

1. Урок. 0.1 Величины. 0.2 Тригонометрия. 0.3 Геометрия. 0.4  
Векторы.

- 1) Длина пенала — 18 см, а длина провода 17 см. Запишите чему равны эти длины с помощью одной и той же буквы и индексов.
- 2) Высоты столба и забора равны 3 м и 1,5 м соответственно. Запишите чему равны эти высоты с помощью одной и той же буквы и индексов.
- 3) Переведите в градусы.
  - а)  $\pi$  рад
  - б)  $\frac{\pi}{4}$  рад
  - в)  $\frac{\pi}{6}$  рад
  - г)  $\frac{\pi}{3}$  рад
  - д)  $\frac{\pi}{2}$  рад
  - е)  $-\pi$  рад
- 4) Переведите в радианы.
  - а)  $-45^\circ$
  - б)  $0^\circ$
  - в)  $6^\circ$
  - г)  $360^\circ$
  - д)  $100^\circ$
  - е)  $1^\circ$
- 5) Вычислите без калькулятора.
  - а)  $\sin 30^\circ$
  - б)  $\cos\left(-\frac{\pi}{4}\right)$
  - в)  $\operatorname{tg} 180^\circ$
  - г)  $\operatorname{ctg} 60^\circ$
  - д)  $\operatorname{tg} \frac{\pi}{2}$
  - е)  $\cos(-180^\circ)$
- 6) Найдите область определения функции.
  - а)  $y = \sin x$
  - б)  $y = 586 \cdot \cos 15x$
  - в)  $y = 10 \sin x \cdot \cos 17x$
- 7) Вычислите без калькулятора.
  - а)  $\sin^2 2,7 + \cos^2 2,7$
  - б)  $\frac{\sin 20x}{\sin 10x \cdot \cos 10x}$

- в)  $\frac{\sin 80^\circ}{\sin 40^\circ \cdot \sin 50^\circ}$   
г)  $\sin 75^\circ$   
д)  $\cos 75^\circ$   
е)  $\sin 15^\circ$   
ё)  $\cos 15^\circ$   
ж)  $\operatorname{tg} \frac{\pi}{3}$

- 8) Есть окружность с радиусом 200 м и центром О. На окружности выбраны точки А и В.  $\angle AOB = 30^\circ$ .
- найдите её диаметр. Ответ округлите до сотых долей метра.
  - найдите её длину. Ответ округлите до сотых долей метра.
  - найдите длину меньшей дуги АВ. Ответ округлите до сотых долей метра.
  - найдите площадь круга, ограниченного этой окружностью. Ответ округлите до сотых долей метра квадратного.
  - найдите площадь меньшего сектора, ограниченного дугой АВ и радиусами ОА и ОВ. Ответ округлите до сотых долей метра квадратного.
- 9) Смежные стороны прямоугольника равны 10 м и 17 мм.
- найдите его площадь.
  - найдите его периметр.
- 10) Угол между наклонной плоскостью и горизонталью  $30^\circ$ , найдите угол между вертикалью и перпендикуляром к наклонной плоскости. Сделайте рисунок.
- 11) Радиус шара 2 см. Ответы округлите до сотых.
- найдите площадь поверхности этого шара.
  - найдите объём этого шара.
- 12) Прямой круговой цилиндр, имеет диаметр основания 3 мм и образующую 7 мм. Ответы округлите до десятых.
- найдите объём этого цилиндра.
  - найдите площадь боковой поверхности этого цилиндра.
- 13) Рёбра прямоугольного параллелепипеда равны 4 м, 5 м и 6 м.
- найдите его объём.
  - найдите его площадь поверхности.
- 14) Даны векторы, синий и фиолетовый, смотри рис. 1.

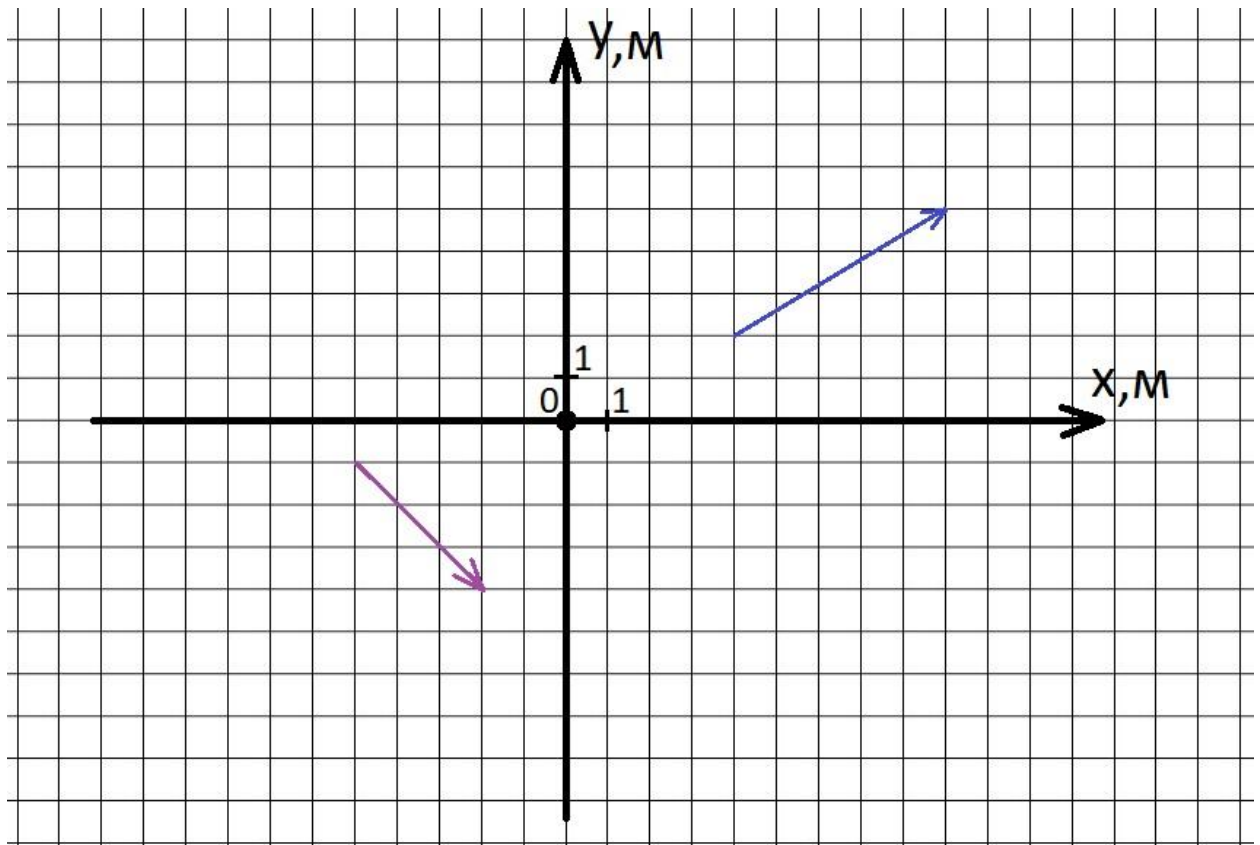


Рис. 1. Векторы.

Ответы округлите до сотых.

- найдите модули этих векторов.
- найдите углы между этими векторами и осями.
- найдите проекции этих векторов на оси двумя способами.
- найдите сумму этих векторов двумя способами.
- найдите разность синего и фиолетового векторов двумя способами.
- найдите разность фиолетового и синего векторов двумя способами.

## 2. Урок. 0.5 Производная.

15) Найдите производную функции.  $y$  и  $t$  не зависят от  $x$ .

- $f(x) = 0$
- $f(x) = 16$
- $f(x) = 2^4$
- $f(x) = 586 \cdot \pi$
- $f(x) = 586y \cdot t^y \cdot \sin(27e)$
- $f(x) = 299t^{17} \cdot 97t^y \cdot e^\pi : \cos(397,5 \cdot \pi)$

16) Найдите производную функции.  $y$  не зависит от  $x$ .

- $f(x) = x$
- $f(x) = x^{16}$
- $f(x) = x^{17y}$

г)  $f(x) = \sin(x)$

д)  $f(x) = \cos(x)$

е)  $f(x) = e^x$

17) Найдите производную функции.  $y$  не зависит от  $x$ .

а)  $f(x) = 17x$

б)  $f(x) = 5x^2$

в)  $f(x) = e^y \cdot x^{155y}$

г)  $f(x) = 5\sin(x) + e^x$

д)  $f(x) = \pi \cdot \cos(x) - \frac{y \cdot \sqrt{x}}{2}$

е)  $f(x) = 90\sqrt[3]{x}$

ё)  $f(x) = \frac{15}{x}$

18) Найдите производную функции.  $y$  не зависит от  $x$ .

а)  $f(x) = 5x \sin x$

б)  $f(x) = \operatorname{tg} x$

в)  $f(x) = \operatorname{ctgx} \cdot e^x$

г)  $f(x) = 7x^4 + xe^x$

д)  $f(x) = \frac{2x^y}{\sin x}$

е)  $f(x) = y^{\pi x}$

19) Найдите производную функции.  $x_0, v_{0x}, a_x, A, \omega, \varphi_0$  не зависят от  $t$ .

а)  $f(x) = \sin 20x$

б)  $f(x) = e^{\sin^3(x^2)}$

в)  $f(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$

г)  $f(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$

20) Найдите производную функции по каждой из независимых переменных  $x$  и  $y$ .

а)  $f(x, y) = yx^2$

б)  $f(x, y) = y^{\pi} e^{5x}$

21) Найдите вторую производную функции.  $x_0, v_{0x}, a_x, A, \omega, \varphi_0$  не зависят от  $t$ .

а)  $f(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$

б)  $f(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$

3. Урок. 1.1.1 Движение и система отсчёта. 1.1.2 Материальная точка в системе отсчёта.

22) На парте лежит тетрадь. Двигается ли она относительно

а) Луны?

б) центра Земли?

- в) Солнца?
- г) парты?
- д) доски?
- е) атома аргона в классе?

- 23) В первой системе отсчёта координаты материальной точки (3 м, 7 м, -5 м). Найдите координаты этой точки во второй системе отсчёта, оси которой сонаправлены с первой, а начало координат находится в точке, координаты которой в первой системе отсчёта (1 м, -3 м, 3 м).
- 24) Материальная точка имеет координаты (2 м, 13 дм, -125 см). Найдите длину её радиус-вектора и углы между ним и осями.
- 25) Движение точки описывается уравнениями, имеющими в системе СИ вид:
- $$\begin{cases} x = \sin t \\ y = \cos t \\ z = t \end{cases}$$
- Найдите координаты этой точки в момент времени  $t = 2$  с.
- 26) Сначала координаты птицы в системе отсчёта, связанной со столбом, были (3 м, 2 м, 5 м). Птица двигалась и её координаты стали (3 м, 3 м, 2 м).
- а) найдите перемещение птицы?
  - б) найдите перемещение птицы в системе отсчёта связанной с автомобилем, если он за это время переместился на 3 м в положительном направлении оси  $x$ .
- 27) Материальная точка совершает 10 полных оборотов по окружности радиусом 5 м.
- а) найдите пройденный ей путь
  - б) найдите её перемещение

#### 4. Урок. 1.1.3 Скорость.

- 28) Точка движется равномерно и прямолинейно. За 5 мин, её радиус вектор изменился от  $\vec{r}_1 = \{1 \text{ м}, 3 \text{ м}, 7 \text{ дм}\}$  до  $\vec{r}_2 = \{3 \text{ м}, 3 \text{ м}, 3 \text{ м}\}$ .
- а) найдите её скорость
  - б) найдите модуль её скорости
  - в) найдите углы между её скоростью и осями
  - г) найдите путь этой точки
- 29)
- а) Скорость света в вакууме  $299792458 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , сколько это в км/ч?

б) Скорость поезда  $80 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$  сколько это в м/с?

в) Скорость ракеты  $8 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  сколько это в км/ч?

30) Движение точки описывается уравнениями, имеющими в системе СИ вид:

$$\begin{cases} x = \sin t \\ y = \cos t \\ z = t \end{cases}$$

а) найдите зависимость скорости этой точки от времени.

б) найдите её скорость в момент времени  $t = 3$  с.

в) найдите модуль её скорости в момент времени 5 с.

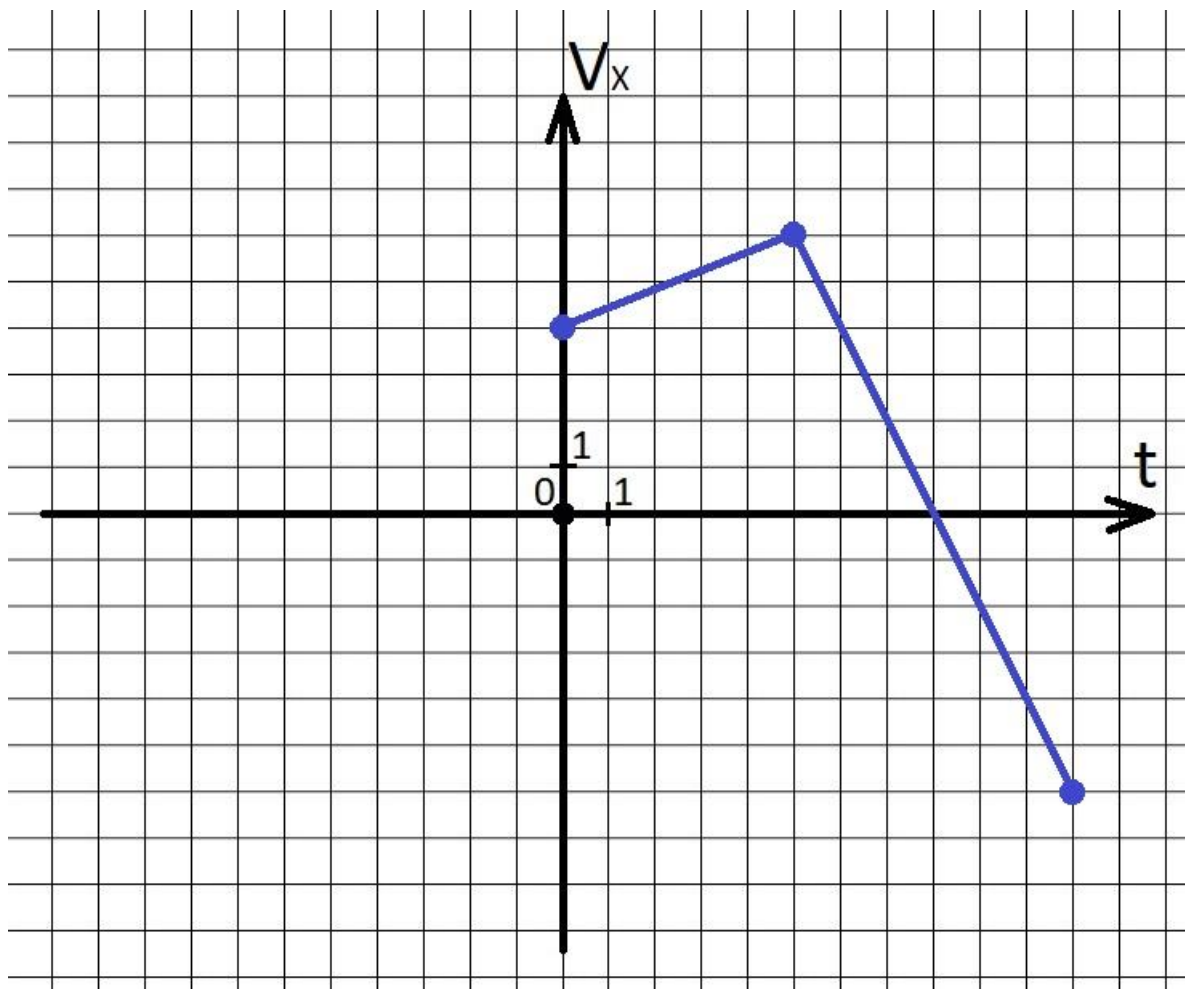
г) найдите её перемещение с момента времени  $t = 2$  с, до момента  $t = 5$  с.

31) Координата точки зависит от времени следующим образом:  $x(t) = 3t^2 - 5t$ , в системе СИ; постройте график зависимости  $v_x(t)$  этой точки.

32) Мотоцикл проехал треть пути со скоростью 30 км/ч, треть пути со скоростью 20 м/с и треть пути со скоростью 50 км/ч, найдите его среднюю скорость.

33) Скорость течения реки 1,5 м/с. Определите скорость катера относительно воды, если катер движется перпендикулярно к берегу со скоростью 2 м/с относительно него.

34) График зависимость в системе СИ скорости точки прямолинейного движения в проекции на ось  $x$  представлена на рисунке.



- а) найдите изменение координаты этой точки за всё время движения.
- б) найдите путь этой точки за всё время движения.
- в) найдите изменение координаты этой точки за последние 5 с движения.

35) В безветренную погоду самолёт затрачивает на перелёт между городами 6 часов. Если во время полёта дует боковой ветер перпендикулярно линии полёта, то самолёт затрачивает на перелёт на 9 минут больше. Найдите скорость ветра, если скорость самолёта относительно воздуха постоянна и равна 328 км/ч.

#### 5. Урок. 1.1.4 Ускорение.

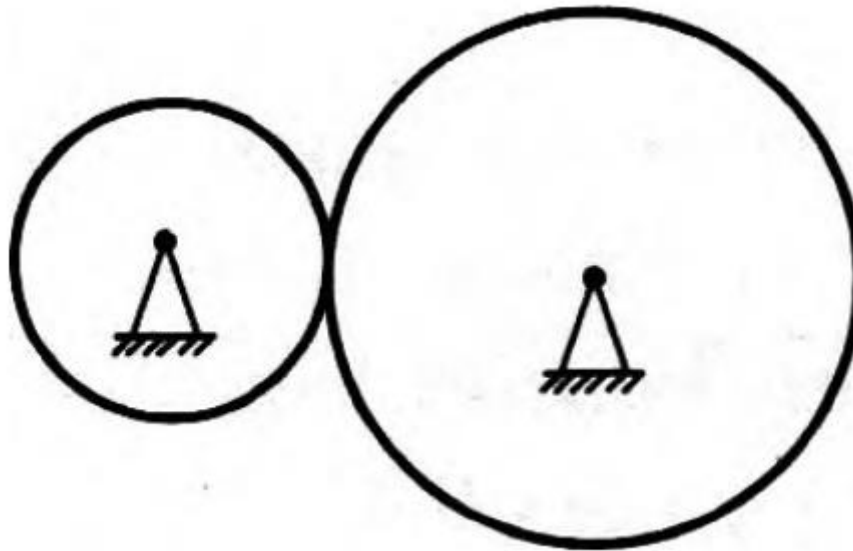
36) Движение точки описывается уравнениями, имеющими в системе СИ вид:

$$\begin{cases} x = \sin t \\ y = \cos t \\ z = t \end{cases}$$

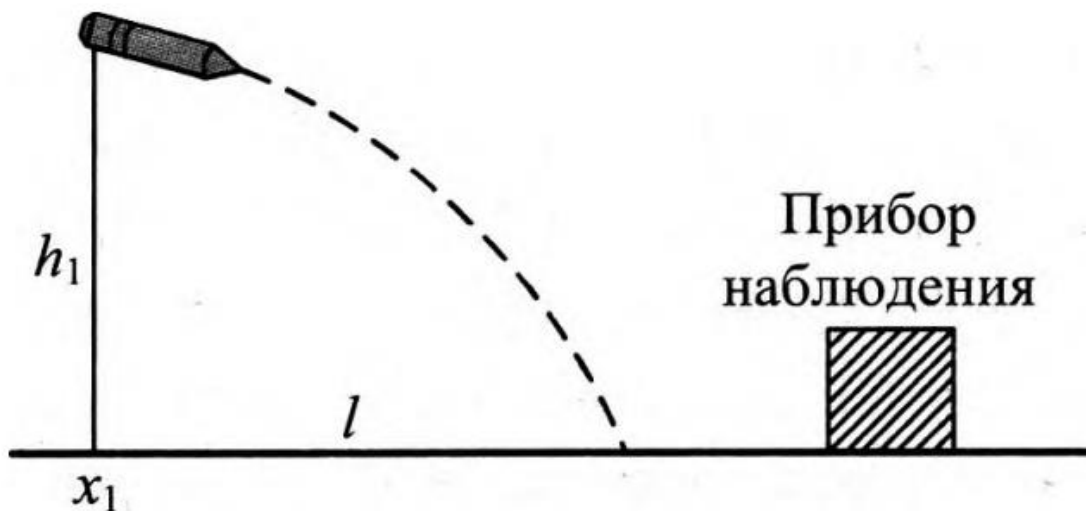
- а) найдите зависимость ускорения этой точки от времени.
- б) найдите её ускорение в момент времени  $t = 3$  с.
- в) найдите модуль её ускорения в момент времени 5 с.

- г) найдите углы между осями и её ускорением в момент времени  $t = 2$  с.
- 37) Координата точки зависит от времени следующим образом:  
 $x(t) = 3t^2 - 5t$ , в системе СИ; постройте график зависимости  $a_x(t)$  этой точки.
- 38) Автомобиль разгоняется по прямой до 100 км/ч за 2,6 с. Найдите его среднее ускорение.
6. Урок. 1.1.5 Уравнение равномерного прямолинейного движения. 1.1.6 Уравнение движения с постоянным ускорением. 1.1.7 Свободное падение. 1.1.8 Движение точки по окружности.
- 39) Мимо остановки по прямой улице с постоянной скоростью проезжает грузовик. Через 5 с от остановки вдогонку грузовику отъезжает мотоциклист, движущийся с ускорением  $3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ , и догоняет грузовик на расстоянии 150 м от остановки. Чему равна скорость грузовика?
- 40) Тело упало с некоторой высоты с нулевой начальной скоростью и при ударе о землю имело скорость 40 м/с. Чему равно время падения? Соппротивлением воздуха пренебречь.
- 41) Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю через 2 с в 20 м от места броска. Чему равна минимальная скорость камня за время полета?
- 42) Верхнюю точку моста радиусом 100 м автомобиль проходит со скоростью 20 м/с. Определите центростремительное ускорение автомобиля.
- 43) Две шестерни, сцепленные друг с другом, вращаются вокруг неподвижных осей (см. рис). Большая шестерня радиусом 20 см делает 20 оборотов за 10 с. Сколько оборотов в секунду делает шестерня радиусом 10 см?

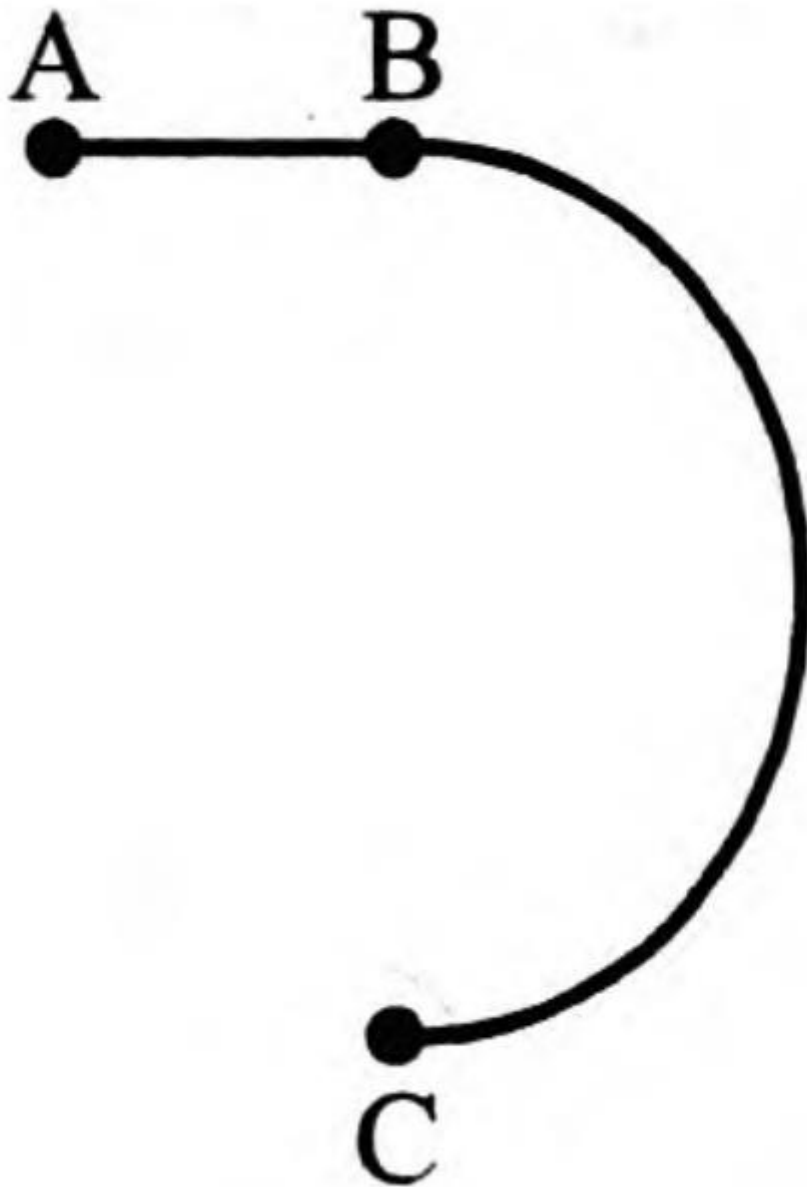




- 44) Тело, свободно падающее с некоторой высоты из состояния покоя, за время  $t = 1$  с после начала движения проходит путь в  $n = 5$  раз меньший, чем за такой же промежуток времени в конце движения. Найдите полное время движения.
- 45) Прибор наблюдения обнаружил летящий снаряд и зафиксировал его горизонтальную координату  $x_1$  и высоту  $h_1 = 1655$  м над Землей (см. рис). Через 3 с снаряд упал на Землю и взорвался на расстоянии  $l = 1700$  м от места его обнаружения. Чему равнялось время полета снаряда от пушки до места взрыва, если считать, что сопротивление воздуха пренебрежимо мало? Пушка и место взрыва находятся на одной горизонтали.



- 46) Стартуя из точки А (см. рис.), спортсмен движется равноускорено до точки В, после которой модуль скорости спортсмена остаётся постоянным вплоть до точки С. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок ВС, больше, чем на участок АВ, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория ВС — полуокружность.



- 47) Движение точки описывается уравнениями, имеющими в системе СИ вид:

$$\begin{cases} x = \sin t \\ y = \cos t \\ z = 299792460,685452001 \end{cases}$$

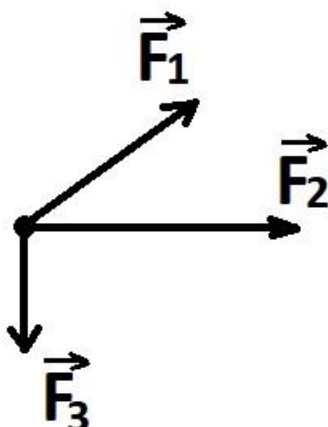
Найдите траекторию этой точки.

7. Урок. 1.1.9 Твёрдое тело. 1.2.1 Инерциальные системы отсчёта. 1.2.2 Масса. 1.2.3 Сила. 1.2.4 Второй закон Ньютона. 1.2.5 Третий закон Ньютона. 1.2.6 Всемирное тяготение.

48) Диск катится по плоскости без проскальзывания. Скорость его центра относительно плоскости 5 м/с. Какая скорость у его верхней точки относительно этой плоскости?

49) Сколько стоит золотой шар радиусом 2 м? Плотность золота примерно  $19300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . 1 г золота стоит примерно 6100 руб<sup>1</sup>.

50) В ИСО на тело действуют силы как показано на рисунке.



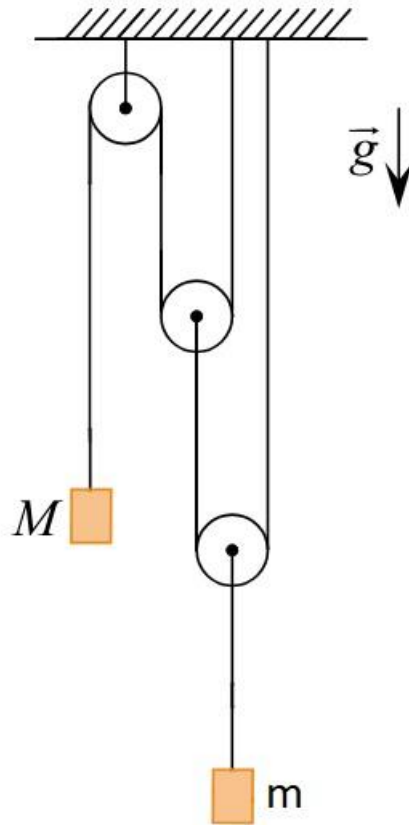
Где  $F_1 = 20 \text{ Н}$ ,  $F_2 = 15 \text{ Н}$ ,  $F_3 = 30 \text{ Н}$ , угол между  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$   $30^\circ$ , а между  $\vec{F}_3$  и  $\vec{F}_2$   $90^\circ$ .  
Найдите ускорение тела, если его масса 300 г.

- 51) Мальчик стоит на дне бассейна. Масса мальчика 50 кг. Дно бассейна действует на него с силой 50 Н, направленной вертикально в верх. Масса Солнца примерно  $2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$ , а расстояние от Земли до Солнца примерно 150 млн км. Найдите силы:
- С которой Земля действует на мальчика
  - С которой мальчик действует на дно бассейна
  - С которой мальчик действует на Землю
  - С которой мальчик действует на Солнце.

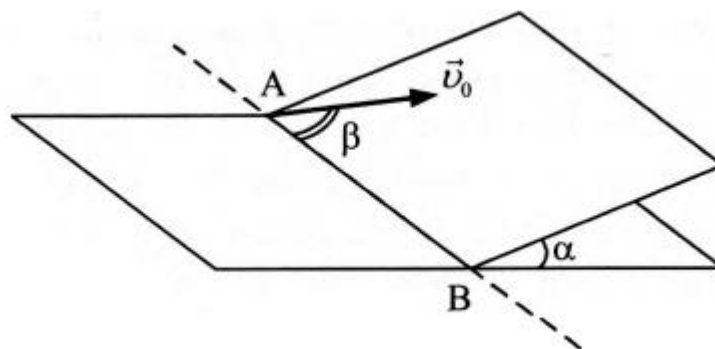
- 52) Масса международной космической станции (МКС) примерно 440 т, она находится на высоте примерно 400 км. Найдите силу тяжести, действующую на МКС. Масса Земли примерно  $6 \cdot 10^{24}$  кг, а её радиус примерно 6400 км.
- 53) Плотность Марса  $3900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ , а его радиус 3400 км. Найдите ускорение свободного падения на Марсе.
8. Урок. 1.2.7 Первая и вторая космические скорости. 1.2.8 Сила упругости.
- 54) Найдите первую и вторую космические скорости на Солнце. Диаметр Солнца 1,4 Гм, плотность Солнца  $1,4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ .
- 55) Средняя плотность планеты Плук равна средней плотности Земли, а радиус Плука в 2 раза больше радиуса Земли. Чему равно отношение первой космической скорости для Плука к первой космической скорости для Земли?
- 56) Груз массой 4 кг подвешен к укрепленному в лифте динамометру. Лифт начинает спускаться с верхнего этажа с постоянным ускорением. Показания динамометра при этом равны 36 Н. Чему равно ускорение лифта?
- 57) Иридиевый шарик радиусом 5 см лежит на столе. Плотность иридия  $22,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ . Найдите вес этого шарика и силу реакции опоры, действующую на него.
- 58) Брусок массой  $M$  соединен с более легким бруском массой  $m = 200$  г невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (смотри рисунок). Чему равна масса  $M$ , если модуль ускорения бруска массой 200 г равен  $2 \frac{M}{c^2}$ ?



- 59) Найдите модуль ускорения  $a$  груза массой  $M$  в системе, изображённой на рисунке. Трения нет, блоки невесомы, нити лёгкие и нерастяжимые, их участки, не лежащие на блоках, вертикальны, масса второго груза  $m$ , ускорение свободного падения равно  $g$ .



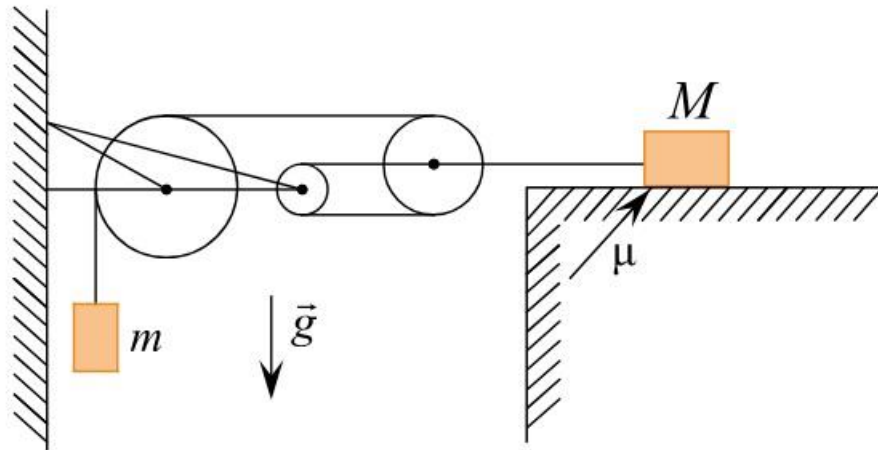
- 60) Наклонная плоскость пересекается с горизонтальной плоскостью по прямой АВ. Угол между плоскостями  $\alpha = 30^\circ$ . Маленькая шайба начинает движение вверх по наклонной плоскости из точки А с начальной скоростью  $v_0 = 2$  м/с под углом  $\beta = 60^\circ$  к прямой АВ. В ходе движения шайба съезжает на прямую АВ в точке В. Пренебрегая трением между шайбой и наклонной плоскостью, найдите расстояние АВ.



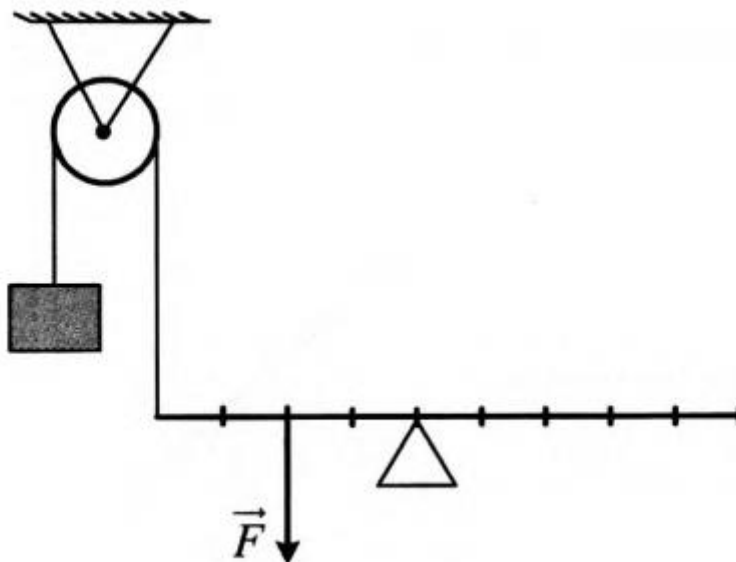
9. Урок. 1.2.9 Сила трения. 1.2.10 Давление. 1.3.1 Момент силы. 1.3.2 Условия равновесия твёрдого тела. 1.3.3 Закон Паскаля. 1.3.4 Давление столба жидкости. 1.3.5 Закон Архимеда. 1.4.1 Импульс. 1.4.2 Импульс системы тел. 1.4.3 Законы изменения и сохранения импульса. 1.4.4 Работа силы.

61) К подвижной вертикальной стенке приложили груз массой 10 кг. Коэффициент трения между грузом и стенкой равен 0,4. С каким минимальным ускорением надо передвигать стенку влево, чтобы груз не соскользнул вниз?

62) В системе, изображённой на рисунке, грузик массой  $m = 1$  кг подвешен на нити, охватывающей три блока, второй конец которой привязан к оси самого правого блока. К этой же оси привязана другая нить, соединяющаяся с грузом массой  $M = 11$  кг, лежащим на шероховатой горизонтальной плоскости (коэффициент трения груза о плоскость равен  $\mu = 0,25$ ). Найдите ускорение  $a_1$  грузика  $m$ . Считайте, что нити невесомы и нерастяжимы, свободные участки нитей вертикальны или горизонтальны, блоки невесомы, а трение в их осях отсутствует.



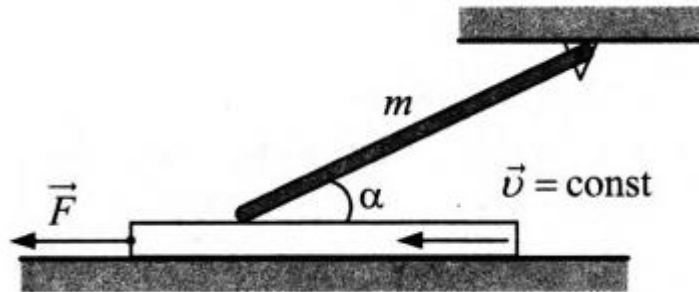
- 63) Однородный цилиндр, изготовленный из элемента, номер которого является вторым совершенным числом,<sup>2</sup> стоит на столе. Высота цилиндра 10 см, а радиус основания 3 см. Оцените давление, которое он оказывает на стол.
- 64) На рисунке изображена система, состоящая из невесомого рычага и идеального блока. Чтобы система находилась в равновесии, к рычагу необходимо приложить силу 4 Н. Определите массу груза.



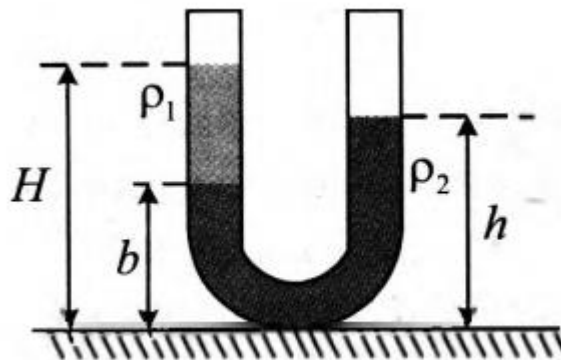
- 65) Однородный тонкий стержень массой  $m$  одним концом шарнирно прикреплен к потолку, а другим концом опирается на массивную горизонтальную доску, образуя с ней угол  $\alpha = 30^\circ$ . Под

<sup>2</sup> Это никель. Плотность никеля  $8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

действием горизонтальной силы  $\vec{F}$  доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (смотри рисунок). Стержень при этом неподвижен. Найдите  $m$ , если коэффициент трения стержня по доске  $\mu = 0,2$ , а сила  $F = 0,9$  Н. Трением доски по опоре и трением в шарнире пренебречь.

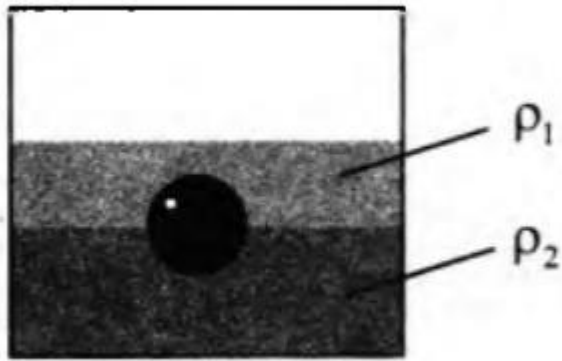


- 66) В U-образную трубку с широкими вертикальными прямыми коленами налиты неизвестная жидкость плотностью  $\rho_1$  и вода плотностью  $\rho_2 = 1000$  кг/м<sup>3</sup> (смотри рисунок). На рисунке  $b = 10$  см,  $h = 24$  см,  $H = 30$  см. Давление воздуха над жидкостью слева и справа одинаковое. Чему равна плотность жидкости  $\rho_1$ ?

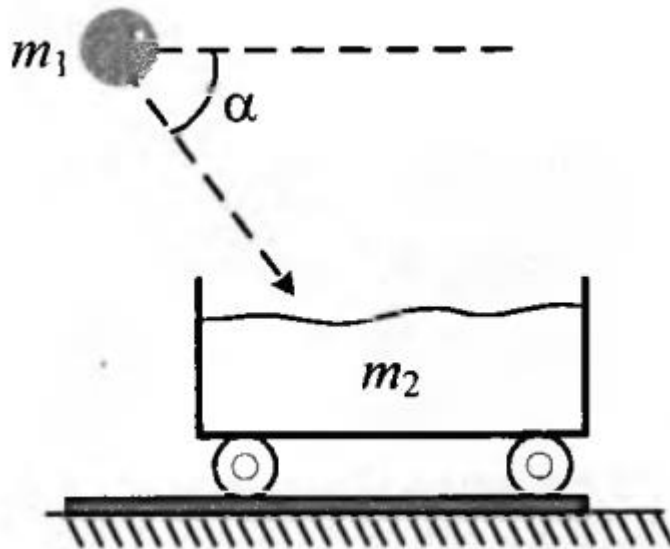


- 67) Оцените давление в озере на глубине 10 м.
- 68) На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности  $\rho_1 = 900$  кг/м<sup>3</sup> и  $\rho_2 = 3\rho_1$  плавает шарик (смотри рисунок). Какой должна быть плотность шарика  $\rho$ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна треть его объема?



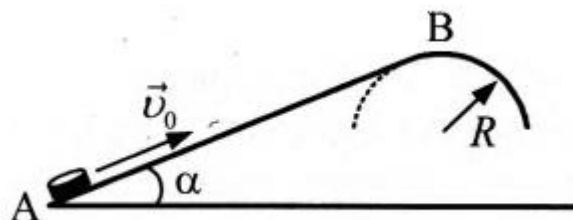


- 69) Оцените импульс Земли в солнечной системе.
- 70) В системе отсчёта, связанной с Землёй, скорость некой молекулы кислорода  $\vec{v}_{O_2} = \left(100 \frac{M}{c}, 200 \frac{M}{c}, 300 \frac{M}{c}\right)$ , а скорость некоторой молекулы азота  $\vec{v}_{N_2} = \left(150 \frac{M}{c}, -100 \frac{M}{c}, 250 \frac{M}{c}\right)$ . Масса молекулы кислорода  $5,3 \cdot 10^{-26}$  кг, а азота  $4,7 \cdot 10^{-26}$  кг. Найдите импульс системы тел, состоящей из этих двух молекул.
- 71) Камень массой  $m_1 = 4$  кг падает под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту со скоростью 10 м/с в тележку с песком, покоящуюся на горизонтальных рельсах (смотри рисунок). Чему равен импульс тележки с песком и камнем после падения камня?



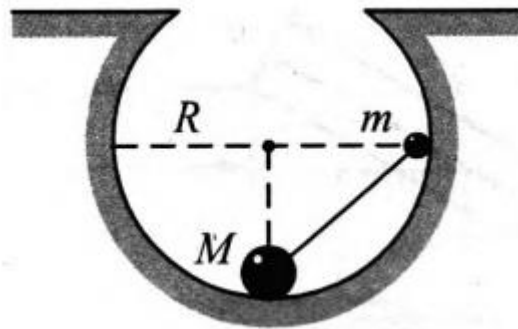
- 72) На тело массой 2 кг 3 секунды действует сила  $\vec{F} = (1 \text{ Н}, 2 \text{ Н}, 3 \text{ Н})$ . Найдите импульс этого тела после окончания действия силы, если его начальная скорость 5 м/с сонаправлена с осью  $x$ .

- 73) Брат катает сестру на санках по окружности радиусом 5 м с постоянной скоростью. Масса сестры с санками 30 кг. Коэффициент трения скольжения между полозьями санок и снегом 0,05. Какую работу совершит сила трения, действующая на санки, за 7 кругов?
10. Урок. 1.4.5 Мощность силы. 1.4.6 Кинетическая энергия. 1.4.7 Потенциальная энергия. 1.4.8 Закон изменения механической энергии. 1.5.1 Гармонические колебания.
- 74) Тело движется равномерно по прямой под углом  $60^\circ$  к действующей на него постоянной силе 80 Н со скоростью 10 м/с. Найдите мощность этой силы.
- 75) Тело свободно падает из состояния покоя. Найдите его кинетическую энергию через 2 с после начала падения, если его масса 300 г.
- 76) Маленький шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от нее. Угол наклона плоскости к горизонту равен  $30^\circ$ . Между первым и вторым ударами о плоскость шарик перемещается по горизонтали на расстояние 0,173 м. Скорость шарика в момент первого удара направлена вертикально вниз. Какова величина этой скорости?
- 77) Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки А (смотри рисунок). В точке В наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом  $R = 0,3$  м. Если в точке А скорость шайбы превосходит  $v_0 = 4$  м/с, то в точке В шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости  $AB = L$ , угол  $\alpha = 30^\circ$ . Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой  $\mu = 0,2$ . Найдите длину наклонной плоскости  $L$ .

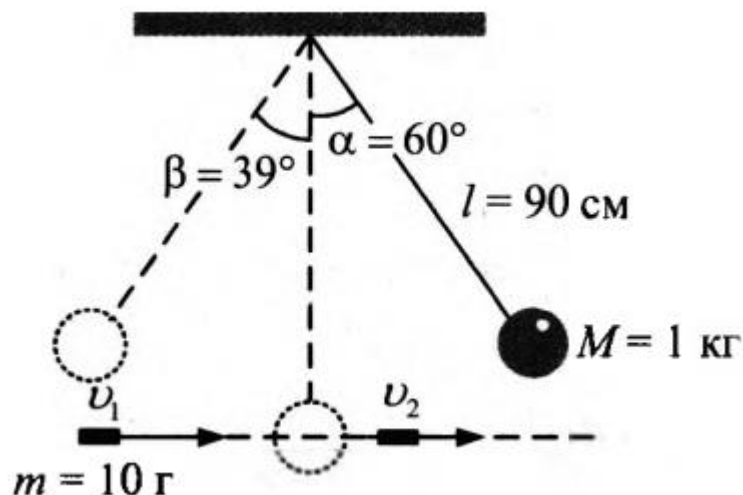


- 78) Небольшие шарики, массы которых  $m$  и  $M$ , соединены легким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку радиусом  $R = 20$  см. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображенном на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики

стали скользить по поверхности выемки. Минимальная высота, на которой оказался шарик  $m$  в процессе движения, равна 4 см от нижней точки выемки. Определите отношение масс  $M$  и  $m$ .



- 79) Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия на угол  $60^\circ$  и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 10 г, летящая навстречу шару. Она пробивает его и продолжает двигаться горизонтально. Определите изменение скорости пули в результате попадания в шар, если он, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол  $39^\circ$ . (Массу шара считать неизменной, диаметр шара — пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити).



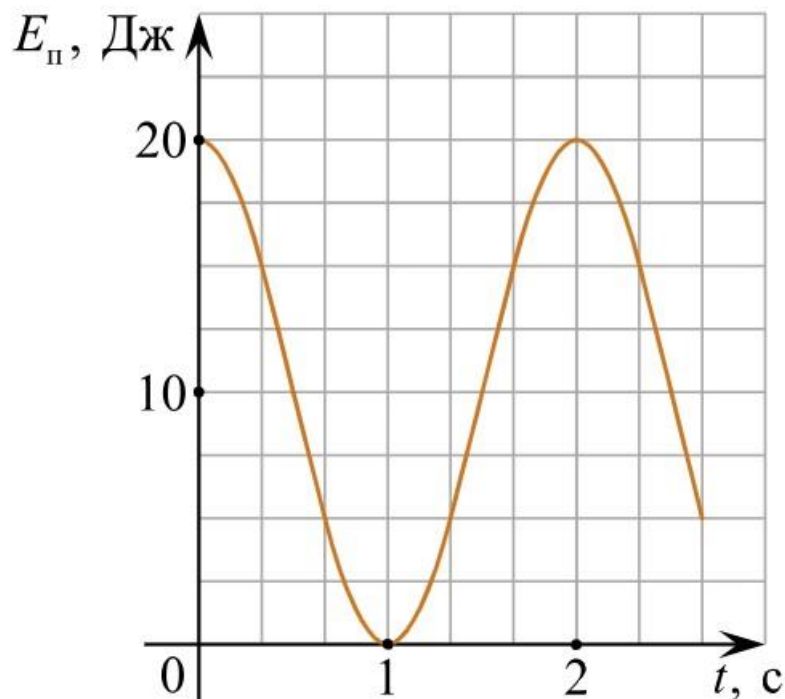
- 80) Шарик на длинной легкой нерастяжимой нити совершает колебания. Максимальная потенциальная энергия шарика в поле тяжести, если считать ее равной нулю в положении равновесия, равна 0,8 Дж. Масса шарика равна 0,4 кг. Определите максимальную скорость шарика в процессе колебаний. Спротивлением воздуха пренебречь.

81) Колебания груза на пружине описываются в СИ уравнением:  
 $x = 0,01 \sin(30t + \varphi_0)$ , причём известно, что в начальный момент времени  $x = 0,00707$ , а  $v_x = 0,212$ . Найдите начальную фазу.

11.Урок. 1.5.2 Период и частота колебаний. 1.5.3 Резонанс. 1.5.4 Волны.

82) Груз массой 2 кг, закрепленный на пружине жесткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания. Максимальное ускорение груза при этом равно  $10 \text{ м/с}^2$ . Какова максимальная скорость груза?

83) На рисунке представлен график зависимости потенциальной энергии математического маятника (относительно положения его равновесия) от времени. Найдите длину нити этого маятника.



84) В таблице представлены данные о положении шарика массой 150 г, гармонически колеблющегося вдоль оси  $x$  в различные моменты времени.

$t$ , дс	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x$ , мм	0	2	5	10	13	15	13	10	5	2	0	-2	-5	-10	-13	-15	-13

а) какова амплитуда колебаний шарика?

б) найдите жёсткость пружины.

в) найдите кинетическую энергию шарика в момент 0,6 с.

г) найдите скорость шарика в момент 0,6 с.

- д) запишите уравнение колебаний этого шарика в СИ, используя синус.  
е) запишите уравнение колебаний этого шарика в СИ, используя косинус.

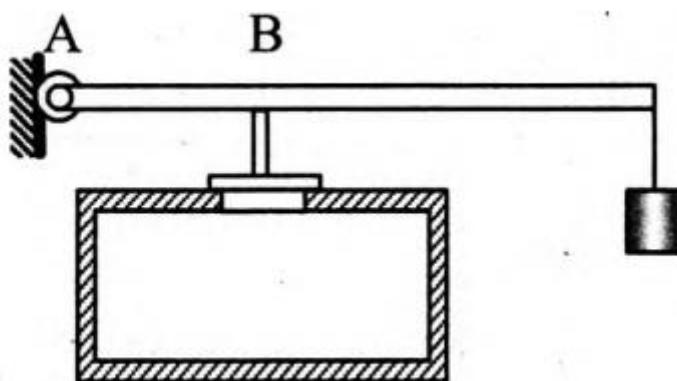
- 85) На пружине жёсткостью 200 Н/м висит груз массой 100 г. С какой частотой надо воздействовать на груз, чтобы наблюдать резонанс?
- 86) Волна распространяется со скоростью 300 м/с, а её частота 100 Гц. Найдите длину этой волны.
12. Урок. 1.5.5 Звук. 2.1.1 Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел. 2.1.2 Тепловое движение атомов и молекул вещества. 2.1.3 Взаимодействие частиц вещества. 2.1.4 Диффузия. Броуновское движение. 2.1.5 Модель идеального газа в МКТ. 2.1.6 Основное уравнение МКТ. 2.1.7 Абсолютная температура. 2.1.8 Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц. 2.1.9 Зависимость давления газа от концентрации его молекул и его температуры.
- 87) Звук грома был услышан на некотором расстоянии спустя 5 с после вспышки молнии. На каком расстоянии стоит наблюдатель, если скорость звука в воздухе равна 340 м/с.
- 88) Оцените концентрацию молекул азота в комнате. Если плотность воздуха примерно  $1,2 \text{ кг/м}^3$ , азота в воздухе примерно 75,5 % по массе, а масса молекулы азота примерно  $4,65 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$ .
- 89) Среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул разреженного газа уменьшили в 2 раза и концентрацию молекул газа уменьшили в 2 раза. Чему равно отношение конечного давления к начальному?
- 90) При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул уменьшилась в 2 раза. Чему равно отношение конечного давления к начальному?
- 91) Температура воды в водохранилище  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ . Сколько это в кельвинах?
- 92) При увеличении абсолютной температуры на 750 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличилась в 4 раза. Какова конечная температура газа?
- 93) Идеальный газ изохорно (без изменения объёма) нагревают так, что его температура изменяется на  $\Delta T = 120 \text{ К}$ , а давление — в 1,4 раза. Масса газа постоянна. Найдите начальную температуру газа.

- 94) Оцените среднюю квадратичную скорость молекул азота при температуре в комнате  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Масса молекулы азота  $4,65 \cdot 10^{-26}$  кг.
13. Урок. 2.1.10 Модель идеального газа в термодинамике. 2.1.11 Закон Дальтона. 2.1.12 Изопроцессы. 2.1.13 Насыщенный пар. 2.1.14 Влажность воздуха. 2.1.15 Парообразование и конденсация. 2.1.16 Плавление и кристаллизация. 2.1.17 Преобразование энергии в фазовых переходах.
- 95) Оцените количество молекул воды в теле человека, массой 50 кг. Человек примерно на 60% состоит из воды. Молярная масса воды  $18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ .
- 96) Оцените массу молекулы гидрофторида аргона, если его молярная масса 59,95 г/моль.
- 97) Найдите молярную массу сухого воздуха, если по массе он состоит из 75,5% азота (молярная масса 28 г/моль), 23,1% кислорода (молярная масса 32 г/моль) и 1,3% аргона (молярная масса 39,9 г/моль).<sup>3</sup>
- 98) Воздушный шар объемом  $V = 2500\text{ м}^3$  с массой оболочки  $m_{\text{об}} = 400$  кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Какова максимальная масса груза  $m_r$ , который может поднять шар, если воздух в нем нагреть до температуры  $t_1 = 77\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Температура окружающего воздуха  $t = 7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , его плотность  $\rho = 1,2\text{ кг/м}^3$ . Оболочку шара считать нерастяжимой.
- 99) В цилиндр объемом  $0,5\text{ м}^3$  насосом закачивается воздух со скоростью  $0,002\text{ кг/с}$ . В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем длиной  $0,5\text{ м}$ , который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (смотри рисунок). К свободному концу стержня подвешен груз массой  $2\text{ кг}$ . Клапан открывается через  $580\text{ с}$  работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия  $0,0005\text{ м}^2$ . Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна  $300\text{ К}$ . Определите расстояние АВ, если

---

<sup>3</sup> Если вы сложите все эти проценты, то получите не 100%, а 99,9%, это потому, что сухой воздух состоит не только из этих 3-х газов, но и из многих других.

считать стержень невесомым.



- 100) Найдите внутреннюю энергию кубометра криптона при стандартных условиях ( $T = 273,15 \text{ K} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $p = 100000 \text{ Па}$ ).  $R \approx 8,3145 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
- 101) Найдите парциальное давление аргона в воздухе, если аргон составляет 1,3% от воздуха по массе; давление воздуха 760 мм ртутного столба, плотность ртути  $13,55 \text{ г/м}^3$ , молярная масса воздуха  $28,98 \text{ г/моль}$ , молярная масса аргона  $39,95 \text{ г/моль}$
- 102) В камере, заполненной азотом, при температуре  $T_0 = 300 \text{ K}$  находится открытый цилиндрический сосуд (смотри рисунок 1). Высота сосуда  $L = 50 \text{ см}$ . Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры  $T_1 = 240 \text{ K}$ . В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным  $h$  (см. рис. 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры  $T_0$ . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным  $H = 46 \text{ см}$  (смотри рисунок 3). Чему равно  $h$ ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во

время эксперимента поддерживается постоянным.

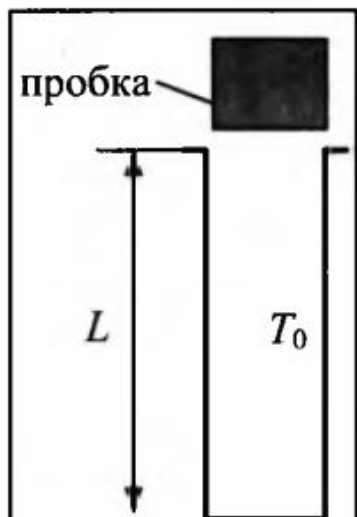


Рис. 1

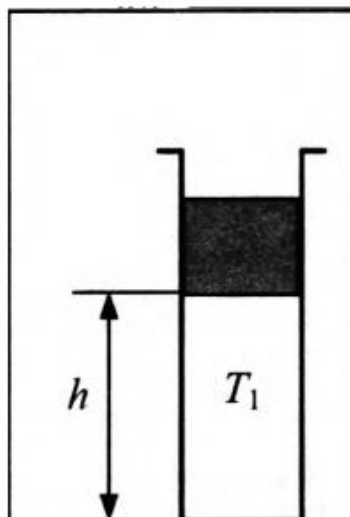


Рис. 2

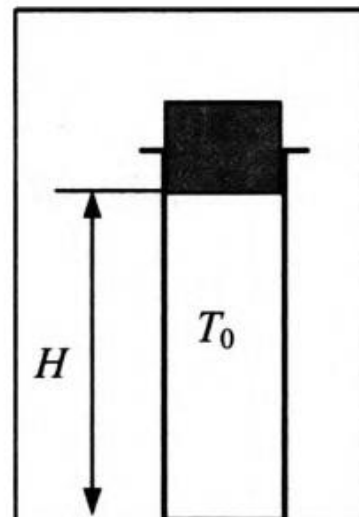
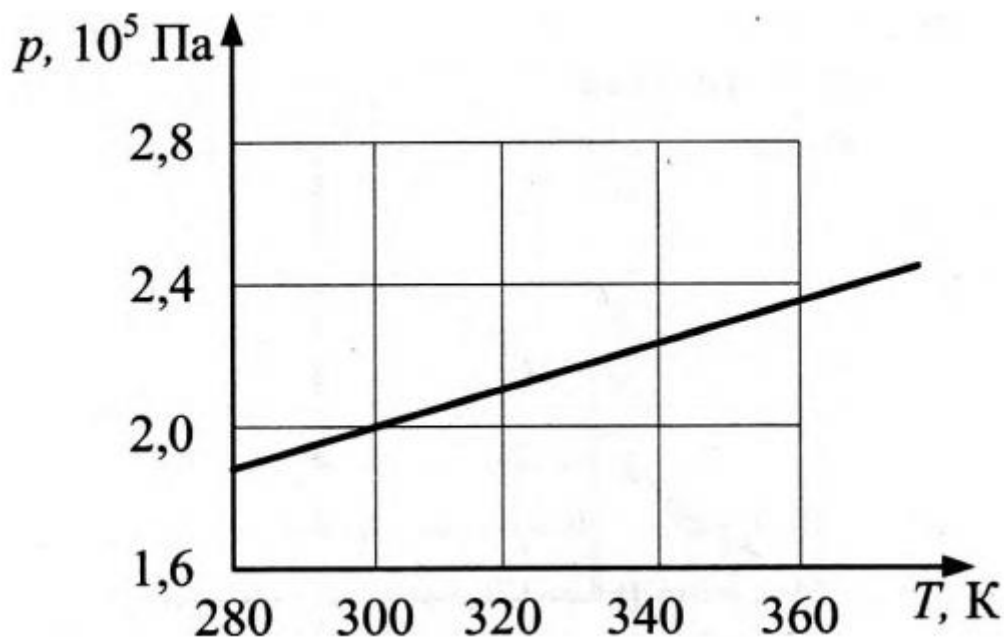


Рис. 3

- 103) На рисунке показан график изменения давления постоянной массы разреженного газа при изохорном нагревании. Объем газа равен  $0,2 \text{ м}^3$ . Чему равно число молей газа? Ответ округлите до целых.



- 104) Найдите молярную массу воздуха, влажность которого 60% при температуре  $60^\circ \text{C}$  и давлении  $102 \text{ кПа}$ , если молярная масса сухого воздуха  $28,98 \text{ г/моль}$ , давление насыщенного водяного пара при  $60^\circ \text{C}$  —  $19860 \text{ Па}$ , молярная масса воды  $18,02 \text{ г/моль}$ .
- 105) В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $23^\circ \text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается



конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 12 °С. По результатам этих экспериментов определите абсолютную и относительную влажность воздуха. Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре показано в таблице:

$t, ^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

14. Урок. 2.2.1 Тепловое равновесие. 2.2.2 Внутренняя энергия. 2.2.3

Теплопередача. 2.2.4 Количество теплоты. 2.2.5 Удельные теплоты.

2.2.6 Работа в термодинамике. 2.2.7 Первый закон термодинамики.

2.2.8 Второй закон термодинамики. 2.2.9 Тепловые машины. 2.2.10

Максимальное значение КПД. 2.2.11 Уравнение теплового баланса.

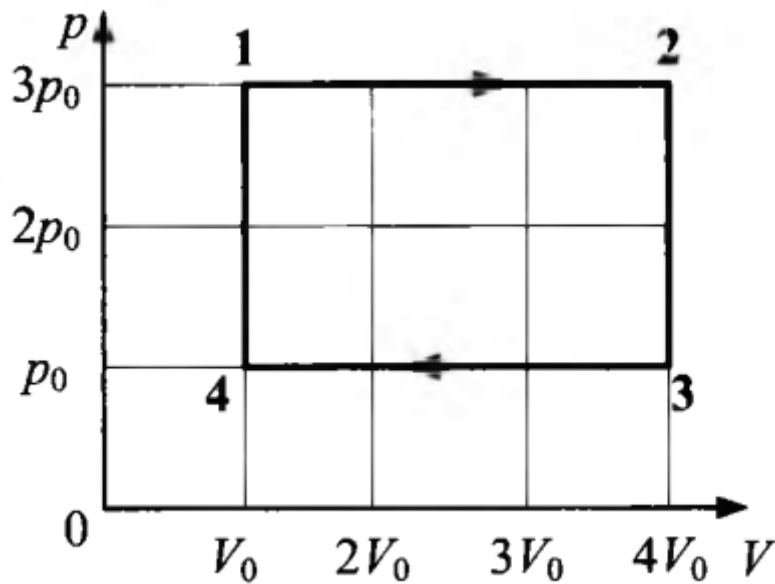
106) Три тела — А, В и С, при разной начальной температуре привели в соприкосновение. Тепло передаётся от тела А к телам В и С, и от тела С к телу В. Сравните температуры тел.

107) Кусок льда, имеющий температуру 0 °С, помещен в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лед в воду с температурой 12 °С, требуется количество теплоты 60 кДж. Какая температура установится внутри калориметра, если лед получит от нагревателя количество теплоты 45 кДж? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.

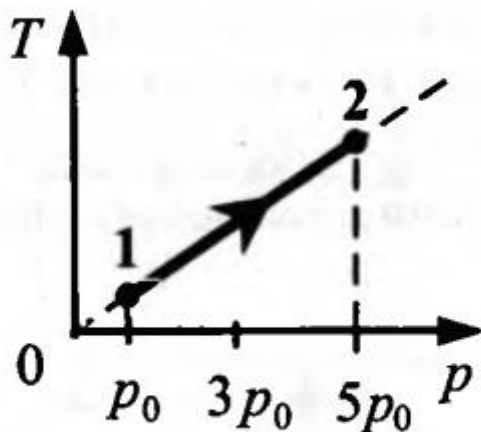
108) При постоянном давлении газообразный гелий нагрели на 20 К. Какое количество теплоты получил гелий в этом процессе, если масса гелия равна 40 г?

109) За цикл, показанный на рисунке, газ отдает холодильнику количество теплоты  $|Q_{\text{хол}}| = 7,8 \text{ кДж}$ . КПД цикла равен  $\frac{4}{17}$ . Масса

газа постоянна. Какую работу газ совершает на участке 1-2?



- 110) У идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, температура нагревателя 750 К, а температура холодильника 450 К. Рабочее тело за один цикл получает от нагревателя количество теплоты 40 кДж. Какое количество теплоты рабочее тело отдает за цикл холодильнику?
- 111) На рисунке изображено изменение состояния 1 моль неона. Начальная температура газа 0 °С. Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



- 112) Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является один моль одноатомного идеального газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. В изохорном процессе температура газа понижается на  $\Delta T$ , а работа,

совершенная газом в изотермическом процессе, равна  $A$ . Определите КПД тепловой машины.

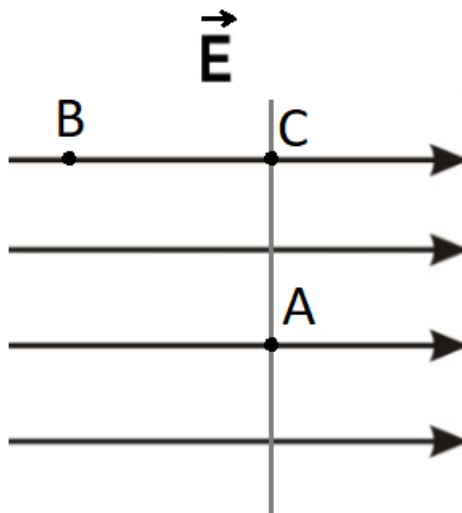
- 113) Два сосуда разного объема, соединенные трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность воздуха в сосудах равна соответственно 30% и 40%. Если кран открыть, то после установления теплового равновесия относительная влажность воздуха в сосудах окажется равной 36%. Определите отношение объема второго сосуда к объему первого. Температуру считать постоянной.
- 114) В школьном физическом кружке изучали уравнение теплового баланса. В одном из опытов использовали два калориметра. В первом калориметре находилось 300 г воды при температуре 57 °С, во втором — лёд и 200 г воды при 0 °С. Какова масса льда, если после добавления в первый калориметр всего содержимого второго в нем установилась температура 2 °С? Теплоемкостью калориметров пренебречь.
- 15.3.1.1 Электрический заряд. 3.1.2 Закон Кулона. 3.1.3 Электрическое поле. 3.1.4 Напряжённость электрического поля. 3.1.5 Потенциал электрического поля. 3.1.6 Принцип суперпозиции электрических полей.
- 115) Атом гелия полностью ионизовали. Найдите заряд получившегося в результате этого иона.
- 116) В атоме водорода протон и электрон находятся на расстоянии примерно 53 пм. Масса протона  $1,67 \cdot 10^{-27}$  кг, электрона  $9,11 \cdot 10^{-31}$  кг, элементарный заряд примерно  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл. Найдите силы Кулоновского и гравитационного взаимодействия этих частиц.
- 117) Два заряда, находящиеся в аквариуме в воздухе притягивались друг к другу кулоновской силой 2 Н. Какой стала сила их притяжения, после того как аквариум заполнили дистиллированной водой, диэлектрическая проницаемость которой 81.
- 118) У золотой монеты массой 1 тройская унция (31,1034768 г) отобрали 1% всех электронов. Оцените напряжённость электрического поля, создаваемого ей после этого на расстоянии 2 м от неё. Молярная масса золота 196,97 г/моль.
- 119) Три одинаковых маленьких медных шарика расположены в воздухе в вершинах правильного треугольника со стороной 20 см.

Первый шарик несет заряд  $q_1 = 40$  нКл, второй  $q_2 = 30$  нКл, а третий  $q_3 = 80$  нКл. С какой силой третий шарик действует на первый?

120) Полый шарик массой  $m = 0,4$  г с зарядом  $q = 8$  нКл движется в горизонтальном однородном электрическом поле, напряжённость которого  $E = 500$  кВ/м. Какой угол  $\alpha$  образует с вертикалью траектория шарика, если его начальная скорость равна нулю?

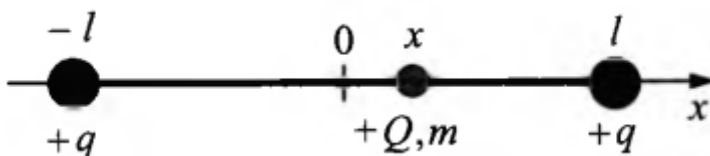
121) В вершинах правильного треугольника со стороной  $a$  расположены заряды:  $q$ ,  $q$  и  $-q$ , где  $q > 0$ . Найдите напряжённость электрического поля в центре (точке пересечения медиан) этого треугольника.

122) Найдите потенциал точки  $A$  на рисунке.  $AC$  перпендикулярна силовым линиям, поле однородно.  $E = 5$  В/м.  $BC = 2$  м



123) Какой потенциальной энергией обладает электрон в точке с потенциалом 1 В?

124) По гладкой горизонтальной направляющей длины  $2l$  скользит бусинка с отрицательным зарядом  $Q < 0$  и массой  $m$ . На концах направляющей находятся отрицательные заряды  $q < 0$  (смотри рисунок). Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия. Найдите их период  $T$ .



125)