

5 НБ МИФИ

Р 1

53

Д44

ДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

А. Я. Диденко, В. П. Филиппов

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

(механика и молекулярная физика)

Для слушателей подготовительных курсов

17

53

544

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

А.Я.Диденко, В.П.Филиппов

СБОРНИК ЗАДАЧ
ПО ФИЗИКЕ
(механика и молекулярная физика)

Для слушателей
подготовительных курсов

Утверждено
редсоветом института
в качестве учебного пособия

Москва 1984

Диденко А.Я., Филиппов В.П. Сборник задач по физике (механика и молекулярная физика). - М.: Изд. МИФИ, 1984. - 64 с.

Учебное пособие предназначено для слушателей подготовительных курсов и курсов рабочей молодежи МИФИ. В пособии содержатся задачи по механике и молекулярной физике.

Настоящий сборник составлен в соответствии с программой и календарным планом занятий по физике на подготовительных курсах МИФИ. Каждая тема содержит качественные задачи, задачи методического характера и комбинированные задачи типа экзаменационных. Практически все задачи снабжены ответами, для особо трудных задач даются указания.

В настоящий сборник включены отдельные задачи из "Сборника задач по физике в помощь поступающим в МИФИ", из сборника домашних заданий по физике для слушателей телекурсов, а также несколько задач, составленных Г.И.Пантюховым для подготовительного отделения.

Рецензенты: А.Н.Борзяк, М.А.Бутюгин

I. МЕХАНИКА

1. КИНЕМАТИКА

Прямолинейное движение, Равномерное движение, Средняя скорость

1. Мимо стоящего автомобиля проезжает колонна движущихся с одинаковой скоростью гусеничных тракторов. 1) Двигается ли каждый из тракторов относительно автомобиля? 2) Двигаются ли тракторы относительно друг друга? 3) Двигается ли автомобиль относительно трактора? 4) Могут ли какие-либо части движущегося трактора быть неподвижны относительно автомобиля или Земли?

2. В каких случаях названные ниже тела можно рассматривать как материальные точки: а) поезд, движущийся на участке Москва - Ленинград; б) космический аппарат, летящий к далекой планете; в) стол, перемещаемый по аудитории; г) космический аппарат, передвигаемый по стартовой площадке?

3. Какие из зависимостей описывают равномерное движение: 1) $x = 4t + 2$; 2) $x = 2 - t$; 3) $x = 4 + t$; 4) $x = 0,01t^2$; 5) $v = 7$; 6) $v = 3t$, где x - координата, t - время?

4. На рис. 1 дан график зависимости координаты $x(t)$ прямолинейно движущегося тела ($B = 12$ м, $t_1 = 3$ с, $t_2 = 5$ с, $t_3 = 6$ с). Опишите словесно характер движения тела. Найдите значения скоростей v_1 , v_2 и v_3 , с которыми тело движется в интервалах $0-t_1$, t_1-t_2 , t_2-t_3 .

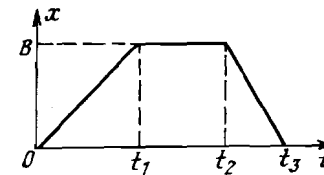


Рис. 1

Постройте графики зависимости модуля скорости $v(t)$ и пути $s(t)$. Определите среднее значение модуля скорости v_{cp} в интервале $0-t_3$.

5. Грибник прошел по лесу с запада на восток расстояние $S_1 = 4$ км и после остановки — с юга на север $S_2 = 3$ км. Какой путь l прошел при этом грибник? Какова абсолютная величина перемещения $|\Delta \vec{r}|$ грибника? Изобразите на чертеже траекторию и перемещение $\Delta \vec{r}$ грибника.

6. Два катера, идущие по реке в одном направлении с разными скоростями, одновременно поравнялись с плывущим по течению плотом. Через полчаса катера повернули и с прежними относительно воды скоростями направились в обратном направлении. Который из них дойдет до плота раньше?

7. Пролетая над пунктом А, пилот вертолета встретил воздушный шар, который сносило ветром по курсу вертолета. Через $t = 0,5$ ч пилот повернул назад и встретил шар на расстоянии $l = 30$ км от пункта А. Какова скорость ветра v , если двигатель вертолета работал с постоянной мощностью? Скорость ветра считать постоянной относительно Земли.

8. Катер проходит расстояние между пунктами А и Б, расположенными на реке, за время $t_1 = 4$ ч, а плот — за время $t_2 = 12$ ч. Какое время t затратит катер на обратный путь?

9. Колонна из $n = 20$ автобусов движется со скоростью $v = 36$ км/ч с дистанцией $l = 30$ м. К головному автобусу из конца колонны был послан легковой автомобиль. Передав на ходу указания водителю головного автобуса, шофер остановил автомобиль и через $t = 5$ мин после начала обгона начал движение в хвосте колонны. С какой скоростью u двигался автомобиль? Временем разгона и торможения автомобиля пренебречь. Длина автобуса $l_0 = 5$ м.

10. Двигаясь прямолинейно, тело прошло половину пути со скоростью $v_1 = 36$ км/ч, вторую половину — со скоростью $v_2 = 54$ км/ч. Определите среднее значение модуля скорости v_{cp} . Постройте графики зависимости модуля скорости и координаты от времени.

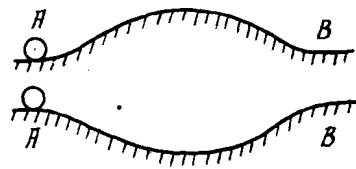


Рис. 2

11. Два шарика начали двигаться из точек А одновременно и с одинаковой скоростью по гладким плоскостям, имеющим форму, изображенную на рис. 2. Будут ли отличаться скорости и времена движения шариков к моменту их прибытия в точки В?

12. Поезд половину пути проехал со скоростью $v = 72$ км/ч, а вторую половину — в $n = 1,5$ раз медленней. Найдите среднюю скорость v_{cp} поезда на всем участке.

13. Автомобиль проехал половину пути со скоростью $v_1 = 36$ км/ч, оставшуюся часть пути он половину времени ехал со скоростью $v_2 = 18$ км/ч, а последний участок — со скоростью $v_3 = 90$ км/ч. Найдите среднюю скорость v_{cp} автомобиля на всем пути.

14. Вагон длиной $l = 30$ м равномерно движется вдоль платформы со скоростью $v_1 = 1$ м/с; провожающий бежит со скоростью $v_2 = 3$ м/с. Определите, на какое расстояние L относительно платформы переместится провожающий, пробежав вдоль всего вагона.

15. Рыбак, стоящий на берегу, тянет лодку с помощью каната, составляющего в некоторый момент с поверхностью воды угол $\alpha = 30^\circ$. Скорость движения каната $v = 0,3$ м/с. Найдите величину u , с которой движется лодка в этот момент.

16. В безветренную погоду на расстоянии $l = 1,1$ км от наблюдателя ударили молотком по рельсу прямолинейного участка железной дороги. Приложив ухо к рельсу, наблюдатель услышал звук на $t = 3$ с раньше, чем по воздуху. Приняв скорость звука в воздухе $v_0 = 0,33$ км/с, определите скорость звука v в стальном рельсе.

Сложение движений. Скорость. Прямолинейное переменное движение

17. Рыбак, переплывая на лодке реку шириной $S = 100$ м, держит курс перпендикулярно к течению реки ($u = 3$ м/с). Скорость лодки относительно воды $v_0 = 4$ м/с. Определите расстояние l , на которое переместится лодка относительно берега по течению реки, и расстояние L , которое пройдет лодка от начала движения до достижения противоположного берега.

18. По реке плывут рядом плот и лодка с одинаковой скоростью. Что потребует меньших усилий от гребца лодки: отстать на 15 м или перегнать плот на 15 м?

19. Самолет со скоростью \vec{v}_1 пролетает над железной дорогой, по которой со скоростью \vec{v}_2 идет электровоз. Определите скорость электровоза относительно самолета \vec{v}_0 .

20. Два катера идут пересекающимися курсами АВ и СД со скоростями \vec{v}_1 и \vec{v}_2 (рис. 3). Определите построением на-

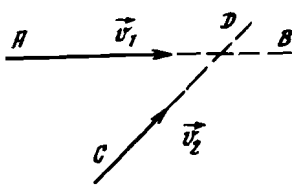


Рис. 3

наименьшее расстояние, на которое сближаются катера. Начальное расстояние AC дается началами векторов \vec{v}_1 и \vec{v}_2 .

21. Из некоторого пункта одновременно выходят два автомобиля по дорогам, образующим угол $\alpha = 30^\circ$ друг с другом. Скорость автомобилей $v_1 = 40$ км/ч, $v_2 = 60$ км/ч. Через время $t = 2$ ч автомобили поворачивают так, что движутся навстречу друг другу. Через какое время t после поворота автомобили встретятся?

22. Определить наименьшую величину скорости v лодки относительно воды, при которой лодка может пересечь реку под углом $\alpha = 60^\circ$ к направлению течения. Скорость течения $u = 3$ км/ч.

23. Скорость движения поезда увеличивается. Известно, что к концу четвертой секунды скорость поезда $v = 6$ м/с. Будет ли путь, пройденный за четвертую секунду, больше, меньше или равен 6 м?

24. Два автомобиля движутся навстречу друг другу: один — ускоренно, другой — замедленно. Различаются ли направления ускорений автомобилей относительно дороги?

25. Опишите словесно движение материальных точек, графики зависимости ускорения от времени $a(t)$ которых даны на рис. 4.

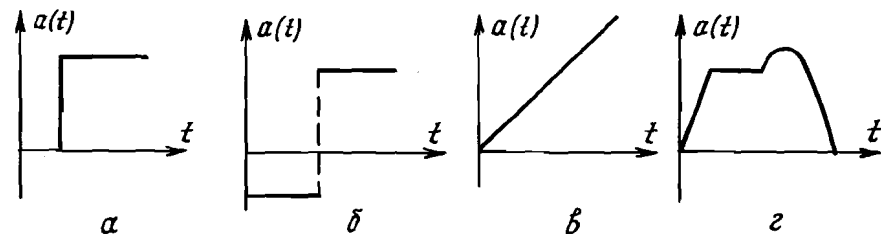


Рис. 4

26. Как движутся тела, графики движения которых даны на рис. 5 (где s — путь, v — скорость, a — ускорение)?

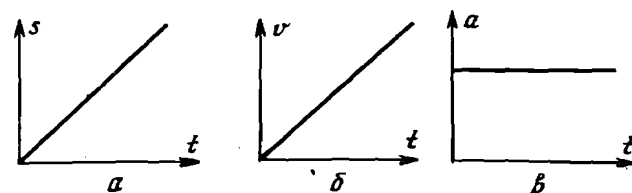


Рис. 5

27. На рис. 6 дан график зависимости координаты точки от времени. Объясните, какое движение изображено. Постройте графики зависимостей пути, скорости и ускорения от времени. (График в интервале $t_1 - t_3$ — парабола.)

28. Как по графику $v(t)$ (рис. 7) найти путь, пройденный телом к моменту времени t_2 ?

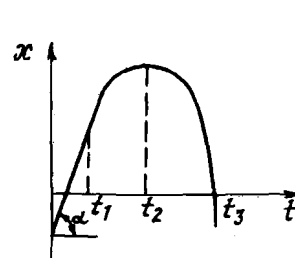


Рис. 6

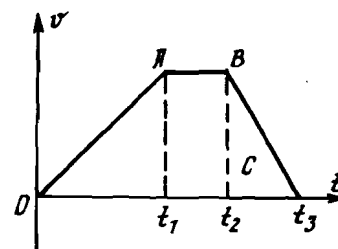


Рис. 7

29. Поезд увеличивает скорость с $v_1 = 30$ км/ч до $v_2 = 60$ км/ч за время $t = 8$ с. Какой путь l пройдет он за это время? Ускорение постоянно.

30. Автомобиль, начав равноускоренное движение по прямой дороге, пройдя путь $l = 18$ м, разогнался до скорости $v = 6$ м/с. Определите время разгона t и ускорение автомобиля a .

31. Ракета летит со скоростью $v_0 = 4$ км/с. С некоторого момента она движется с постоянным ускорением в течение $t = 1000$ с и в последнюю секунду ($\Delta t = 1$ с) проходит путь $S = 1$ км. Определите значения ускорения a и конечной скорости v ракеты.

32. По гладкой наклонной плоскости движется снизу вверх шарик. На расстоянии $l = 30$ см от основания плоскости шарик побывал дважды: через время $t_1 = 1$ с и $t_2 = 2$ с после начала движения. Определите величины начальной скорости v_0 и ускорения шарика a .

33. С Земли вертикально вверх с интервалом $\Delta t = 2$ с друг за другом стартуют две одинаковые ракеты. Через какое время t после старта первой ракеты расстояние между ними будет в $n = 2$ раза больше, чем оно было в момент старта второй ракеты? Сила тяги ракет одинакова и постоянная. Сопротивление воздуха и изменение массы ракет при движении не учитывать.

34. Водитель автомашины, нарушив правила движения, промчался по шоссе мимо поста ГАИ со скоростью $v_0 = 72$ км/ч и продолжал далее ехать с той же скоростью. Через время $t = 20$ с вслед за нарушителем отправился на мотоцикле инспектор и, двигаясь равноускоренно, догнал нарушителя на расстоянии $S = 12$ км от поста. На какой скорости v инспектор догнал нарушителя? Постройте графики координаты и скорости нарушителя и инспектора ГАИ.

35. По оси x движутся две точки: первая - по закону $x_1 = 10 + 2t$, а вторая - по закону $x_2 = 4 + 5t$. В какой момент времени t они встретятся?

36. Найти проекции векторов, обозначенных на рис. 8 стрелками, на оси Ox и Oy , указанные тонкими линиями, где:

а) \vec{v} - скорость самолета; α - угол между направлением полета самолета и горизонтом;

б) \vec{g} - ускорение свободного падения, \vec{v} - скорость движения точки в момент, когда его направление образует угол α с горизонтом;

в) $P = 100$ Н - сила тяжести; $N = 86$ Н и $F_{тр.п} = 50$ Н - нормальная реакция и сила трения покоя, действующая на брусок со стороны шероховатой наклонной поверхности, образующей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$;

г) $F_{тр} = 40$ Н - сила трения скольжения, действующая на брусок, скользящий по наклонной шероховатой поверхности; P , N , α - значения указаны в п. "в" задачи; $T = 80$ Н - сила натяжения нити.

37. Материальная точка начала движение вдоль оси Ox с постоянным ускорением a , проекция которого на ось $a_1 = -2$ м/с². В момент $t_1 = 10$ с величина проекции ускорения скачком приняла значение $a_2 = 3$ м/с², а в момент $t_2 = 15$ с обратилась в нуль. Определите координату точки x , путь l и скорость v_x через время $t = 20$ с от начала движения аналитическим и графическим методами.

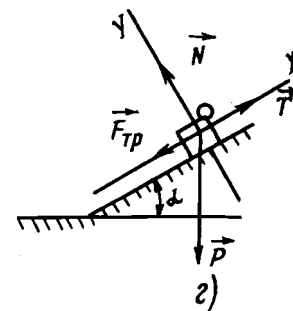
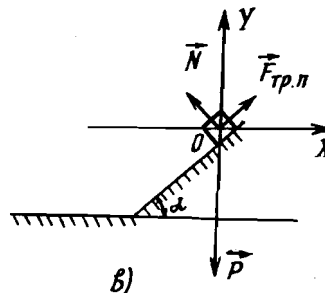
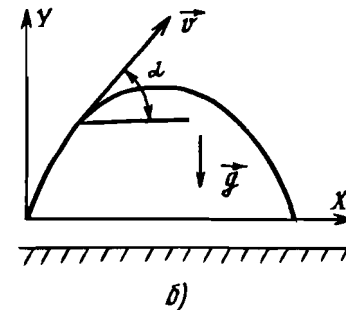
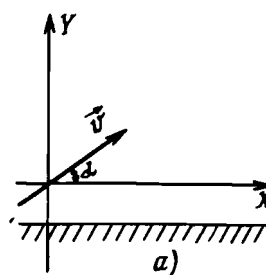


Рис. 8

Движение тела у поверхности Земли

38. Мяч свободно падает на горизонтальную поверхность с высоты H . Считая соударения абсолютно упругими, начертите графики зависимости от времени проекции скорости, ускорения, координаты и пройденного пути шарика для трех соударений. Временем соприкосновения шарика с поверхностью пренебречь.

39. Тяжелый предмет подвешен на веревке к воздушному шару, равномерно поднимающемуся с некоторой скоростью. Опишите словесно движение предмета, если веревку перерезать? Сопротивлением воздуха пренебречь.

40. Тело брошено вертикально вверх со скоростью v_0 . Сопротивление воздуха пропорционально скорости движения тела. Постройте графики зависимостей от времени проекции скорости движения и ускорения на вертикальную ось, направленную вверх.

41. Тело брошено под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Сопротивление воздуха пропорционально скорости движения тела. Как направлено ускорение в наивысшей точке подъема и как оно соотносится с ускорением свободного падения?

42. Камень брошен вертикально вниз со скоростью $v_0 = 4,9$ м/с. Определить среднюю скорость перемещения за первые $t = 5$ с.

43. Брошенный вертикально камень, поднявшись на высоту $h = 4$ м, упал на место, откуда его подбросили. Какова траектория движения камня? На чертеже изобразите перемещение $\Delta \vec{r}_1$ камня за время подъема на максимальную высоту и найдите путь l_1 , пройденный им при этом (то же для перемещения $\Delta \vec{r}_2$ и пути l_2 за время падения камня). Определите перемещение $\Delta \vec{r}$ камня, время движения t и путь l , пройденный им за все время движения ($g = 9,8$ м/с²).

44. Тяжелый шарик на высоте $H = 19,6$ м над поверхностью Земли отпустили без начальной скорости. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите время t падения шарика и скорость v , с которой он подлетает к поверхности Земли.

45. Тяжелый шарик подбросили от поверхности Земли вертикально вверх, сообщив ему начальную скорость $v_0 = 20$ м/с. Определите максимальную высоту H , на которую поднимается шарик, время t_1 его подъема на эту высоту и время t_2 его падения на Землю. Ускорение свободного падения g приближенно принять равным 10 м/с².

46. Два тела брошены одновременно с высоты $H = 100$ м, первое — с горизонтальной скоростью $v_1 = 5$ м/с, а второе — без начальной скорости. Найти времена падения тел t_1 и t_2 . На каком расстоянии l от второго тела упадет первое?

47. Два тела падают с высоты H без начальной скорости, но второе встречает на своем пути закрепленную площадку, наклоненную под углом 45° к горизонту. В результате удара о площадку направление скорости тела становится горизонтальным. Место удара о площадку находится на высоте h . Найдите времена падения указанных тел (t_1 и t_2). При каком соотношении h/H время падения второго тела оказывается максимальным?

48. Тело брошено под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Определите время полета T , высоту подъема H и дальность l полета: а) без учета сопротивления воздуха;

б) при условии, что на тело массой m действует попутный горизонтальный ветер силой F .

49. Тело массой M бросают с вершины наклонной плоскости со скоростью v_0 под углом α к наклонной плоскости, которая образует с горизонтом угол β . Найдите расстояние l от точки бросания до точки падения тела.

50. Из точек А и Б, находящихся на высоте $h_1 = 2$ м и $h_2 = 6$ м, одновременно бросают навстречу друг другу два тела: одно — горизонтально со скоростью $v_1 = 8$ м/с, другое — вниз под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту с такой начальной скоростью, чтобы оба тела столкнулись в полете. Расстояние по горизонтали между точками А и Б $l = 8$ м. Вычислите скорость v_2 тела, брошенного под углом $\alpha = 45^\circ$, высоту h , на которой произойдет столкновение, время движения t тел до столкновения и скорости тел в момент столкновения (u_1 и u_2). Траектории тел лежат в одной плоскости.

51. Из одной точки одновременно брошены два тела под углами α_1 и α_2 к горизонту с начальными скоростями v_1 и v_2 соответственно. На каком расстоянии l друг от друга будут находиться тела через время t , если: а) тела брошены в разные стороны и траектории лежат в одной плоскости; б) траектории лежат во взаимно перпендикулярных плоскостях?

52. Перпендикулярно к наклонной плоскости, имеющей угол наклона β к горизонту, бросают камень с начальной скоростью v_0 . На каком расстоянии l от точки бросания упадет этот камень на наклонную плоскость?

53. Мальчик, находясь на расстоянии $l = 15$ м перед забором высотой $H = 5,5$ м, бросает камень с высоты $h = 1,5$ м под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. С какой минимальной скоростью v_0 надо бросить камень, чтобы он перелетел через забор?

54. Пушка стреляет под некоторым углом α к горизонту. Найдите этот угол, если дальность полета снаряда по горизонтали в $n = 3$ раза превышает максимальную высоту полета.

55. Мяч бросают под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . На расстоянии l от точки бросания мяч упруго ударяется о вертикальную стену. На каком расстоянии L от стенки мяч упадет на Землю? Нарисуйте возможные траектории полета.

56. Тело бросают вертикально вверх. Наблюдатель замечает промежутки времени t_0 между двумя моментами, когда тело

проходит точку B , находящуюся на высоте h . Найдите начальную скорость v_0 и время всего движения тела t .

57. Аэростат поднимается с Земли вертикально вверх с ускорением $a = 2 \text{ м/с}^2$. Через время $\tau = 5 \text{ с}$ от начала движения из него выпал предмет. Через какое время t от начала движения аэростата этот предмет упадет на Землю?

58. Шарик соскальзывает по гладкой наклонной плоскости длиной $l = 5 \text{ м}$ с углом наклона к горизонту $\alpha = 30^\circ$, а затем падает на стальную плиту, находящуюся на глубине $H = 10 \text{ м}$ от нижнего края наклонной плоскости (рис. 9). Определите, на какую высоту h поднимается шарик после абсолютно упругого соударения.

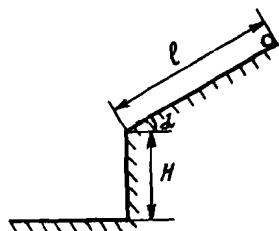


Рис. 9

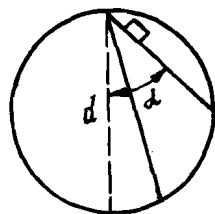


Рис. 10

59. Из точки, лежащей на верхнем конце вертикального диаметра d некоторой окружности, по желобам, установленным вдоль различных хорд этой окружности, одновременно начинают скользить без трения грузы (рис. 10). Через какой промежуток времени t грузы достигнут окружности? Как это время зависит от угла наклона хорды к вертикали?

60. Тело, подброшенное у поверхности Земли вертикально вверх, поднялось на высоту $H = 5 \text{ м}$ и упало на Землю через $\tau = 2,5 \text{ с}$ после бросания. Определите среднюю скорость v_{cp1} движения тела. Какой была бы средняя скорость v_{cp2} движения тела в отсутствие сопротивления воздуха, если бы оно было подброшено на ту же высоту?

Равномерное движение по окружности

6.1. Санки скатываются по наклонной плоскости; шарик скатывается по наклонному желобу. Какое из этих тел движется поступательно?

62. При сдаче экзамена по практическому вождению мотоциклист движется по восьмерке (рис. 11). Как меняется ускорение во время движения? (Считать, что скорость мотоцикла постоянная по модулю.)

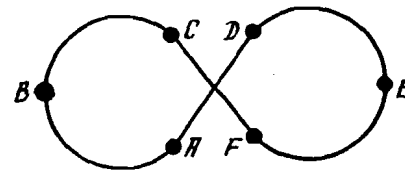


Рис. 11

63. Материальная точка, движущаяся с начальной скоростью, попадает в область действия постоянной по модулю силы. Какова траектория полета точки и куда направлено ее ускорение, если: а) сила постоянна по направлению; б) сила все время остается перпендикулярной к скорости движения и расположена в одной плоскости? В начальный момент в обоих случаях векторы скорости и векторы силы перпендикулярны.

64. Танк движется со скоростью $v_0 = 20 \text{ км/ч}$. С какими скоростями v_1 и v_2 относительно дороги движутся верхняя и нижняя части гусениц?

65. Спутник начинает входить в верхние слои атмосферы. Как меняется направление ускорения спутника?

66. Во сколько раз n угловая скорость вращений минутной стрелки часов больше угловой скорости вращения часовой стрелки?

67. Полагая, что орбита Земли имеет вид окружности радиусом $R = 1,5 \cdot 10^8 \text{ км}$, найдите среднюю скорость v_{cp} , с которой планета движется вокруг Солнца. Земной год принять равным $T = 365 \text{ сут}$. Каким является движение Земли вокруг Солнца?

68. Стержень длиной $l = 50 \text{ см}$ вращается с угловой скоростью $\omega = 30 \text{ об/мин}$ вокруг перпендикулярной к нему оси, при этом один его конец движется вокруг оси с линейной скоростью $v_1 = 57 \text{ см/с}$. Найдите линейную скорость v_2 , с которой движется другой конец стержня.

69. Через блок радиусом $R = 50 \text{ мм}$, вращающийся вокруг закрепленной горизонтальной оси, перекинута нерастяжимая нить. Грузы, привязанные к концам нити, движутся с постоянной скоростью $v = 20 \text{ см/с}$ относительно друг друга. Определите угловую скорость вращения блока ω . Нить не проскальзывает по желобу блока.

70. По краю вращающейся карусели радиусом $R = 4,5$ м шагает мальчик, перемещаясь при этом со скоростью $v = 1,6$ м/с относительно Земли. Повернув в обратную сторону, мальчик перестал перемещаться по отношению к Земле, шагая по карусели с прежней по модулю скоростью. Определите угловую скорость, с которой вращается карусель, а также скорость v_0 передвижения мальчика относительно карусели до поворота.

71. Тонкий обруч радиусом $R = 30$ см катится без проскальзывания по плоской поверхности со скоростью $v = 60$ см/с. Найдите угловую скорость ω , с которой обруч вращается вокруг оси, проходящей через его геометрический центр, и линейную скорость v' , с которой точки обруча движутся вокруг этой оси, в системе отсчета, связанной с осью.

72. Найдите значения ускорения a , с которым движется тело, лежащее на поверхности Земли на широте φ , участвуя в ее суточном вращении. Рассчитайте значения ускорений a_0 и a_M для точек на экваторе и на широте Москвы ($\varphi_M = 56^\circ$ с.ш.). Допустить, что Земля имеет форму шара радиусом $R = 6,4 \times 10^3$ км, длительность суток $T = 86400$ с.

73. Горизонтальная платформа радиусом $R = 2,0$ м равномерно вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр, с угловой скоростью $\omega = 2,5$ об/мин. По краю платформы шагает человек со скоростью $v_0 = 1$ м/с относительно платформы. Найти ускорение a , с которым человек перемещается относительно Земли, шагая: а) в направлении вращения; б) в направлении, противоположном вращению платформы.

2. ДИНАМИКА

Законы Ньютона

74. К потолку каюты равномерно идущего теплохода подвешен шар. Как изменится положение шара, если теплоход: а) начнет увеличивать скорость не меняя направление движения; б) повернет в сторону; в) внезапно остановится?

75. На поезд, движущийся по прямолинейному горизонтальному участку, действует постоянная сила тяги электровоза, равная силе сопротивления. Какое движение совершает поезд?

76. На горизонтальной плоскости лежат два шара, соединенные нерастяжимой нитью. Масса правого шара больше ($M > m$).

С одной и той же силой тянут вначале правый шар вправо, а затем левый – влево. В обоих случаях сила F сообщает системе (два шара – нить) одно и то же ускорение a . Одинаково ли натяжение нити в этих случаях?

77. Как движется космический корабль, если на него действует: а) постоянная сила; б) убывающая сила? Покажите на графике зависимость модуля скорости и ускорения от времени для обоих случаев.

78. Два тела массами M и m ($M > m$) одновременно отпустили с некоторой высоты. Одновременно ли они упадут на пол, если сила сопротивления воздуха для обоих тел одинакова и постоянна?

79. Какие силы приложены к телу в каждом из приведенных случаев: а) тело летит, брошенное под углом к горизонту; б) тело соскальзывает с наклонной плоскости; в) тело, подвешенное на нити, вращается в вертикальной плоскости; г) подвешенное на нити тело колеблется в вертикальной плоскости?

80. В каких случаях направления скорости и ускорения совпадают? Может ли тело двигаться с ускорением, перпендикулярным к скорости движения?

81. Лодочник, сидя в лодке, подгонял ее к берегу: а) натягивая веревку, привязанную к дереву; б) передав конец веревки другому лодочнику, стоящему на берегу. Оба тянули с одинаковыми силами, равными силе в случае а). В каком случае лодка быстрее достигнет берега?

82. Два мальчика растягивают пружину динамометра, причем каждый из них тянет с силой $F = 50$ Н. Какую силу N покажет динамометр?

83. С одинаковой ли силой сжимаются буферы при столкновении двух вагонов, если массы вагонов: а) разные; б) одинаковые? Считать, что жесткость пружин одинакова.

84. Почему парусная яхта может двигаться поперек ветра?

85. Луна притягивается Солнцем примерно в 2 раза сильнее, чем Землей. Почему же Луна – спутник Земли, а не самостоятельная планета?

86. Сколько существует в пространстве точек, где в каждый момент времени сила земного тяготения: а) равна по модулю силе лунного тяготения; б) уравновешивается силой лунного тяготения?

87. Бесконечно протяженная тонкая плоскость притягивает по закону всемирного тяготения материальную точку с силой F . Как изменится сила, если увеличить расстояние между плоскостью и точкой?

88. Меняется ли вес парашютиста с момента его отделения от самолета до момента приземления?

89. Какой вес покажут пружинные весы в лифте при измерении веса груза массой $m = 1$ кг, если: а) лифт начинает свободно падать; б) подниматься с ускорением; в) опускаться с ускорением?

90. Тело брошено вертикально вверх с некоторой начальной скоростью v_0 . Сопротивление воздуха зависит от скорости движения тела. Сравните ускорение тела с ускорением свободного падения в моменты, когда тело: а) начнет двигаться вверх; б) будет находиться в наивысшей точке подъема; в) начнет падать.

91. В течение $t = 5$ с сила F , действующая на брусок, возрастала равномерно (рис. 12). В момент $t = 3$ с тело начало двигаться. Нарисуйте график зависимости силы трения покоя от времени.

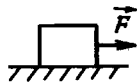
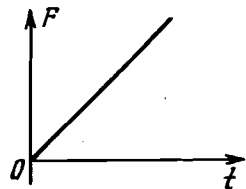


Рис. 12

92. Чему равна сила трения покоя $F_{тр}$, действующая на груз массой $m = 10$ кг, покоящийся: а) на наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 60^\circ$; б) на горизонтальной плоскости? Груз взаимодействует лишь с Землей и опорой.

93. Движущей силой поезда является сила трения колес электровоза о рельсы, а силой сопротивления движения — сила трения колес вагонов. Известно, что вес вагонов больше веса электровоза. Почему движется поезд?

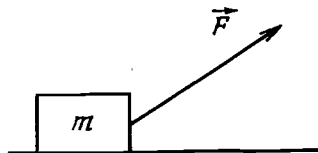


Рис. 13

94. Тело массой m равномерно движется по горизонтальной поверхности под действием силы F , направленной под углом α к поверхности (рис. 13). Определите модуль силы реакции поверхности R .

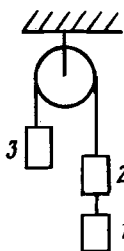
95. По горизонтальной плоскости начинает двигаться тело массой $M = 5$ кг под действием силы $F = 3$ Н, приложенной вверх под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Коэффициент трения скольже-

ния $\mu = 0,2$. Вычислите скорость v тела через $t = 10$ с после начала действия силы.

96. На брусок массой $m = 0,5$ кг, лежащий на горизонтальной плоскости, действует горизонтальная сила $F = 4,9$ Н. Гирию какой массы M нужно положить на брусок, чтобы он оставался в покое, если коэффициент трения покоя между плоскостью и бруском $\mu = 0,2$?

97. За какое время t останавливается тело, которое в начальный момент двигалось по горизонтальной поверхности со скоростью $v = 20$ м/с, если коэффициент трения $\mu = 0,7$?

98. Две гири массами $m_1 = 7$ кг и $m_2 = 11$ кг висят на концах нерастяжимой нити, которая перекинута через блок. Гиря вначале покоится на одной высоте. Через какое время t после начала движения более легкая гиря окажется на $l = 10$ см выше тяжелой? Определите натяжение нитей T_1 и T_2 . Силу сопротивления вращения блока принять равной $F = 10$ Н. Массой нити и блока пренебречь.



99. Через неподвижный блок перекинута нерастяжимая нить, к которой подвешены три одинаковых груза массой по $m = 2$ кг каждый (рис. 14). Найдите значение ускорения a грузов системы и силу натяжения T нити, связывающей грузы 1 и 2. Массой нити и трением пренебречь.

Рис. 14

100. Два тела массой m_1 и m_2 связаны нитью, перекинутой через блок (рис. 15). Тело m_1 находится на наклонной плоскости с углом наклона α , коэффициент трения о плоскость равен μ . Тело массой m_2 висит на нити. Найдите значение ускорения тел a_1 и a_2 и величину силы давления блока на ось. Считать $\operatorname{tg} \alpha > \mu$, $m_2 > m_1$.

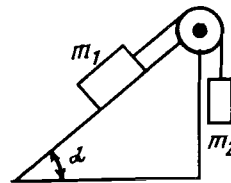


Рис. 15

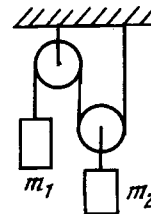


Рис. 16

101. Найдите значение ускорения a_1 и a_2 тел массой m_1 и m_2 , а также натяжение нити T в системе, изображенной на рис. 16. Массой блоков и нитей пренебречь.

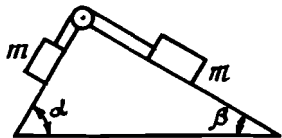


Рис. 17

T натяжения нити и силы F давления блоков на ось. При каком коэффициенте трения μ_1 грузы будут находиться в покое? Массой нити и блока пренебречь.

103. Динамометр D (рис. 18) прикреплен к двум грузам с массами $M = 10$ кг и $m = 10$ г, к которым приложены силы $F = 20$ Н и $f = 10$ Н. Что будет происходить с грузами и каковы будут показания динамометра T , если: а) силу F приложить к большему грузу, а силу f - к меньшему; б) силу F приложить к меньшему грузу, а силу f - к большему; в) массы грузов будут одинаковы $M = m = 5$ кг? Действием всех остальных сил пренебречь.

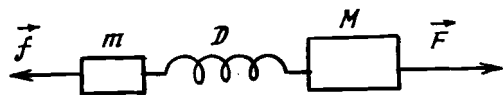


Рис. 18

104. На тележке, движущейся в горизонтальном направлении с ускорением a , стоит сосуд с жидкостью. Определите угол наклона поверхности жидкости α к горизонту.

105. К потолку вагона, движущегося в горизонтальном направлении с ускорением $a_0 = 5,7$ м/см², прикреплен блок, через который перекинута нить с грузами $m_1 = 1,5$ кг и $m_2 = 2$ кг (рис. 19). Определите натяжение нити T , а также модули ускорений \vec{a}_1 и \vec{a}_2 обоих грузов относительно Земли. Какой угол β с вертикалью образуют указанные векторы? Нить нерастяжима, массой блока и нити пренебречь.

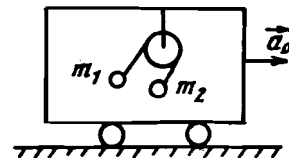


Рис. 19

106. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,5$. Какой наибольший угол α с горизонтом может составлять доска, чтобы шайба не соскальзывала?

107. Брусok массой m соскальзывает с наклонной плоскости, которая составляет с горизонтом угол α . Какую наименьшую силу F , направленную параллельно основанию наклонной плоскости, следует приложить к бруску, чтобы он оставался на плоскости в покое, если коэффициент трения покоя между плоскостью и бруском равен μ ?

108. С каким ускорением должен ехать вниз заводной автомобиль массой m по доске массой M , лежащей на неподвижном клине с углом наклона α , чтобы доска: а) не соскальзывала (трение между доской и клином отсутствует); б) скользила вверх по клину (коэффициент трения доски о клин μ_2 , коэффициент трения автомобиля о доску μ_1)?

109. Тело движется равномерно по горизонтальной поверхности под действием силы \vec{F} . Коэффициент трения $\mu = 0,6$. Какой угол α с горизонтом должна составлять сила, чтобы ее значение было минимальным?

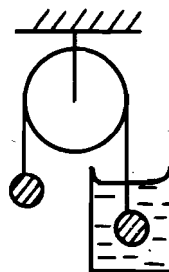


Рис. 20

110. Два одинаковых шарика связаны нерастяжимой нитью, перекинутой через блок, причем один из шариков погружен в сосуд с жидкостью (рис. 20). С какой установившейся скоростью v будут двигаться шарики, если известно, что установившаяся скорость падения одиночного шарика в той же жидкости равна v_0 ? Силу сопротивления считать пропорциональной скорости. Плотность жидкости - $\rho_{ж}$, плотность материала шарика - ρ . Массой нити и блока пренебречь.

111. Автомобиль массой $m = 10^3$ кг движется с постоянной скоростью $v = 10$ м/с: а) по выпуклому мосту; б) по вогнутому мосту. Радиус кривизны моста $R = 20$ м. С какой силой F давит автомобиль на

мост в тот момент, когда линия, соединяющая центр кривизны моста с автомобилем, составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с вертикалью?

112. Какую максимальную скорость v может развить велосипедист, движущийся по окружности радиусом r , если коэффициент трения покоя равен μ ? Под каким углом α к вертикали при этом наклоняется велосипедист? Поверхность горизонтальна.

113. На вращающемся горизонтальном диске укреплен отвес, который устанавливается под углом $\alpha = 45^\circ$ к вертикали (рис. 21). Расстояние от точки подвеса до оси вращения $d = 10$ см, длина нити $l = 6$ см. Определите угловую скорость вращения ω .

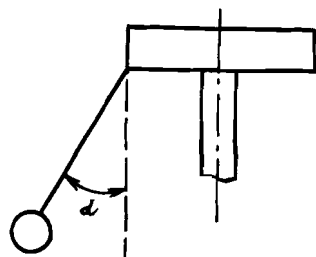


Рис. 21

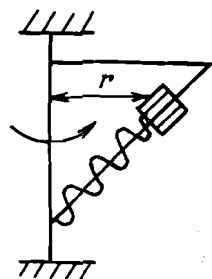


Рис. 22

114. Тело массой m , прикрепленное к пружине, может свободно скользить по штанге, вращающейся вокруг вертикальной оси (рис. 22). Угол наклона штанги — α , длина недеформированной пружины — l_0 , жесткость — K . Чему равна угловая скорость вращения системы ω , если расстояние от оси вращения до тела равно r . (Пружина при этом растянута.)

115. В вагоне поезда, идущего с постоянной скоростью $v = 20$ м/с по криволинейному пути с закруглением $R = 200$ м, взвешивают на подвесных пружинных весах груз массой $m = 5$ кг. Какую силу P показывают весы?

116. На краю наклонной плоскости с углом наклона α лежит тело (рис. 23). Плоскость равномерно вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω . Расстояние от тела до оси вращения равно R . Найдите наименьший коэффициент трения μ , при котором тело удерживается на вращающейся наклонной плоскости.

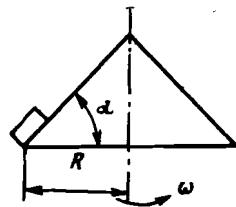


Рис. 23

117. По желобку, изогнутому в виде дуги окружности радиусом R , выпуклостью вниз может без трения скользить тело массой m . На какой высоте h от нижнего края желобка будет находиться тело, если желобок равномерно вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, проходящей через нижний край желобка? С какой силой F тело давит на желобок?

118. Резиновый шнур, концы которого соединены, свободно насажен на цилиндрический конус, вращающийся вокруг вертикальной оси с угловой скоростью $\omega = 20$ об/с. Принимая форму шнура за окружность, определите силу натяжения T шнура. Масса шнура $m = 15$ г, длина $l = 60$ см.

119. Отношение периодов обращения двух спутников $n = 2$. Каково отношение K радиусов их орбит?

120. Двойная звезда вращается вокруг общего центра масс с периодом $T = 10$ земных суток. Массы отдельных звезд: $m_1 = 10^{32}$ кг, $m_2 = 3 \cdot 10^{32}$ кг. Определите расстояние R между звездами.

121. Вычислите плотность ρ вещества шарообразной планеты, если спутник движется вокруг нее по круговой орбите с периодом T на расстоянии от поверхности планеты, составляющим $n = 1/2$ ее радиуса.

122. Вес тела на полюсе Сатурна на $\mu = 16\%$ превышает его вес на экваторе. Плотность планеты $\rho = 0,70 \cdot 10^3$ кг/м³. Определите период обращения планеты T вокруг своей оси.

123. Вес тела на экваторе некоторой планеты на $\eta = 20\%$ меньше, чем на полюсе. Радиус планеты $R = 5000$ км, сутки на планете продолжаются $T = 48$ часов. Какова масса планеты M ?

124. Какой продолжительности T должны были бы быть сутки на Земле, чтобы тела на экваторе не имели веса? Радиус Земли принять равным 6400 км.

125. При выводе спутника на круговую орбиту, проходящую вблизи поверхности Земли, была совершена работа $A = 3,2 \times 10^{10}$ Дж. Найдите массу спутника m . Радиус Земли R_3 принять равным 6400 км. Сопротивлением воздуха пренебречь.

126. Определите среднюю плотность ρ Солнца, если период обращения Земли вокруг Солнца $T = 1$ год и угловой диаметр Солнца $\alpha = 32'$.

127. По оси вращения земного шара пробурована шахта. В нее падает тело. Определите максимальную скорость тела v_0 . Сопротивление воздуха не учитывать. (Радиус земли R , ускорение свободного падения на поверхности g .)

128. Два шара — тяжелый и легкий, связанные нитью, можно подвесить к резиноному шнуру так, чтобы внизу находился тяжелый шар, и так, чтобы внизу находился легкий шар. Если пережечь нить в первом случае, легкий шар придет в движение с ускорением $a_1 = 20 \text{ м/с}^2$. С каким ускорением a_2 придет в движение тяжелый шар, если пережечь нить во втором случае?

129. К грузу A массой $m_1 = 7 \text{ кг}$ подвешен на веревке груз E массой $m_2 = 5 \text{ кг}$. Масса веревки $m = 4 \text{ кг}$. К грузу A приложена направленная вверх сила $F = 188,8 \text{ Н}$. Найдите натяжение T_0 в верхнем конце и в середине веревки T_1 .

130. Шар массой $m = 200 \text{ г}$ с отверстием может скользить по горизонтальному стержню, укрепленному на вертикальной оси. Шар соединен с осью пружиной, длина которой в нерастянутом положении $l_0 = 20 \text{ см}$. Когда стержень вращается со скоростью $\omega = 12 \text{ рад/с}$, пружина растягивается до длины $l = 40 \text{ см}$. Определите жесткость K пружины. Трение не учитывать.

131. Два груза массами m_1 и m_2 соединены нерастяжимой нитью, перекинутой через блок. Определите модуль ускорения грузов $a_{1,2}$, натяжение нити T и силу давления N на ось блока, если блок движется с ускорением a_0 , направленным вверх. Массой блока пренебречь.

132. От поезда, идущего по горизонтальному участку пути с постоянной скоростью v_0 , отцепляется треть общего числа вагонов, скорость которых через некоторое время уменьшается в 2 раза. Определите скорость головной части поезда v_1 в этот момент. Считать, что сила тяги после разрыва поезда не изменилась, а сила трения пропорциональна весу и не зависит от скорости.

133. Тело, брошенное вертикально вверх с начальной скоростью $v_0 = 30 \text{ м/с}$, достигло высшей точки подъема спустя время $t = 2,5 \text{ с}$. Определите среднее значение силы F сопротивления воздуха, если масса тела $m = 40 \text{ г}$.

134. По гладкому горизонтальному столу без трения может скользить брусок массой $M = 3 \text{ кг}$, на котором лежит брусок массой $m = 1 \text{ кг}$. Они соединены нерастяжимой невесо-

мой нитью через блок (рис. 24). К нижнему бруску приложена сила $F = 25 \text{ Н}$, под действием которой брусок массой M движется с ускорением $a = g/2$. Определите коэффициент трения μ между брусками.

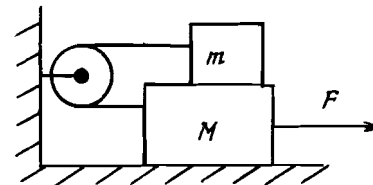


Рис. 24

135. На нити длиной l висит груз массой m . На какой угол α от вертикали надо отклонить груз, чтобы при последующем его движении нить оборвалась? Нить обрывается при силе натяжения T .

136. Шарик подвешен на нити и совершает колебания в вертикальной плоскости. При прохождении положения равновесия его ускорение равно $a_0 = 3,9 \text{ м/с}^2$. Чему равно ускорение шарика a при максимальном отклонении от положения равновесия?

137. Шарик массой $m = 100 \text{ г}$ подвешен на нити длиной $l = 50 \text{ см}$, отклоненной от вертикали на угол $\alpha = 60^\circ$, и отпущен. Нить обрывается, когда скорость шарика достигает значения $v = 2 \text{ м/с}$. Определить натяжение нити T в момент разрыва.

138. По бруску массой M , лежащему на гладкой горизонтальной поверхности и удерживаемому пружиной (рис. 25),

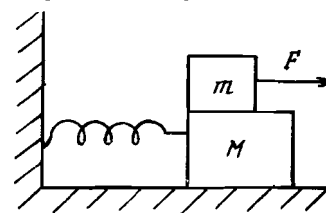


Рис. 25

скользит относительно бруска равномерно брусок массой m под действием силы F . Какова зависимость ускорения бруска M и сил трения от времени?

139. Может ли равняться нулю работа сил трения покоя? Если да, то при каких перемещениях?

Импульс. Закон сохранения импульса

140. Лодочник подогнал лодку к берегу, касаясь ее носовой частью земли. Когда он переходил от кормы к носу, лодка отошла от берега. Почему?

141. На тележке M расположены тела A и B , соединенные невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через блок (рис. 26).

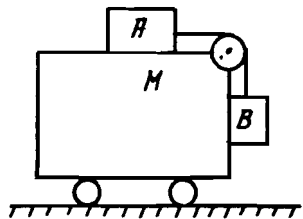


Рис. 26

Пренебрегая трением, выясните, как будут двигаться тележка и тела, если в начальный момент они покоились. Как должна быть приложена сила F к тележке M , чтобы тело A было неподвижно относительно тележки?

142. Мальчики, разогнавшись до некоторой скорости, переезжали на коньках по тонкому льду с одного берега на другой. Когда один из них остановился, то лед под ним проломился. Почему это случилось? (Толщина льда везде одинакова.)

143. Один шар налетает на другой такой же покоящийся шар. В каком случае покоящийся шар приобретает большую скорость: при упругом или неупругом центральном ударе?

144. На горизонтальной плоскости покоится шар, с ним сталкивается другой шар такой же массы. Удар абсолютно упругий и нецентральный. Докажите, что в результате столкновения шары разлетятся по двум взаимно перпендикулярным направлениям.

145. Определите модуль приращения импульса $|\Delta \vec{p}|$ шарика массой $m = 50$ г, движущегося со скоростью $v_0 = 2$ м/с, при упругом ударе о неподвижную плоскость, составляющую с вектором скорости угол α , равный: а) 45° , б) 60° , в) 90° .

146. Снаряд, летящий со скоростью $v_0 = 50$ м/с, разрывается в верхней точке траектории на высоте $h = 20$ м на две одинаковые части. Одна часть упала под местом взрыва через время $t = 1$ с. На каком расстоянии l от места взрыва упадет вторая часть снаряда?

147. Снаряд, летящий горизонтально со скоростью $v = 200$ м/с, разрывается на две равные части, одна из которых после разрыва движется вертикально вниз со скоростью $v_1 = 150$ м/с. Какое расстояние l по горизонтали пролетит второй осколок, если разрыв произошел на высоте $H = 500$ м? Сопротивлением воздуха пренебречь.

148. Невесомая нерастяжимая нить с грузами массой $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг на ее концах перекинута через блок на горизонтальной оси, прикрепленной к потолку. Оба груза вначале удерживают на одинаковой высоте $h = 30$ см над полом, а затем систему отпускают. Определите приращение $|\Delta \vec{p}|$ импульса системы к моменту, когда один из грузов ударится об пол.

149. Мяч массой $m = 100$ г, взлетающий вертикально вверх, перед ударом о потолок имеет скорость $v = 10$ м/с и с такой же скоростью отскакивает в обратном направлении после удара, длящегося $\tau = 0,1$ с. Определите среднюю величину силы $\langle F \rangle$, с которой мяч давит на потолок во время удара.

150. На покоящуюся плиту падает вертикально мяч массой m со скоростью v и упруго отражается. Определите среднюю силу F_{cp} , действующую на плиту за время удара τ .

151. Рыболов, масса которого $m = 80$ кг, находится на корме неподвижной лодки, масса которой $M = 400$ кг. Затем человек проходит на нос лодки. Во сколько раз n расстояние, пройденное человеком относительно дна водоема, превосходит расстояние, пройденное лодкой?

152. Две одинаковые лодки двигались со скоростями v_1 и v_2 под углами α_1 и α_2 к некоторому направлению, заданному осью OX . Когда лодки оказались на очень близком расстоянии, пассажиры лодок одновременно обменялись мешками с одинаковым грузом так аккуратно, что при отделении мешка от "своей" лодки скорости мешка и лодки не изменились. Считая массу каждой из лодок вместе с пассажиром в n раз больше массы мешка, найдите проекции скоростей лодок u_1 и u_2 после обмена мешками на взаимно перпендикулярные оси OX и OY .

153. По горизонтальным рельсам со скоростью $v = 20$ км/ч движется платформа массой $M = 200$ кг. На нее вертикально падает камень массой $m = 50$ кг с высоты $h = 3$ м и движется вместе с платформой. Через некоторое время в платформе открывается люк и камень проваливается вниз. С какой скоростью u после этого движется платформа? (Трение между платформой и рельсами не учитывать.)

154. Из легкой пушки стреляют шариком, вылетающим со скоростью $v = 10$ дм/с под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Во время выстрела пушечка испытывает отдачу, двигаясь со скоростью $u = 10$ см/с, в момент, когда шарик покидает ствол. Определите скорость шарика v_1 , вылетающего из пушечки, относительно ствола, а также угол β наклона ствола к горизонту.

Работа. Мощность. Энергия

155. В каких случаях сила, действующая на тело, не производит работу?

156. Баба копра свободно падает с некоторой высоты и забивает сваю. Равные ли работы совершает сила тяжести за равные промежутки времени? При упругом или неупругом ударе свая глубже погрузится в грунт?

157. Как будет меняться скорость автомобиля при въезде на гору, если мощность двигателя остается постоянной?

158. Тело массой m находится на высоте h над дном ямы. Яма во время дождя заполнилась водой. Одинакова ли в обоих случаях потенциальная энергия тела относительно уровня дна ямы?

159. При снижении скорости с 50 до 30 км/ч (нажатым на тормоз с постоянной силой) автомобиль прошел большее расстояние, чем при снижении скорости с 30 до 10 км/ч. Почему автомобиль проходит неравные расстояния при снижении скорости на одинаковую величину?

160. В пространстве вдали от звезд и планет летит ракета. Будет ли совершаться механическая работа, если включены двигатели, а трение отсутствует? Притяжением звезд пренебречь.

161. Шар перемещается по наклонной плоскости под действием силы тяжести, один раз соскальзывая без трения, другой — скатываясь с нее. Одинаковую ли скорость имеет центр шара при переходе на горизонтальную плоскость?

162. Откуда труднее прыгнуть на берег: с катера или с маленькой лодки?

163. На брусок массой $m = 1$ кг, покоившийся на горизонтальной плоскости, действовали в течение времени $t = 10$ с постоянной силой $F = 5$ Н, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$ и направленной вверх. Найдите работу A этой силы, если коэффициент трения между бруском и плоскостью $\mu = 0,25$.

164. Тело массой m , брошенное под углом к горизонту, упало на расстоянии S от места бросания. Зная, что максимальная высота подъема равна H , найдите работу бросания A . Сопротивлением воздуха пренебречь.

165. Баскетболист поднимает мяч массой $m = 0,3$ кг на высоту $h = 1,2$ м, а затем бросает его со скоростью $v = 10$ м/с. Определите работу A , совершенную баскетболистом.

166. Какую работу A необходимо совершить, чтобы сдвинуть с места брусок массой $m = 1$ кг, лежащий на горизон-

тальной поверхности, растягивая в горизонтальном направлении пружину, прикрепленную к бруску, жесткость которой $k_0 = 40$ Н/м? Коэффициент трения между бруском и поверхностью $\mu = 0,3$. Какую среднюю мощность $N_{ср}$ разовьет внешняя сила, растягивая пружину с постоянной скоростью $v = 1,2$ м/с? Какова мощность N внешней силы в тот момент, когда брусок сдвинется с места?

167. Чему равна работа A по подъему лежащей цепи массой $m = 50$ г и длиной $l = 2$ м, если верхний конец цепи поднимается на высоту $H = 5$ м?

168. Вычислить первую космическую скорость v у поверхности Луны, если радиус Луны $R = 1760$ км, а ускорение свободного падения на Луне составляет $\eta = 0,17$ земного.

169. Бассейн площадью $S = 100$ м², заполненный водой до уровня $h = 1$ м, разделен пополам вертикальной перегородкой. Перегородку медленно передвигают в горизонтальном направлении так, чтобы она делила площадь бассейна в отношении $n/m = 3$. Какую для этого надо совершить работу A , если вода не проникает через перегородку?

170. Автомобиль с двигателем мощностью $N = 80$ кВт массой $m = 1,5$ т движется в гору по дороге, образующей угол $\alpha = 20^\circ$ с горизонтом. С какой максимальной скоростью v может двигаться этот автомобиль, если сила сопротивления составляет $\eta = 0,3$ от силы тяжести?

171. Равна ли кинетическая энергия E обруча массой m , катящегося со скоростью v , величине $mv^2/2$?

172. Тележка скатывается по наклонной плоскости, переходящей в мертвую петлю радиусом R (рис. 27). Определите минимальную высоту h , скатываясь с которой тележка пройдет "мертвую петлю".

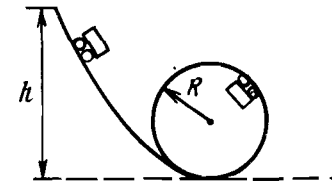


Рис. 27

173. Найдите мощность N воздушного потока, имеющего поперечное сечение в виде круга диаметром $d = 20$ м и текущего со скоростью $v = 10$ м/с. Плотность воздуха $\rho = 1,3$ кг/м³.

Законы сохранения в механике

174. Тело массой m , находящееся на вершине горы высотой h , соскальзывает вниз и, пройдя некоторый путь, останавливается. Какую работу A надо совершить, чтобы медленно тащить его обратно в гору по тому же пути?

175. Спутник движется по круговой орбите высотой h_1 вблизи поверхности Земли; затем, включив двигатели, переходит на орбиту $h_2 > h_1$. Равна ли затраченная на переход энергия величине $mg(h_2 - h_1)$?

176. К потолку на нитях длиной l подвешены n одинаковых упругих шаров, соприкасающихся друг с другом. Один шар (правый крайний) отклонили на угол α и отпустили. Что произойдет с другими шарами? Тот же вопрос, если отклонили 2 шара, 3 шара?

177. По двум наклонным плоскостям одинаковой высоты H , но с разными углами наклона α_1 и α_2 без трения соскальзывают тела. Их начальные скорости равны нулю. Значительно ли отличаются скорости тел в конце пути?

178. Соединяющиеся сосуды соединены узкой трубкой, перекрытой краном. Один из сосудов до высоты H наполнен жидкостью. После открытия крана высота столба воды стала в обоих сосудах равна $H/2$. Каково изменение потенциальной энергии и куда она "исчезла"?

179. В ящик массой M , подвешенный на нити, попадает пуля массой m , летевшая горизонтально со скоростью v_0 , и застревает в нем. Найдите изменение механической энергии Q системы. На какую высоту H поднимется ящик?

180. На горизонтальной плоскости находится треугольная призма массой M с углом наклона $\alpha = 45^\circ$. С этим телом абсолютно упруго сталкивается шарик массой m , летевший горизонтально со скоростью v_0 . В результате удара шарик подскакивает вертикально вверх, а тело начинает без трения скользить по горизонтальной плоскости. Найдите скорость v_1 , с которой шарик начинает свое вертикальное движение после удара.

181. На гладкой горизонтальной поверхности на расстоянии $l = 3$ м от вертикальной стенки находится шар массой M . Другой шар массой m скользит с некоторой скоростью от стенки к шару M . После абсолютно упругого соударения шар массой m достигает стенки и, упруго отразившись от нее, догоняет шар массой M . Определите, на каком расстоянии L от стенки произойдет второе соударение, если отношение масс $M/m = n = 5$.

182. Вагон массой $M_1 = 50$ т, движущийся со скоростью $v_0 = 12$ км/ч, сталкивается с покоящейся платформой массой $M_2 = 30$ т. Найдите скорость v их совместного движения сразу после срабатывания автосцепки. Вычислите расстояние l , пройденное вагоном и платформой после сцепления, если сила сопротивления составляет $n = 0,05$ от веса.

183. Неподвижный человек массой $M = 80$ кг, стоящий на коньках, бросает в горизонтальном направлении камень массой $m = 1,5$ кг и откатывается при этом на расстояние $l = 2$ м. Коэффициент трения коньков о лед $\mu = 0,01$. Найдите скорость камня u относительно человека сразу же после броска.

184. На пути тела m , движущегося по гладкому горизонтальному столу, находится незакрепленная "горка" массой M и высотой $H = 2$ м (рис. 28). При какой минимальной начальной скорости v_0 тело сможет преодолеть "горку"? Масса "горки" в $n = 5$ раз больше массы тела. Считать, что тело движется, не отрываясь от горки. Трение не учитывать.

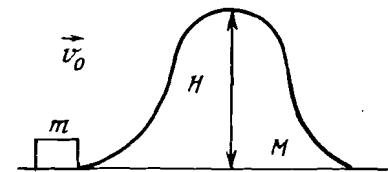


Рис. 28

185. Телу сообщают начальную скорость v_0 , чтобы оно смогло попасть из точки А в точку В по двум путям (рис. 29, а и б). В обоих случаях тело должно преодолеть одну и ту же высоту H . Найдите минимальную начальную скорость v_0 для обоих случаев. Трением пренебречь, движение происходит в поле тяжести.

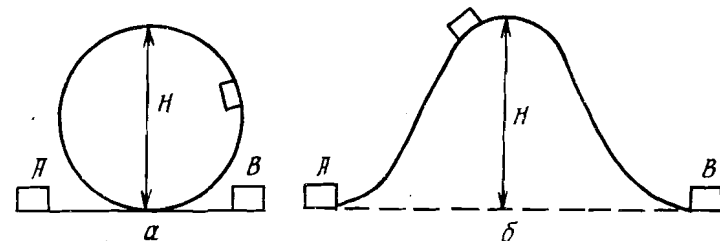


Рис. 29

186. Небольшое тело скользит с вершины сферы вниз. На какой высоте h сила давления тела на поверхность сферы радиусом R будет равна нулю? Трение отсутствует.

187. Тело массой m совершает "мертвую петлю" (рис. 27), соскальзывая с наименьшей необходимой для этого высоты. Определите, с какой силой F тело давит на опору в той точке петли, радиус которой составляет острый угол α с вертикалью. Трение пренебречь.

188. Гладкий неупругий шарик из мягкого свинца налетает на такой же шарик, первоначально покоящийся. После столкновения второй шарик летит под углом α к направлению скорости первого шарика до столкновения. Определите угол β , под которым разлетаются шары после столкновения. Какая часть кинетической энергии η перейдет при столкновении во внутреннюю энергию?

189. На чашку массой $m_1 = 0,2$ кг пружинных весов с жесткостью пружины $k = 10$ Н/м падает груз массой $m_2 = 0,1$ кг с высоты $H = 0,2$ м. Удар абсолютно неупругий. На какое максимальное расстояние l от точки падения опустится груз массой m_2 ?

190. На гладкой горизонтальной поверхности тела массой M , плавно переходящей в вертикальную поверхность, покоился брусок массой m , которому сообщили горизонтальную скорость v_0 . Какова скорость отрыва v_1 бруска от тела, если высота его вертикальной части равна H , а само тело может без трения скользить по горизонтальной поверхности (рис. 30)?

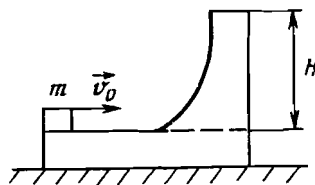


Рис. 30

191. На горизонтальном стержне, способном вращаться вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω , без трения может перемещаться груз массой m , прикрепленный к одному концу пружины с жесткостью k и начальной длиной l_0 . Другим концом пружина закреплена к оси вращения. Какую работу A надо затратить, чтобы заставить вращаться эту систему?

192. Пуля массой $m = 10$ г застревает в первоначально покоящемся бруске, масса которого $M = 0,1$ кг. Какая доля η механической энергии потеряна при ударе?

193. С неподвижной тележки прыгнул человек, после чего тележка проехала по горизонтали путь $l = 10$ м. Масса те-

лежки в $n = 5$ раз превосходит массу человека. Найдите значение скорости человека относительно тележки u после прыжка. Коэффициент трения тележки о поверхность $\mu = 0,01$.

194. Телу массой $m = 1$ кг, лежащему на горизонтальной платформе покоящейся тележки, сообщают скорость $v = 10$ м/с. Коэффициент трения тела о платформу $\mu = 0,2$. Тележка массой $M = 100$ кг катится без трения. Какой путь l пройдет тележка к тому моменту, когда тело остановится на ней? Какое количество энергии перейдет в тепло при движении тела по платформе?

195. Между двумя брусками массой $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 4$ кг сжата пружина до длины $l = 7$ см при помощи нити. Жесткость пружины $k = 48$ Н/м, длина недеформированной пружины $l_0 = 15$ см. Нить пережигают. С какими скоростями v_1 и v_2 будут двигаться бруски? Трение не учитывать.

196. На краю ямы глубиной H покоится брусок массой M , в который пуля массой m попадает с начальной скоростью v_0 и вылетает со скоростью v . На каких расстояниях l_1 и l_2 от края ямы упадут брусок и пуля соответственно? Временем удара пренебречь.

197. Шар массой m_1 , движущийся со скоростью v_1 , упруго сталкивается с шаром массой m_2 , движущимся со скоростью v_2 . Определите скорости шаров u_1 и u_2 после центрального удара.

198. При бомбардировке гелия α -частицами с кинетической энергией E_0 налетающая частица отклонилась на угол $\beta = 60^\circ$ к первоначальному направлению ее движения. Считая столкновение упругим, определите кинетические энергии α -частицы и ядра после столкновения.

199. Шарик массой $m = 200$ г подвешен на нити длиной $l = 1$ м так, что нить горизонтальна, и отпущен. В нижнем положении шарик сталкивается абсолютно упруго с шайбой и отскакивает на угол $\alpha = 60^\circ$. Найдите массу шайбы M .

200. Два одинаковых шара, масса каждого из которых $m = 1,5$ кг, движущиеся с одинаковой по модулю скоростью $v = 10$ м/с, сталкиваются абсолютно неупруго. Какой угол α образовывали друг с другом скорости шаров до удара, если при ударе было потеряно $\eta = 0,3$ суммарной кинетической энергии?

201. К концам жесткой штанги длиной $l = 50$ см прикреплены одинаковые небольшие шарики массой $M = 200$ г каждый. Штанга может вращаться в вертикальной плоскости вокруг

оси, проходящей через ее середину. По гладкой горизонтальной поверхности, расположенной под штангой, движется брусок массой $m = 100$ г со скоростью $u_0 = 10$ м/с и, ударив по нижнему шарiku, отскакивает в обратном направлении со скоростью $u = 0,6$ м/с. Считая удар упругим, найдите угловую скорость ω , с которой штанга вращается после соударения. Определите среднюю силу N_{cp} , с которой во время удара длительностью $t = 0,042$ с штанга давит на ось.

202. Из пушки массой M , находящейся у подножья наклонной плоскости, вылетает в горизонтальном направлении снаряд массой m с начальной скоростью v_0 . На какую высоту H поднимется пушка по наклонной плоскости в результате отдачи, если угол наклона плоскости к горизонту равен α , а коэффициент трения пушки о плоскость равен μ ? Считать, что при движении пушки по горизонтальному участку трение отсутствует.

203. Для забивки сваи груз массой $m = 200$ кг поднимают с постоянной скоростью $v = 5$ м/с, а затем отпускают на высоте $H = 10$ м, после чего он движется свободно до удара о сваю. Масса сваи $M = 300$ кг, сила сопротивления грунта движению сваи постоянна и равна $F = 20000$ Н. Какова энергия E груза в момент его удара о сваю? На какую глубину h опускается свая после каждого удара? Принять $g = 10$ м/с², удар считать неупругим.

3. СТАТИКА

Статика твердого тела

204. Может ли модуль равнодействующей двух сил, равных по значению 3 Н и 4 Н, равняться: 1 Н; 3 Н; 5 Н; 7 Н; 9 Н?

205. Почему длинный стержень легче держать за середину, чем за конец?

206. Показать направления сил, удерживающих в покое лестницу, опирающуюся на гладкую стену и шероховатый пол.

207. Почему нельзя встать со стула, не наклонив корпус вперед?

208. Для увеличения длины пружины на Δl требуется сила, равная 3 Н. Какая сила F потребуется для растяжения на длину Δl двух таких же пружин: а) соединенных параллельно; б) соединенных последовательно?

32

209. К серединам двух нитей, расстояния между закрепленными концами которых одинаковы, подвешены одинаковые грузы. Нити провисают под тяжестью грузов и образуют с горизонталью углы α_1 и α_2 ($\alpha_1 > \alpha_2$). Какая из нитей натянута сильнее?

210. Клин 1 с углом β "вышибают" клином 2 с углом α , на который действуют силой F (рис. 31). Найдите силу F_1 , "вышибающую" клин 1. Трением пренебречь.

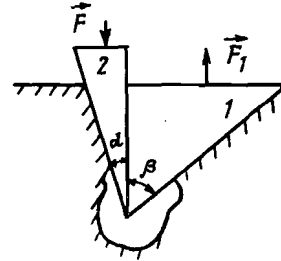


Рис. 31

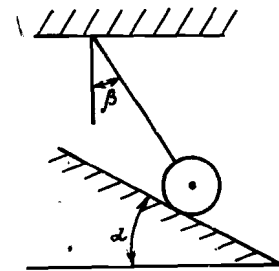


Рис. 32

211. Определите силу натяжения T нити и силу давления N шарика массой m на наклонную плоскость (рис. 32). Угол наклона плоскости α , угол между нитью и вертикалью β . (Трением между шариком и плоскостью пренебречь.)

212. В задаче 210 определите, при каком коэффициенте трения μ между клиньями и поверхностью щели можно выбить клин 1. (Массой клиньев и трением между их поверхностями пренебречь.)

213. Что является мерой устойчивости и равновесного состояния тела?

214. С какой минимальной силой F , направленной горизонтально, нужно прижать к стене плоский брусок массой $m = 2$ кг, чтобы он не соскользнул вниз? Коэффициент трения между бруском и стеной $\mu = 0,2$.

215. Два человека несут балку длиной $L = 5$ м, причем один поддерживает ее на расстоянии $l_1 = 50$ см от конца, а другой — на расстоянии $l_2 = 1$ м от другого конца. Определите, во сколько раз n нагрузка на второго человека превышает нагрузку на первого.

216. Доска, лежащая на столе, выступает за край стола на $n = 1/3$ своей длины. Груз какой массы m можно поло-

33

жить на край доски, чтобы она не опрокинулась? Масса доски $M = 7$ кг.

217. Тонкая проволока длиной $l = 20$ см согнута в виде равнобедренного треугольника, длина основания которого $a = 5$ см. Определить расстояние r между основанием и центром тяжести.

218. Какую продольную силу F нужно приложить к бруску, находящемуся на наклонной плоскости, чтобы он не скользил? Масса бруска $m = 2$ кг, коэффициент трения $\mu = 0,5$, угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$.

219. Однородная тонкая пластинка имеет форму круга радиусом R , в котором вырезано отверстие радиусом $R/2$, касающееся края пластинки. Определите расстояние x от центра тяжести пластинки до центра круга.

220. Определите центр тяжести плоской фигуры, показанной на рис. 33.

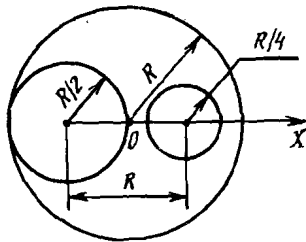


Рис. 33

221. Автомобиль массой $M = 1000$ кг равномерно поднимается в гору ($\alpha = 6,9^\circ$). Расстояние между осями $L = 2,5$ м, центр тяжести расположен на равных расстояниях от осей на высоте $H = 0,75$ м. Считая, что ведущими являются задние колеса, определите силы давления передних N_1 и задних N_2 шин на шоссе.

222. Какую горизонтальную силу необходимо приложить к оси катка радиусом R и массой M , чтобы поднять его на ступеньку высотой H ($H < R$)?

223. Стержень массой $m = 10$ кг и длиной $l = 2$ м закреплен шарнирно верхним концом под углом α к вертикали, а нижним — опирается на брусок массой M (рис. 34). Коэффициент трения стержня о брусок $\mu = 0,24$, трение бруска о плоскость отсутствует. Определите отношение n сил, которые надо приложить к бруску, чтобы сдвинуть его влево и вправо.

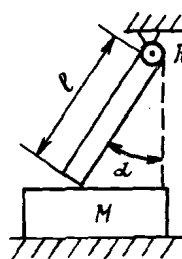


Рис. 34

224. На веревке длиной l к вертикальной стенке подвешен шар массой m и радиусом R . Определите силы натяжения нити T и реакции стенки F в случае отсутствия трения.

Гидростатика

225. На коромысле равноплечих весов, расположенных в атмосферном воздухе, уравновешены латунный и железный шары. Нарушится ли равновесие, если прибор поместить в безвоздушное пространство, углекислый газ, воду?

226. На весах уравновешен сосуд с водой. Нарушится ли равновесие весов, если в воду опустить палец так, чтобы он не касался дна и стенок сосуда?

227. Кювета с водой установлена на цилиндрической опоре (рис. 35). На поверхности воды в коробке плавает гиря. Независимо от положения коробки с гирей кювета устойчива, даже если надавить на коробку. Если гири, вынув из коробки, опустить на дно, кювета опрокидывается. Почему?

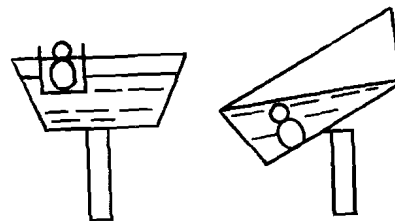


Рис. 35

228. На чашках равноплечих весов находятся два одинаковых стакана, до краев наполненных водой. В один стакан опустили деревянный брусок. Изменится ли равновесие? (Вода стекает на пол.)

229. В сосуде с водой плавает кусок льда. а) Что будет с уровнем воды в сосуде после того, как лед растает? б) Как изменится уровень воды, если внутри куска льда будет находиться кусок свинца объемом V и плотностью ρ ? Площадь основания цилиндрического сосуда S .

230. На рычажных весах уравновешены сосуд с водой и штатив с медной гирей массой $m = 100$ г (рис. 36), подвешенной на нити. Гиря опускается в воду. Как изменится равновесие?

весие? Как восстановить равновесие? Плотность меди $\rho = 8,9 \text{ г/см}^3$.

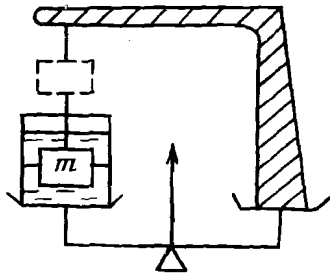


Рис. 36

231. Деревянный брусок массой $M = 1,5 \text{ кг}$ плавает на поверхности воды. Какой массы m груз можно положить на брусок, чтобы он целиком погрузился в воду, а груз еще был над водой? Плотность дерева $\rho = 0,7 \text{ г/см}^3$, плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1 \text{ г/см}^3$.

232. В сосуде, в котором налита вода и верхнее слой масла высотой $h_1 = 1 \text{ см}$, плавает небольшой брусок. Определите высоту H бруска, если он выступает над поверхностью жидкости на $h_2 = 2 \text{ см}$. Плотность дерева $\rho_{\text{д}} = 0,7 \text{ г/см}^3$, плотность масла $\rho_{\text{м}} = 0,8 \text{ г/см}^3$, плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1 \text{ г/см}^3$.

233. В цилиндрический сосуд с водой опускают деревянный шар, после чего уровень воды в сосуде устанавливается на $H = 0,5 \text{ см}$ выше начального. Определите радиус шара R . Площадь дна сосуда $S = 100 \text{ см}^2$, плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1 \text{ г/см}^3$, плотность дерева $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$.

234. Сосуд с водой движется вертикально с ускорением $a = 3 \text{ м/с}^2$, направленным вниз. На какую величину Δp давление в жидкости на глубине $H = 10 \text{ см}$ превышает атмосферное давление?

235. На дне водоема установлена бетонная конструкция грибовидной формы, размеры которой указаны на рис. 37. Глубина реки H . Плотность бетона ρ , воды ρ_0 . С какой силой F конструкция давит на дно реки?

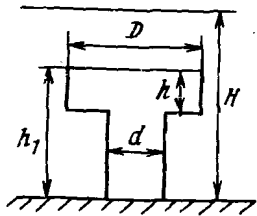


Рис. 37

236. Небольшое тело обтекаемой формы с плотностью ρ_1 падает в воздухе с высоты h на поверхность жидкости с плотностью ρ_2 ($\rho_1 < \rho_2$). Определите глубину h_1 погружения тела

в жидкость, время погружения t и среднее ускорение a . Сопротивлением воздуха в жидкости пренебречь.

II. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

1. ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

237. Почему баллоны со сжатым газом взрывоопасны, а трубы с водой под большим давлением нет?

238. Как изменяется сила, выталкивающая из воды воздушный шарик, во время его подъема со дна на поверхность?

239. Два сосуда различных объемов, наполненные воздухом, закрываются при нормальных условиях и нагреваются до 100°С . Одинаково ли будет давление воздуха после нагрева?

240. Изобразите графики зависимости плотности идеального газа от температуры при изотермическом, изохорическом и изобарическом процессах?

241. При охлаждении натянутой стальной струны ее натяжение, а значит, и энергия, зависящая от натяжения, увеличиваются. За счет чего увеличивается энергия?

242. Одинаково ли меняются при нагревании размеры сплошного стержня и трубки, изготовленных из одного материала, если они имеют одинаковые диаметр и длину?

243. Изменится ли при нагревании потенциальная энергия медного шара, находящегося на плоскости?

244. В сосуды: а) цилиндрической формы, б) формы усеченного конуса, расширяющегося книзу, в) сверху налитое одинаковое количество воды. Изменится ли давление и сила давления на дно при нагревании жидкости?

245. Оценить минимальное расстояние d между центрами соседних атомов железа, считая решетку кубической. Плотность железа $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, молярная масса $M = 0,056 \text{ кг/моль}$.

246. Какое число молекул воды N может поместиться в колбу, объем которой $V = 0,5 \text{ л}$? Плотность воды $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$, молярная масса $M = 0,018 \text{ кг/моль}$.

247. Сколько молекул N кислорода содержится в сосуде, объем которого $V = 0,5 \text{ л}$? Давление кислорода $p = 1,5 \times 10^5 \text{ Па}$, температура $t = 20^\circ \text{С}$, молярная масса $M = 0,032 \text{ кг/моль}$.

248. Сколько молекул n содержится в 1 см^3 воды? Какова масса m молекулы воды? Каков приблизительно диаметр d ее молекулы?

249. В длинной трубке сечением $S = 0,5 \text{ см}^2$, ориентированной вертикально запаянным концом вверх, находится столбик воздуха длиной $l = 40 \text{ см}$, запертый снизу столбиком ртути высотой $h = 8 \text{ см}$. Плотность ртути $\rho = 13,6 \text{ г/см}^3$; температура в системе $t_1 = 27^\circ \text{C}$. На какую величину Δl изменится длина воздушного столбика, если трубку отклонить от вертикали на угол $\alpha = 60^\circ$ и одновременно повысить температуру на $\Delta T = 30 \text{ K}$? (Атмосферное давление нормальное.)

250. Открытую стеклянную трубку длиной $l = 1 \text{ м}$ наполовину погружают в ртуть. Затем трубку герметично закрывают сверху и вынимают. Какова длина l_1 столбика ртути, оставшейся в трубке? Атмосферное давление $H = 750 \text{ мм рт.ст.}$

251. Имеется два сосуда с одним и тем же газом при одинаковой температуре. Плотность газа в первом сосуде $\rho_1 = 80 \text{ кг/м}^3$, во втором $\rho_2 = 20 \text{ кг/м}^3$. Определите, какая плотность газа ρ будет в сосуде, если их соединить. Объем первого сосуда в $n = 3$ раза меньше объема второго.

252. Воздух находится в сосуде под поршнем, который может перемещаться вертикально. Масса поршня $m = 30 \text{ кг}$, сечение $S = 40 \text{ см}^2$. После того как сосуд стали двигать вверх с ускорением $a = 7 \text{ м/с}^2$, высота столба под поршнем уменьшилась на $n = 30\%$. Считая температуру и массу воздуха внутри сосуда постоянной, найдите начальное давление p_0 в сосуде. Трением между поршнем и стенками сосуда пренебречь.

253. В цилиндрическом сосуде, расположенном вертикально, находится газ массой m с молекулярной массой M . Газ отделен от атмосферы поршнем, соединенным с дном сосуда пружиной жесткостью k . При температуре T_1 поршень расположен на высоте h от дна сосуда. До какой температуры T_2 надо нагреть газ, чтобы поршень поднялся до высоты H ?

254. Кислород массой $m = 16 \text{ г}$, находящийся при давлении $p = 2 \text{ атм}$, занимает объем $V = 5 \text{ л}$. Найдите изменение температуры газа ΔT , если при увеличении давления до $p_2 = 5 \text{ атм}$ его объем уменьшится на $\Delta V = 1 \text{ л}$?

255. В комнате объемом $V = 70 \text{ м}^3$ воздух нагрелся с $t_1 = 10^\circ \text{C}$ до $t_2 = 20^\circ \text{C}$. Найдите массу Δm воздуха, ушедшего из комнаты вследствие повышения температуры, если атмосферное давление в комнате все время равно $p = 10^5 \text{ Па}$. Молярная масса воздуха $M = 0,029 \text{ кг/моль}$.

256. Газ в сосуде находится под давлением $p_1 = 20 \text{ атм}$ при температуре $t_1 = 27^\circ \text{C}$. Найдите давление газа в сосуде p_2 после того, как $n = 0,5$ массы газа будет вышупена из сосуда, а температура повышена на $\Delta T = 50 \text{ K}$?

257. Из баллона объемом $V = 20 \text{ л}$, содержащего кислород при давлении $p_0 = 50 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и температуре $t_0 = 10^\circ \text{C}$, вытекает $\Delta m = 0,5 \text{ кг}$ газа. Найдите новое давление кислорода p , если температура повысилась до $t = 60^\circ \text{C}$.

258. В цилиндре, закрытом легко подвижным поршнем массой m и площадью S , находится газ. Объем газа равен V . Найдите изменение объема газа ΔV , если цилиндр передвигать вертикально с ускорением: а) $+a$; б) $-a$. Атмосферное давление равно p_0 , температура газа постоянна. Ось координат направлена вверх.

259. Сколько качений n должен сделать поршневой насос, чтобы в баллоне объемом $V = 30 \text{ л}$ увеличить давление от атмосферного $p_0 = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ до $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$? Площадь поршня насоса $S = 15 \text{ см}^2$, ход поршня $l = 30 \text{ см}$. Утечкой газа и нагреванием пренебречь.

260. На поверхности Земли оболочка аэростата наполнена водородом на $n = 2/3$ своего объема. Давление атмосферы на поверхности $p_0 = 10^5 \text{ Па}$, температура $t_0 = 20^\circ \text{C}$. Какая часть x объема оболочки будет заполнена при полете аэростата, если давление окружающего воздуха понизится до $p = 0,8 \cdot 10^5 \text{ Па}$, а температура будет $t = -60^\circ \text{C}$? Молярная масса водорода $M = 0,002 \text{ кг/моль}$.

261. Внутри трубы, наполненной воздухом и закрытой с обоих торцов, может скользить без трения поршень массой $m = 4,0 \text{ кг}$, плотно прилегающий к внутренним стенкам трубы. В горизонтально лежащей трубе поршень занимает среднее положение, а давление воздуха в трубе $p = 1,25 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Площадь поршня $S = 200 \text{ см}^2$. Определите отношение объемов (V_2/V_1) воздуха по обе стороны от поршня в трубе, движущейся по наклонной плоскости, образующей угол $\alpha = 60^\circ$ с горизонтом (рис. 38). Коэффициент трения между трубой и наклонной плоскостью $\mu = 0,25$. Температура воздуха в трубе постоянна.

262. На рис. 39 в координатах "давление - объем" (p, V) изображен круговой процесс, протекающий в идеальном газе. Некоторая масса газа из начального состояния 1 проходит последовательно через состояния 2, 3 и 4, возвращаясь в исходное состояние.

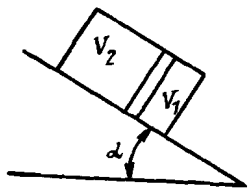


Рис. 38

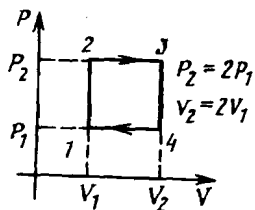


Рис. 39

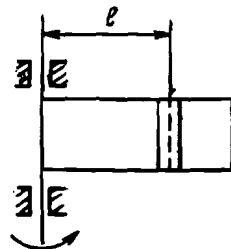


Рис. 40

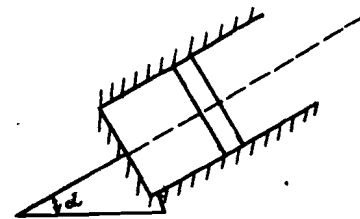


Рис. 41

а) На каких участках температура повышается, понижается? Укажите, при каких состояниях газа его температура наибольшая и наименьшая, а также вдвое меньше наибольшей.

б) Изобразите указанный круговой процесс в координатах (V, T) и (p, T) , указав на графиках точки 1, 2, 3 и 4, соответствующие одноименным точкам на графике рис. 39.

в) Какую работу произведет газ в результате процесса на участках: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$; $2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$; $4 \rightarrow 1$; $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$?

263. При температуре $t = 0^\circ\text{C}$ длина алюминиевого стержня $l_{01} = 50$ см, а железного стержня $l_{02} = 50,05$ см. Сечения стержней одинаковы. При каких температурах t_1 и t_2 будут одинаковы длины и объемы стержней соответственно? Коэффициент линейного расширения алюминия $\alpha = 24 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$, железа $\alpha_2 = 12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

264. Поршень, находящийся в узком цилиндре с открытым концом, герметично прилегает к его поверхности и может перемещаться без трения. Цилиндр приводится во вращение вокруг вертикальной оси, проходящей через его основание (рис. 40). Определите положение поршня в неподвижном цилиндре l_0 , если при вращении со скоростью $n_1 = 120$ об/мин поршень находится на расстоянии $l_1 = 10$ см от основания, а при $n_2 = 180$ об/мин — на расстоянии $l_2 = 20$ см. Со стороны оси вращения цилиндр сообщается с атмосферой.

265. В закрепленном под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту цилиндре с открытым верхним концом (рис. 41) может без трения двигаться поршень массой $m = 1,0$ кг и площадью S сечения $S = 10 \text{ см}^2$, плотно прилегая к стенкам цилиндра. Под поршнем находится воздух. Поршень выдвигают настолько, чтобы объем находящегося под ним воздуха увеличился вдвое, и отпускают. Определите ускорение a поршня в этот момент. Атмосферное давление $p_0 = 760$ мм рт.ст. Температура воздуха постоянна.

266. Поршень массой $m = 1$ кг и площадью сечения $S = 10 \text{ см}^2$ силой атмосферного давления, равного $p_0 = 760$ мм рт.ст., прижат ко дну перевернутого и закрепленного цилиндра.

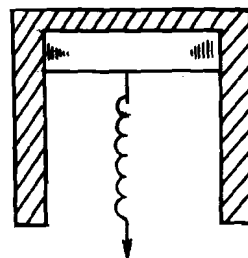


Рис. 42

Поршень плотно прилегает к стенкам цилиндра и может скользить по ним без трения. Определите, какую работу нужно совершить, чтобы "оторвать" поршень от дна цилиндра, растягивая пружину, прикрепленную к поршню (рис. 42). Жесткость пружины $k = 9 \text{ Н/см}$.

267. Два одинаковых сосуда с газом соединены горизонтальной трубкой, посередине которой находится капелька ртути. Как изменится положение капельки, если начальные температуры (0°C — в левом сосуде и 20°C — в правом) будут повышены на 10°C ?

2. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ. ТЕПЛОВЫЕ МАШИНЫ. ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ

268. В каком случае для нагревания металлического шара до одной и той же температуры потребуется больше энергии: если шар висит на нити или расположен на площадке? Подставка и нить энергии не поглощают.

269. Можно ли обычным ртутным термометром измерить температуру капли воды?

270. Часть энергии, потребляемой двигателем электромобиля, расходуется на преодоление сопротивления воздуха. В какой вид энергии она при этом превращается?

271. При работе пневматического молотка на сжатом воздухе его корпус покрывается инеем. Чем объяснить охлаждение корпуса молотка?

272. В какой вид энергии превращается энергия, затрачиваемая на выкачивание воздуха из какого-либо объема?

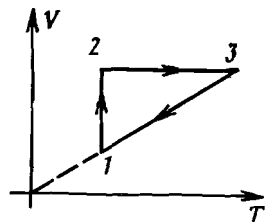


Рис. 43

276. Почему при выходе из воды во время дождя не так ощущается холод, как в сухую погоду?

277. Пробирка, наполненная водой, открытым концом опущена в стакан с водой. Изменится ли уровень воды в пробирке, если систему нагреть до температуры кипения?

278. Будет ли кипеть вода в стакане, плавающем в кипящей воде?

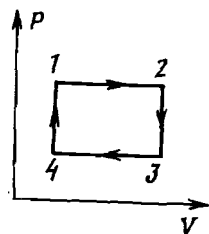


Рис. 44

273. Почему для нагревания газа, который не может расширяться, затрачивается меньше энергии, чем для нагревания расширяющегося газа?

274. Изменение состояния идеального газа показано на графике $V-T$ (рис. 43). Покажите эти изменения на графике $p-T$ и выясните, на каких участках газ поглощает и отдает тепло.

275. Что является нагревателем и холодильником в ракетном двигателе?

279. Как будут меняться абсолютная и относительная влажности воздуха, находящегося в замкнутом сосуде, при нагреве?

280. На рис. 44 дан график изменения состояния идеального газа в координатах p, V . Представьте этот процесс в координатах p, T . Чему равна работа, совершенная газом? На каких участках газ получает и отдает тепло?

281. При нагревании идеальный газ, заполняющий шар с растягивающейся оболочкой, совершает работу $A = 75$ Дж. На сколько градусов ΔT при таком нагревании меняется температура газа, если начальный объем шара $V = 4$ л, начальная температура $T = 300$ К, атмосферное давление $p = 10^5$ Па? Упругостью оболочки шара пренебречь.

282. КПД некоторой тепловой машины равен $\eta_0 = 0,4$. На сколько $\Delta \eta$ изменится этот коэффициент, если температура нагревателя увеличится в $n = 1,2$ раз, а температура холодильника в $n = 1,5$ раза?

283. Во сколько раз n максимально возможный КПД двигателя внутреннего сгорания больше максимально возможного КПД паровой машины, работающей на перегретом паре при температуре $t_1 = 300^\circ\text{C}$, если температура газов в цилиндре двигателя достигает $t_2 = 1000^\circ\text{C}$? Отработанные газы и пар имеют одинаковую температуру $t_3 = 160^\circ\text{C}$.

284. Какое количество керосина m потребовалось бы сжечь, чтобы вывести спутник массой $m_1 = 10^3$ кг на круговую орбиту вблизи поверхности Земли, если принять, что сопротивление воздуха равно нулю, а энергия топлива полностью превращается в механическую энергию? Радиус Земли $R = 6400$ км, теплотворная способность керосина $q = 46$ МДж/кг.

285. При постоянном давлении $Z = 5$ молям газа сообщили тепло $Q = 10$ Дж. Определите изменения температуры ΔT и внутренней энергии ΔU газа, работу A , совершенную газом, и установите связь между C_p и C_v ($C_v = 20,7$ Дж/(моль·К)).

286. Переохлажденная на $\Delta t = 8^\circ\text{C}$ ниже точки заморозания вода массой $m = 15$ г при встряхивании частично замерзла за очень короткое время. Найдите количество затвердевшей воды Δm , если окончательная температура системы стала равна нормальной точке заморозания ($\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг; $C_v = 4180$ Дж/(кг·К)).

287. Под поршнем в цилиндре, площадь основания которого $S = 80$ см², находится газ при температуре $t = 7^\circ\text{C}$ и давлении $p = 736$ мм рт. ст. На поршень положена гиря массой $m = 20$ кг. На сколько градусов Δt надо нагреть газ, чтобы поршень вернулся в первоначальное положение? (Тепловым расширением цилиндра пренебречь.)

288. Некоторое количество газа занимало объем $V_1 = 0,01$ м³ и находилось под давлением $p_1 = 0,1$ МПа при температуре $T_1 = 300$ К. Сначала газ нагревали без изменения объема до температуры $T_2 = 320$ К, а затем при постоянном давлении до температуры $T_3 = 350$ К. Найдите работу A , которую совершил газ, переходя из начального состояния в конечное.

289. Свинцовая пуля ударяется о препятствие. Скорость при ударе $v = 330$ м/с. Какая часть пули η расплавится, если вся теплота, выделенная при ударе, поглощается пулей? Температура пули перед ударом $t_0 = 27^\circ\text{C}$; температура плавления свинца $t_n = 327^\circ\text{C}$; удельная теплоемкость свинца $C = 125,7$ Дж/(кг·К); удельная теплота плавления $\lambda = 26,4 \cdot 10^3$ Дж/кг.

290. В закрытом сосуде объемом $V = 2,5$ л находится водород при температуре $t_1 = 17^\circ\text{C}$ и давлении $p = 15$ кПа.

Водород охлаждают до температуры $t_2 = 0^\circ\text{C}$. Вычислите количество отданного газом тепла Q и изменение внутренней энергии водорода ΔV . Молярная теплоемкость водорода $C = \frac{5}{2}R$ Дж/(К·моль).

291. Под невесомым поршнем в цилиндре находится $m = 1$ кг воды при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$. В воду опускают кусок железа массой $m_0 = 1$ кг, нагретый до температуры $t_2 = 1100^\circ\text{C}$. На какую высоту h поднимется поршень? Атмосферное давление $p_0 = 1$ атм, удельная теплоемкость железа $C = 500$ Дж/(кг·К), площадь поршня $S = 1000$ см². Теплоотдачей и теплоемкостью цилиндра пренебречь.

292. В объеме $V_1 = 20$ л содержатся насыщенные пары воды при температуре $t = 100^\circ\text{C}$. Какую работу A надо совершить, чтобы путем изотермического сжатия уменьшить объем паров до $V_2 = 10$ л? Объемом воды, образовавшейся при конденсации, пренебречь.

293. Температура воздуха $t_1 = 20^\circ\text{C}$, точка росы $t_2 = 8^\circ\text{C}$. Найдите абсолютную и относительную влажности воздуха ρ и f , если упругость насыщенных паров при t_1 $p_1 = 17,54$ мм рт.ст. и при t_2 $p_2 = 8,05$ мм рт.ст.

294. В помещении объемом $V = 25$ м³ при температуре $t = 20^\circ\text{C}$ относительная влажность воздуха $f = 60\%$. Определите давление насыщенных паров p при этой температуре, если известно, что полная масса воды, испарившейся в помещении, равна $m = 250$ г. Молярная масса воды $M = 0,018$ кг/моль.

295. При понижении температуры воздуха от $t_1 = 25^\circ\text{C}$ до $t_2 = 11^\circ\text{C}$ из воздуха объемом $V = 1$ м³ выделилось $m = 8,4$ г воды. Какова была относительная влажность воздуха f ?

296. Относительная влажность воздуха $f_1 = 0,80$ при температуре $t_1 = 1^\circ\text{C}$. Какова относительная влажность f_2 , если этот воздух нагреть при постоянном объеме до $t_2 = 50^\circ\text{C}$? При t_1 давление насыщенных паров воды $p_1 = 31,8$ мм рт.ст., при 50°C — $p_2 = 92,5$ мм рт.ст.

297. В помещение нужно подать $V = 20000$ м³ воздуха при температуре $t_1 = 18^\circ\text{C}$ и относительной влажности $f_1 = 50\%$, забирая его с улицы при $t_2 = 10^\circ\text{C}$ и относительной влажности $f_2 = 60\%$. Сколько воды надо дополнительно испарить в подаваемый воздух? Плотности насыщающих водяных паров $\rho_1 = 15,4 \cdot 10^{-3}$ кг/м³ при $t_1 = 18^\circ\text{C}$; $\rho_2 = 9,4 \cdot 10^{-3}$ кг/м³ при $t_2 = 10^\circ\text{C}$.

ОТВЕТЫ

2. В случаях а), б).

3. 1, 2, 3, 5.

4. Тело вначале движется равномерно вдоль оси Ox , затем стоит, потом движется равномерно в противоположном направлении; $v_1 = 4$ м/с, $v_2 = 0$, $v_3 = 12$ м/с, $v_{cp} = 4$ м/с.

5. $l = s_1 + s_2 = 7$ км; $|\Delta \vec{r}| = \sqrt{s_1^2 + s_2^2} = 5$ км.

6. Одновременно.

7. $v = \frac{l}{2t} = 30$ км/ч.

8. $t = \frac{t_1 t_2}{t_2 - 2t_1} = 12$ ч.

9. $u = \frac{v^2 t_1}{vt - nt} = 12,5$ м/с.

10. $v_{cp} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} = 12$ м/с.

11. Скорости одинаковы; время движения нижнего шарика меньше. Это следует из закона сохранения энергии и рассмотрения графиков зависимости скорости от времени. Учсть, что длина пройденного пути одинакова для обоих тел.

12. $v_{cp} = \frac{2v}{n+1} = 16$ м/с.

13. $v_{cp} = \frac{2v_1(v_2+v_3)}{2v_1+v_2+v_3} = 12$ м/с.

14. $L = \frac{v_2 t}{v_2 - v_1} = 45$ м.

15. $u = \frac{v}{\cos \alpha} \approx 0,34$ м/с.

16. $v = v_0 \frac{l}{l - v_0 t} = 3300$ м/с.

17. $l = u \frac{s}{v_0} = 75$ м; $L = s \sqrt{1 + \left(\frac{u}{v_0}\right)^2} = 125$ м.

18. Одинаково.

19. $\vec{v}_0 = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$.

20. Указание: перейти в систему отсчета, связанную с одним из катеров.

$$21. t = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 v_2 \cos \alpha}}{v_1 + v_2} \quad t_1 \approx 2,3 \cdot 10^3 \text{ с.}$$

$$22. v = u \sin \alpha \approx 0,72 \text{ м/с.}$$

23. Путь будет меньше 6 м.

24. Не различаются.

28. Путь пропорционален площади трапеции OABC.

$$29. l = \frac{(v_1 + v_2)t}{2} = 100 \text{ м.}$$

$$30. t = \frac{2l}{v} = 6 \text{ с; } a = \frac{v^2}{2l} = 1 \text{ м/с}^2.$$

$$31. a = \frac{2(v_0 \Delta t - s)}{2t \Delta t - (\Delta t)^2} \approx 3 \text{ м/с}^2; v = \frac{2st - v_0(\Delta t)^2}{2t \Delta t - (\Delta t)^2} \approx 1000 \text{ м/с.}$$

$$32. v_0 = \frac{l(t_1 + t_2)}{t_1 t_2} = 0,45 \text{ м/с; } a = \frac{2l}{t_1 t_2} = 0,30 \text{ м/с}^2.$$

$$33. t = \Delta t \left(\frac{n+1}{2} \right) = 3 \text{ с.}$$

$$34. v = \frac{2s v_0}{s - v_0 t} \approx 41,4 \text{ м/с.}$$

$$35. t = 2.$$

$$36. \text{ а) } v_x = v \cos \alpha; v_y = v \sin \alpha;$$

$$\text{ б) } g_x = 0, g_y = -g, v_x = v \cos \alpha, v_y = v \sin \alpha;$$

$$\text{ в) } P_x = 0, P_y = -P = -100 \text{ Н, } N_x = -N \sin \alpha = -43 \text{ Н,}$$

$$N_y = N \cos \alpha \approx 73 \text{ Н, } (F_{TP})_x = F_{TP} \cos \alpha = 43,5 \text{ Н, } (F_{TP})_y = F_{TP} \sin \alpha = 25 \text{ Н;}$$

$$\text{ г) } (F_{TP})_x = -F_{TP} = -40 \text{ Н, } (F_{TP})_y = 0, P_x = -P \sin \alpha = -50 \text{ Н,}$$

$$P_y = -P \cos \alpha \approx -86 \text{ Н, } N_x = 0, N_y = N = 86 \text{ Н, } T_x = T = 80 \text{ Н, } T_y = 0.$$

$$37. x = -\frac{1}{2}(a_1 t_1^2 + a_2 t_2^2) + a_2 \left(\frac{t_1^2}{2} + t_2 t_1 \right) + (a_1 - a_2) t_1 t_2 = 187,5 \text{ м.}$$

$$l = |x| = 187,5 \text{ м; } v_x = a_1 t_1 + a_2 (t_2 - t_1) = -5 \text{ м/с.}$$

39. Сначала предмет движется вверх, его скорость убывает до нуля, затем тело падает вниз. Ускорение все время постоянно по величине и направлено вниз.

41. Ускорение направлено вниз, но не вертикально, и по модулю превосходит ускорение свободного падения.

$$42. |\vec{v}| = v_0 + \frac{gt}{2} \approx 29,4 \text{ м/с.}$$

$$43. |\Delta \vec{r}| = 0; l = 2h = 8 \text{ м; } t = 2\sqrt{\frac{2h}{g}} \approx 1,8 \text{ с.}$$

$$44. t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2 \text{ с; } v = \sqrt{2gH} = 19,6 \text{ м/с.}$$

$$45. H = \frac{v_0^2}{2g} = 20 \text{ м; } t_1 = t_2 = \frac{v_0}{g} = 2 \text{ с.}$$

$$46. t_1 = t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g}} \approx 4,5 \text{ с; } l = v_1 \sqrt{\frac{2H}{g}} = 22,5 \text{ м.}$$

$$47. t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g}}; t_2 = \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}} + \sqrt{\frac{2h}{g}}; t_2 \text{ максимально при}$$

$$\frac{h}{H} = 0,5.$$

$$48. \text{ а) } T = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}; H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}; L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g};$$

$$\text{ б) } T \text{ и } H \text{ те же, что и в п. "а"; } L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \left(1 + \frac{F}{mg} \tan \alpha \right).$$

$$49. L = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos(\alpha - \beta)}{g \cos^2 \beta}.$$

$$50. v_2 = v_1 \frac{h_2 - h_1}{[l - (h_2 - h_1) \operatorname{ctg} \alpha] \sin \alpha} \approx 11,2 \text{ м/с;}$$

$$h = h_1 - \frac{g}{2} \left[\frac{l - (h_2 - h_1) \operatorname{ctg} \alpha}{v_1} \right]^2 \approx 0,75 \text{ м;}$$

$$t = \frac{l - (h_2 - h_1) \operatorname{ctg} \alpha}{v_1} = 0,5 \text{ с;}$$

$$u_1 = \left\{ v_1^2 + \left[\frac{g}{v_1} (l - (h_2 - h_1) \operatorname{ctg} \alpha) \right]^2 \right\}^{1/2} \approx 9,4 \text{ м/с;}$$

$$u_2 = \left\{ \left(\frac{v_1 (h_2 - h_1)}{[l - (h_2 - h_1) \operatorname{ctg} \alpha] \sin \alpha} \right)^2 + 2g(h_2 - h_1) + \left(\frac{g(l - (h_2 - h_1) \operatorname{ctg} \alpha)}{v_1} \right)^2 \right\}^{1/2} \approx 15,2 \text{ м/с.}$$

$$51. \text{ а) } l = t \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1 v_2 \cos(\alpha_1 + \alpha_2)};$$

$$\text{ б) } l = t \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 v_2 \sin \alpha_1 \sin \alpha_2}.$$

$$52. t = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{\operatorname{tg} \beta}{\cos \beta}.$$

$$53. v_0 = \frac{L}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{g}{2(L \operatorname{tg} \alpha - H + h)}} \approx 14 \text{ м/с.}$$

$$54. \alpha = \operatorname{arctg} \left(\frac{4}{\pi} \right) \approx 53^\circ.$$

$$55. L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} - t.$$

$$56. v_0 = \frac{g}{2} \left(\frac{8h}{g} + t_0^2 \right)^{1/2}; t = \left(\frac{8h}{g} + t_0^2 \right)^{1/2}.$$

$$57. t = \frac{a\tau}{g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{g}{a}} \right) \approx 3,4 \text{ с.}$$

$$58. h = H + l \sin^3 \alpha \approx 10,6 \text{ м.}$$

$$59. t = \left(\frac{2d}{g} \right)^{1/2}.$$

$$60. v_{\text{ср.1}} = \frac{2H}{\tau} = 4 \text{ м/с}; v_{\text{ср.2}} = \left(\frac{gH}{2} \right)^{1/2} \approx 5 \text{ м/с.}$$

$$64. v_1 = 2v = 40 \text{ км/ч}; v_2 = 0.$$

$$66. n = 12.$$

$$67. v_{\text{ср}} = \frac{2\pi R}{T} = 3 \cdot 10^4 \text{ м/с.}$$

$$68. v_2 = \omega l - v_1 = 1 \text{ м/с.}$$

$$69. \omega = \frac{v}{2R} = 2,0 \text{ рад/с.}$$

$$70. \omega = \frac{v}{2R} \approx 0,18 \text{ рад/с}; v_0 = \frac{v}{2} = 0,8 \text{ м/с.}$$

$$71. \omega = \frac{v}{R} = 2 \text{ рад/с}; v' = v = 0,6 \text{ м/с.}$$

$$72. a_0 = \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 R = 3,4 \text{ см/с}^2; a_H = \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 R \cos \varphi \approx 1,9 \text{ см/с}^2.$$

$$73. a_1 = \frac{(v_0 + \omega R)^2}{R} = 1,1 \text{ м/с}^2;$$

$$a_2 = \frac{(\omega R - v_0)^2}{R} = 0,12 \text{ м/с}^2.$$

78. Нет, так как результирующие силы разные. Тело меньшей массы упадет позже.

86. а) Бесконечное множество; б) одна.

87. Не изменится, так как поле гравитации везде однородное.

92. а) $F_{TP} = mg \sin \alpha = 87 \text{ Н}$; б) $F_{TP} = 0$.

$$94. R = [F^2 + (mg)^2 - 2Fmg \sin \alpha]^{1/2};$$

$$\text{угол силы } R \text{ с вертикалью } \beta = \arcsin \frac{F \cos \alpha}{[F^2 + (mg)^2 - 2Fmg \sin \alpha]^{1/2}}.$$

$$95. v = \left[\frac{F}{m} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g \right] t \approx 38 \text{ м/с.}$$

$$96. M = \frac{F}{\mu g} - m = 2,0 \text{ кг.}$$

$$97. t = \frac{v}{\mu g} \approx 2,9 \text{ с.}$$

$$98. t = \left(\frac{l(m_1 + m_2)}{(m_2 - m_1)g - F} \right)^{1/2} \approx 0,25 \text{ с};$$

$$T_1 = m_1 \left(g + \frac{(m_2 - m_1)g - F}{m_1 + m_2} \right) \approx 80 \text{ Н};$$

$$T_2 = m_2 \left(g - \frac{(m_2 - m_1)g - F}{m_1 + m_2} \right) \approx 90 \text{ Н.}$$

$$99. a = \frac{g}{3} \approx 3,3 \text{ м/с}^2; T = \frac{2}{3} mg \approx 13 \text{ Н.}$$

$$100. a = g \frac{m_2 - m_1 (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{m_1 + m_2} \text{ при } \frac{m_2}{m_1} > \sin \alpha + \mu \cos \alpha;$$

$$a = g \frac{m_1 \sin \alpha - m_2 - \mu m_1 \cos \alpha}{m_1 + m_2} \text{ при } \frac{m_2}{m_1} < \sin \alpha - \mu \cos \alpha;$$

$$a = 0 \text{ при } \sin \alpha + \mu \cos \alpha > \frac{m_2}{m_1} > \sin \alpha - \mu \cos \alpha.$$

$$101. a_1 = 2g \frac{2m_1 - m_2}{4m_1 + m_2};$$

$$a_2 = \frac{a_1}{2};$$

$$T = \frac{3m_1 - m_2}{4m_1 + m_2} \cdot g.$$

$$102. a = \frac{g}{2} [\sin \alpha - \sin \beta - \mu (\cos \alpha + \cos \beta)];$$

$$T = \frac{mg}{2} [\sin \alpha + \sin \beta + \mu (\cos \beta - \cos \alpha)];$$

$$F = 2T \sin \frac{\alpha + \beta}{2}$$

при $\mu_1 \geq \frac{\sin \alpha - \sin \beta}{\cos \alpha + \cos \beta} = \operatorname{tg} \frac{(\alpha - \beta)}{2}$.

103. а) $T = \frac{Fm + fM}{M + m} \approx 10 \text{ Н};$

б) $T = \frac{Fm + fM}{M + m} \approx 20 \text{ Н};$

в) $T = \frac{F + f}{2} = 15 \text{ Н}.$

104. $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{a}{g}.$

105. Указание: в системе отсчета, связанной с вагоном, ускорение грузов

$$b = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \frac{g}{\cos \alpha} = 1,21 \text{ м/с}^2,$$

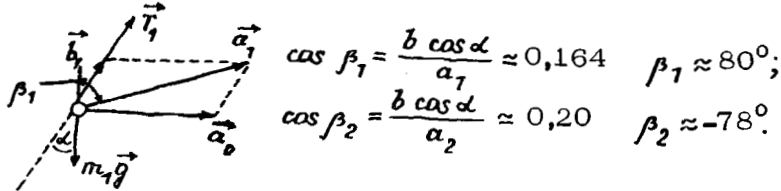
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_0}{g}, \quad \alpha \approx 30;$$

$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} \sqrt{a_0^2 + g^2} \approx 19,6 \text{ Н};$$

$$\vec{a}_1 = \vec{a}_0 + \vec{b}_1, \quad \vec{a}_2 = \vec{a}_0 + \vec{b}_2, \quad b_1 = b_2 = b;$$

$$a_1 = \sqrt{a_0^2 + b^2 + 2a_0 b \sin \alpha} \approx 6,4 \text{ м/с}^2;$$

$$a_2 = \sqrt{a_0^2 + b^2 - 2a_0 b \sin \alpha} \approx 5,2 \text{ м/с}^2;$$



$$\cos \beta_1 = \frac{b \cos \alpha}{a_1} \approx 0,164 \quad \beta_1 \approx 80^\circ;$$

$$\cos \beta_2 = \frac{b \cos \alpha}{a_2} \approx 0,20 \quad \beta_2 \approx 78^\circ.$$

106. $\alpha = \operatorname{arctg} \mu \approx 27^\circ.$

107. $F = mg \frac{\operatorname{tg} \alpha - \mu}{1 + \mu \operatorname{tg} \alpha}$ при $\mu < \operatorname{tg} \alpha;$

$F = 0$ при $\mu \geq \operatorname{tg} \alpha.$

108. а) $a = g \cdot \sin \alpha (1 + \frac{M}{m})$ при коэффициенте трения между автомобилем и доской $\mu_1 \geq \frac{M}{m} \operatorname{tg} \alpha;$

50

б) $a = g(1 + \frac{M}{m})(\sin \alpha + \mu_2 \cos \alpha)$ при условии, что $\mu_1 \geq \frac{M}{m} \operatorname{tg} \alpha + \mu_2 (\frac{M}{m} + 1).$

109. $\alpha = \operatorname{arctg} \mu \approx 31^\circ.$

110. $v = v_0 \frac{\rho_{ж}}{\rho - \rho_{ж}}.$

111. а) $F = mg(\cos \alpha - \frac{v^2}{gR}) \approx 3660 \text{ Н};$

б) $F = mg(\cos \alpha + \frac{v^2}{gR}) \approx 13660 \text{ Н}.$

112. $v = (\mu g r)^{1/2}; \quad \alpha = \operatorname{arctg} \mu.$

113. $\omega = \sqrt{\frac{g \operatorname{tg} \alpha}{l \sin \alpha + d}} \approx 8,4 \text{ рад/с}.$

114. $\omega = \sqrt{\frac{\kappa(l - l_0) + mg \cos \alpha}{m l \sin^2 \alpha}}; \quad r = l / \sin \alpha.$

115. $P = mg(\frac{v^4}{g^2 R^2} + 1)^{1/2} \approx 50 \text{ Н}.$

116. $\mu = \frac{\omega^2 R \cos \alpha + g \sin \alpha}{g \cos \alpha - \omega^2 R \sin \alpha}$ при $\operatorname{tg} \alpha < g / \omega^2 R.$

117. $h = R(1 - \frac{g}{\omega^2 R}); \quad F = m \omega^2 R.$

118. $T = ml(\frac{\omega}{2\pi})^2 = 3,6 \text{ Н}.$

119. $K = \sqrt[3]{n^2} \approx 1,6.$

120. $R = [\gamma(\frac{T}{2\pi})^2(m_1 + m_2)]^{1/3} \approx 4,1 \cdot 10^{10} \text{ м}.$

121. $\rho = \frac{3}{2} \frac{\pi}{\gamma T^2}.$

122. $T = [\frac{3\pi(1 + \mu)}{\mu \gamma \rho}]^{1/2}.$

123. $M = \frac{4\pi^2 R^3}{\gamma T^2} \approx 1,2 \cdot 10^{22} \text{ кг}.$

124. $T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} \approx 1 \text{ ч } 25 \text{ мин}.$

125. $m = \frac{2A^2}{g R_3} \approx 500 \text{ кг}.$

$$126. \rho = \frac{24\pi}{\pi^2 d^3} \approx 1,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3.$$

$$127. v_0 = \sqrt{gR} \approx 8 \cdot 10^3 \text{ м/с.}$$

$$128. a_2 = \frac{g^2}{a_1} \approx 4,8 \text{ м/с}^2.$$

$$129. T_0 = F \frac{m_2 + m}{m_1 + m_2 + m} \approx 106 \text{ Н}; T_1 = F \frac{m_2 + \frac{m}{2}}{m_1 + m_2 + m} \approx 83 \text{ Н.}$$

$$130. K = \frac{\pi \omega^2 l}{l - l_0} = 58 \text{ Н/м.}$$

$$131. a_1 = \frac{2m_2 a - (m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2}; a_2 = \frac{2m_1 a + (m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2};$$

$$T = \frac{2m_1 m_2 (a + g)}{m_1 + m_2}; N = \frac{4m_1 m_2 (a + g)}{m_1 + m_2}.$$

$$132. v_1 = \frac{5}{4} v_0.$$

$$133. F = m \left(\frac{v_0}{t} - g \right) \approx 0,09 \text{ Н.}$$

$$134. \mu = \frac{F - (M + m)a}{2mg} \approx 0,27.$$

$$135. \alpha = \arccos \left(\frac{3mg - T}{2mg} \right).$$

$$136. a = \frac{\sqrt{a_0(4g - a_0)}}{2} \approx 5,9 \text{ м/с}^2.$$

$$137. T = \frac{3}{2} \cdot \frac{\pi v^2}{l} + mg \cos \alpha \approx 1,7 \text{ Н.}$$

138. Ускорение бруска М уменьшается и достигает нуля при равенстве силы трения скольжения и силы упругости. Сила трения скольжения постоянна.

139. При движении по замкнутому контуру.

140. По закону сохранения энергии скорость центра масс этой системы равна нулю, поэтому центр масс останется неподвижным относительно земли.

141. С ускорением: А - вправо; В - вниз; М - влево, F - вправо.

142. Длительное действие силы вызывает большие деформации.

143. При упругом центральном ударе.

144. Указание: воспользоваться векторной суммой импульсов.

$$145. |\Delta \vec{p}| = 2m v_0 \sin \alpha:$$

а) 0,14 Н·с; б) 0,17 Н·с; в) 0,2 Н·с.

$$146. l = 2v_0 \left(\frac{h}{gt} - \frac{t}{2} + \sqrt{\left(\frac{h}{gt} - \frac{t}{2} \right)^2 + \frac{2h}{g}} \right) \approx 400 \text{ м.}$$

$$147. l = \frac{2v}{g} (v_1 + \sqrt{2gH + v_1^2}) \approx 1,3 \cdot 10^4 \text{ м.}$$

$$148. |\Delta \vec{p}| = \sqrt{2h(m_2^2 - m_1^2)g} \approx 4,5 \text{ Н·с.}$$

$$149. \langle F \rangle = \frac{2mv}{t} - mg \approx 19 \text{ Н.}$$

$$150. F_{\text{сп}} = mg + \frac{2mv}{r}.$$

$$151. n = \frac{M}{m} = 5.$$

$$152. u_{1x} = \frac{nv_1 \cos \alpha_1 + v_2 \cos \alpha_2}{n+1};$$

$$u_{2x} = \frac{nv_2 \cos \alpha_2 + v_1 \cos \alpha_1}{n+1};$$

$$u_{1y} = \frac{nv_1 \sin \alpha_1 + v_2 \sin \alpha_2}{n+1};$$

$$u_{2y} = \frac{nv_2 \sin \alpha_2 + v_1 \sin \alpha_1}{n+1}.$$

$$153. u = \frac{Mv}{M+m} \approx 16 \text{ км/ч.}$$

$$154. v_1 = (v^2 + u^2 + 2uv)^{1/2} \approx 1,05 \text{ м/с;}$$

$$\beta = \arccos \left(\frac{u + v \cos \alpha}{v_1} \right) \approx 55^\circ.$$

156. Нет. При упругом.

157. Уменьшается.

158. Да.

159. Изменение кинетической энергии равно работе сил трения.

160. Да.

161. Нет. Часть потенциальной энергии перейдет в кинетическую энергию вращения.

162. С лодки.

$$163. A = \frac{Ft^2 \cos \alpha}{2} \left[\frac{F}{m} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g \right] \approx 540 \text{ Дж.}$$

$$164. A = mg \left(H + \frac{S^2}{16H} \right).$$

$$165. A = mgh + \frac{mv^2}{2} = 18,6 \text{ Дж.}$$

$$166. A = \frac{(\mu mg)^2}{2k_0} = 0,11 \text{ Дж;}$$

$$N_{\text{ср}} = \frac{\mu mgv}{2} = 1,8 \text{ Вт;}$$

$$N = \mu mgv = 3,6 \text{ Вт.}$$

$$167. A = mg \left(H - \frac{l}{2} \right) \approx 2,0 \text{ Дж.}$$

$$168. v = \sqrt{R\eta g} \approx 1,7 \text{ км/с.}$$

$$169. A = \frac{(\frac{n}{m}-1)^2}{8 \frac{n}{m}} \rho g h^2 S \approx 1,6 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$$

$$170. v = \frac{N}{mg(\eta + \sin \alpha)} \approx 6,2 \text{ м/с.}$$

171. $E = mv^2$, учесть, что обруч вращается вокруг своей

оси.

$$172. H = 2,5R.$$

$$173. N = \frac{\pi}{8} \rho d^2 v^3 \approx 200 \text{ кВт.}$$

$$174. A = 2mgh.$$

175. Больше.

176. Отклонятся один, два, три.

177. Не отличаются.

178. $\frac{mgH}{4}$; на увеличение внутренней энергии жидкости

и сосуда.

$$179. Q = \frac{mv_0^2}{2} \cdot \frac{M}{m+M}; H = \left(\frac{m}{m+M} \right)^2 \cdot \frac{v_0^2}{2g}.$$

$$180. v_1 = v_0 \left(\frac{M-m}{M} \right)^{1/2}.$$

$$181. L = \frac{l(n+1)}{n-3} = 9M \text{ (при } n > 3 \text{).}$$

$$182. v = v_0 \frac{M_1}{M_1 + M_2} = 7,5 \text{ км/ч; } t = \frac{v_0^2}{2g\mu} \cdot \left(\frac{M_1}{M_1 + M_2} \right)^2 = 4,3 \text{ м.}$$

$$183. u = \sqrt{2\mu g l \left(\frac{M}{m} + 1 \right)} \approx 34 \text{ м/с.}$$

$$184. v_0 = \sqrt{2gh \left(\frac{1}{n} + 1 \right)} \approx 6,9 \text{ м/с.}$$

$$185. \text{ а) } v_0 = \sqrt{5gH/2};$$

$$\text{ б) } v_0 = \sqrt{2gH}.$$

$$186. h = \frac{5}{3} R.$$

$$187. F = 3mg(1 - \cos \alpha).$$

$$188. \beta = \arctg(2tg \alpha); \eta = \frac{1}{2} \cos^2 \alpha.$$

$$189. l = \frac{m_2 g}{k} + \left[\left(\frac{m_2 g}{k} \right)^2 + \frac{2m_2^2 g H}{k(m_1 + m_2)} \right]^{1/2} = 0,25 \text{ м.}$$

$$190. v_1 = v_0 \left[\left(\frac{M}{M+m} \right)^2 + \frac{M}{M+m} - \frac{2gH}{v_0^2} \right]^{1/2}.$$

$$191. A = \frac{1}{2} m \omega^2 l_0 \frac{k(k+m\omega^2)}{(k-m\omega^2)^2}.$$

$$192. \eta = \frac{M}{M+m} \approx 0,91.$$

$$193. u = \sqrt{2\mu g l (n+1)} \approx 8,4 \text{ м/с.}$$

$$194. l = \frac{mMv^2}{2\mu g (m+M)^2} \approx 0,24 \text{ м;}$$

$$Q = \frac{mMv^2}{2(M+m)} \approx 49,5 \text{ Дж.}$$

$$195. v_1 = (l_0 - l) \left[\frac{k m_2}{m_1 (m_1 + m_2)} \right]^{1/2} = 0,32 \text{ м/с;}$$

$$v_2 = (l_0 - l) \left[\frac{k m_1}{m_2 (m_1 + m_2)} \right]^{1/2} = 0,16 \text{ м/с.}$$

$$196. l_1 = \frac{m(v_0 - v)}{M} \sqrt{\frac{2H}{g}};$$

$$l_2 = v \sqrt{\frac{2H}{g}}.$$

$$197. u_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1 + m_2};$$

$$u_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1v_1}{m_1 + m_2}.$$

$$198. E_d = E_0 \cdot \cos^2 \beta = \frac{1}{4} E_0;$$

$$E_{He} = E_0 \cdot \sin^2 \beta = \frac{3}{4} E_0.$$

$$199. M = \frac{(2 - \cos \alpha + 2\sqrt{1 - \cos \alpha})}{\cos \alpha} \approx 1,2 \text{ кг.}$$

$$200. \alpha = 2 \arccos \sqrt{1 - \eta} \approx 66^\circ.$$

$$201. \omega = \frac{1}{t} \sqrt{\frac{2m}{M}(u_0^2 - u^2)} = 20 \text{ 1/с;}$$

$$N_{cp} = \sqrt{(2Mg)^2 + \left[\frac{m(u + u_0)}{t} \right]^2} \approx 24 \text{ Н.}$$

$$202. H = \frac{v_0^2}{2g} \cdot \left(\frac{m}{M} \right)^2 \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{1 + \mu \operatorname{ctg} \alpha}.$$

$$203. E = m(gH + \frac{v^2}{2}) = 2,2 \cdot 10^4 \text{ Дж;}$$

$$h = \frac{m^2(2gH + v^2)}{2(m+M)[F - (m+M)g]} = 0,6 \text{ м.}$$

$$208. \text{ а) } F = 6 \text{ Н; б) } F = 1,5 \text{ Н.}$$

$$210. F_1 = F \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha}, \text{ направлена вертикально вверх.}$$

$$211. T = mg \sin \alpha / \sin(\alpha + \beta);$$

$$N = mg \sin \beta / \sin(\alpha + \beta).$$

$$212. \mu \leq \operatorname{tg} \beta.$$

213. Энергия, необходимая для выведения тела из данного состояния.

$$214. F = \frac{mg}{\mu} \approx 98 \text{ Н.}$$

$$215. n = \frac{L - 2l_1}{L - 2l_2} \approx 1,3.$$

$$216. m < M \left(\frac{1}{2n} - 1 \right) = 3,5 \text{ кг.}$$

$$217. r = \frac{l - a}{4l} \sqrt{l(l - 2a)} \approx 2,6 \text{ см.}$$

$$218. F = \frac{mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{\sqrt{\mu^2 + 1}} \approx 1,2 \text{ Н.}$$

$$219. x = \frac{R}{6}.$$

$$220. x = \frac{3}{22} R.$$

$$221. N_n = Mg \left(\frac{\cos \alpha}{2} - \frac{H}{L} \sin \alpha \right) \approx 4450 \text{ Н;}$$

$$N_3 = Mg \left(\frac{\cos \alpha}{2} + \frac{H}{L} \sin \alpha \right) \approx 5350 \text{ Н.}$$

$$222. F = \frac{Mg\sqrt{H(2R - H)}}{R - H}.$$

$$223. n = \frac{\sin \alpha + H \cos \alpha}{\sin \alpha - H \cos \alpha}.$$

$$224. T = \frac{mg(1 + R)}{\sqrt{l(l + 2R)}}; F = \frac{mgR}{\sqrt{l(l + 2R)}}.$$

226. Нарушится.

229. а) Не изменится; б) понизится $\Delta h = \frac{V}{S} \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} - 1 \right)$.

230. Чаша с жидкостью перевесит. Поместить гирию весом, в два раза превышающим вес вытесненной воды.

$$231. m = \left(\frac{\rho_B}{\rho} - 1 \right) M \approx 0,64 \text{ кг.}$$

$$232. H = \frac{\rho_B(h_1 - h_2) - \rho_M h_1}{\rho_B - \rho} \approx 7,3 \text{ см.}$$

$$233. R = \sqrt[3]{\frac{3}{4x} \frac{\rho_B}{\rho} HS} \approx 2,5 \text{ см.}$$

$$234. \Delta p = \rho(g - a)H \approx 680 \text{ Па.}$$

$$235. F = g \frac{\pi}{4} \left\{ \rho_0 d^2 (H - h) + (\rho - \rho_0)(D^2 - d^2)h + \rho d^2 h_1 \right\}.$$

$$236. h_1 = \frac{h \rho_1}{\rho_2 - \rho_1}; t = \frac{\rho_1}{\rho_2 - \rho_1} \sqrt{\frac{2h}{g}}; a = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} g.$$

237. Вода не обладает способностью расширяться.

238. Возрастет, так как объем увеличится.

239. Одинаково.

241. За счет возрастания потенциальной энергии взаимодействия атомов.

242. Да.

243. Увеличится.

244. а) Нет, б) уменьшится, в) возрастет.

$$245. d = \sqrt[3]{\frac{\mu}{\rho N_A}} \approx 2,3 \cdot 10^{-10} \text{ м.}$$

$$246. N = \frac{\rho V}{\mu} N_A \approx 1,7 \cdot 10^{25}.$$

$$247. N = \frac{\rho V}{R(t+273)} N_A \approx 1,8 \cdot 10^{22}.$$

$$248. n = \frac{\rho V N_A}{\mu} \approx 3,3 \cdot 10^{22};$$

$$m = \frac{\mu}{N_A} \approx 3 \cdot 10^{-26} \text{ кг};$$

$$d = \left(\frac{\mu}{\rho N_A} \right)^{1/3} \approx 3,1 \cdot 10^{-10} \text{ м.}$$

$$249. \Delta l = l \left[\frac{T_1 + \Delta T}{T_1} \frac{(\rho_0 - \rho g h)}{(\rho_0 - \rho g h \cos \alpha)} - 1 \right] \approx 8 \text{ мм.}$$

$$250. l_1 = \frac{H + l - \sqrt{H^2 - l^2}}{2} = 0,25 \text{ м.}$$

$$251. \rho = \frac{\rho_1 + n \rho_2}{n + 1} = 35 \text{ кг/м}^3.$$

$$252. \rho_0 = \frac{m a}{S} \left(\frac{1}{n} - 1 \right) \approx 1,2 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

$$253. T_2 = T_1 \frac{H}{h} + \frac{M \kappa (H - h) H}{m R}.$$

$$254. \Delta T = T_2 - T_1 = \frac{\mu}{m R} (\rho_2 V_1 - \rho_2 \Delta V - \rho_1 V_1) \approx 2,4 \cdot 10^2 \text{ К.}$$

$$255. \Delta m = \frac{\mu \rho V (t_2 - t_1)}{R (t_1 + 273)(t_2 + 273)} \approx 2,9 \text{ кг.}$$

$$256. p_2 = (1 - n) p_1 \left(1 + \frac{\Delta T}{T_1} \right) \approx 11,9 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

$$258. \text{ а) } \Delta V = V \frac{m g + p_0 S}{p_0 S + m (g + a)}; \text{ б) } \Delta V = V \frac{p_0 S + m g}{p_0 S + m (g - a)}.$$

Указание: давление в покоящемся цилиндре $p = p_0 + \frac{m g}{S}$.

$$259. n = \frac{V}{SL} \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right) \approx 67.$$

$$260. x = \frac{p_0 (t + 273)}{p (t_0 + 273)} n \approx 0,6.$$

$$261. \frac{V_2}{V_1} = \frac{\mu m g \cos \alpha}{\rho S} + \sqrt{\left(\frac{\mu m g \cos \alpha}{\rho S} \right)^2 + 1} = 1,2.$$

$$263. t_1 = \frac{t_2 - t_0}{l_0 \beta_1 - l_0 \beta_2} = 83,4^\circ \text{ C}, \quad t_2 = 27,8^\circ \text{ C.}$$

$$264. l_0 = \frac{l_1 l_2 (\omega_2^2 l_2 - \omega_1^2 l_1)}{\omega_2^2 l_2^2 - \omega_1^2 l_1^2} = \frac{\left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \frac{l_2}{l_1} - 1}{\left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \left(\frac{l_2}{l_1} \right)^2 - 1} l_2 = 8,7 \text{ см.}$$

$$265. a = g \sin \alpha + \frac{p_0 S}{m} \left(1 - \frac{1}{n} \right) = 5,5 \text{ м/с}^2.$$

$$266. R = \frac{(p_0 S - m g)^2}{2 \kappa} \approx 4,5 \text{ Дж.}$$

$$281. \Delta T = \frac{A T}{\rho V} \approx 56 \text{ К.}$$

$$282. \Delta \eta = (1 - \eta_0) \left(1 - \frac{m}{n} \right) = -0,15.$$

$$283. n = \frac{(t_2 - t_3)(t_1 + 273)}{(t_1 - t_3)(t_2 + 273)} = 2,7.$$

$$284. m = \frac{m_1 g R}{2 q} \approx 0,7 \cdot 10^3 \text{ кг.}$$

$$285. \Delta T = \frac{2 q Q}{Z (C_v + R)} \approx 7 \cdot 10^{-2} \text{ К;}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{R}{C_v + R} Q; A = \frac{2 C_v - R}{2 (C_v + R)} Q.$$

$$286. \Delta m = \frac{c_v m \Delta t}{\lambda} \approx 1,6 \text{ г.}$$

$$287. \Delta t = \frac{mgT_1}{P_1 S} \approx 70 \text{ К.}$$

$$288. A = p_1 V_1 \frac{T_3 - T_2}{T_1} = 100 \text{ Дж.}$$

$$289. \eta = \frac{v^2 2c(t_k - t_0)}{2\lambda} = 0,6.$$

$$290. Q = -\Delta u = \frac{5}{2} \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) p_1 V \approx 5,4 \text{ Дж.}$$

$$291. h = \frac{[m_0 c(t - t_k) - m c_0(t_k - t_0)] R(t_k + 273)}{L \mu \rho S} \approx 0,64 \text{ м.}$$

$$292. A = p_0 (V_1 - V_2) = 10^3 \text{ Дж,}$$

где p_0 - атмосферное давление.

$$293. \rho = \frac{M P_2}{R T_2} \approx 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3; f = \frac{P_2}{P_1} \approx 0,49.$$

$$294. \rho = \frac{m R T}{f V M} \approx 2,3 \cdot 10^3 \text{ Па.}$$

$$295. f = \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2} + \frac{m R T_1}{p_1 V \mu} \approx 0,8.$$

$$296. f_2 = f_1 \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} \approx 29\%.$$

$$297. m = \left(p_1 f_1 - p_2 f_2 \frac{T_2}{T_1}\right) V = 44,4 \text{ кг.}$$

Некоторые физические константы:

Ускорение свободного падения	- g	.....	9,81 м/с ²
Гравитационная постоянная	- γ	.....	6,61 · 10 ⁻¹¹ м ³ /(кг·с ²)
Число Авогадро	- N_A	.....	6,02 · 10 ²³ моль ⁻¹
Универсальная газовая постоянная	- R	.....	8,314 Дж/(моль·К)
Стандартный объем газа	- V_m	.....	2,24 · 10 ⁻² м ³ /моль

Некоторые физические свойства веществ

Плотности вещества $\rho \cdot 10^{-3}$ кг/м³

Металлы

алюминий.....	2,7	кирпич	1,8	свинец	11,3
железо.....	7,9	латунь	8,5	стекло	2,6
золото.....	19,3	лед	0,9	уран	19,1

Жидкости

бензин	0,7	ртуть	13,6
вода (4°C)	1,0	керосин	0,8

Удельные теплоемкости, Дж/кг

алюминий	880	медь	400
вода	4190	свинец	130
железо	460	лед	2100

Температуры плавления и отвердевания, °C

алюминий	660	ртуть	-39
вода	0	свинец	327
железо	1530	олово	232

Удельные теплоты плавления, $\lambda \cdot 10^{-3}$ Дж/кг

алюминий	380	медь	180
железо	270	свинец	30
лед	330		

Удельные теплоты парообразования и конденсации жидкостей
 $L \cdot 10^{-5}$ Дж/кг

вода 22,6

Теплоты сгорания топлива $Q \cdot 10^{-6}$ Дж/кг

бензин	46,2	мазут	42
дрова	8,3	нефть	46,2
каменный уголь	30	спирт	30
керосин	46,2	торф	15

СОДЕРЖАНИЕ

Задачи.....	3
I. Механика.....	3
1. Кинематика.....	3
2. Динамика.....	14
3. Статика.....	32
II. Тепловые явления. Молекулярная физика.....	37
1. Газовые законы.....	37
2. Закон сохранения энергии для тепловых процес- сов. Тепловые машины. Фазовые переходы.....	41
Ответы.....	45
Приложение.....	61

Диденко Александр Яковлевич,
Филиппов Валентин Петрович

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ
(механика и молекулярная физика)

Для слушателей
подготовительных курсов

Редактор Н.Н.Антонова
Техн. редактор З.И.Хазова
Корректор И.Н.Маркина

Подписано в печать 3/8-84г. Формат 60х84 1/16 Объем 4 п.л.
Уч.-изд.л. 3,75 Тираж 1500 экз. Цена 25 коп.

Изд. № 087-1 Заказ 1735

Типография МИФИ, Каширское шоссе, 31