и поверхностью стола $\mu = 0,30$. Считать, что сила трения прямо пропорциональна длине той части линейки, которая находится на столе.

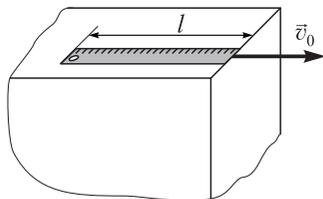


Рис. 137

791.* Тело движется вдоль оси Ox под действием переменной равнодействующей силы \vec{F} , проекция которой на ось Ox изменяется в соответствии с уравнением $F_x = 0,2x$, где x — координата тела. В момент времени $t = 0$ тело находилось в начале координат, и его скорость была $\vec{v}_0 = \vec{0}$. Определите кинетическую энергию тела в тот момент, когда координата тела будет $x = 10$ м.

792. Брусок, скользящий по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью, модуль которой $v_0 = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, попадает на шероховатую поверхность с коэффициентом трения $\mu = 0,8$. При какой длине

бруска его задняя грань остановится на границе гладкой и шероховатой поверхностей?

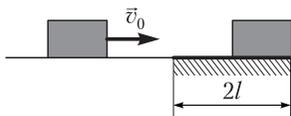


Рис. 138

793. Однородный брусок длиной $l = 30$ см, скользящий равномерно по гладкой горизонтальной поверхности, выходит на шероховатый участок длиной $2l$ и останавливается у его правого края (рис. 138). Определите модуль

скорости движения бруска по гладкой поверхности, если коэффициент трения скольжения бруска по шероховатой поверхности $\mu = 0,36$.

24

Потенциальная энергия

794. В комнате на столе высотой $h_1 = 75$ см лежит тонкая металлическая пластина массой $m = 0,4$ кг. Какова потенциальная энергия пластины относительно поверхности: а) пола; б) стола; в) потолка? Высота комнаты $h_2 = 3$ м.

795. На какую высоту с поверхности Земли с помощью неподвижного блока надо поднять ведро с бетоном массой $m = 22$ кг, чтобы его потенциальная энергия увеличилась на $\Delta E_{\text{п}} = 1,1$ кДж?

796. При разборе старого здания подъемным краном была снята деревянная балка перекрытия, находящаяся на высоте $h = 15$ м, и опущена на землю. Определите изменение потенциальной энергии балки, если плотность дерева $\rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, а объем балки $V = 0,32 \text{ м}^3$.

797. Кусок льда объемом $V = 40 \text{ дм}^3$ равномерно подняли с дна погреба на поверхность за промежуток времени $\Delta t = 5,0$ с. Определите изменение потенциальной энергии куска льда, если модуль скорости подъема $v = 1,8 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

798. Кирпич и сосновый брусок подняли на одинаковую высоту. При этом их потенциальные энергии изменились одинаково. Во сколько раз отличаются объемы кирпича и бруска?

799. Однородный латунный кубик, длина ребра которого $a = 20$ см, лежит на табурете высотой $h = 40$ см. Определите потенциальную энергию кубика относительно поверхности пола и табурета.

800. Тело, покоящееся на поверхности Земли, начинают поднимать вертикально вверх с постоянным ускорением, модуль которого $a = 2,5 \frac{M}{c^2}$. Найдите отношение потенциальной энергии тела к кинетической через некоторый промежуток времени. За нулевой уровень потенциальной энергии принять поверхность Земли.

801. Могут ли одновременно уменьшаться потенциальная и кинетическая энергии тела? Увеличиваться? Приведите примеры.

802. Один из двух одинаковых стальных шаров висит на нерастяжимой нити, а другой лежит на горизонтальном столе так, что их центры находятся на одном уровне (рис. 139). Температуры шаров одинаковые. Как изменится потенциальная энергия каждого шара, если их нагреть, повысив температуру одинаково?

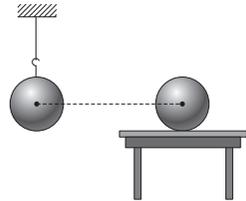


Рис. 139

803. На рисунке 140 представлены графики зависимости потенциальной энергии лифта, поднимающегося вверх без пассажиров и с пассажирами, от высоты его подъема. Определите массу лифта и массу пассажиров.

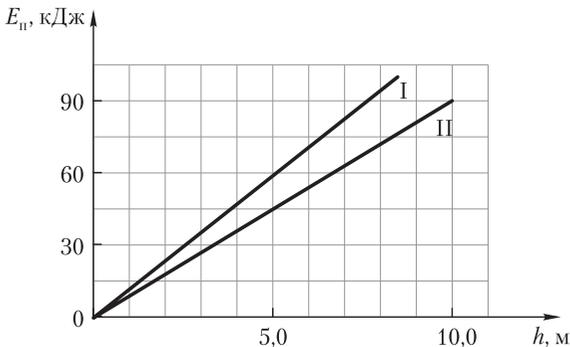


Рис. 140

804. Постройте график зависимости потенциальной энергии тела массой $m = 2,0$ кг, которое поднимают вертикально вверх, от времени подъема. Рассмотреть случаи: а) подъем осуществляется равномерно со скоростью, модуль которой $v = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; б) подъем осуществляется равноускоренно с ускорением, модуль которого $a = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$. Начальная скорость движения тела $v_0 = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$.

805. Жесткость легкой недеформированной упругой пружины $k = 250 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Пружину сжали на $|\Delta l| = 20$ см. Определите потенциальную энергию сжатой пружины.

806. Длина невесомой упругой пружины в недеформированном состоянии $l_0 = 30$ см, ее жесткость $k = 200 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Какова длина растянутой пружины, если она обладает потенциальной энергией $E_{\text{п}} = 9,0$ Дж?

807. К невесомой упругой пружине подвешен однородный чугунный цилиндр объемом $V = 40 \text{ см}^3$. При этом пружина растянута на $\Delta l = 70$ мм. Определите потенциальную энергию пружины. Изменится ли потенциальная энергия пружины, если ее вместе с цилиндром равноускоренно поднимать вертикально вверх? Опускать вниз?

808. К невесомой упругой пружине подвешен груз массой $m_1 = 0,1$ кг. Груз какой массы надо дополнительно прикрепить к первому грузу, чтобы потенциальная энергия пружины увеличилась в $n = 9$ раз?

809. Упругий резиновый жгут разрезали на две части в отношении $1 : 2$. Могут ли полученные жгуты при растяжении обладать равной потенциальной энергией?

810. Суммарное растяжение двух легких последовательно соединенных пружин составляет $\Delta l = 3$ см. Жесткость первой пружины $k_1 = 10 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$, второй — $k_2 = 20 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$. Определите потенциальную

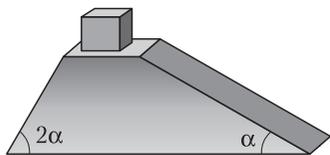


Рис. 141

энергию первой пружины.

811. На вершине гладкой закрепленной трапеции лежит гладкий кубик (рис. 141). Сравните работы, совершенные силой тяжести, если кубик

один раз соскользнет по левой, а второй раз по правой наклонной плоскости трапеции.

812. Какую работу совершит сила тяжести, если слаломист массой $m = 70$ кг спустится по горнолыжной трассе с высоты $h = 400$ м? На сколько изменится при этом потенциальная энергия слаломиста?

813. Самый высокий в мире водопад Анхель имеет высоту $h = 979$ м. Какую работу совершит сила тяжести, действующая на воду объемом $V = 1,0$ м³, падающую с высоты h ?

814. Тонкий однородный стержень длиной $l = 1,5$ м и массой $m = 10$ кг лежит на горизонтальной поверхности. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы поставить его в вертикальное положение?

815. На гладкой горизонтальной плоскости лежит тонкая цепочка длиной $l = 80$ см и массой $m = 400$ г. Определите минимальную работу, которую надо совершить, чтобы поднять цепочку, взявшись за ее середину, на высоту, при которой нижние ее концы будут находиться от плоскости на расстоянии, равном длине цепочки.

816. Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы насосом выкачать на поверхность Земли воду, наполовину заполняющую бассейн площадью $S = 10$ м² и глубиной $h = 2,0$ м?

817. Из шахты глубиной $H = 60$ м на поверхность Земли на канате поднимают груз массой $m = 94$ кг. Масса каждого метра каната $m_0 = 0,20$ кг. Найдите минимальную работу, совершаемую при этом.

818.* Аквариум, площадь дна которого $S = 600$ см², заполнен водой до глубины $h = 16$ см и перегороден пополам тонкой вертикальной перегородкой. Перегородку медленно перемещают так, что она делит аквариум в отношении 1 : 2. Вода через перегородку и края аквариума не перетекает. Определите совершенную при этом работу. Трением перегородки о дно и стенки аквариума пренебречь.

819. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы однородный цилиндр, находящийся на горизонтальной шероховатой поверхности, из вертикального положения перевести в горизонтальное? Масса цилиндра $m = 1,8$ кг, его высота $h = 12$ см. Диаметр основания цилиндра $d = 50$ мм.

820. Три однородные прямоугольные плиты массой $m = 80$ кг и толщиной $h = 0,20$ м каждая лежат рядом на горизонтальной площадке. Какую минимальную работу надо выполнить, чтобы сложить плиты одна на другую в виде стопы?

821. Брусок массой $m = 1,0$ кг покоится на горизонтальной поверхности. К нему прикреплена легкая пружина жесткостью $k = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Какую минимальную работу надо совершить для того, чтобы сдвинуть с места брусок, растягивая пружину в горизонтальном направлении, если коэффициент трения между бруском и поверхностью $\mu = 0,20$?

822. Пружину растянули на $\Delta l_1 = 1$ см, приложив к ней силу, модуль которой $F = 0,2$ кН. Какую надо совершить работу, чтобы растянуть пружину еще на $\Delta l_2 = 2$ см?

823. Модуль максимальной силы, на которую рассчитана пружина динамометра, $F = 40$ Н. Жесткость пружины $k = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Определите работу, которую надо совершить, чтобы конец пружины переместился от середины до конца шкалы динамометра.

824. Тонкая металлическая пластина массой $m = 10$ кг лежит на горизонтальном столе. В центре пластины укреплена легкая пружина жесткостью $k = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы на пружине поднять пластину на высоту $h = 1,0$ м от поверхности стола?

825. К легкой пружине, верхний конец которой закреплен неподвижно, подвешен груз массой m . При этом длина пружины равна l . Если же к пружине подвесить груз вдвое большей массы, то ее длина станет равной $1,2l$. Какую работу необходимо совершить, чтобы растянуть пружину из недеформированного состояния до длины $1,5l$?

25

Закон сохранения механической энергии

826. Во сколько раз необходимо увеличить начальную скорость бросания вертикально вверх тела, чтобы максимальная высота его подъема увеличилась в 4 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

827. Во сколько раз необходимо увеличить потенциальную энергию упругой деформации резинки детской рогатки, чтобы при вы-

стреле вертикально вверх камешком его максимальная высота подъема увеличилась $n = 4$ раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

828. Лососям, идущим на нерест, приходится преодолевать водопады. Определите модуль минимальной скорости, с которой должен выпрыгнуть лосось из воды, чтобы преодолеть водопад высотой $h = 1,8$ м. Сопротивлением воздуха в этой и последующих задачах пренебречь.

829. Тело брошено с поверхности Земли вертикально вверх со скоростью, модуль которой $v_0 = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. а) Какой максимальной высоты достигнет тело? б) На какой высоте кинетическая энергия тела будет равна потенциальной? в) На какой высоте кинетическая энергия тела уменьшится в $n = 5$ раз? г) Каким будет модуль скорости движения тела на высоте $h = 15$ м? Потенциальную энергию на поверхности Земли принять равной нулю.

830. Тело массой $m = 600$ г брошено вертикально вниз со скоростью, модуль которой $v_0 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, с высоты $h = 30$ м над поверхностью Земли. На какой высоте над поверхностью Земли кинетическая энергия тела увеличится вдвое? Какой будет кинетическая энергия тела в момент касания Земли?

831. На рисунке 142 представлена траектория движения спортивного ядра, брошенного под углом к горизонту. Сравните: а) кинетические энергии ядра в точках A , B и C ; б) потенциальные энергии ядра в точках A , B и C ; в) полную механическую энергию ядра в точках A , B и C .

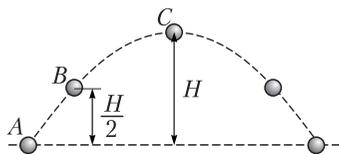


Рис. 142

832. Гимнаст массой $m = 50$ кг, оттолкнувшись от батута, летит вертикально вверх с начальной скоростью, модуль которой $v_0 = 8,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Постройте график зависимости кинетической энергии, потенци-

альной энергии и полной механической энергии гимнаста от высоты его полета вверх.

833. Движение ластика, брошенного учащимся вертикально вверх, описывается уравнением $y = A + Bt + Ct^2$, где $A = 1,2$ м, $B = 1,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $C = -5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите механическую энергию ластика в начальный момент времени, а также его кинетическую и потенциальную энергии через промежуток времени $\Delta t = 0,50$ с. Масса ластика $m = 8,0$ г.

834. На легкой нерастяжимой нити длиной $l = 20$ см подвешен шар. Определите модуль минимальной скорости, которую нужно сообщить шару в горизонтальном направлении, чтобы он отклонился до высоты, на которой расположена точка подвеса.

835. Определите модуль минимальной горизонтальной скорости, которую надо сообщить шару, чтобы он сделал полный оборот в вертикальной плоскости, если он висит: а) на жестком невесомом стержне длиной l ; б) на легкой нерастяжимой нити длиной l .

836. Легкий стержень длиной $l = 80$ см с закрепленными на его концах медными грузами массой $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 3$ кг может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через середину стержня. Стержень приводят в горизонтальное положение и отпускают. Найдите модуль скорости движения грузов в тот момент, когда стержень проходит вертикальное положение.

837. Легкий стержень с металлическим шариком массой $m = 0,20$ кг, закрепленным на одном из его концов, может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через другой конец стержня. Из состояния, когда шарик находится в верхнем положении, стержень отпускают. Определите модуль силы упругости, действующей на шарик в тот момент, когда шарик проходит нижнее положение.

838. Легкий стержень длиной $l = 1,5$ м с закрепленными на его концах небольшими одинаковыми грузами может вращаться вокруг горизонтальной оси. Ось проходит через точку стержня, которая делит его длину в отношении 1:2. Определите модуль минимальной горизонтальной скорости, которую надо сообщить нижнему грузу, когда стержень находится в положении равновесия, чтобы он сделал полный оборот.

839. Невесомый стержень длиной l может вращаться в вертикальной плоскости вокруг оси, проходящей через один из его концов. К середине стержня и свободному его концу прикреплены грузы одинаковой массы. Вначале стержень расположен горизонтально. Затем его отпускают. Определите модуль скорости движения каждого груза в нижних точках их траекторий.

840.* Небольшой груз массой $m_1 = 300$ г прикреплен к концу веревки длиной $l = 70$ см и массой $m_2 = 100$ г, лежащей на гладком горизонтальном столе (рис. 143). Под действием веса груза веревка начинает соскальзывать без начальной скорости со стола. Определите модуль скорости движения веревки в тот момент, когда ее свободный конец соскользнет со стола.



Рис. 143

841.* Гибкий тяжелый трос длиной l и массой m_1 перекинут через неподвижный блок, масса и радиус которого пренебрежимо малы. Трос находится в равновесии. К концу троса подвешивают груз массой m_2 , и трос начинает с ускорением соскальзывать с блока. Найдите скорость движения троса в момент его отрыва от блока. Силой трения пренебречь.

842. Вагон массой $m = 2 \cdot 10^4$ кг, двигаясь со скоростью, модуль которой $v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, упирается в вертикальную стенку, в результате чего сжимаются две параллельные буферные пружины жесткостью $k = 1 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ каждая. Найдите максимальную деформацию пружин.

843. Во сколько раз изменится скорость вылета пули пружинного пистолета при выстреле в горизонтальном направлении:

- при увеличении сжатия пружины в $n = 4$ раза;
- при замене пружины другой, жесткость которой в $n = 4$ раза больше;
- при увеличении массы пули в $n = 4$ раза?

844. Груз массой $m = 1,0$ кг подвешен к легкой пружине жесткостью $k = 200 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Груз приподнимают в положение, в котором пружина становится недеформированной, и отпускают без начальной скорости. Определите максимальную деформацию пружины.

845. Тело массой $m = 100$ г свободно без начальной скорости падает с высоты $h = 2,9$ м на расположенную вертикально легкую пружину. Максимальное сжатие пружины $\Delta l_{\max} = 10$ см. Определите жесткость пружины. Первоначальная высота h тела отсчитывается от верхнего конца недеформированной пружины.

846.* Невесомая пружина жесткостью k располагается вертикально. Шар массой m , находящийся над пружиной на расстоянии h от ее верхнего конца, отпускают без начальной скорости. Определите максимальную кинетическую энергию шара.

847. Груз массой $m = 1,6$ кг подвешен на невесомой пружине жесткостью $k = 250 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Грузу сообщают начальную скорость, направленную вертикально вниз. При этом максимальное расстояние, на которое опускается груз, $l = 8$ см. Определите модуль начальной скорости, сообщенной грузу.

848.* К перекладине привязан легкий резиновый шнур, свободный конец которого находится на высоте h над полом. Если подвесить к нему небольшой тяжелый груз, то удлинение шнура составляет $\Delta l = \frac{h}{3}$. На какую наименьшую высоту над полом надо поднять груз, чтобы после того, как его отпустят ($v_0 = 0$), он коснулся пола? Каким будет ответ в задаче при замене резинового шнура легкой пружиной, которую можно и сжимать, и растягивать?

849.* Груз массой $m = 1,6$ кг подвешен на упругом резиновом шнуре жесткостью $k = 250 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Грузу сообщают начальную скорость, модуль которой $v_0 = 1,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, направленную вертикально вверх. На какую максимальную высоту (отсчитывая от начальной точки) поднимется груз?

850. Шарик, подвешенный на невесомой нерастяжимой нити длиной $l = 1,6$ м, выводят из положения равновесия и отпускают. Определите модуль максимальной скорости движения шарика, если: а) высота, на которую отклонили шарик, $h = 45$ см; б) угол отклонения нити от вертикали $\alpha = 60^\circ$.

851. Маленький шарик массой $m = 0,2$ кг привязан к нерастяжимой невесомой нити, другой конец которой закреплен. Нить приво-

дят в горизонтальное положение и отпускают без начальной скорости. Чему равен модуль силы натяжения нити в тот момент, когда она составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с вертикалью?

852. На легкой нерастяжимой нити подвешен маленький шарик. На какой угол надо отвести нить от вертикального положения, чтобы при последующих движениях шарика на нити модуль максимальной силы натяжения нити был бы в $n = 4$ раза больше модуля минимальной?

853. Тяжелый шарик, подвешенный на легкой нерастяжимой нити длиной $l = 50$ см, совершает колебания в вертикальной плоскости. Крайнее положение шарика на $h = 20$ см выше нижнего. Во сколько раз отличаются модули максимальной и минимальной силы натяжения нити в процессе движения шарика?

854. Небольшой шарик подвешен на легкой нерастяжимой нити длиной $l = 1$ м. Шарик сообщают горизонтальную скорость, и он вращается в вертикальной плоскости. В верхней точке траектории модуль скорости движения шарика $v = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Сравните модули сил натяжения нити в те моменты, когда шарик проходит нижнюю и верхнюю точки траектории.

855. Камню массой $m = 0,5$ кг, привязанному к невесомой нерастяжимой веревке длиной $l = 0,50$ м, сообщили в горизонтальном направлении скорость, и он начал вращаться в вертикальной плоскости. Модуль силы натяжения веревки в нижней точке окружности $F = 45$ Н. Насколько различаются модули сил упругости веревки в нижней и верхней точках траектории? На какую высоту, отсчитываемую от нижней точки окружности, поднимется камень, если веревка оборвется в тот момент, когда скорость движения камня будет направлена вертикально вверх? Сопро­тивлением пренебречь.

856.* С верхней точки закрепленной на горизонтальной поверхности гладкой сферы начинает соскальзывать небольшое тело (рис. 144). На какой высоте оно оторвется от сферической поверхности, если радиус сферы R , масса тела m ? Найдите зависимость модуля силы нормального давления тела на поверхность сферы от угла α .

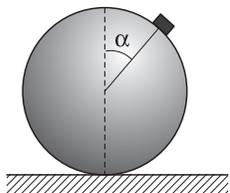


Рис. 144

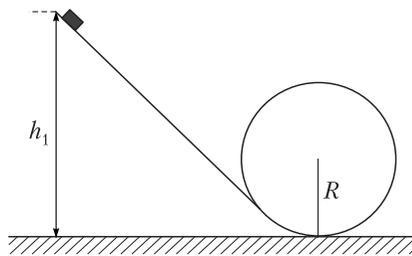


Рис. 145

857. Небольшая шайба может скользить по гладкому наклонному желобу, переходящему в кольцо (рис. 145) радиусом $R = 20$ см. Определите: а) минимальную высоту h_1 наклонного желоба, при которой шайба сможет совершить полный оборот в кольце; б) высоту (от нижней точки кольца), на которой модуль силы давления шайбы на кольцо в $k = 1,5$ раза больше модуля действующей на шайбу силы тяжести, если шайба начнет движение с высоты h_1 .

858.* Система состоит из двух одинаковых кубиков, каждый массой m , между которыми находится сжатая невесомая пружина (рис. 146) жесткостью k . Кубики связаны невесомой нитью. При каком минимальном начальном сжатии пружины нижний кубик оторвется от опоры, если нить пережечь?

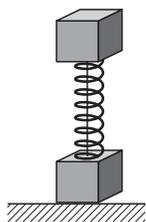


Рис. 146

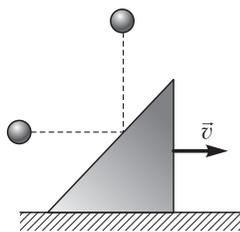


Рис. 147

859. Летящий горизонтально шарик упруго ударяется о поверхность гладкого клина и отскакивает вертикально вверх (рис. 147). Масса клина в $n = 6,0$ раза больше массы шарика. На какую высоту поднимется шарик от точки удара, если модуль скорости движения клина после удара $v = 1,0 \frac{M}{c}$?

860. С вершины гладкого клина высотой $h = 88$ см и массой $m_1 = 2$ кг, стоящего на гладкой горизонтальной поверхности, начала соскальзывать шайба массой $m_2 = 0,2$ кг. Определите модуль скорости движения шайбы в момент, когда она окажется на горизонтальной поверхности.

861.* Шайба массой m_1 и гладкая горка массой m_2 находятся на гладкой горизонтальной плоскости. Шайбе сообщили начальную скорость, модуль которой v_0 , в горизонтальном направлении (рис. 148). Определите относительно плоскости максимальную потенциальную энергию, которой будет обладать шайба, поднявшись на горку.

862.* На гладкую горизонтальную поверхность вплотную к стенке поставили брусок массой $m_1 = 0,95$ кг с углублением полусферической формы радиуса $R = 40$ см. С верхней точки левой части бруска (рис. 149) без начальной скорости отпустили маленькую гладкую шайбу массой $m_2 = 50$ г. Определите максимальную высоту, на которую поднимется шайба на правой половине бруска.

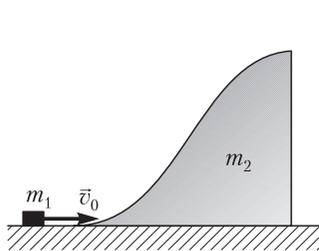


Рис. 148

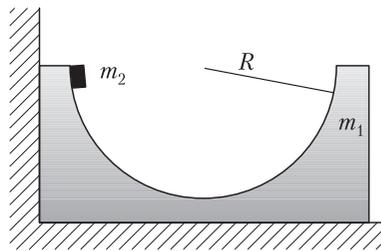


Рис. 149

863.* На гладкой горизонтальной поверхности покоятся два гладких бруска массой $m_1 = 320$ г и высотой $H = 50$ см каждый. С вершины одного из брусков отпускают без начальной скорости маленький кубик (рис. 150) массой $m_2 = 80$ г. Определите максимальную высоту, на которую поднимется кубик по второму бруску.

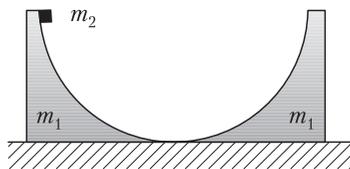


Рис. 150

864. Определите, во сколько раз уменьшится модуль скорости движения тележки массой m_1 после ее центрального упругого столкновения с неподвижной тележкой массой $m_2 = \frac{m_1}{4}$.

865. Шар массой $m_1 = 2$ кг, модуль скорости которого $v_1 = 6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, абсолютно упруго сталкивается с неподвижным шаром массой $m_2 = 1$ кг. Найдите модуль скорости движения каждого шара после центрального удара.

866.* Два одинаковых по размеру шара висят на легких нитях, касаясь друг друга. Первый шар отводят в сторону и отпускают. После упругого центрального удара шары поднимаются на одинаковую высоту. Найдите массу первого шара, если масса второго $m_2 = 0,6$ кг.

867.* Два небольших равных по объему шара висят на одинаковых легких нитях длиной $l = 0,50$ м, касаясь друг друга. Массы шаров относятся как 2 : 3. Легкий шар отклонили от положения равновесия так, что угол между нитью и вертикалью $\alpha = 90^\circ$, и отпустили. На какую максимальную высоту поднимется тяжелый шар после абсолютно упругого центрального удара?

868. Шар массой $m_1 = 3$ кг, движущийся со скоростью, модуль которой v , налетает на покоящийся шар и после абсолютно упругого столкновения отскакивает от него под углом $\alpha = 90^\circ$ к первоначальному направлению своего движения со скоростью, модуль которой $\frac{v}{2}$. Определите массу второго шара. Поверхности шаров гладкие.

869. Два шара массой $m = 2$ кг каждый покоятся на гладкой горизонтальной поверхности, касаясь друг друга. Третий шар налетает на них, двигаясь по прямой, проходящей через точку касания неподвижных шаров и перпендикулярно линии, соединяющей их центры. Чему равна масса третьего шара, если после абсолютно упругого удара о неподвижные шары он остановился? Все шары гладкие и имеют одинаковые радиусы.

870. К концам невесомой пружины, лежащей на гладкой горизонтальной поверхности, приставлены бруски, массы которых

$m_1 = 0,80$ кг и $m_2 = 0,20$ кг. Сначала бруски и пружину, сжатую между ними, удерживают так, что потенциальная энергия пружины $E_{\text{п}} = 90$ Дж, а затем одновременно отпускают их. Определите кинетическую энергию каждого бруска после того, как пружина перейдет в недеформированное состояние.

871.* Два бруска, массы которых $m_1 = 0,090$ кг и $m_2 = 0,160$ кг, соединенные упругой невесомой пружиной, лежат на гладкой горизонтальной поверхности. Бруски удерживают так, что пружина сжата, а ее абсолютное удлинение $\Delta l_1 = 70$ мм. Сначала отпускают первый брусок, а в тот момент, когда пружина перешла в недеформированное состояние, отпускают и второй. Найдите максимальную деформацию пружины в процессе дальнейшего движения.

872. На гладкой горизонтальной поверхности лежат два бруска, массы которых $m_1 = 100$ г и $m_2 = 400$ г, соединенные недеформированной невесомой пружиной. Первому бруску сообщают скорость, модуль которой $v_1 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, в направлении второго бруска. Найдите модуль максимальной скорости движения второго бруска.

873.* На гладкой горизонтальной поверхности лежат два бруска, массы которых $m_1 = 300$ г и $m_2 = 600$ г, соединенные недеформированной невесомой пружиной жесткостью $k = 500 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. В первый брусок абсолютно упруго ударяется шарик массой $m_0 = 100$ г, летевший горизонтально вдоль оси пружины со скоростью, модуль которой $v_0 = 12 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите максимальную абсолютную деформацию пружины в процессе дальнейшего движения.

874.* Две абсолютно упругие шайбы массой $m = 400$ г каждая скользят по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу со скоростями, модули которых $v_1 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ и $v_2 = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Определите максимальное значение потенциальной энергии упругой деформации шайб при их центральном столкновении.

Изменение механической энергии

875. С крыши строящегося дома с высоты $h = 30$ м упал лист рубероида массой $m = 40$ кг. В момент касания земли модуль скорости движения листа был $v = 54 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Определите работу, совершенную силой сопротивления воздуха.

876. С балкона, находящегося на высоте $h = 6,0$ м над поверхностью Земли, девочка вертикально вниз бросила мяч массой $m = 200$ г со скоростью, модуль которой $v_1 = 4,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Мяч упал на землю со скоростью, модуль которой $v_2 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите работу, совершенную силой сопротивления воздуха.

877. Спустившись с горы, санки проходят по горизонтальной поверхности путь $s = 9$ м и останавливаются. Определите модуль скорости движения санок у основания горы, если коэффициент трения между санками и горизонтальной поверхностью $\mu = 0,2$.

878. Брусок двигался по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью, модуль которой $v_0 = 7,2 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Дойдя до наклонной плоскости, брусок по плоскости поднялся на высоту $h = 5$ см и остановился. Во сколько раз уменьшилась механическая энергия бруска за время подъема? Какова причина изменения механической энергии бруска?

879. Какой кинетической энергией обладало тело массой $m = 0,5$ кг у основания наклонной плоскости, если оно, двигаясь по плоскости, поднялось на максимальную высоту $h_{\text{max}} = 1$ м? Коэффициент трения между телом и плоскостью $\mu = 0,2$. Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 45^\circ$.

880. С наклонной плоскости, образующей угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтом, с высоты $h_1 = 1,0$ м соскальзывает без начальной скорости небольшая шайба (рис. 151). В конце спуска у основания наклонной плоскости шайба абсолютно упруго ударяется о стенку и поднима-

ется вверх по наклонной плоскости. На какую высоту поднимется шайба после удара, если коэффициент трения шайбы о плоскость $\mu = 0,25$?

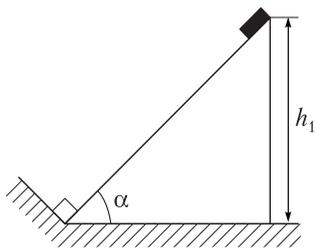


Рис. 151

881. На наклонной плоскости, синус угла наклона которой к горизонту равен $0,28$ ($\sin \alpha = 0,28$), на высоте $h = 2,1$ м лежит небольшая шайба. Коэффициент трения шайбы о плоскость $\mu = 0,50$. Определите модуль скорости, которую надо сообщить шайбе вниз вдоль наклонной плоскости, чтобы после абсолютно упругого удара об упор, находящийся у основания плоскости, шайба вернулась в исходную точку.

882. С горы высотой $h = 20$ м и длиной основания $l = 50$ м съезжают без начальной скорости санки, которые останавливаются, пройдя по горизонтальной поверхности некоторый путь. Чему равен этот путь, если коэффициент трения на всем пути $\mu = 0,2$?

883. Тело массой $m = 3,0$ кг, лежащее на горизонтальной плоскости, соединено с вертикальной стеной недеформированной невесомой пружиной. Ось пружины горизонтальна, жесткость пружины $k = 54 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, коэффициент трения между телом и плоскостью $\mu = 0,30$. Определите модуль минимальной скорости, которую надо сообщить телу вдоль оси пружины, чтобы оно вернулось в начальную точку.

884. В деревянный брусок массой m_1 , лежащий на гладком столе, попадает пуля массой m_2 , летящая горизонтально со скоростью, модуль которой равен v . На сколько углубится пуля в брусок, если модуль силы сопротивления дерева движению пули в бруске равен F_c ?

885.* Деревянный брусок массой $m = 0,49$ кг лежит на горизонтальной плоскости и соединен с вертикальной стеной недеформированной невесомой пружиной. Ось пружины горизонтальна, жесткость пружины $k = 0,18 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$. Пуля массой $m_0 = 10$ г, скорость которой параллельна оси пружины, попадает в брусок и застревает в нем. В результате чего пружина сжимается на $|\Delta l| = 10$ см. Определите модуль скорости движения пули перед попаданием в брусок. Коэффициент трения между бруском и плоскостью $\mu = 0,20$.

886.* Брусок массой $m = 0,5$ кг лежит на наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол, синус которого равен $0,6$ ($\sin \alpha = 0,6$). Брусок соединен с вершиной наклонной плоскости недеформированной невесомой пружиной жесткостью $k = 64 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Определите модуль скорости, которую надо сообщить бруску вдоль плоскости вверх, чтобы он вернулся и остановился в начальной точке. Коэффициент трения бруска о плоскость $\mu = 0,8$.

887. Небольшой шарик массой m брошен вертикально вниз с высоты H . При падении он уходит в песок на глубину h . Определите модуль средней силы сопротивления песка, если модуль начальной скорости движения шарика равен v_0 . Сопротивлением воздуха пренебречь.

888. Два одинаковых тела массой $m = 5$ кг каждое соединены недеформированной невесомой пружиной жесткостью $k = 15 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ и лежат на горизонтальной плите. Определите модуль минимальной скорости, которую надо сообщить вдоль оси пружины одному из тел, чтобы сдвинулось другое тело. Коэффициент трения каждого тела о плиту $\mu = 0,1$.

889.* Два бруска, массы которых $m_1 = 3$ кг и $m_2 = 2$ кг, лежат на полу, соединенные невесомой пружиной жесткостью $k = 0,2 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$. Бруски удерживают так, что пружина находится в сжатом состоянии. Сначала отпускают первый брусок, а в тот момент, когда пружина не деформирована, отпускают и второй. При какой минимальной начальной деформации пружины второй брусок сдвинется с места?

Коэффициент трения первого бруска о пол $\mu_1 = 0,2$, а второго — $\mu_2 = 0,3$.

890.* На гладкой горизонтальной поверхности лежит доска длиной $l = 2,5$ м, на одном конце которой находится маленький брусок. Определите модуль минимальной скорости, которую надо сообщить бруску, чтобы он достиг другого конца доски. Масса доски в $n = 4$ раза больше массы бруска, коэффициент трения между бруском и доской $\mu = 0,4$.

891. Маленькая шайба соскальзывает по наклонной плоскости с высоты $h = 1,2$ м. Наклонная плоскость переходит в «мертвую петлю» (рис. 152). Найдите работу силы трения при скольжении шайбы с начальной точки до верхней точки петли. Известно, что сила, с которой шайба действует на петлю в верхней точке, равна нулю. Масса шайбы $m = 10$ г, радиус петли $R = 0,4$ м.

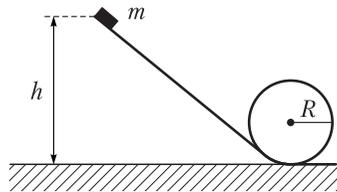


Рис. 152

892. Шарик массой $m = 100$ г свободно падает без начальной скорости с высоты $h_1 = 2$ м на стальную плиту и отскакивает после удара до высоты $h_2 = 1$ м. Определите энергию, перешедшую во внутреннюю при ударе.

893. Мяч массой $m = 0,1$ кг отпустили без начальной скорости с высоты $h = 2$ м от уровня пола. Чему равно количество теплоты, выделившееся при первом ударе мяча о пол, если промежуток времени между первым и вторым ударами мяча о пол $\Delta t = 1,2$ с? Сопротивлением воздуха пренебречь.

894. С верхней точки наклонной плоскости длиной $l = 1,8$ м, образующей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$, скользит тело массой $m = 2,0$ кг. Какое количество теплоты выделяется при трении тела о плоскость, если начальная скорость движения тела равна нулю, а модуль скорости движения у основания наклонной плоскости $v = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$?

895. Шар массой $m = 4,0$ кг, имевший модуль скорости движения $v = 5 \frac{M}{c}$, сталкивается с покоящимся шаром такой же массы. После абсолютно неупругого столкновения шары движутся с одинаковыми скоростями. Какое количество теплоты выделилось при столкновении?

896. Шары массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг движутся навстречу друг другу со скоростями, модули которых соответственно равны $v_1 = 1 \frac{M}{c}$ и $v_2 = 2 \frac{M}{c}$. Найдите количество теплоты, выделившееся при абсолютно неупругом столкновении этих шаров.

897. Брусок массой m_1 двигался по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью, модуль которой v_1 . Пуля массой m_2 , летевшая в горизонтальном направлении со скоростью, модуль которой равен v_2 (причем вектор \vec{v}_1 перпендикулярен вектору \vec{v}_2), попала в брусок и застряла в нем. Определите, какое количество теплоты выделилось в бруске.

898. Два одинаковых тела движутся по взаимно перпендикулярным направлениям со скоростями, модули которых отличаются в $n = 2$ раза, и абсолютно неупруго сталкиваются друг с другом. Какая часть кинетической энергии системы тел при их столкновении переходит в теплоту?

899. Два шара массами m и $2m$ движутся по взаимно перпендикулярным направлениям со скоростями, имеющими одинаковые модули. После столкновения шар меньшей массы остановился. Какая часть кинетической энергии шаров при ударе перешла в теплоту?

900. Два пластилиновых шарика, массы которых относятся как $1 : 3$, подвешены на невесомых нерастяжимых нитях одинаковой длины и касаются друг друга. Шарик на нитях отклоняют в противоположные стороны на одинаковые углы и отпускают. Какая часть механической энергии перейдет в тепловую при неупругом ударе?

901. Два одинаковых свинцовых шара движутся навстречу друг другу со скоростями, модули которых v_1 и v_2 . Найдите изменение температуры шаров после их центрального абсолютно неупругого столкновения. Удельная теплоемкость свинца c . Систему шаров считать замкнутой.

902. Две частицы массами m и $2m$, обладающие импульсами, модули которых соответственно p и $\frac{p}{2}$, движутся по взаимно перпендикулярным направлениям. После соударения частицы обмениваются импульсами. Модуль импульса первой частицы становится равным $\frac{p}{2}$, второй — p . Определите величину потерянной механической энергии частиц при их соударении.

903. Тележка с песком массой $m_1 = 50$ кг движется со скоростью, модуль которой $v_1 = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, по гладкой горизонтальной поверхности. На тележку с высоты $h = 20$ см падает груз массой $m_2 = 50$ кг и застревает в песке. Найдите количество выделившейся теплоты.

904. Шар массой $m_0 = 250$ г висит на невесомой нити длиной $l = 50$ см. В него попадает и застревает в нем горизонтально летящая пуля массой $m = 10$ г. Каким должен быть модуль минимальной скорости движения пули, чтобы шар с пулей смог совершить полный оборот в вертикальной плоскости? Сопротивлением воздуха пренебречь.

905. В шар массой $m_1 = 700$ г, висящий на легком стержне, падает пуля массой $m_2 = 10,0$ г, летящая горизонтально. Пуля застревает в шаре, после чего он поднимается на высоту $h = 20,0$ см от своего начального положения. Найдите модуль скорости движения пули до попадания в шар. Сопротивлением воздуха пренебречь.

906. Два шара подвешены на нерастяжимых невесомых нитях одинаковой длины так, что они соприкасаются. Шар меньшей массы отводят в сторону на высоту $h_1 = 50$ см и отпускают. На какую высоту поднимутся шары после абсолютно неупругого столкновения? Отношение масс шаров $n = 1,5$. Сопротивлением воздуха пренебречь.

907. Брусок массой $m = 90$ г лежит на гладком полу и соединен с вертикальной стеной легкой недеформированной пружиной. Ось пружины горизонтальна, жесткость пружины $k = 4,0 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$. В брусок попадает и застревает в нем пуля массой $m_0 = 10$ г. Скорость пули

параллельна оси пружины, а модуль этой скорости $v_0 = 100 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Чему равна максимальная деформация пружины?

908.* Небольшое тело массой $m = 0,99$ кг лежит на вершине гладкой полусферы радиуса $R = 1,0$ м. В тело попадает пуля массой $m_0 = 10$ г, летящая горизонтально со скоростью, модуль которой $v_0 = 200 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, и застревает в нем. Пренебрегая смещением тела за время удара, определите высоту, на которой оно оторвется от поверхности полусферы.

909. На полу лежит брусок массой $m = 250$ г, соединенный с вертикальной стеной недеформированной легкой пружиной. Ось пружины горизонтальна, ее жесткость $k = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. На брусок начинает действовать постоянная сила, модуль которой $F = 3$ Н, направленная от стены вдоль оси пружины. Найдите максимальную деформацию пружины и модуль максимальной скорости бруска для случаев: а) пол гладкий; б) коэффициент трения бруска по полу $\mu = 0,4$.

910. На горизонтальной плоскости лежат два бруска, массы которых $m_1 = 3,0$ кг и $m_2 = 8,0$ кг, соединенные недеформированной легкой пружиной. Определите модуль наименьшей горизонтальной силы, с которой надо действовать на первый брусок, чтобы сдвинулся с места и второй для случаев: а) коэффициент трения брусков о плоскость $\mu = 0,2$; б) коэффициент трения брусков о плоскость соответственно $\mu_1 = 0,20$ и $\mu_2 = 0,15$.

911. Человек массой $m_1 = 80$ кг стоит на гладком льду позади санок массой $m_2 = 4,0$ кг. Человек толкает санки, сообщая им скорость, модуль которой $v_2 = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, а сам скользит в противоположную сторону. Какую работу совершает при этом человек?

912. Спортсмен, двигаясь на роликовых коньках с ядром в руках, толкнул ядро в направлении своего движения, в результате чего остановился. Начальная скорость движения ядра направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, а ее модуль $v_2 = 8,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$. Какую работу совершил спортсмен, если его масса $m_1 = 70$ кг, масса ядра $m_2 = 10$ кг?

913. Летящий снаряд разорвался на два осколка, угол между скоростями которых составил $\alpha = 60^\circ$. Один осколок имел массу $m_1 = 20$ кг и модуль скорости движения $v_1 = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, другой — массу $m_2 = 80$ кг и модуль скорости движения $v_2 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Чему равна энергия, выделившаяся при разрыве снаряда?

914. По доске, наклоненной к горизонту под углом $\alpha = 45^\circ$, равномерно поднимают на высоту $h = 2,0$ м ящик массой $m = 20$ кг, прикладывая к нему силу, направленную вдоль доски. Какое количество теплоты выделится при подъеме ящика, если коэффициент трения скольжения $\mu = 0,15$?

915. На легкой пружине жесткостью $k = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ к перекладине подвешен груз массой $m = 0,5$ кг. На груз начинает действовать постоянная сила, модуль которой $F = 10$ Н, направленная вертикально вниз. Найдите модуль максимального перемещения груза и модуль максимальной скорости движения груза.

916. Груз массой $m = 2$ кг подвешен к потолку на упругом невесомом резиновом шнуре жесткостью $k = 250 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. На груз начинает действовать постоянная направленная вертикально вверх сила, модуль которой $F = 5$ Н. На какую максимальную высоту (отсчитывая от начальной точки) поднимется груз?

917. Шарик массой $m = 100$ г, висающий на невесомой нерастяжимой нити длиной $l = 40$ см, раскрутили так, что он начал двигаться по окружности в горизонтальной плоскости. Определите работу по раскручиванию, если при движении шарика нить образует с вертикалью постоянный угол $\alpha = 60^\circ$.

918. Легкий гладкий горизонтальный стержень может вращаться без трения вокруг вертикальной оси, проходящей через его конец. На стержне находится небольшая муфточка массой m , соединенная легкой пружиной с осью в точке O (рис. 153). Длина недеформированной пружины l_0 . Жесткость пружины k . Какую работу нужно совершить, чтобы медленно раскрутить эту систему до угловой скорости ω ?

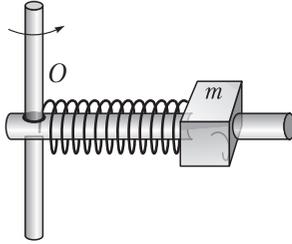


Рис. 153

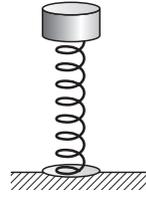


Рис. 154

919. Деформация вертикальной легкой пружины, удерживающей груз (рис. 154), составляет $x_1 = 4,0$ см. Чтобы увеличить деформацию пружины до $x_2 = 6,0$ см, медленно надавливая на груз в вертикальном направлении, надо совершить работу $A = 0,30$ Дж. Найдите жесткость пружины.

ОТВЕТЫ

ВВЕДЕНИЕ

1. Векторы. Действия над векторами. Проекция вектора на ось

10. а) $\alpha = 180^\circ$; б) $\alpha = 0^\circ$; в) $\alpha = 120^\circ$.

12.* $c = 7$.

14. а) $v_x = 12$; $v_y = -9$; б) $F_x = -6$; $F_y = 8$.

16. а) $a_x = 3$; $a_y = 2$; $b_x = 5$; $b_y = -8$; $c_x = 8$; $c_y = -6$; в) $c = 10$; г) $\alpha = 37^\circ$.

17. $\Delta r_x = 2,5\sqrt{3}$; $\Delta r_y = 2,5$.

18.* $a = 5$; $\alpha = 53^\circ$.

19.* $x_2 = 7,1$; $y_2 = 8,5$.

20.* $a = 10$.

КИНЕМАТИКА

3. Путь и перемещение

40. $l = 8$ м; $\Delta r = 2$ м.

41. $s_1 = 5$ м; $\Delta r_1 = 5$ м; $s_2 = 7$ м; $\Delta r_2 = 5$ м.

42. $\Delta r = 15$ м.

43. $s = 700$ м; $\Delta r = 500$ м.

44. $l = 800$ м.

47. $\Delta r_2 = 0$ м.

49. $l = 0,12$ км; $\Delta r = 40$ м.

50. $\Delta r = 5$ м.

51. $\Delta r = 25$ м; $x_2 = 10$ м; $y_2 = -10$ м.

52. $s = 4,5\pi R = 71$ км; $\Delta r = \sqrt{2}R = 7,1$ км.

53.* $s_A = s_C = 15,7$ см, $s_B = 22,1$ см, $s_D = 0$ см; $\Delta r_A = \Delta r_C = 14,1$ см, $\Delta r_B = 20,0$ см, $\Delta r_D = 0$ см.

4. Равномерное движение

58. $\Delta t = 20$ с.

59. $s = 50$ м.

60. $\Delta t = 36$ с.

61. $v_2 = 12 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

62. $V = 7,2 \text{ М}^3$.

63. $l = 35$ м.

64. $s_2 = v_2 \left(\frac{s_1}{v_1} + \Delta t \right) = 560$ м.

65. $v_2 = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

66. $v = \frac{l}{\Delta t} = 3,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

67. $\Delta t = \frac{2v_1 l_1 + 2v_2 l_2}{v_1^2 + v_2^2} = 32$ с.

68. $v_2 = 72 \frac{\text{КМ}}{\text{Ч}}$.

69. $l_2 = l_1 \frac{v_0}{v_0 + v}$.

70. $s = 5,0$ км.

71. $l = \frac{v_1 v_2 (\Delta t_1 + \Delta t_2)}{v_2 + v_1} = 60$ км.

72.* $N = \frac{3\langle v \rangle t}{l + s} = 3,9 \cdot 10^3$.

75. $x = 120$ м.

76. $x = 15$ м.

78. $t = 1,6$ с; $x = 9,6$ м.

79. $t = 6,3$ сут.

80. $x = 0,25$ км.

81. а) $s = 2$ м; б) $s = 4$ м; в) $s = 4$ м.

82. $\frac{v_1}{v_2} = 1$; $s_1 = s_2 = 60$ м.

87. $\frac{v_1}{v_2} = 2$.

97. $t = 0,4$ ч; $x = 2$ км.

98. $t = 200$ с; $l_A = 1,5$ км.

99. $\Delta t = 66$ с от момента пересечения перекрестка B вторым пешеходом.

$$100.* H = \frac{v_2^2 \Delta t}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}.$$

$$101.* t = 17 \text{ мин.}$$

$$102.* \frac{v_1}{v_2} = \frac{8}{7}.$$

5. Неравномерное движение. Мгновенная и средняя скорости

$$111. \langle v \rangle = 6,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$112. \langle v \rangle = 8,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$113. \langle v \rangle = 850 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$114. \langle v \rangle = 55 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$115. \langle v \rangle = 24 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$116. |\langle \vec{v} \rangle| = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \langle v \rangle = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$117. \Delta t = 48 \text{ мин.}$$

$$118. \text{а) } 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{б) } 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{в) } 4,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$119. v = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$120. \langle v \rangle = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}; |\langle \vec{v} \rangle| = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$121. \langle v \rangle = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$122. \langle v \rangle = 59 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$123. |\langle \vec{v} \rangle| = 50 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$124. s_2 = 65 \text{ км.}$$

$$125. \Delta t_2 = 4,5 \text{ ч.}$$

$$126. v_2 = 40 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$127. \langle v \rangle = 4,1 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$128. \langle v_1 \rangle = 2\langle v \rangle = 12 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}.$$

$$129. v_1 = 80 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}; v_2 = 20 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}.$$

$$130. \langle v \rangle = \frac{4}{3}v.$$

$$131. \langle v \rangle = \frac{2v_1v_2}{v_1+v_2} = 12 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}.$$

$$132. v_b = \frac{5s}{8\Delta t} = 15 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}.$$

$$133. \langle v \rangle = 10 \frac{\text{M}}{\text{с}}.$$

$$134. \langle v \rangle = \frac{9s_1}{8\Delta t} = 9 \frac{\text{M}}{\text{с}}; |\langle \vec{v} \rangle| = \frac{3s_1}{8\Delta t} = 3 \frac{\text{M}}{\text{с}}.$$

$$135. \langle v \rangle = \frac{4v_1v_2}{3v_2+v_1} = 64 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}.$$

136. * Первая лодка.

$$137. * \langle v_2 \rangle = \frac{\langle v \rangle \langle v_1 \rangle}{2\langle v_1 \rangle \langle v \rangle} = 225 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}.$$

138. * В 2 раза.

$$139. \frac{\langle v \rangle}{|\langle \vec{v} \rangle|} = 1,4.$$

$$140. \Delta r = 5 \text{ KM}.$$

$$141. * |\langle \vec{v} \rangle| = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2} = 10 \frac{\text{M}}{\text{с}}.$$

$$142. * \langle v_1 \rangle = 1,5 \frac{\text{M}}{\text{с}}; \langle v_2 \rangle = 1,0 \frac{\text{M}}{\text{с}}; \langle v \rangle = \frac{(4v_1 - v_2)v_2}{2v_1 + v_2} = 1,4 \frac{\text{M}}{\text{с}}.$$

$$143. * \Delta t_0 = \frac{2v_1v_2\Delta t}{2v_1v_2 - v_2\langle v \rangle - v_1\langle v \rangle} = 6,0 \text{ ч}.$$

6. Сложение скоростей

$$145. \text{в) } v_{21} = 70 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}.$$

$$146. \Delta t = 95 \text{ с}.$$

$$147. \Delta t = 0,30 \text{ ч}.$$

$$148. l = 390 \text{ м}.$$

$$149. \text{а) } \Delta t_1 = 154 \text{ с}; \text{б) } \Delta t_2 = 22 \text{ с}.$$

150. $\Delta t = 9,0 \text{ c.}$

151. а) $v_{12} = 40 \frac{\text{M}}{\text{c}}$; б) $v_2 = 15 \frac{\text{M}}{\text{c}}$; $\Delta t_2 = \frac{l}{v_1 - v_2} = 2,0 \text{ c.}$

152. $v = v_1 \left(1 - \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} \right) = 15 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}$.

153. $v_1 = 15 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}$; $v_2 = 25 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}$.

154. $v_{\tau} = 25 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}$.

155. $v_{\tau} = 2 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}$.

156. $v_0 = 39 \frac{\text{M}}{\text{c}}$.

157. $v_0 = 3 \frac{\text{M}}{\text{c}}$.

159. $\Delta t_2 = 2,5 \text{ ч.}$

160. $\Delta t_2 = 1 \text{ ч.}$

161. $v_2 = 54 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}$.

162. $\frac{\Delta t_o}{\Delta t_p} = \frac{v_{\pi}^2 - v_{\tau}^2}{v_{\pi}^2} = \frac{3}{4}$.

163. $v_{\kappa} = 3,0 \frac{\text{M}}{\text{c}}$.

164. 1) $\frac{v_1}{v_2} = \frac{t_2 + t_1}{t_2 - t_1}$; 2) $t = \frac{2t_1 t_2}{t_2 - t_1}$; 3) $t = \frac{2t_1 t_2}{t_1 + t_2}$.

165. $t = \frac{t_1 t_2}{2t_2 - t_1} = 90 \text{ c.}$

166. * $N = \frac{2N_1 N_2}{3N_1 - N_2} = 80$.

167. * $\langle v_p \rangle = \frac{s}{2\Delta t} = 4 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}$.

168. * $\langle v_{\tau} \rangle = \frac{s_1 - s_2}{2\Delta t} = 4,0 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}$; $\langle v_{\pi} \rangle = \frac{s_1 + s_2}{2\Delta t} = 16 \frac{\text{KM}}{\text{ч}}$.

169. $v = 50 \frac{\text{M}}{\text{c}}$.

170. $\Delta r = 4 \text{ M.}$

171. $v = 3,0 \frac{\text{M}}{\text{c}}$.

172. $l = 72 \text{ M.}$

$$173. v = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$175. v_0 = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$176. v = 45 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$177. v = 24 \frac{\text{М}}{\text{с}}; \text{ вертолет полетит под углом } \varphi = 17^\circ \text{ к востоку от меридиана.}$$

$$178. v = 83 \frac{\text{М}}{\text{с}}; \varphi = 3^\circ \text{ к западу от меридиана.}$$

$$179. v = 35 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$180. * v_2 = 0,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$181. * v_0 = 17 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

7. Прямолинейное движение с постоянным ускорением

$$188. a = 3,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$189. \Delta t = 18 \text{ с.}$$

$$190. a = 0,75 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}, \text{ направлено против скорости } \vec{v}_1.$$

$$191. \frac{a_{\text{М}}}{a_{\text{В}}} = 2,0.$$

$$192. v_2 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$193. v_x = 4,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$194. v_x = -1,6 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$195. \Delta r = 8,0 \text{ м.}$$

$$196. \Delta t = 4,0 \text{ с}; s = 20 \text{ м.}$$

$$197. \Delta t = 12 \text{ с}; a = 2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$198. v_{0x} = 2,2 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$199. \text{ а) } \Delta t = 6,0 \text{ с}; \text{ б) } \Delta t = 12 \text{ с.}$$

$$200. \frac{s_1}{s_2} = 1,5.$$

201. $s = 20 \text{ м.}$

202. $\Delta t = 10 \text{ с.}$

203. $v_{\text{отн}} = 40 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$

204. $\Delta t = \frac{2v_1}{a_2} = 8,0 \text{ с.}$

205. $\Delta t = 10 \text{ с; } a = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$

206. $s = \frac{v_0 \Delta t}{2} = 20 \text{ м.}$

207. $\frac{v}{v_0} = 5.$

208. $v_0 = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}}; v = 8 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$

209. $a = 75 \frac{\text{КМ}}{\text{с}^2}.$

210. $v_0 = \sqrt{\frac{2as}{k^2 - 1}} = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}; \Delta t = \sqrt{\frac{2s(k - 1)}{a(k + 1)}} = 12 \text{ с.}$

211. $\Delta t = 1,2 \text{ с.}$

212. $a = 0,02 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}; s = 4,0 \text{ м.}$

213. $s_4 = 4,2 \text{ м.}$

214. В 3 раза.

215. $s_2 = 9 \text{ м; } v = 6 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$

216. $s_2 = 6,0 \text{ м; } s_9 = 34 \text{ м.}$

217. $a = 4,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$

218. $s_1 = 10 \text{ м; } s_2 = 30 \text{ м; } s_3 = 50 \text{ м.}$

219. $v_{\text{н}} = 5 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$

220. В 2 раза.

221. $a = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$

222. $a = 5,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}; v_0 = 2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$

223. $v_0 = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$

224. $a = 10 \frac{\text{M}}{\text{c}^2}; v = 0,30 \frac{\text{KM}}{\text{c}}$.
225. * $N = \left(\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} \right)^2 = 16; \Delta t_3 = 0,5 \text{ c}$.
226. $v_2 = 2v_1 = 10 \frac{\text{M}}{\text{c}}$.
227. $\Delta t_{\min} = \frac{v \sqrt{v^2 + 2as_0}}{a} = 6 \text{ c}$.
228. $s = 34 \text{ M}$.
229. $v_0 = 0,45 \frac{\text{M}}{\text{c}}; a = 0,30 \frac{\text{M}}{\text{c}^2}$.
230. $\Delta r = 45 \text{ M}$.
231. $\Delta t = 12 \text{ c}$.
232. $s = \frac{v}{2} (\Delta t_1 + 2\Delta t_2 + \Delta t_3) = 0,65 \text{ KM}$.
233. $a_2 = \frac{2l_1^2}{l_2(\Delta t_1)^2} = 2,0 \frac{\text{M}}{\text{c}^2}$.
234. $s = \frac{v^2}{2a_1} + \frac{v\Delta t_2}{2} = 0,24 \text{ KM}$.
235. * $\langle v \rangle = 12 \frac{\text{M}}{\text{c}}$.
236. * $a = \frac{4v}{\Delta t} = 2 \frac{\text{M}}{\text{c}^2}$.
237. * $\Delta t = 2,5\Delta t_1 = 70 \text{ c}$.
238. $\Delta r = \frac{a_1 t_1^2}{2} \left(1 + \frac{a_1}{a_2} \right) = 0,3 \text{ KM}$.
246. $s = 5 \text{ M}$.
247. $v_{0x} = 0; x_1 = 400 \text{ M}; x_2 = -400 \text{ M}; a_{1x} = 2 \frac{\text{M}}{\text{c}^2}; a_{2x} = -2 \frac{\text{M}}{\text{c}^2}$.
248. Г) $x = 0 \text{ M};$ Д) $\Delta r_x = -24 \text{ M}; s = 40 \text{ M}$.
249. а) $x = 0 \text{ M}; v_x = -4 \frac{\text{M}}{\text{c}}$.
250. $x_B = 0,14 \text{ KM}; t' = 5,0 \text{ c}; \Delta x = 40 \text{ M}$.
251. $v_{\text{отн}} = 10 \frac{\text{M}}{\text{c}}$.
260. $\Delta r_x = 3 \text{ M}; l = 11 \text{ M}$.
261. 1) $\langle v_1 \rangle = 1,2 \frac{\text{M}}{\text{c}}; \langle v_2 \rangle = 2,0 \frac{\text{M}}{\text{c}}; 2) \langle v_1 \rangle = 6,0 \frac{\text{M}}{\text{c}}; \langle v_2 \rangle = 3,6 \frac{\text{M}}{\text{c}}$.

262. * $\Delta r = 24$ м.

8. Криволинейное движение

263. $\omega = 1,2 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

264. $R = 20$ см.

265. $\omega = 1,3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; $v = 0,20 \text{ с}^{-1}$.

266. $R = \frac{nl}{n-1} = 25$ см.

267. $v = 5 \text{ с}^{-1}$; $T = 0,2$ с.

268. $\omega = 1,3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

269. $v = 8,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $T = 0,15$ с.

270. В $\frac{\omega_{\text{ц}}}{\omega} = 2$ раза.

271. $\omega = 0,63 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$; $T = 10$ с; $v = 0,10 \frac{1}{\text{с}}$; $\langle v \rangle = 0,13 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

272. $R = 10$ см.

273. $N = 25$.

274. Можно.

275. $h = 6,0$ м.

276. $\omega = \frac{\sqrt{2al}}{R} = 1 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

277. $v = \frac{\pi R}{\Delta t}$.

278. $\Delta t = \frac{4}{5(v_B - v_A)} = 0,4$ с.

279. $\Delta t = \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2} = 3,6$ мин.

280. $v_{\text{min}} = 4Rv$.

281. $a = 0,68 \frac{\text{км}}{\text{с}^2}$.

282. $v = 18 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

283. $R = 30$ см.

284. $a_1 = 3,2 \frac{\text{M}}{\text{c}^2}$; $a_2 = 8,0 \frac{\text{M}}{\text{c}^2}$; $T = 1,6 \text{ с}$.
286. $T = 0,50 \text{ с}$.
287. 1) $\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{2}$; 2) $\frac{a_1}{a_2} = 2$.
288. $\frac{v_\tau}{v_a} = \frac{1}{4}$; $\frac{a_\tau}{a_a} = \frac{1}{32}$.
289. $R = \frac{nl}{n \cdot 1} = 15 \text{ см}$.
290. $\frac{v_c}{v_m} = 30$; $\frac{a_c}{a_m} = 1,8 \cdot 10^3$.
291. $a_1 = 30 \frac{\text{M}}{\text{c}^2}$.
292. $v_A = 0$; $v_B = v_D = 2,8 \frac{\text{M}}{\text{с}}$; $v_C = 4,0 \frac{\text{M}}{\text{с}}$; $v_E = 2,0 \frac{\text{M}}{\text{с}}$.
293. $N = 478$; $a = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{M}}{\text{c}^2}$.
294. $\Delta r = \frac{aN^2}{2\langle v \rangle^2} = 40 \text{ м}$.
295. $a = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} v$.
296. * $\alpha = 90^\circ$.
297. * $\Delta t = \frac{2}{3\pi v}$; $\Delta\varphi = \frac{4}{3} \text{ рад}$.

ДИНАМИКА

9. Сила. Условия равновесия

299. $F = 8 \text{ Н}$.
300. $F = 7 \text{ Н}$.
301. в) $F = 68 \text{ Н}$.
302. $F = 15 \text{ Н}$.
303. а) $F_p = F$; б) $F_p = 2F$; в) $F_p = 0$.
304. а) $F = 2,8 \text{ Н}$; б) $F = 4,5 \text{ Н}$; в) $F = 10 \text{ Н}$.
305. $F_2 = 10 \text{ Н}$.
306. $F = 0,90 \text{ Н}$.

307. $F = 80 \text{ H.}$

308. $\varphi = \arctg \frac{1}{n} = 32^\circ.$

309. $F_1 = 25 \text{ H; } F_2 = 43 \text{ H.}$

310. $N = \frac{mgR}{\sqrt{l(2R+l)}} = 20 \text{ H; } T = \frac{mg(R+l)}{\sqrt{l(2R+l)}} = 52 \text{ H.}$

311. $T = \frac{mgl}{d+R}; N = \frac{mgR}{d+R}.$

312. $\alpha_{\min} = 60^\circ.$

313. $F = 4,0 \text{ кН.}$

314. а) $F_1 = mg \frac{\sqrt{2Rh} h^2}{R h} = 75 \text{ H; б) } F_2 = mg \frac{\sqrt{2Rh} h^2}{R} = 60 \text{ H;}$

в) $F_3 = mg \frac{\sqrt{2Rh} h^2}{2R} = 30 \text{ H.}$

315. $F = mg \frac{L}{2l} = 0,18 \text{ кН.}$

316. $l = \frac{L}{3} = 25 \text{ см.}$

317. $m_2 = 0,64 \text{ кг.}$

318. $m = \frac{\sqrt{P_1 P_2}}{g} = 0,20 \text{ кг.}$

319. $F = 30 \text{ H.}$

320. $m_0 = \frac{rm}{R r} = 0,60 \text{ кг.}$

321. $F_1 = 42 \text{ H.}$

322. $L = 75 \text{ см.}$

323. а) $\alpha = \arctg \frac{1}{3} = 18^\circ;$ б) $m = \frac{m_0}{4} = 24 \text{ г; в) } F_{\min} = \frac{m_0 g}{4\sqrt{2}} = 0,17 \text{ H.}$

324. $m = \frac{7}{6} m_0 = 350 \text{ г.}$

325. а) $F_{\text{тп}} = \frac{mg}{2 \text{tg} \alpha} = 10 \text{ H; б) } F_{\text{тп}} = \frac{mg}{2} \sin^2 \alpha = 5,0 \text{ H.}$

326. $\alpha = 2 \arcsin \frac{m_2}{m_1} = 60^\circ.$

327. $F = \frac{mg}{2} \sqrt{4 + \text{ctg}^2 \alpha}; T = \frac{mg}{2 \text{tg} \alpha}.$

$$328. m = \frac{2F}{g \sin \alpha}; F_1 = \frac{F}{\sin \alpha} \sqrt{4 - 3 \sin^2 \alpha}.$$

$$329. m_1 = \frac{m_2 \sin \beta}{\sin \alpha} = 69 \text{ г}.$$

$$330. F = \frac{mgR}{\sqrt{l^2 - 4R^2}} = 0,6 \text{ Н}.$$

$$331. \text{ а) } F = \frac{mg}{2} \operatorname{ctg} \alpha = 20 \text{ Н}; \text{ б) } F_{\min} = \frac{3mg}{4} \operatorname{ctg} \alpha = 30 \text{ Н}.$$

$$332. T = \frac{mg}{4} \operatorname{ctg} \alpha = 25 \text{ Н}.$$

$$333. F_{\text{тп}} = \frac{mg}{\sqrt{3} + 1}; T = \frac{2mg}{\sqrt{3} + 1}.$$

$$334. T = \frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha + 1} = 17 \text{ Н}.$$

10. Законы Ньютона

$$342. a = 4,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$343. F = 0,30 \text{ кН}.$$

$$344. m = 2,1 \text{ т}.$$

$$345. F_2 = 40 \text{ Н}.$$

$$346. a_2 = 0,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$347. m_2 = 9,6 \text{ кг}.$$

$$348. \Delta m = \frac{m(a_1 - a_2)}{a_2} = 2 \text{ т}.$$

$$349. a_{\max} = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}; a_{\min} = 12 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$350. F_1 = 6 \text{ Н}.$$

$$351. a = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$352. F = 20 \text{ Н}.$$

$$353. F = 4 \text{ кН}.$$

$$354. F = 4 \text{ Н}.$$

$$355. \text{ а) } F_{\text{н}} = 11 \text{ кН}; \text{ б) } F_{\text{н}} = 9,0 \text{ кН}; \text{ в) } F_{\text{н}} = 10 \text{ кН}.$$

$$356. a = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$357. h_{\max} = 5 \text{ м.}$$

$$358. F = 0,9 \text{ Н.}$$

$$359. T = 9 \text{ Н.}$$

$$360. m = 2 \text{ кг.}$$

$$361. F_{2x} = 4 \text{ Н.}$$

$$364. m_2 = \frac{2}{g}(m_1 g - F_n) = 8 \cdot 10^2 \text{ кг.}$$

$$365. m_3 = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} = 300 \text{ кг.}$$

$$366. F_c = 80 \text{ мН.}$$

$$367. v_0 = 4 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$368. F_2 = mg + \frac{(mg - F_1)h_1}{h_2} = 60 \text{ Н.}$$

$$369. * \Delta t = \frac{v_0}{g\sqrt{1 - \eta^2}} + \frac{v_0}{g(1 + \eta)} = 6 \text{ с.}$$

$$370. N = mg - F \sin \alpha = 5,0 \text{ Н; } a = \frac{F \cos \alpha}{m} = 13 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$371. a = 5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$380. \langle a_2 \rangle = 0,6 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$381. \frac{\langle a_n \rangle}{\langle a_1 \rangle} = 5.$$

$$382. \frac{\langle a_1 \rangle}{\langle a_2 \rangle} = 8.$$

$$383. v_2 = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$384. v_1 = 0,2 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$385. m_1 = 54 \text{ кг; } m_2 = 90 \text{ кг.}$$

$$386. a_1 = 0,25 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}; a_2 = 0,20 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$387. F_n = 72 \text{ Н.}$$

$$388. \alpha = 30^\circ.$$

$$389. F = 1 \text{ Н.}$$

$$390. F_n = 6 \text{ Н.}$$

$$391. F = m\sqrt{g^2 + (\omega^2 r)^2}.$$

$$392.* F_{12} = 4 \text{ Н}; F_{23} = 2 \text{ Н.}$$

11. Сила упругости

$$393. k = 0,15 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

$$394. \Delta l = 60 \text{ мм.}$$

$$395. l_0 = 22 \text{ см.}$$

$$396. 2k.$$

$$397. 4k.$$

$$398. \text{а) } \Delta l = 8 \text{ см; б) } \Delta l = 2 \text{ см.}$$

$$399. \Delta l = 2,0 \text{ мм.}$$

$$400. a = 50 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$401. \Delta l = \frac{2sm}{k\Delta t^2} = 0,8 \text{ мм.}$$

$$402. a = \frac{k\Delta l}{m_2}; F = k\Delta l \left(\frac{m_1}{m_2} + 1 \right).$$

$$403. T = m \left(\frac{2h}{\Delta t^2} + g \right) = 0,11 \text{ кН}; \Delta l = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

$$404. \frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = 4.$$

$$405. T = 2,3 \text{ Н.}$$

$$406. \Delta l = 0,53 \text{ мм.}$$

$$407. \Delta l = \frac{ma}{k \cos \alpha} = 0,2 \text{ м.}$$

$$408. m = \frac{k\Delta l}{g - a} = 0,20 \text{ кг.}$$

$$409. \Delta l = \frac{mg}{k} \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1} \right).$$

$$410. \text{а) } \Delta l_1 = 70 \text{ мм; б) } \Delta l_2 = 60 \text{ мм.}$$

$$411. l_0 = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2}{m_1 + m_2}.$$

$$412.* l_0 = 3l_1 - 2l_2.$$

$$413. k = \frac{g(m_2 - m_1)}{l_2 - l_1} = 0,15 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

$$414. * l = \frac{kl_0}{k - m(2\pi\nu)^2}.$$

12. Сила трения

$$415. F_{\text{тр}} = 3,6 \text{ Н}.$$

$$416. \mu = 0,05.$$

$$417. \mu = 0,32.$$

$$418. k = 0,15 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

$$419. F = 7 \text{ Н}.$$

$$420. F = m \left(\frac{v}{\Delta t} + \mu g \right) = 9,2 \text{ Н}.$$

$$421. v = \sqrt{2\mu gl} = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$422. F = m \left(\mu g + \frac{2s}{\Delta t^2} \right) = 2 \text{ Н}.$$

$$423. \text{ а) } F_{\text{тр}} = 4 \cdot 10^5 \text{ Н; б) } \mu = 0,1; \text{ в) } \Delta t = 8 \text{ с}.$$

$$424. F = \mu m(g - a) = 81 \text{ Н}.$$

$$425. F_{\text{тр}} = \mu(mg - F \sin \alpha) = 17 \text{ Н}.$$

$$426. F = \frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}.$$

$$427. a = \frac{F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu mg}{m} = 0,66 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

$$428. \frac{F_1}{F_2} = \frac{1 + \mu \operatorname{tg} \alpha}{1 - \mu \operatorname{tg} \alpha} = 1,5.$$

$$429. a = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

$$430. F_2 = F_1 + 2mg = 3 \text{ Н}.$$

$$431. a = \frac{F(\cos \alpha - \mu \sin \alpha) - mg}{m} = 0,43 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

$$432. \mu = 0,15.$$

$$436. \text{ а) } F_{\text{тр}} = 8,7 \text{ Н; б) } F_{\text{тр}} = 0,95 \text{ Н}.$$

$$437. F_{\min} = 0,12 \text{ кН.}$$

$$438. * \mu = \frac{g\Delta t^2}{2g\Delta t^2 + 8s} = 0,2.$$

$$439. * \Delta t_2 = \frac{2l\Delta t_1(mg - F \sin\alpha)}{g(F\Delta t_1^2 \sqrt{1 - \sin^2\alpha} - 2lm)} = 1 \text{ с.}$$

$$440. F_{\min} = 5\mu mg = 6 \text{ Н.}$$

$$441. F = 3\mu mg = 9 \text{ Н.}$$

$$442. * \text{ а) } F_{\min} = \mu g(m_1 + m_2) = 30 \text{ Н; б) } F_{\min} = \mu m_2 g \left(1 + \frac{m_2}{m_1}\right) = 7,5 \text{ Н.}$$

$$443. * \text{ а) } a_1 = a_2 = \frac{F}{m_1 + m_2} = 0,10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}; \text{ б) } a_1 = \frac{\mu m_2 g}{m_1} = 0,50 \frac{\text{М}}{\text{с}^2};$$

$$a_2 = \frac{F}{m_2} - \mu g = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$444. * F_{\min} = (m_1 + m_2)(\mu_1 g + \mu_2 g) = 0,03 \text{ кН.}$$

$$447. F_c = 20 \text{ Н.}$$

$$448. F_c = 3mg = 0,3 \text{ Н.}$$

$$449. v_2 = v_1 \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = 4 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$450. * F = 3g(m - \rho V).$$

13. Закон всемирного тяготения

$$452. F = 1,0 \cdot 10^{10} \text{ Н.}$$

$$453. m = 1,0 \text{ г.}$$

$$454. r = 7 \cdot 10^6 \text{ м.}$$

$$455. \text{ В } 4 \text{ раза.}$$

$$456. \text{ В } 9 \text{ раз.}$$

$$457. F = \frac{G\rho^2 \pi^2 d^4}{36} = 2,3 \cdot 10^7 \text{ Н.}$$

$$458. r_2 = 26 \text{ м.}$$

$$459. F = n^3 \sqrt{n} F_0 = 16 F_0.$$

$$460. \text{ В } 12 \text{ раз.}$$

$$461. l = R_3.$$

$$462. \text{ На } 36 \text{ \%.}$$

$$463. h = 9R = 5,76 \cdot 10^4 \text{ км.}$$

$$464. r_1 = \frac{r}{\sqrt{\frac{m_2}{m_1} + 1}} = 2,5 \text{ м.}$$

$$465. F_0 = \frac{5}{4} F.$$

$$466. F = 2,9 \cdot 10^{-9} \text{ Н.}$$

$$467. g_1 = 6,4 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}; g_2 = 2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$468. g_M = 3,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$469. g_C = 27,5 g.$$

$$470. * T = \sqrt{\frac{3\pi n}{G\rho(n-1)}}.$$

$$471. * \rho = \frac{7,5\omega^2}{\pi G} = 3,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

$$472. \text{а) } \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} = 2; \text{ б) } \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^{\frac{3}{2}} = 8.$$

$$473. v_{\text{л}} = 1,7 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

$$474. v_{\text{н}} = 2R \sqrt{\frac{\pi\rho G}{3}} = 2,8 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

$$475. v_{\text{н}} = \sqrt{gR_3 \frac{n}{k}} = 1,2 \cdot 10^4 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$476. v = \sqrt{\frac{GM}{h+R}}.$$

477. В 4 раза.

$$478. v_{\text{Ю}} = \frac{2\pi R}{T} \sqrt{\frac{R}{R_{\text{Ю}}}} = 38 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

479. * В 3 раза.

14. Свободное падение тел

$$480. h = 7 \text{ м.}$$

$$481. v_0 = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$482. h_{\text{max}} = 20 \text{ м.}$$

$$483. v_0 = 30 \frac{\text{М}}{\text{с}}; h_{\text{max}} = 45 \text{ м}; v = 15 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$484. v_2 = 26 \frac{\text{M}}{\text{c}}$$

485. В 6 раз.

$$486. \langle v \rangle = 14 \frac{\text{M}}{\text{c}}$$

$$487. v_0 = 16 \frac{\text{M}}{\text{c}}$$

$$488. s_1 = \Delta r_1 = 5 \text{ M}; s_2 = 10 \text{ M}; \Delta r_2 = 0; \langle v \rangle = 5 \frac{\text{M}}{\text{c}}$$

$$489. h_2 = 30 \text{ M.}$$

$$490. \Delta t = 8 \text{ c.}$$

491. В 16 раз.

$$492. v_0 = 6 \frac{\text{M}}{\text{c}}$$

$$493. \Delta t = \frac{3\sqrt{2gh}}{2g} = 3 \text{ c.}$$

$$494. s = 25 \text{ M.}$$

$$495. s = 10 \text{ M.}$$

$$496. s = 35 \text{ M.}$$

497. На $\Delta s = 10 \text{ M.}$

498. В 3 раза.

$$499. h = \frac{gt_1 t_2}{2} = 6 \text{ M.}$$

$$500. v_0 = \frac{\sqrt{g(8h + g(\Delta t)^2)}}{2} = 20 \frac{\text{M}}{\text{c}}; t = \sqrt{(\Delta t)^2 + \frac{8h}{g}} = 4,0 \text{ c.}$$

$$501. h = 45 \text{ M.}$$

$$502. v = \frac{h}{\Delta t} + \frac{g\Delta t}{2}; v_0 = \frac{h}{\Delta t} - \frac{g\Delta t}{2}.$$

$$503. h = 45 \text{ M.}$$

$$504. \Delta t_1 = \frac{h_1}{g\Delta t} - \frac{v_0}{g} + \frac{\Delta t}{2} = 3,0 \text{ c}; H = 105 \text{ M.}$$

$$505. h_1 = 15 \text{ M}; h_2 = 25 \text{ M}; h_3 = 35 \text{ M.}$$

$$506. \Delta t = \frac{2(v_0 + v)}{g} = 3 \text{ c.}$$

$$507. \Delta t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \frac{1}{a} = 0,8 \text{ c.}$$

$$508. v_0 = 30 \frac{\text{M}}{\text{c}}$$

$$509. \Delta t = -\Delta t_1 + \sqrt{\Delta t_1^2 + \frac{2h}{g}} = 2 \text{ с.}$$

$$510. \Delta t = \frac{h}{v_{01}} = 2,5 \text{ с.}$$

$$511. h = \frac{gt_1}{2}(2t_2 - t_1) = 35 \text{ м.}$$

$$512. h = 1,4 \text{ м.}$$

$$513. h = \frac{3v_0^2}{8g} = 60 \text{ см.}$$

$$514. * h = \frac{a_1 t_1^2}{2} + \frac{(a_1 t_1)^2}{2g} = 6,0 \text{ км.}$$

$$515. * t_2 = 2t_1 = 40 \text{ с.}$$

$$516. v_0 = 18 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$517. h = \frac{((\Delta t_1)^2 + (\Delta t_2)^2)^2 g}{8(\Delta t_2)^2} = 34 \text{ м.}$$

$$518. \Delta t = \frac{h}{g\Delta t_1} - \frac{\Delta t_1}{2} = 4,0 \text{ с}; H = \frac{(2h - g(\Delta t_1)^2)^2}{8g(\Delta t_1)^2} = 80 \text{ м.}$$

$$519. * v_0 = \frac{\sqrt{2gh}(k^2 - 1)}{2k}; v_2 = \frac{k^2 + 1}{2k}.$$

$$520. h = 20 \text{ м.}$$

521. Уменьшить в 2 раза.

$$522. v_0 = l\sqrt{\frac{g}{2h}} = 8 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$523. t = \frac{\sqrt{v^2 - v_0^2}}{g} = 2,0 \text{ с.}$$

$$524. v_1 = \sqrt{(g\Delta t_1)^2 + v_0^2} = 50 \frac{\text{М}}{\text{с}}; v = \sqrt{2gh + v_0^2} = 60 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$525. h_2 = h_1 - \frac{v_0^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{2g} = 125 \text{ м.}$$

$$526. * n = \frac{v_0}{d} \sqrt{\frac{2H}{g}} = 40.$$

$$527. \Delta h = 35 \text{ см.}$$

528. На 50 %.

$$529. v_0 = 30 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$530. \text{ а) } t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = 2,0 \text{ с; б) } h_{\max} = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g} = 5,0 \text{ М.}$$

$$531. h_{\max} = \frac{gt^2}{8} = 0,5 \text{ км.}$$

532. $\alpha = 60^\circ$.

$$533. h_{\max} = \frac{4v_0^2}{9g} = 10 \text{ М.}$$

$$534. \frac{l}{h_{\max}} = 3.$$

535. $\alpha = 45^\circ$.

$$536. \frac{h_1}{h_2} = \text{tg}^2 \alpha; \frac{l_1}{l_2} = 1.$$

537. В 9 раз.

538. $\alpha_1 = 60^\circ$.

$$539. \frac{v_{01}}{v_{02}} = \sqrt{2 \cos 2\alpha}.$$

$$540. l = \frac{4h_{\max}}{\text{tg} \alpha} = 60 \text{ М.}$$

$$541. v_0 = \frac{g(t_1 + t_2)}{2 \sin \alpha} = 30 \frac{\text{М}}{\text{с}}; h = \frac{gt_1 t_2}{2} = 10 \text{ М.}$$

$$542. * m = \frac{2\rho S v_0^2 \sin \alpha}{g} = 2 \text{ кг.}$$

$$543. * t = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh_0}}{g} = 3,0 \text{ с.}$$

15. Движение материальной точки по окружности

$$544. F_1 = 5,6 \text{ Н; } F_2 = 2,4 \text{ Н; } T_1 = 6,4 \text{ Н; } T_2 = 1,6 \text{ Н.}$$

$$545. F_{\text{тр}} = 16 \text{ Н.}$$

$$546. \omega = \sqrt{\frac{\mu g}{r}} = 5,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

$$547. k = 2m\omega^2 = 9 \frac{\text{Н}}{\text{М}}.$$

$$548. F_{\text{н}} = m \frac{4\pi^2 N^2 r}{\Delta t^2}.$$

$$549. F_1 = (m_1 r_1 + m_2 r_2) \omega^2 = 0,40 \text{ Н}; F_2 = m_2 \omega^2 r_2 = 0,36 \text{ Н}.$$

$$550. F = (m_1 r_1 - m_2 r_2) \omega^2 = 45 \text{ Н}.$$

$$551. r_1 = \frac{m_2 l}{m_1 + m_2} = 21 \text{ см}.$$

$$552. T = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}}.$$

$$553. T = m \left(g \cos \alpha + \frac{v^2}{l} \right) = 5,5 \text{ Н}.$$

$$554. \frac{T_1}{T_2} = \cos^2 \alpha.$$

$$555. \omega = \sqrt{\frac{g \operatorname{tg} \alpha}{R + l \sin \alpha}}.$$

$$556. R = \frac{2g}{\omega^2} = 0,8 \text{ м}; h = \frac{g}{\omega^2} = 0,4 \text{ м}.$$

$$557. l_0 = \frac{gk}{k\omega^2 \cos \alpha} = 15 \text{ см}.$$

$$558. v_{\min} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2g \operatorname{tg} \alpha}{d}}.$$

$$559. F_{\text{н}} = m(g \cos \alpha - \omega^2 R \sin \alpha).$$

$$560. v_{\max} = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$561. F_{\text{тр max}} = 81 \text{ Н}; \alpha_{\min} = 84^\circ.$$

$$562. v_{\max} = \sqrt{\mu g R} = 15 \frac{\text{М}}{\text{с}}; \alpha = \operatorname{arctg} \mu = 37^\circ; N = mg \sqrt{1 + \mu^2} = 0,70 \text{ кН}.$$

$$563. v_{\max} = 54 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

$$564. * v_{\max} = \sqrt{\frac{Rg(\operatorname{tg} \alpha + \mu)}{1 - \mu \operatorname{tg} \alpha}} = 30 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$565. R = \frac{v^2}{g \operatorname{tg} \alpha} = 7,5 \text{ км}.$$

$$566. F_{\text{д}} = 6,0 \text{ кН}.$$

$$567. h = 8 \text{ см}.$$

$$568. v_{\min} = \sqrt{\frac{gR}{\mu}} = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$569. F_n = 0,95 \text{ кН.}$$

$$570. v_{\min} = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$571. F_n = 0,9 \text{ кН.}$$

$$572. v = \sqrt{\frac{(n \cos \alpha - 1)gR}{n - 1}} = 21 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$573. P = m \sqrt{\frac{v^4}{R^2} + g^2}.$$

$$574. R = 10 \text{ м.}$$

$$575. F_n = 4,2 \text{ кН.}$$

$$576. F_H = m\omega^2 l; F_n = m(g - \omega^2 l \sin \alpha).$$

$$577. * P = 3,3 \text{ кН}; \alpha = 14^\circ \text{ к горизонту.}$$

$$578. * F = 12 \text{ Н}; \alpha = 48^\circ \text{ к горизонту.}$$

$$579. * F = 14 \text{ Н}; \beta = 45^\circ \text{ к вертикали.}$$

$$580. m = \frac{\Delta P}{\omega^2 R} = 10 \text{ кг.}$$

16. Движение связанных тел

$$581. a = 1 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}; F_H = 2 \text{ Н.}$$

$$582. F_H = \frac{m_1 F_2 + m_2 F_1}{m_1 + m_2} = 3 \text{ Н.}$$

583. В 4 раза.

$$584. F_H = \frac{m_2 F (\cos \alpha + \mu \sqrt{1 - \cos^2 \alpha})}{m_1 + m_2}.$$

$$585. F_H = m(n - k)(a + \mu g) = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Н.}$$

$$586. a = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2} = 6,0 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}; F_H = \frac{2m_1 m_2 g}{m_1 + m_2} = 32 \text{ Н.}$$

$$587. m_0 = \frac{4ms}{gt^2} = 20 \text{ г}; F_n = \frac{4ms}{t^2} = 0,19 \text{ Н.}$$

$$588. \Delta t = \sqrt{\frac{h(m_1 + m_2)}{g(m_2 - m_1)}} = 0,3 \text{ с.}$$

$$589. \Delta F = \frac{2m}{t^2}(H_2 - H_1) = 1 \text{ Н.}$$

$$590. \frac{a_1}{a_2} = 3.$$

$$591. \Delta t = \sqrt{\frac{2hm_1}{g(m_2 - m_1)}} = 2,4 \text{ с.}$$

$$592.* h_{\max} = \frac{4}{3}h_2 = 40 \text{ см.}$$

$$593.* \Delta t_2 = 2 \text{ с.}$$

$$594.* a_1 = \frac{(m_1 - m_2)g - 2m_2 a_0}{m_1 + m_2} = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}; a_2 = \frac{(m_1 - m_2)g + 2m_1 a_0}{m_1 + m_2} = 6 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$595.* a_1 = \frac{2(m_2 - 2m_1)g}{4m_1 + m_2} = 5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$596. \mu = \frac{m_2}{m_1} \frac{2s(m_1 + m_2)}{m_1 g t^2} = 0,20.$$

$$597. \mu = \frac{l}{L - l} = 0,50.$$

$$598. F = \frac{2\Delta r(M + m)}{(\Delta t)^2} + 2\mu mg = 13 \text{ Н.}$$

$$599.* v = v_0 \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho}.$$

17. Движение по наклонной плоскости

$$600. \text{ а) } a = g \sin \alpha; \text{ б) } a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$

$$601. \mu = \frac{al}{g\sqrt{l^2 - h^2}} = 0,1.$$

$$602. \text{ а) } \frac{a_n}{a_c} = \frac{\text{tg} \alpha + \mu}{\text{tg} \alpha - \mu} = 9; \text{ б) } \frac{\Delta t_c}{\Delta t_n} = \sqrt{\frac{\text{tg} \alpha + \mu}{\text{tg} \alpha - \mu}} = 3.$$

$$603. v = \sqrt{2hg(1 - \mu \text{ctg} \alpha)} = 9 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$604. v_0 = \sqrt{2g(h + \mu\sqrt{l^2 - h^2})} = 14 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$605. \Delta t = l \sqrt{\frac{2}{g(h - \mu\sqrt{l^2 - h^2})}} = 13 \text{ с.}$$

$$606. \text{ В } 2,5 \text{ раза.}$$

$$607. \Delta t = \sqrt{\frac{2(h^2 + s^2)}{g(h - h_0)}} = 2 \text{ с.}$$

$$608. \Delta t = \sqrt{\frac{2h}{g(\sin\alpha - \text{tg}\beta\cos\alpha)\sin\alpha}} = 1 \text{ с.}$$

$$609. * \mu = \frac{t_1^2 \sin\alpha_1 - t_2^2 \sin\alpha_2}{t_1^2 \cos\alpha_1 - t_2^2 \cos\alpha_2} = 0,39.$$

$$610. \text{ а) } F_1 = 0,38 \text{ кН; б) } F_2 = 0,43 \text{ кН.}$$

$$611. \text{ а) } F_1 = mg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = 83 \text{ Н; б) } F_2 = \frac{mg(\text{tg}\alpha - \mu)}{1 + \mu\text{tg}\alpha} = 90 \text{ Н;}$$

$$\text{ в) } F_3 = \frac{mg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}{\mu} = 0,83 \text{ кН.}$$

$$612. m = \frac{F_1 - F_2}{2g\sin\alpha} = 0,2 \text{ кг.}$$

$$613. \mu = \frac{F_2 - F_1}{2mg\cos\alpha} = 0,4.$$

$$614. v = v_0 \sqrt{\frac{\text{tg}\alpha - \mu}{\text{tg}\alpha + \mu}} = 4 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$615. a = 6 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$616. \alpha = \arcsin\left(\frac{F}{2mg}\right) = 30^\circ.$$

$$617. a = \frac{\mu g}{\sqrt{1 + \mu^2}}.$$

$$618. F_{\text{н}} = \frac{m_2 F}{m_1 + m_2} = 20 \text{ Н.}$$

$$619. F_{\text{н}} = \frac{(\mu_2 - \mu_1)m_1 m_2 g \cos\alpha}{m_1 + m_2} = 3 \text{ Н.}$$

$$620. * F_{\text{н}} = \frac{m_1 m_2 g(1 + \sin\alpha + \mu\cos\alpha)}{m_1 + m_2}.$$

$$621. * F = \frac{m_1 m_2 (\mu_1 - \mu_2) g \cos\alpha}{m_1 + m_2} = 0,5 \text{ Н.}$$

18. Центр тяжести

622. $l = 1 \text{ см}$ ближе к центру шара большей массы.

623. $x = 2,7$ мм.

624. $x = \frac{m_2(l_1 + l_2)}{2(m_1 + m_2)} = 10$ см.

625. $a = 5,0$ см слева от третьего шара.

626. а) $l = \frac{1}{6}R$; б) $l = \frac{\sqrt{2}}{12}a$; в) $l = \frac{R}{2(2\pi - 1)}$; г) $l = \frac{\pi a}{4(16 - \pi)}$.

627. $l = 20$ мм.

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

19. Импульс тела

630. $p = 12 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

631. $m = 3,2 \cdot 10^5$ кг.

632. $v = 30 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

633. $p = 0,33 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

634. $v = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

635. $p = 7,8 \cdot 10^3 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

636. $p = 0,69 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

637. $p_{1x} = 0,3 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$; $p_{2x} = -0,6 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

638. В 3 раза.

639. $p_{0x} = 0,6 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$; $p_x = -0,2 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

640. $\frac{p_2}{p_1} = 2$.

641. $p_x = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

642.* $p = 0,30 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

644. $p_0 = 95 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$; $p = 76 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

$$645. \text{ а) } p = 6,2 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}; \text{ б) } p = 3,4 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}; \text{ в) } p = 5,0 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}.$$

$$647. \text{ а) } \Delta p = 1 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}; \text{ б) } \Delta p = 2 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}.$$

$$648. \Delta p = 30 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}.$$

$$649. \text{ а) } \Delta p = 4 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}; \text{ б) } \Delta p = 2 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}.$$

$$650. \Delta p = 0,1 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}.$$

$$651. \Delta p = 1,0 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}.$$

$$652. \Delta p = m\sqrt{v_0^2 + v^2 + v_0 v} = 7,0 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}.$$

$$653. \Delta p = 0,04 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}.$$

$$654. \Delta p = 16 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}; a = 8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$655. \Delta p = 4 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}.$$

$$657. F\Delta t = 72 \text{ Н} \cdot \text{с}.$$

$$658. m = 9 \text{ КГ}.$$

$$659. \langle F \rangle = \frac{2mv \sin \alpha}{\Delta t} = 20 \text{ Н}.$$

$$660. \langle F \rangle = \frac{2m\sqrt{2gh}}{\Delta t} + mg = 11 \text{ Н}.$$

$$661. \langle F \rangle = \frac{2mv_0 \cos \alpha}{\Delta t} + mg = 55 \text{ Н}.$$

$$662. p_x = A + Bt, \text{ где } A = -4 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}, B = 6 \text{ Н}.$$

$$663. a = 0,4 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$664. \Delta p = 24 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}.$$

$$665. m = 4 \text{ КГ}; F = 2 \text{ Н}.$$

$$666.* v_2 = \frac{5v}{2}.$$

20. Закон сохранения импульса

$$667. v = 2 \frac{M}{c}.$$

$$668. v = 20 \frac{CM}{c}.$$

$$671. v_1 = 3 \frac{M}{c}.$$

$$672. \frac{m_1}{m_2} = \frac{v_0 + v}{v_0 v} = 3.$$

$$673. v_1 = \frac{m_2 v_2 - (m_1 + m_2) v_0}{m_1} = 2 \frac{M}{c}.$$

$$674. v_2 = \frac{m_1 v_1 - (m_1 + m_2) v_0}{m_2} = 7 \frac{M}{c}.$$

$$675. v = 1 \frac{M}{c}.$$

$$676. u_1 = \frac{m_2 (v_2 + u_2)}{m_1} = 3,6 \frac{M}{c}.$$

$$677. v = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m} = 50 \frac{CM}{c}.$$

$$678. v_2 = 0,2 \frac{M}{c}; l = 26 \text{ м}.$$

$$679. \Delta t_2 = 8 \text{ с}.$$

$$680. v_2 = \frac{\sqrt{(mv_0)^2 + (m_1 v_1)^2}}{m m_1}.$$

$$681. v_2 = \sqrt{\left(\frac{h}{\Delta t} - \frac{g \Delta t}{2}\right)^2 + 4v_0^2}.$$

$$682. v_2 = 0,10 \frac{KM}{c}.$$

$$683. v_3 = 0,25 \frac{KM}{c}.$$

$$684. v_2 = 0,35 \frac{KM}{c}.$$

$$685. \frac{m_1}{m_2} = 2.$$

$$687. v = 0,25 \frac{M}{c}.$$

$$688. v = \frac{mv_0 \cos \alpha}{m + m_0} = 2,9 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$689. u = \frac{m_2 v \cos \alpha}{m_1 + m_2} = 1 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$690. \Delta v = \frac{m_2}{m_1} (v_2 \cos \alpha - v_1)$$

$$691. v_2 = \frac{m_1 v_1 - (m_1 + m_2) \cdot v_0}{m_2 \cos(180^\circ - \alpha)} = 0,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$694. n = \frac{l}{\Delta r} - 1 = 4$$

$$695. \Delta r = 50 \text{ см.}$$

21. Механическая работа

$$696. A = 0,90 \text{ кДж.}$$

$$697. F = 60 \text{ Н.}$$

$$698. h = 35 \text{ м.}$$

$$699. \text{В } 2 \text{ раза.}$$

$$702. A = 1,8 \text{ кДж.}$$

$$703. A_{\text{упр}} = 0,39 \text{ Дж}; A_{\text{т}} = -0,39 \text{ Дж.}$$

$$704. A = -10 \text{ Дж.}$$

$$705. v_0 = \sqrt{\frac{2(mgh - A)}{m}} = 20 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$706. A = 2 \cdot 10^9 \text{ Дж.}$$

$$708. \text{в) } F_{\text{т}} = 12 \text{ Н; д) } A_{\text{тр}} = -4,0 \text{ Дж; е) } A_{\text{р}} = 2,0 \text{ Дж.}$$

$$709. \text{в) } F = 2,0 \text{ Н; г) } F_{\text{т}} = 1,5 \text{ Н; е) } F_{\text{р}} = 0,5 \text{ Н; ж) } A_{\text{р}} = 1 \text{ Дж.}$$

$$710. \Delta r = 30 \text{ м; } A_{\text{тр}} = -4,5 \text{ кДж; } A_{\text{т}} = 0; A_{\text{р}} = 0.$$

$$711. A = 6,9 \text{ Дж; } A_{\text{р}} = 0,90 \text{ Дж.}$$

$$712. \Delta t = 2,0 \text{ с.}$$

$$713. F = \frac{\sqrt{2Am}}{\Delta t} = 3,5 \text{ кН.}$$

$$715. \text{В } 3 \text{ раза.}$$

$$716. A = -40 \text{ Дж.}$$

$$717. A = 63 \text{ Дж.}$$

$$718. A = 12 \text{ Дж.}$$

719. $A = -16$ Дж.

720. $A_p = 24$ Дж; $A_{тр} = -6,0$ Дж; $A = 30$ Дж.

721. $A_r = 5,0$ Дж; $A_{тр} = -1,7$ Дж; $A_{упр} = 0$; $A_p = 3,3$ Дж.

722. $A = \frac{Fhm g}{F ma} = 0,1$ кДж.

723. $A = -\mu mg \sqrt{\Delta r^2 - h^2} = -0,32$ кДж.

724. $A = \frac{\mu mgs \cdot \cos \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} = 8$ Дж.

725. $A_1 = \frac{F_1^2 \Delta r}{\sqrt{F_1^2 + F_2^2}} = 0,18$ кДж; $A_2 = \frac{F_2^2 \Delta r}{\sqrt{F_1^2 + F_2^2}} = 0,32$ кДж.

726. а) $A = 0,16$ Дж; б) $A = 0,10$ Дж; в) $A = 45$ мДж.

727. $A = -\frac{\mu mgl}{2} = -20$ Дж.

728. $A = \frac{2m^2 g}{\rho \pi d^2} = 0,52$ кДж.

729.* $A = \frac{a^4 g(\rho_0 - \rho)^2}{2\rho_0}$; б) $A = \frac{a^4 g\rho^2}{2\rho_0}$.

730. $A = \frac{k\Delta r^2}{2} = 2,0$ Дж.

731. $A = \mu mgl + \frac{kl^2}{2} = 8$ Дж.

732. В $\frac{2l}{l_0} = 5$ раз.

733. $\eta = 98$ %.

734. $\eta = 80$ %.

735. $F = \frac{mg \cdot 100\%}{2\eta} = 50$ Н.

736. $\eta = 98$ %.

22. Мощность

737. $P = 20$ кВт.

738. $A = 8,5$ кДж.

739. $\Delta t = 7,0$ с.

740. $P_o = P_c.$

741. $F_T = 10,5 \text{ кН}.$

742. $P = 26 \text{ кВт}.$

743. В 5 раз.

748. $P = \frac{4ms^2}{(\Delta t)^3} = 80 \text{ кВт}.$

749. $\langle P \rangle = \left(m \frac{v^2}{2l} + F_c \right) \frac{v}{2}.$

750. $\langle P \rangle = 0,15 \text{ кВт}.$

751. $\langle P \rangle = 45 \text{ Вт}.$

752. $A = 30 \text{ кДж}.$

753. В 3 раза.

755. $p = \frac{Pl}{g(\mu\sqrt{l^2 - h^2} + h)} = 0,1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$

756. $P = \frac{\mu mgv}{1 + \mu \text{tg} \alpha} = 24 \text{ Вт}.$

757.* $v = \frac{2v_1 v_2 \cos \alpha}{v_1 + v_2}.$

758. $F = \frac{\eta P}{v \cdot 100 \%} = 4,8 \text{ кН}.$

759. $P = \frac{\eta \rho Vgh}{\Delta t \cdot 100 \%} = 21 \text{ МВт}.$

760. $\eta = 60 \%.$

23. Кинетическая энергия

761. $E_k = 0,45 \text{ Дж}.$

762. $m = 0,25 \text{ т}.$

763. $v = 17 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$

764. а) $E_{л} = E_k$; б) $E_{л} < E_k.$

765. $E_k = 7,2 \text{ мДж}.$

766. $m = 0,2 \text{ кг}.$

767. $\Delta p = \frac{2\Delta E_k}{v} \frac{1}{v_0} = 2 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$

768. $E_k = 0,64 \text{ Дж.}$

769. $F = \frac{2E_k}{R} = 0,32 \text{ Н.}$

770. $E_k = 32 \text{ Дж; } \Delta t_{\min} = 3,0 \text{ с.}$

771. $E_k = 1,8 \text{ Дж; } t_2 = 5,0 \text{ с.}$

772. $t = 4 \text{ с.}$

773. $E_k = \frac{mgl \sin \alpha \operatorname{tg} \alpha}{2} = 0,30 \text{ Дж.}$

774. $\Delta t = \frac{v_0}{g} = 1,0 \text{ с.}$

775. $E_{k2} = 4,8 \text{ МДж.}$

776. $E_k = \frac{mgR(2\cos \alpha - 1)}{2} = 0,55 \text{ МДж.}$

777. $A = -0,27 \text{ Дж.}$

778. $E_k = F\Delta r = 4 \text{ Дж.}$

779. $E_k = \frac{mg^2 \Delta t^2}{4} = 5,0 \text{ Дж.}$

783. В \sqrt{n} раз.

784. В 4 раза.

785. $A = -1,2 \text{ кДж.}$

786. $l_2 = 60 \text{ см.}$

787. В шестой.

788. $s_2 = \frac{v_0^2}{2\mu g} - s_1 = 8 \text{ м.}$

789. $E_k = \frac{m}{2} g(2\sqrt{l^2 - h^2} - \mu\sqrt{l^2 - h^2} - h - 2\mu h) = 1,5 \text{ Дж.}$

790.* $v_0 = \frac{\sqrt{3\mu gl}}{2} = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$

791.* $E_k = 10 \text{ Дж.}$

792. $l = \frac{v_0^2}{\mu g} = 0,5 \text{ м.}$

793. $v_0 = \sqrt{3\mu g} = 1,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$

24. Потенциальная энергия

794. а) $E_{\text{п}} = 3$ Дж; б) $E_{\text{п}} = 0$; в) $E_{\text{п}} = -9$ Дж.

795. $h = 5,0$ м.

796. $\Delta E_{\text{п}} = -24$ кДж.

797. $\Delta E_{\text{п}} = 0,9$ кДж.

798. $n = 4,5$ раза.

799. $E_{\text{п}1} = 0,34$ кДж; $E_{\text{п}2} = 68$ Дж.

800. $\frac{E_{\text{п}}}{E_{\text{к}}} = 4$.

803. $m_{\text{л}} = 900$ кг; $m_{\text{п}} = 300$ кг.

805. $E_{\text{п}} = 5$ Дж.

806. $l = 60$ см.

807. $E_{\text{п}} = 98$ мДж.

808. $m_2 = 0,2$ кг.

810. $E_{\text{п}1} = \frac{k_1 k_2^2 \Delta l^2}{2(k_1 + k_2)^2} = 2$ Дж.

812. $A = 0,28$ МДж; $\Delta E = -0,28$ МДж.

813. $A = 9,8$ МДж.

814. $A_{\text{min}} = 75$ Дж.

815. $A_{\text{min}} = 4,0$ Дж.

816. $A_{\text{min}} = \frac{3}{8} \rho g h^2 S = 0,15$ МДж.

817. $A_{\text{min}} = 60$ кДж.

818. * $A = \frac{\rho S g h^2}{16} = 0,96$ Дж.

819. $A = \frac{mg}{2} (\sqrt{h^2 + d^2} - h) = 90$ мДж.

820. $A_{\text{min}} = 3mgh = 0,48$ кДж.

821. $A_{\text{min}} = \frac{(\mu mg)^2}{2k} = 0,1$ Дж.

822. $A = F\Delta l_2 + \frac{F\Delta l_2^2}{2\Delta l_1} = 8$ Дж.

823. $A = \frac{3F^2}{8k} = 0,15$ Дж.

$$824. A = mgh + \frac{(mg)^2}{2k} = 0,15 \text{ кДж.}$$

$$825. A = \frac{49}{40} mgl.$$

25. Закон сохранения механической энергии

826. В 2 раза.

827. В 4 раза.

$$828. v = 6 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$829. \text{ а) } h_{\text{max}} = 20 \text{ м; б) } h_1 = 10 \text{ м; в) } h_2 = 16 \text{ м; г) } v = 10 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$830. h_1 = 25 \text{ м; } E_{\text{к2}} = 0,21 \text{ кДж.}$$

$$833. E = 0,10 \text{ Дж, } E_{\text{к}} = 64 \text{ мДж, } E_{\text{п}} = 36 \text{ мДж.}$$

$$834. v_{0 \text{ min}} = \sqrt{2gl} = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$835. \text{ а) } v_0 = \sqrt{4gl}; \text{ б) } v_0 = \sqrt{5gl}.$$

$$836. v = \sqrt{\frac{gl(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2}} = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$837. F = 5mg = 10 \text{ Н.}$$

$$838. v_{\text{min}} = \sqrt{\frac{16gl}{15}} = 4,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$839. v_1 = 2\sqrt{\frac{3gl}{5}}; v_2 = \sqrt{\frac{3gl}{5}}.$$

$$840. * v = \sqrt{\frac{gl(2m_1 + m_2)}{m_1 + m_2}} = 3,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$841. * v = \sqrt{\frac{gl(2m_2 + m_1)}{2(m_1 + m_2)}}.$$

$$842. \Delta l_{\text{max}} = 0,1 \text{ м.}$$

843. а) Увеличится в 4 раза; б) увеличится в 2 раза; в) уменьшится в 2 раза.

$$844. \Delta l_{\text{max}} = \frac{2mg}{k} = 10 \text{ см.}$$

$$845. k = \frac{2mg(h + \Delta l_{\text{max}})}{\Delta l_{\text{max}}^2} = 0,60 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

$$846.* E_{\text{к max}} = mgh + \frac{m^2 g^2}{2k}.$$

$$847. v_0 = l\sqrt{\frac{k}{m}} = 1 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$848.* H_1 = \frac{3}{2}h; H_2 = \frac{4}{3}h.$$

$$849.* h_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{mg}{2k} = 82 \text{ мм}.$$

$$850. \text{а) } v = 3,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}; \text{б) } v = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha)} = 4,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$851. F_{\text{н}} = 3mg \cos\alpha = 3 \text{ Н}.$$

$$852. \alpha = \arccos\left(\frac{3}{n+2}\right) = 60^\circ.$$

853. В 3 раза.

$$854. \frac{F_{\text{н}}}{F_{\text{б}}} = 5.$$

$$855. \text{На } \Delta F_{\text{тип}} = 6mg = 30 \text{ Н}; h = \frac{(F - mg)l}{2mg} = 2 \text{ м}.$$

$$856.* h = \frac{5R}{3}; F(\alpha) = 3mg \cos\alpha - 2mg, \text{ где } \alpha < \arccos\frac{2}{3}.$$

$$857. \text{а) } h_1 = \frac{5}{2}R = 50 \text{ см}; \text{б) } h_2 = \frac{3}{2}R = 30 \text{ см}.$$

$$858.* \Delta l_1 = \frac{3mg}{k}.$$

$$859. h = \frac{v^2 n(n-1)}{2g} = 1,5 \text{ м}.$$

$$860. v_2 = \sqrt{\frac{2ghm_1}{m_1 + m_2}} = 4 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$$

$$861.* E_{\text{н}} = \frac{m_1 m_2 v_0^2}{2(m_1 + m_2)}.$$

$$862.* h = \frac{m_1 R}{m_1 + m_2} = 38 \text{ см}.$$

$$863.* h = \frac{m_1^2 H}{(m_1 + m_2)^2} = 32 \text{ см}.$$

864. В $\frac{5}{3}$ раза.

$$865. u_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1 = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}}; u_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 = 8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$866. * m_1 = \frac{m_2}{3} = 0,2 \text{ кг.}$$

$$867. * h_{\max} = \frac{16}{25} l = 32 \text{ см.}$$

$$868. m_2 = \frac{5m_1}{3} = 5 \text{ кг.}$$

$$869. M = 3 \text{ кг.}$$

$$870. E_{\kappa 1} = \frac{E_{\text{п}} m_2}{m_1 + m_2} = 18 \text{ Дж}; E_{\kappa 2} = \frac{E_{\text{п}} m_1}{m_1 + m_2} = 72 \text{ Дж.}$$

$$871. * \Delta l_2 = \Delta l_1 \sqrt{\frac{m_2}{m_1 + m_2}} = 56 \text{ мм.}$$

$$872. u_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 = 4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$873. * \Delta l_{\max} = \frac{2m_0 v_0}{m_1 + m_0} \sqrt{\frac{m_1 m_2}{k(m_1 + m_2)}} = 12 \text{ см.}$$

$$874. * E_{\max} = \frac{m(v_1 + v_2)^2}{4} = 90 \text{ Дж.}$$

26. Изменение механической энергии

$$875. A = -0,75 \text{ кДж.}$$

$$876. A = -3,6 \text{ Дж.}$$

$$877. v_0 = 6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$878. \text{В } 4 \text{ раза.}$$

$$879. E_{\kappa} = 6 \text{ Дж.}$$

$$880. h_2 = \frac{h_1 (\text{tg} \alpha - \mu)}{\text{tg} \alpha + \mu} = 60 \text{ см.}$$

$$881. v_0 = 12 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$882. s = \frac{h}{\mu} - l = 50 \text{ м.}$$

$$883. v_{\min} = \mu g \sqrt{\frac{8m}{k}} = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$884. l = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{v^2}{2F_c}.$$

$$885. * v_0 = \frac{\sqrt{k\Delta l^2(m+m_0) + 2\mu g|\Delta l|(m+m_0)^2}}{m_0} = 0,10 \frac{\text{KM}}{\text{c}}.$$

$$886. * v_0 = 2g\sqrt{\frac{2\mu^2 m(1 - \sin^2 \alpha)}{k} - \frac{2\mu m \sin \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{k}} = 0,4 \frac{\text{M}}{\text{c}}.$$

$$887. \langle F_c \rangle = mg \left(1 + \frac{H}{h} \right) + \frac{mv_0^2}{2h}.$$

$$888. v_0 = \mu g \sqrt{\frac{3m}{k}} = 1 \frac{\text{M}}{\text{c}}.$$

$$889. * \Delta l_1 = \frac{g}{k} (2\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2) = 9 \text{ см.}$$

$$890. * v_0 = \sqrt{\frac{5\mu g l}{2}} = 5 \frac{\text{M}}{\text{c}}.$$

$$891. A = mg(2,5R - h) = 0,02 \text{ Дж.}$$

$$892. Q = 1 \text{ Дж.}$$

$$893. Q = 0,2 \text{ Дж.}$$

$$894. Q = 9 \text{ Дж.}$$

$$895. Q = 25 \text{ Дж.}$$

$$896. Q = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{(v_1 + v_2)^2}{2} = 3 \text{ Дж.}$$

$$897. Q = \frac{m_1 m_2 (v_1^2 + v_2^2)}{2(m_1 + m_2)}.$$

$$898. Q = 0,5E_{\kappa}.$$

$$899. Q = \frac{1}{6} E_{\kappa}.$$

$$900. Q = 0,75E.$$

$$901. \Delta t = \frac{(v_1 + v_2)^2}{8c}.$$

$$902. Q = \frac{3p^2}{16m}.$$

$$903. Q = 0,15 \text{ кДж.}$$

$$904. v_{\min} = \frac{m+m_0}{m} \sqrt{5gl} = 0,13 \frac{\text{KM}}{\text{c}}.$$

$$905. v = \sqrt{2gh} \left(1 + \frac{m_1}{m_2} \right) = 142 \frac{\text{M}}{\text{с}}$$

$$906. h_2 = \frac{h_1}{(n+1)^2} = 8 \text{ см.}$$

$$907. \Delta l_{\text{max}} = \frac{m_0 v_0}{\sqrt{k(m+m_0)}} = 5 \text{ см.}$$

$$908. * h = \frac{(m_0 v_0)^2}{3g(m+m_0)^2} + \frac{2R}{3} = 0,8 \text{ м.}$$

$$909. \text{ а) } \Delta l_{\text{max}} = 6 \text{ см; } v_{\text{max}} = \frac{F}{\sqrt{mk}} = 0,6 \frac{\text{М}}{\text{с}}; \text{ б) } \Delta l_{\text{max}} = 4 \text{ см;}$$

$$v_{\text{max}} = \frac{F \mu mg}{\sqrt{mk}} = 0,4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$910. \text{ а) } F_{\text{min}} = \mu \left(m_1 + \frac{m_2}{2} \right) g = 14 \text{ Н; б) } F_{\text{min}} = \mu_1 m_1 g + \frac{\mu_2 m_2 g}{2} = 12 \text{ Н.}$$

$$911. A = \frac{m_2 v_2^2}{2} \left(1 + \frac{m_2}{m_1} \right) = 8,4 \text{ Дж.}$$

$$912. A = \frac{m_2 v_2^2}{2} \left(1 - \frac{m_2 \cos^2 \alpha}{m_1 + m_2} \right) = 0,29 \text{ кДж.}$$

$$913. E = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 v_2 \cos \alpha}{2} = 65 \text{ кДж.}$$

$$914. Q = \frac{\mu mgh}{\text{tg} \alpha} = 60 \text{ Дж.}$$

$$915. \Delta r_{\text{max}} = \frac{2F}{k} = 0,4 \text{ м; } v_{\text{max}} = \frac{F}{\sqrt{mk}} = 2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$916. h = \frac{2F}{k} = 4 \text{ см.}$$

$$917. A = mgl \left(\frac{1}{2} \sin \alpha \text{ tg} \alpha + \cos \alpha \right) = 0,50 \text{ Дж.}$$

$$918. A = \frac{kl_0^2 (k + m\omega^2) m\omega^2}{2(k - m\omega^2)^2}$$

$$919. k = \frac{2A}{(x_2 - x_1)^2} = 1,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Приложение

Плотность твердых, жидких и газообразных веществ

(при нормальном атмосферном давлении)

Вещество	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	Вещество	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Вещество в твердом состоянии при 20 °С					
Осмиий	22600	22,6	Мрамор	2700	2,7
Иридий	22400	22,4	Стекло оконное	2500	2,5
Платина	21500	21,5	Фарфор	2300	2,3
Золото	19300	19,3	Бетон	2300	2,3
Свинец	11300	11,3	Соль поваренная	2200	2,2
Серебро	10500	10,5	Кирпич	1800	1,8
Медь	8900	8,9	Оргстекло	1200	1,2
Латунь	8500	8,5	Капрон	1100	1,1
Сталь, железо	7800	7,8	Полиэтилен	920	0,92
Олово	7300	7,3	Парафин	900	0,90
Цинк	7100	7,1	Лед	900	0,90
Чугун	7000	7,0	Дуб (сухой)	700	0,70
Корунд	4000	4,0	Сосна (сухая)	400	0,40
Алюминий	2700	2,7	Пробка	240	0,24
Жидкость при 20 °С					
Ртуть	13600	13,60	Спирт	800	0,80
Серная кислота	1800	1,80	Нефть	800	0,80
Глицерин	1200	1,20	Ацетон	790	0,79
Вода морская	1030	1,03	Эфир	710	0,71
Вода	1000	1,00	Бензин	710	0,71
Масло подсолнечное	930	0,93	Жидкое олово (при $t = 400$ °С)	6800	6,80
Масло машинное	900	0,90	Жидкий воздух (при $t = -194$ °С)	860	0,86
Керосин	800	0,80			
Газ при 0 °С					
Хлор	3,210	0,00321	Оксид углерода (II) (угарный газ)	1,250	0,00125
Оксид углерода (IV) (углекислый газ)	1,980	0,00198	Природный газ	0,800	0,0008
Кислород	1,430	0,00143	Водяной пар (при $t = 100$ °С)	0,590	0,00059
Воздух	1,290	0,00129	Гелий	0,180	0,00018
Азот	1,250	0,00125	Водород	0,090	0,00009

Содержание

Предисловие	3
Введение	4
1. Векторы. Действия над векторами. Проекция вектора на ось	4
Кинематика	10
2. Материальная точка. Относительность движения. Система отсчета	10
3. Путь и перемещение	12
4. Равномерное движение	15
5. Неравномерное движение. Мгновенная и средняя скорости	27
6. Сложение скоростей	34
7. Прямолинейное движение с постоянным ускорением	42
8. Криволинейное движение	59
Динамика	65
9. Сила. Условия равновесия	65
10. Законы Ньютона	72
11. Сила упругости	81
12. Сила трения	85
13. Закон всемирного тяготения	90
14. Свободное падение тел	94
15. Движение материальной точки по окружности	102
16. Движение связанных тел	109
17. Движение по наклонной плоскости	113
18. Центр тяжести	117

Законы сохранения в механике	119
19. Импульс тела	119
20. Закон сохранения импульса	125
21. Механическая работа	131
22. Мощность	138
23. Кинетическая энергия	141
24. Потенциальная энергия	146
25. Закон сохранения механической энергии	150
26. Изменение механической энергии	160
Ответы	169
Приложение	206