

ЗАДАЧИ

В ДОМАШНЕЙ ОБСТАНОВКЕ

1. Вам предложили определить плотность сахара. Как это сделать, располагая только бытовой мензуркой, если опыт предложено произвести с сахарным песком?

2. Даны стограммовая гирилка и линейка с делениями. Как с их помощью приблизительно определить массу некоторого тела, если она не особенно сильно отличается от массы гирилки? Как поступить, если вместо гирилки дан набор «медных» монет?

3. С помощью медных монет необходимо определить силу тяжести и массу линейки. Как это сделать?

4. Шкала весов, имеющихся у вас дома, проградуирована только до 500 г. Вам же нужно взвесить книгу, масса которой около 1 кг. Как выполнить эту задачу, располагая кроме весов также катушкой с нитками*)?

5. Как с помощью весов, набора гирь и сосуда с водой определить плотность камня, если его объем непосредственно измерить невозможно?

6. Каким образом можно найти емкость кастрюли, пользуясь весами и набором гирь?

7. Имеется цилиндрический стакан, до краев наполненный жидкостью. Как разделить содержимое стакана на две совершенно одинаковые части, располагая еще одним сосудом, но уже иной формы и несколько меньшего размера?

*) Задача составлена по идее, принадлежащей доктору Ж. Ромену (Бельгия).

8. Два товарища стояли на балконе и отдыхали. От нечего делать они размышляли над тем, как определить, в чьей коробке осталось меньше спичек, не отрывая коробок.

А какой метод можете предложить вы?

9. Как определить положение центра тяжести гладкой палки, не пользуясь никакими инструментами?

10. Как определить диаметр футбольного мяча жесткой (например, обычной деревянной) линейкой?

11. Как найти диаметр небольшого шарика с помощью мензурки?

12. Необходимо возможно точнее узнать диаметр сравнительно тонкой проволоки, располагая для этой цели только школьной тетрадью «в клетку» и карандашом.

Как следует поступить?

13. Имеется заполненный водой сосуд прямоугольной формы, в котором плавает некоторое тело. Как с помощью одной линейки определить массу тела?

14. Даны стальная спица и мензурка с водой. Как с их помощью определить плотность кусочка пробки?

15. Укажите, как, имея только линейку, найти плотность дерева, из которого изготовлена палочка, плавающая в узком цилиндрическом сосуде?

16. Стеклянная пробка имеет внутри полость. Нужно определить объем полости, не разбивая пробки. Можно ли это сделать с помощью весов, набора гирь и сосуда с водой? А если можно, то как?

17. Имеется железный лист, прибитый к полу, легкий деревянный цилиндрический стержень (палка) и линейка. Разработайте способ определения коэффициента трения дерева о железо с применением только перечисленных предметов.

18. Находясь в комнате, освещенной электрической лампой, нужно узнать, какая из двух собирающих линз одинакового диаметра имеет большую оптическую силу. Никаких специальных приборов для этой цели не дано. Укажите способ решения задачи.

19. Имеются две линзы с равным поперечником: одна — собирающая, вторая — рассеивающая. Как оп-

ределать, как из них обладает большей светической силой, не прибегая к помощи никаких приборов?

20. В длинном коридоре, лишенном окон, висит электрическая лампа. Ее можно зажечь и погасить выключателем, установленным у входной двери. Это неудобно выходящему на улицу, поскольку до выхода он вынужден добираться в темноте. Впрочем, вошедший и включивший при входе лампу тоже недоволен: пройдя коридор, он оставляет лампу, которая будет гореть напрасно.

А нельзя ли придумать схему, позволяющую включать и выключать лампу из разных концов коридора?

21. Представьте, что для измерения высоты дома вам было предложено воспользоваться пустой консервной банкой и секундомером. Сумели бы вы справиться с заданием? Расскажите, как нужно действовать?

22. Как найти скорость истечения воды из водопроводного крана, имея цилиндрическую банку, секундомер и штангенциркуль?

23. Из неплотно прикрытого водопроводного крана тоненькой струйкой вытекает вода. Каким образом с помощью одной лишь линейки можно определить скорость истечения воды, а также количество ее, вытекающее за единицу времени?

24. Предлагается определить ускорение свободного падения, наблюдая за струйкой воды, вытекающей из неплотно закрытого водопроводного крана.

Как выполнить задание, располагая для этой цели линейкой, сосудом известной емкости и часами?

25. Допустим, что вам нужно наполнить водой большой бак известной емкости с помощью гибкого шланга, снабженного цилиндрической насадкой. Вы хотите заранее знать, сколько времени продлится это скучное занятие. Нельзя ли его вычислить, располагая только линейкой?

26. Нужно определить давление в футбольном мяче с помощью чувствительных весов и линейки. Как это сделать?

27. Имеется перегоревшая электрическая лампочка. Как с помощью цилиндрического сосуда с водой и линейки узнать давление внутри этой лампочки?

28. Попробуйте решить предыдущую задачу, если вам разрешено использовать наполненную водой кастрюльку и весы с набором гирь.

29. Дана узкая стеклянная трубка, запаянная с одного конца. Трубка содержит воздух, отделенный от окружающей атмосферы столбиком ртути. Имеется также миллиметровая линейка. Определите с их помощью атмосферное давление.

30. Как определить теплоту парообразования воды, располагая домашним холодильником, кастрюлей неизвестной емкости, часами и равномерно горящей газовой горелкой? Удельную теплоемкость воды считать известной.

31. Нужно узнать мощность, потребляемую от городской сети телевизором (или другим электрическим прибором), с помощью настольной лампы, катушки с нитками, кусочка железа и электросчетчика. Каким образом выполнить задание?

32. Как найти сопротивление электрического утюга в рабочем режиме (сведения о его мощности отсутствуют) с помощью электросчетчика и радиоприемника? Рассмотреть отдельно случаи радиоприемников, питающихся от батарей и городской сети.

33. За окном снег, а в комнате тепло. К сожалению, измерить температуру нечем — нет термометра. Но зато есть батарея гальванических элементов, очень точный вольтметр и такой же амперметр, сколько угодно медной проволоки и подробный физический справочник. Нельзя ли с их помощью найти температуру воздуха в комнате?

34. Как решить предыдущую задачу, если физического справочника не оказалось, но дополнительно к перечисленным предметам разрешено пользоваться электрической плиткой и кастрюлей с водой?

35. У имеющегося в вашем распоряжении подковообразного магнита стерлись обозначения полюсов. Конечно, существует множество способов узнать, какой из них является южным, а какой — северным. Но вам предложено выполнить это задание с помощью... телевизора! Как вы должны поступить?

36. Дочь обратилась к отцу, записывавшему при свете лампы показания электросчетчика, с просьбой отпустить ее погулять. Давая разрешение, отец попро-

сил дочь вернуться ровно через час. Как отец сможет проконтролировать длительность прогулки, не пользуясь часами?

37. Задача № 20 довольно часто публикуется в различных сборниках и поэтому хорошо известна. А вот задание того же характера, но несколько более сложное.

Придумайте схему, позволяющую включать и выключать электрическую лампу или какой-нибудь другой прибор, работающий от электросети, из любого числа различных мест.

38. Если поставить деревянный кубик на покрытый сушом диск проигрывателя радиолы близко к оси вращения, кубик будет вращаться вместе с диском. Если же расстояние до оси вращения велико, кубик, как правило, сбрасывается с диска.

Как определить коэффициент трения дерева о сушю с помощью одной лишь линейки?

39. Разработайте метод определения объема комнаты с помощью достаточно длинной и тонкой нити, часов и гири.

40. При обучения музыке и балетному искусству, в тренировке спортсменов и для некоторых других целей часто используется метроном — прибор, издающий периодические отрывистые щелчки. Длительность интервала между двумя ударами (щелчками) метронома регулируется перемещением грузика по специальной качающейся шкале.

Как проградуировать шкалу метронома в секундах, если это не сделано на заводе, с помощью нитки, стального шарика и рулетки?

41. Грузик метронома с неотградуированной шкалой (см. предыдущую задачу) нужно установить в такое положение, чтобы промежуток времени между двумя ударами был равен одной секунде. Для этой цели разрешено воспользоваться длинной лестницей, куском кирпича и рулеткой. Как следует распорядиться этим набором, чтобы выполнить задание?

42. Имеется деревянный прямоугольный параллелепипед, у которого одно ребро значительно превышает два других. Как с помощью одной лишь линейки определить коэффициент трения бруска о поверхность пола в комнате?

43. Современные кофемолки приводятся в действие электродвигателем небольшой мощности. Как, не разбирая кофемолки, определить направление вращения якоря ее двигателя?

44. Два полых шара, имеющих одинаковые массу и объем, покрашены одинаковой краской, царапать которую нежелательно. Один шар изготовлен из алюминия, а другой — из меди.

Как проще всего узнать, какой шар алюминиевый, а какой — медный?

45. Как определить силу тяжести некоторого тела с помощью прочной однородной рейки с делениями и куска не очень толстой медной проволоки? Разрешено пользоваться также справочником физических величин.

46. Требуется оценить величину радиуса вогнутого сферического зеркала (или радиуса кривизны вогнутой линзы) с помощью секундомера и стального шарика известного радиуса. Как это сделать?

47. Окрашенную целлофановую пленку можно использовать как простейший монохроматор — приспособление, выделяющее из сплошного спектра довольно узкий интервал световых волн. Как с помощью настольной лампы, проигрывателя с пластинкой (лучше джаз-играющей), линейки и листа картона с небольшим отверстием определить среднюю длину волны из этого интервала?

НА ПРОГУЛКЕ

48. Взрослому и ребенку нужно перейти через ручей: одному с левого берега на правый, второму — в противоположном направлении. На обоих берегах имеется по доске, но каждая из них несколько короче расстояния между берегами. Каким образом взрослый и ребенок могут перебраться с одного берега на другой?

49. Как с помощью одного секундомера можно в некоторых случаях оценить длину молнии по продолжительности грома?

50. На столбе подвешен колокол, по которому регулярно с интервалом точно в одну секунду производятся удары. Можно ли, наблюдая за ударами по ко-

локолу и слушая его звучание, определить скорость распространения звука в воздухе, производя измерения только одной рулеткой?

51. Как с помощью линейки можно найти в солнечный день высоту дерева, не влезая на него?

52. На перекрестках улиц некоторых городов Советского Союза установлены электронные устройства, автоматически рассчитывающие и показывающие на световом табло скорость, которую должны поддерживать водители автомашин, чтобы подъехать к следующему светофору под зеленый свет. Обычно показания табло меняются в такой последовательности: вначале 45 км/ч, затем 50 км/ч, 55 км/ч и, наконец, 60 км/ч, после чего табло гаснет, так как скорость более 60 км/ч разрешена лишь на небольшом числе улиц.

Как, стоя у перекрестка и наблюдая за показаниями табло, определить расстояние до следующего светофора с помощью одних часов?

53. Два мальчика на катке хотят сравнить, кто из них больше по массе и во сколько раз. Как им выполнить свое намерение с помощью одной рулетки?

54. Вы стоите вечером у небольшой реки, на противоположном берегу которой вкопан столб с фонарем. Как определить расстояние до столба, а также его высоту, если для решения задачи предлагается воспользоваться небольшой деревянной рейкой и рулеткой?

55. Нужно определить начальную скорость пули игрушечного пистолета, располагая только рулеткой. Как это сделать?

56. Как решить предыдущую задачу, если вместе рулетки экспериментатору предложили воспользоваться секундомером?

57. Как с помощью рулетки найти, во сколько раз большую скорость сообщает мячику при броске мальчик по сравнению с девочкой?

58. Вы хотите определить ширину реки в шагах. Как это сделать, разумеется приблизительно, с помощью сорванной на берегу травинки?

59. Для определения направления магнитного меридиана предлагается воспользоваться стаканом содой, щепоткой нашатыря (NH_4Cl), ножницами,

мотком медной проволоки, небольшой цинковой пластинкой и пробкой. Как с помощью перечисленного набора выполнить задание?

60. Представьте, что для определения высоты башни (или какого-то другого здания), вас снабдили блюдечком со ртутью, транспортиром, небольшим грузиком и нитью. Справитесь ли вы с заданием, если размеры отдельных частей своего тела вы знаете?

61. Как определить высоту горы с помощью нагревателя, кастрюльки с водой и точного термометра?

62. Необходимо измерить силу источника света, подойти близко к которому нельзя. Для этой цели в вашем распоряжении имеется прибор для определения освещенности (люксметр) и рулетка. Опишите опыт, позволяющий выполнить задание.

63. Пусть вы находитесь на вращающейся платформе (например, наподобие «колеса смеха», имеющегося в некоторых парках отдыха). Платформа со всех сторон закрыта, так что окружающие предметы не видны. Вы хотите узнать направление вращения платформы. Как это сделать с помощью небольшого стального шарика?

64. Мимо человека, стоящего у железнодорожного полотна, с протяжным сигналом мчится электричка.

Если человек обладает достаточно развитым музыкальным слухом, он может довольно точно определить скорость электрички, не пользуясь никакими специальными приборами; ему необходимо знать лишь скорость звука в воздухе при данной температуре.

Попробуйте объяснить, каким образом он должен поступить.

НА ОЗЕРЕ

65. Не пользуясь никакими приборами, покажите, что коэффициент поверхностного натяжения у мыльного раствора меньше, чем у чистой воды.

66. В тихую безветренную погоду два приятеля отправились покататься на двух совершенно одинаковых по внешней форме и размерам лодках по озеру. Во время прогулки им захотелось устроить соревнования на скорость. Желая сделать поединок абсо-

лютно честным, ребята решили распределить имевшуюся у них поклажу таким образом, чтобы массы обеих лодок были одинаковыми.

Как им выполнить свое намерение, пользуясь оставшейся у них длинной веревкой?

67. Находящийся в лодке человек хочет определить ее массу. Сможет ли он это сделать, если собственная масса ему известна, но ничем, кроме длинной веревки, он не располагает?

68. Туристы перешли с одного берега озера, где располагалась их база, на другой и, посмотрев на часы, решили, что пора устроить краткий отдых. Стояла тихая погода, и им были хорошо слышны передачи радиоузла базы, так что последние известия они смогли прослушать, выключив свой транзистор. После этого один из туристов заявил, что расстояние до базы — почти три километра. Каким образом он определил это расстояние?

69. Аквалангисту необходимо определить глубину озера. К сожалению, никаких иных инструментов, кроме цилиндрической мензурки с делениями, у него не оказалось. Однако аквалангист сумел справиться со своей задачей. Не смогли бы вы сказать, как он это сделал?

Можно ли выполнить задание, если цилиндрическая мензурка заменена на коническую?

76. Покупая в магазине капроновую леску, рыбовод забыл поинтересоваться, какую нагрузку она выдерживает. Однако после некоторого размышления он придумал способ определения этой величины с помощью гири массой 1 кг и транспортира, которые у него случайно оказались.

Попробуйте догадаться, каким образом рыбовод решил задачу.

71. Сможет ли рыбак определить прочность лески, располагая гирей массой 1 кг и рулеткой?

72. Рыбовод решил вычислить предел прочности (то есть отношение разрывающей силы к площади поперечного сечения, которое называют также сопротивлением на разрыв) материала, из которого изготовлена леска, располагая для этой цели куском лески известной длины и известного диаметра, гирькой и секундомером.

Как должен быть поставлен опыт по определению интересующей его величины?

73. Камень был брошен в озеро со спокойной водой. Как определить дальность броска, конечно приблизительно, с помощью метровой линейки и секундомера?

ВО ВРЕМЯ ПУТЕШЕСТВИЯ

74. Как в безветренную погоду определить скорость падения дождевых капель по тем полосам, которые они оставляют на окнах движущегося железнодорожного вагона?

Для решения задачи разрешено пользоваться только часами и транспортиром.

75. Как с помощью масштабной линейки определить скорость падения дождевых капель по тем следам, которые они вычерчивают на стеклах боковых окон едущего автомобиля? Погода безветренная.

76. Трогаясь со станции, поезд некоторое время движется практически равноускоренно. Укажите способ определения величины ускорения в этот период с помощью нити, стограрммовой гири и масштабной линейки.

77. Как решается предыдущая задача, если масштабная линейка заменена на динамометр — точные пружинные весы?

78. Как решить задачу № 76, если вместо масштабной линейки экспериментатору предложили воспользоваться транспортиром?

79. В одном из моторных вагонов пригородной электрички установлен точный счетчик оборотов колеса и термометр, измеряющий температуру внешнего воздуха.

Как с их помощью определить термический коэффициент линейного расширения металла, из которого изготовлены колеса вагонов электрички?

80. Выехав рано утром из города на ровное и пустынное шоссе, шофер решил устроить первую остановку ровно через час. Как ему выполнить свое намерение, не прибегая к помощи часов? Радиоприемник в автомобиле отсутствует.

81. Представьте, что вы едете по горизонтальному участку шоссе в автомобиле. Как приблизительно определить коэффициент сопротивления движению автомобиля, пользуясь только имеющимися на нем приборами?

82. Как определить угол наклона шоссе к плоскости горизонта, имея деревянный брусок и динамометр?

83. Как определить знаки полюсов автомобильной аккумуляторной батареи, пользуясь переносной лампой из шоферского набора, куском проволоки и компасом?

84. Как выполнить задание предыдущей задачи, если в вашем распоряжении имеется лишь два проводника и стакан с водой?

85. Как решить задачу № 83, располагая только двумя медными проводниками и сырой картошкой?

86. Автомобилиста попросили определить угол, образуемый шоссе с горизонтом. Для этой цели его снабдили обручем и секундомером. Как должен поступить автомобилист?

В ШКОЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

87. Имеются два маятника. Период одного из них известен. Как проще всего узнать период другого?

88. Из нескольких сортов фильтровальной бумаги нужно выбрать тот, в котором поры меньше. Как это сделать, не применяя никаких приборов?

89. Имеется алюминиевый шарик. Как с помощью весов и мензурки определить, сплошной он или внутри него есть воздушная полость?

Можно ли каким-то образом (конечно, не прибегая к просвечиванию рентгеновскими лучами) выяснить, где находится полость — в центре или вблизи его поверхности?

90. На рис. 1 изображен малоизвестный прибор, изобретенный американским физиком Артуром Комптоном. Стеклообразная трубка, свернутая в кольцо (тор) диаметром около одного метра, заполнена водой, в которой взвешены маленькие частицы. Трубка находится в покое до тех пор, пока жидкость внутри не совершенно не успокоится. Затем ее резко поворачи-

вают на 180° и с помощью микроскопа наблюдают за частицами, чтобы определить, движется ли жидкость вдоль оси тора, и если движется, то в каком направлении.



Рис. 1.

Как с помощью такого прибора определить направления стран света?

91. В ящике стола лежали два совершенно одинаковых по внешнему виду бруска. Один из них был изготовлен из мягкого железа, а второй — стальной и намагничен. Как, пользуясь только этими двумя брусками, отличить магнит от простого железа?

92. Одна из двух совершенно одинаковых сферических стеклянных колб заполнена водой, а другая —

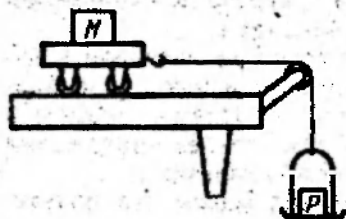


Рис. 2.

спиртом. Колбы плотно закупорены и открывать их не разрешается. Как с помощью настольной лампы узнать, в которой из них налита вода, а в какой находится спирт?

93. С помощью гири, секундомера и установки, схематически показанной на рис. 2, нужно определить массу тела M . Как проще всего это сделать?

94. На замкнутый железный сердечник надеты две катушки. Как определить число витков в каждой из них, если в вашем распоряжении имеется источник переменного тока, моток изолированной проволоки и весьма чувствительный многошкальный вольтметр?

95. Нужно узнать массу и длину медного проводника, из которого сделана обмотка катушки электромагнита. Катушку разматывать не хотелось бы. Можно ли выполнить задание, располагая источником тока, вольтметром, амперметром и микрометром?

96. Как определить диаметр канала однородного стеклянного капилляра, например, от обычного медицинского термометра, с помощью линейки, резиновой груши, точных весов с разновесом и капельки ртути?

Линейка слишком груба, чтобы ею можно было воспользоваться для непосредственного измерения диаметра.

97. Для измерения скорости винтовочной пули экспериментатор располагает электромотором с известной скоростью (частотой) вращения, двумя картонными дисками, клеем, линейкой и транспортиром. Каким образом он должен распорядиться этим набором предметов?

98. Определение силы тяжести некоторого тела предложено произвести с помощью штатива, пружины, линейки и единственной гири с известной силой тяжести. Каким образом это сделать?

99. Даны деревянная доска, брусок из того же материала и линейка. Разработайте способ определения коэффициента трения дерева о дерево, в котором использовались бы только эти предметы.

100. Как с помощью динамометра определить коэффициент трения между бруском и наклонной плоскостью, на которой он находится? Наклон плоскости постоянен и не очень велик, так что без приложения сил извне брусок по плоскости не скользит.

101. Обычно для определения массы тел пользуются весами и набором гирь. Ну, а как быть, если весов нет? Один из способов «взвешивания» тела без весов рассмотрен в задаче № 93. Теперь нужно разработать иной вариант, так как гиря всего одна, а вместо изображенной на рис. 2 установки предлагается воспользоваться мотком тонкого, но прочного шнура, легким блоком и секундомером.

102. Как определить массу небольшого стального бруска с помощью спиртовки, банки с водой, калориметра, термометра и мензурки? Разрешено также воспользоваться физическим справочником. Масса калориметра и вещество, из которого он изготовлен, известны.

103. Влажный снег — это смесь кристалликов льда с водой. Разработайте способ определения относительного содержания льда во влажном снеге с помощью весов без гирь, двух совершенно одинаковых калориметров, газовой или электрической плитки (возможно также применение нагревателя любого другого типа) и термометра.

104. Как приблизительно определить температуру сильно нагретого стального бруска с помощью перечисленных в условии задачи № 102 приборов, если данный термометр рассчитан на измерение температур не более 100°C ?

105. Имеются аккумулятор, электродвижущая сила и внутреннее сопротивление которого неизвестны, амперметр, соединительные провода и два сопротивления — известное и неизвестное. Как определить величину неизвестного сопротивления?

106. В вашем распоряжении имеются элемент Грене (электроды — цинк и уголь, электролит — разбавленная серная кислота с добавкой двуххромовокислого калия в качестве деполяризатора), точные весы с набором гирь, реостат, амперметр, линейка, справочник по физике и географическая карта области. Как с помощью перечисленного набора предметов можно определить среднюю скорость, с которой ваш товарищ проезжает на велосипеде путь от вашего города до соседнего поселка и обратно?

107. Имеется сложная электрическая цепь, состоящая из одинаковых конденсаторов с известной емкостью C , соединенных между собой как последовательно, так и параллельно. Вначале емкость батареи была рассчитана теоретически. Поскольку цепь была весьма сложной, естественно сделать попытку экспериментально проверить значение, полученное теоретическим путем. Для этой цели предложено воспользоваться набором одинаковых сопротивлений, вольтметром, амперметром и батареей аккумуляторов. Как следует поступить?

108. Как можно измерить объем аудитории, располагая для этой цели мотком медной проволоки, весами с набором гирь, аккумулятором, вольтметром, амперметром и физическим справочником?

109. Придумайте способ определения объема аудитории в том случае, если из перечисленного в предыдущей задаче набора разрешено воспользоваться только мотком проволоки, весами с набором гирь и справочником.

110. Камертон, изготовленный из инвара (сплав с очень маленьким коэффициентом теплового расширения), имеет частоту 440 Гц практически независи-

мо от температуры. Каким образом можно определить температуру в лаборатории, считая бипитч между камертоном и органной трубой, дающей при 0°C также 440 колебаний в секунду, если длина органной трубы не изменяется с температурой?

НА ЗАВОДЕ

111. Как узнать, намагничено ли старое ножовочное полотно или нет, не пользуясь никакими приборами или другими телами?

112. Предложите способ определения площади однородной пластины неправильной формы с помощью треугольника, имеющего деления, ножниц и весов с набором гирь.

113. Имеется сосуд с расплавленным веществом и кусочек того же вещества в твердом состоянии. Как, не дожидаясь затвердевания, предсказать, что произойдет с объемом расплава при переходе в твердое состояние?

114. Как с помощью одной лишь линейки, не имеющей делений, определить положение центра тяжести однородной металлической пластинки (рис. 3), все углы у которой прямые?

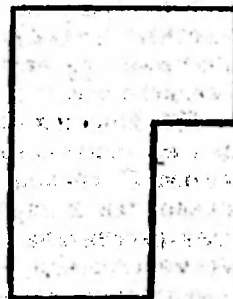


Рис. 3.

115. Как с помощью сильного магнита (лучше подковообразного) определить, постоянным или переменным током питается электрическая лампочка?

116. На ваттметре (приборе, предназначенном для измерения мощности, потребляемой из сети электрическими установками) имеется две пары клемм, к которым присоединены обмотки двух катушек ваттметра — токовой, включающейся последовательно с установкой и имеющей, следовательно, небольшое сопротивление, и обмотки напряжения, подсоединяемой параллельно установке. Обозначения около клемм стерлись. Можно ли, не вскрывая прибора, определить с помощью двух проводников и карманного фонарика, к каким клеммам какие обмотки подсоединены?

117. Как с помощью вольтметра определить, с какой стороны находится источник тока в двухпроводной линии?

118. Неопытный токарь изготовил партию деталей с ошибкой, в результате которой масса каждой детали оказалась на 10 граммов меньше положенной. Перед отправлением на переплавку неверно изготовленные детали хранились на складе в отдельном ящике, рядом с которым стояло еще девять точно таких же, но с безошибочно изготовленными деталями, имеющими, поэтому, правильную массу.

Рассеянный кладовщик забыл, в каком именно ящике лежат бракованные детали. Конечно, это не трудно выяснить, взвесив поочередно детали, взятые из всех ящиков. Но предназначенные к переплавке детали могут оказаться в самом последнем, и тогда придется выполнить девять взвешиваний (взвешивать детали из десятого ящика не обязательно, так как, если в первых девяти бракованных не оказалось, они, следовательно, лежат в последнем). Между тем подошедший заведующий складом сказал, что для поиска нужного ящика вполне достаточно произвести одно взвешивание.

Как должен действовать кладовщик?

119. Как осмотреть поверхность детали, закрепленной в патроне токарного станка, не останавливая его?

120. Коллекторный электродвигатель переменного тока с последовательным возбуждением включается в сеть через реостат, с помощью которого можно плавно изменять число оборотов.

Как, имея в своем распоряжении неоновую лампу, циркуль, линейку, карандаш, клей, ножницы и лист картона, установить скорость вращения двигателя, равную: а) 750 оборотов в минуту, б) 1500 оборотов в минуту?

121. Быстрое вращение вала машины угадывается лишь по частому «мерцанию» поверхности. Нужно определить число оборотов вала, но тахометра — прибора, специально предназначенного для этой цели, у вас нет. Вам разрешено воспользоваться кусочком мела и часами с секундной стрелкой.

Как же выполнить задание?

122. С первого этажа на второй проложен много- жильный кабель. Жилы в нем изолированы друг от друга, причем цвет изоляции у всех жил одинаков. Концы жил, находящиеся на первом этаже, перенумерованы.

Как с помощью батарейки, лампочки и небольшого куска проволоки узнать номера концов кабеля на втором этаже помещения? Желательно, конечно, выполнить при этом наименьшее число операций.

123. На рис. 4 показана часть сложной схемы. Как определить сопротивление изображенных на рисунке

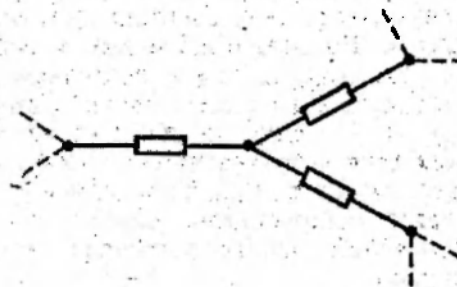


Рис. 4.

резисторов с помощью амперметра, вольтметра, источника тока и набора соединительных проводов, не разрывая ни одного контакта в схеме?

Задача имеет очень короткое и интересное решение. Попробуйте его найти.

В КОСМОСЕ

124. Космонавту, находящемуся в открытом космосе, необходимо вернуться на корабль. На Земле это задача нехитрая — знай себе шагай, но в космосе все значительно сложнее, так как оттолкнуться ногами не от чего. Как же космонавту сдвинуться с места?

125. Для определения масс тел пользуются либо рычажными, либо пружинными весами. Как те, так и другие в условиях невесомости, например на небольшом искусственном спутнике Земли или на космическом корабле, движущемся с выключенными двигателями, работать, казалось бы, не могут. Как бы вы по-

ступили, если бы вам предложили все же определить массу тела в этих условиях именно с помощью весов?

Какими весами — пружинными или рычажными — следует воспользоваться и как?

126. Подлетев к незнакомой планете, космический корабль, выключив двигатели, вышел на круговую орбиту, и космонавты приступили к предварительным исследованиям. Могут ли они определить среднюю плотность вещества планеты, пользуясь для этой цели только часами?

127. Для экспериментального определения ускорения силы тяжести на вновь обнаруженной планете космонавты решили воспользоваться небольшим стальным шариком, мощной лампой, электромотором с постоянной (известной) скоростью вращения, на оси которого закреплен картонный диск с узкой радиальной щелью, куском черного полотна, линейкой с делениями и фотоаппаратом, заряженным высокочувствительной пленкой.

Как следует распорядиться этим набором приборов и предметов, чтобы выполнить поставленную задачу?

128. Как решить предыдущую задачу с помощью гири известной массы и пружинных весов — динамометра?

129. Космонавты решили определить массу планеты, на которую их доставил ракетоплан. Для этой цели они использовали пружинные весы и килограммовую гирю. Каким образом они выполнили свое намерение, если радиус планеты им был известен ранее из астрономических измерений?

130. Продолжая изучать планету, на которую они попали, космонавты предприняли вторичное (см. задачу № 126) определение средней плотности ее вещества. Укажите, как они это могли сделать, если известно, что они располагали тонкой нитью известной длины, небольшим грузиком и часами. Космонавтам была также известна длина экватора планеты, которую удалось определить еще перед посадкой.

131. Наблюдая у себя дома по телевизору высадку космонавтов на Луну, преподаватель одного из американских колледжей заметил, что у одного из от-

секон спускаемого аппарата («лунного модуля») свисал рядом с фигурой космонавта, качаясь на чем-то вроде каната, какой-то тяжелый предмет. Посмотрев на свои часы, преподаватель сумел довольно точно определить ускорение свободного падения на Луне. Как он сделал это?

132. Как, прилетев на незнакомую планету, космонавты могут с помощью чувствительного гальванометра и мотка проволоки определить, обладает ли планета магнитным полем или нет?

133. Космонавту, вышедшему в открытый космос и не связанному ни с кораблем, ни с каким-либо иным объектом, необходимо повернуться на 180° . Как он должен поступить?

134. Представим, что на Венере зародилась жизнь, и с течением времени там появились разумные существа («гуманоиды», по терминологии современных писателей-фантастов). Развивая науку, они, в силу специфики окружающих условий, постоянно сталкивались бы с такими трудностями, которые совершенно незнакомы жителям Земли. На Венере, например, настолько густая облачность, что венеряне никогда бы не видели небесных светил. Возникает вопрос, смогли бы они догадаться о вращении Венеры вокруг своей оси и определить направление вращения? Попробуйте предложить свой способ.

1. На бытовой мензурке нанесено несколько различных шкал для сыпучих продуктов: муки, манной крупы, сахарного песка и т. д. Эти шкалы проградуированы в граммах. Имеется также одна шкала для любых жидкостей, проградуированная в кубических сантиметрах.

2—4. Вспомните условие равновесия тела, имеющего ось вращения.

5. Решение основано на законе Архимеда.

6. Взвесьте пустую кастрюлю, а потом — кастрюлю с водой.

7. Подумайте, как можно провести плоскость, разделяющую цилиндр на две равные по объему части.

8. Подумайте вначале над тем, почему при раскрытии парашюта скорость падения парашютиста резко уменьшается.

9. Палка будет находиться в равновесии, если ее подпереть в центре тяжести.

10. Катящийся по плоскости шар за один оборот проходит путь, равный длине его окружности.

11. Диаметр шарика очень просто выражается через его объем.

12. Намотайте на карандаш вплотную несколько витков проволоки.

13. Смогните подсказку к задаче № 5.

14. Эту задачу следует решать также с помощью закона Архимеда. Спица нужна лишь затем, чтобы погрузить пробку под воду.

15. Чем больше плотность плавающего тела, тем меньшая его часть находится над водой.

16. По широко известной легенде Архимед открыл свой закон, размышляя над тем, как установить, изго-

товил ли придворный ювелир царю Гнерону корону из чистого золота или часть его утаил, заменив на серебро.

В нашей задаче роль короны выполняет пробка, роль золота — стекло, а роль серебра — воздух.

17. Поставленная у стены палка начинает скользить и падает, если угол ее наклона к плоскости пола достаточно мал.

18. Оптически более сильной называется линза с меньшим фокусным расстоянием.

19. Оптическая сила системы двух вплотную сложенных тонких линз равна сумме оптических сил отдельных линз.

20. Для решения задачи, вероятно, проще всего воспользоваться однополюсным переключателем (рис. 5).



Рис. 5.

21. Если банку сбросить с крыши дома, то звук ее удара о земную поверхность будет отчетливо слышен наверху.

22. Чем больше диаметр сосуда, тем дольше он заполняется.

23, 24. Обратите внимание на изменение диаметра струи по мере удаления от крана.

25. Высота фонтана определяется скоростью истечения воды.

26. Плотность газа зависит от давления, под которым он находится.

27—29. При неизменной температуре объем газа обратно пропорционален давлению.

30. Вспомните формулы, позволяющие рассчитать количества теплоты, необходимые для нагревания и испарения вещества.

31, 32. Подумайте над тем, как устроен электросчетчик и от чего зависят его показания.

34. При нагревании металла его сопротивление возрастает по линейному закону.

35. Свечение телевизионного экрана возникает в результате воздействия на него электронного пучка.

36. Количество потребляемой из электросети энергии пропорционально мощности включенного прибора, а также времени его действия.

37. Попробуйте использовать двухполюсные переключатели (рис. 6).

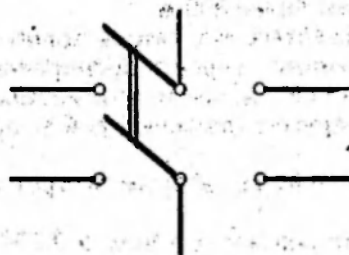


Рис. 6.

38. Подумайте над тем, какая сила заставляет кубик двигаться по окружности, то есть играет роль центростремительной.

39, 40. Вспомните формулу для расчета периода колебаний математического маятника.

41. Время падения тела с не очень большой высоты легко рассчитать.

42. Попробуйте привести брусок в движение, прикладывая силу на разной высоте, и наблюдайте за его поведением. Опыт проделайте для различных граней.

43. Для вращательного движения справедлив закон сохранения момента количества движения, аналогичный закону сохранения количества движения при поступательном перемещении.

44. При одной и той же массе маховик, у которого масса распределена по ободу, раскрутить труднее, чем сплошной.

45. Прочность проволоки на разрыв зависит от ее материала и диаметра.

46. Центр катающегося по поверхности зеркала шарика совершает такое же движение, как маятник.

47. Длину световой волны легко определить с помощью дифракционной решетки, период которой известен.

48. Если плечи у рычага разной длины, ребенок может уравновесить взрослого.

49. Чем дальше находится источник звука, тем позже слышен звук.

50. За одну секунду свет проходит 300 000 км, а звук — немногим более 300 м.

51. Воспользуйтесь тем, что в подобных треугольниках сходственные стороны пропорциональны.

52. При любой скорости автомашины от одного светофора до другого должны пройти один и тот же путь.

53. Воспользуйтесь вторым и третьим законами Ньютона.

54. Смотрите подсказку к задаче № 51.

55—57. Чем больше скорость тела, брошенного под углом к горизонту, тем выше оно поднимется и дальше улетит.

58. Смотрите подсказку к задаче № 51.

59. Вокруг катушки, по которой идет электрический ток, образуется магнитное поле, подобное существующему около постоянного магнита.

60. Блюдечко со ртутью надо использовать как горизонтально расположенное зеркальце, в котором можно увидеть отражение вершины башни.

61. Температура кипения зависит от давления, которое убывает с высотой.

62. Используйте зависимость освещенности от расстояния до источника света.

63. Вспомните первый закон Ньютона и учтите, что вращающаяся платформа не является инерциальной системой.

64. Обратите внимание на изменение высоты тона сигнала электрички во время ее движения мимо вас.

65. Понаблюдайте за поведением мыльной пены, сброшенной на поверхность чистой воды.

66, 67. Воспользуйтесь основными законами динамики.

68. Вспомните, что перед последними известиями обычно передаются сигналы точного времени.

69. Попробуйте воспользоваться законом Бойля — Мариотта.

70, 71. Обратите внимание на тот факт, что, как бы сильно вы ни натягивали леску с подвешенной к ней гирей, натянуть ее строго горизонтально не удастся.

72. Проанализируйте выражение для центростремительной силы.

73. От места падения камня начинают распространяться волны, достигающие берега.

74, 75. Скорость капли относительно поезда или автомобиля равна векторной сумме ее скорости относительно земли и скорости земли относительно экипажа.

76—78. Рассмотрите силы, действующие на гирьку, подвешенную к нити.

79. Все тела при нагревании расширяются.

80. При равномерном движении $S = vt$.

81. Ознакомьтесь с устройством и назначением спидометра автомобиля.

82. Сравните силы, необходимые для перемещения бруска вверх и вниз по наклонной плоскости.

83. Вспомните опыт Эрстеда и правило буравчика.

84. Погрузите концы проводников, ведущих к электродам, в воду и наблюдайте происходящие явления.

85. Присоедините проводники к электродам и воткните свободные концы в разрезанную картофелину.

86. Время скатывания обруча зависит от наклона шоссе.

87. Заставьте оба маятника качаться и наблюдайте.

88. Вспомните явление капиллярности и описывающие его законы.

89. Плотность чистого алюминия приведена в физических справочниках.

90. Окружная скорость точек земной поверхности зависит от их расстояния до земной оси.

91. Если погрузить магнит в железные опилки, больше всего их прилипает к полюсам.

92. Оптическая сила линзы зависит от показателя преломления вещества, из которого она изготовлена.

93. Одинаковые силы сообщают равным по массе телам одинаковые ускорения.

94. Вспомните устройство и принцип действия трансформатора.

95. Сопротивление и масса проводника зависят от его диаметра и длины.

96. Масса цилиндра прямо пропорциональна его высоте и квадрату диаметра.

97. Пока пуля летит между дисками, насаженными на ось двигателя, они продолжают вращаться.

98. Воспользуйтесь законом Гука.

99. Брусok не будет скользить по плоскости, пока ее наклон не очень велик.

100. Смотрите подсказку к задаче № 82.

101. Перекиньте шнур через блок и привяжите к его концам груз и гирю.

102. Количество тепла, необходимое для изменения температуры тела, пропорционально его массе.

103. Если подводить тепло к воде, имеющей температуру 0°C , то она сразу же начинает нагреваться; температура льда с тем же первоначальным значением не меняется, пока весь лед не растает.

104. См. подсказку к задаче № 102.

105. Воспользуйтесь законом Ома для полной цепи.

106. Прохождение электрического тока через гальванический элемент сопровождается растворением вещества отрицательного электрода.

107. В цепях переменного тока конденсатор ведет себя как резистор, сопротивление которого определяется емкостью конденсатора и частотой переменного тока.

108. Сопротивление проводника прямо пропорционально его длине.

109. Смотрите подсказку к задаче № 45.

110. При решении этой задачи следует иметь в виду, что скорость звука одного порядка со скоростью газовых молекул.

111. Сломайте полотно на две части.

112. Масса однородной по толщине пластины пропорциональна ее площади.

113. Тело плавает в жидкости, если его плотность меньше, чем плотность жидкости.

114. Центр тяжести системы двух тел лежит на прямой, соединяющей центры тяжести этих тел.

115. В магнитном поле на проводник с током действует сила, направление которой зависит от направления тока.

116. Сопротивления катушек ваттметра сильно различаются.

117. Разность потенциалов на концах участка пропорциональна силе текущего по участку тока.

118. Если из трех наудачу выбранных из ящиков деталей бракованными оказались две, общая масса деталей будет на двадцать граммов меньше положенного. Если же среди трех деталей бракованной оказалась только одна, общая масса будет меньше правильной только на десять граммов.

119. Обратите внимание на тот факт, что через каждый оборот деталь оказывается в одном и том же положении.

120. Неоновая лампа, включенная в сеть переменного тока, вспыхивает 100 раз в секунду.

121. Проведите мелом вдоль оси вращающегося вала.

122. Лампочка будет гореть только в замкнутой цепи.

123. Нужно составить такую схему, чтобы через амперметр проходил только тот ток, который идет через резистор, сопротивление которого нас интересует.

124. Вспомните принцип действия ракеты.

125. Как впервые на это обратил внимание А. Эйнштейн, силы инерции, появляющиеся в ускоренно движущихся системах, эквивалентны гравитационным силам.

126. Запишите выражение для центростремительной силы через период обращения и приравняйте полученное выражение гравитационной силе.

127. Пути, проходимые падающим телом за равные промежутки времени, относятся как последовательные нечетные числа.

128. Воспользуйтесь вторым законом Ньютона.

129. Вспомните закон всемирного тяготения.

130. Прочитайте подсказки к двум предыдущим задачам.

131. Воспользуйтесь формулой для определения периода качаний математического маятника.

132. При изменении магнитного потока, пронизывающего катушку, в последней возникает электродвижущая сила индукции.

133. У электродвигателя с закрепленным ротором начнет вращаться статор, если ему ничто не мешает.

134. Вспомните свойства гироскопа и маятника.

1. Насыпав в мензурку (об устройстве бытовой мензурки рассказано в разделе «Подсказки») некоторое количество сахарного песка, находим его массу по соответствующей шкале, а объем — по шкале жидкостей. После этого плотность рассчитывается обычным образом. Полученное значение будет, однако, несколько меньше истинного, поскольку в найденный объем вносят вклад заполненные воздухом промежутки между крупинками сахара.

2. Решение иллюстрируется рис. 7. Нужно на ребро напильника положить середину линейки, что не трудно сделать, руководствуясь имеющимися на ней делениями. Затем для гирьки и исследуемого тела подбирается такое положение, при котором система будет находиться в равновесии. Тогда из условия равновесия рычага

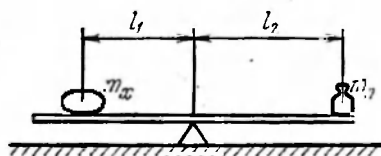


Рис. 7.

$$m_x g l_1 = m_0 g l_2$$

(g — ускорение свободного падения) можно найти истинную массу m_x . Величины l_1 и l_2 отсчитываются по делениям на линейке, а масса m_0 равна 100 г по условию задачи. В равенстве, выражающем условие равновесия рычага, силу тяжести линейки можно не учитывать, так как относительно оси вращения момент этой силы равен нулю. Равен нулю и момент силы реакции опоры, плечо которой, как и для силы тяжести, равно нулю.

Для ответа на второй вопрос задачи следует помнить, что масса советских «медных» монет в граммах совпадает с их стоимостью в копейках.

3. Положите монеты вблизи конца линейки, а затем подоприте ее в такой точке O , чтобы вся система оказалась уравновешенной (рис. 8).

Сила P_1 притяжения линейки к Земле, приложенная к центру тяжести A (совпадающему с серединой линейки), вращает систему против часовой стрелки, а сила P_2 тяжести монет, действующая в точке B , стремится повернуть линейку с монетами в противоположном направлении.

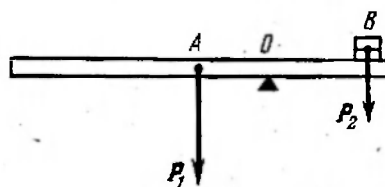


Рис. 8.

Из условия равновесия $P_1 \cdot AO = P_2 \cdot OB$ находим:

$$P_1 = \frac{OB}{AO} P_2 \quad \text{или} \quad M_1 = \frac{OB}{AO} M_2.$$

Расстояния AO и OB находятся по делениям на линейке, а способ определения P_2 (или M_2) указан в решении предыдущей задачи.

4. Оторвите кусок нитки, длина которого равна длине книги. Сложите затем нить вдвое, вчетверо, в восемь раз и отложите от верхнего обреза книги отрезки, равные одной четверти и одной восьмой ее длины. Полученные точки отметьте карандашом. После этого положите нижний край книги на весы и подоприте книгу пальцем в одной из отмеченных точек (рис. 9), выбрав ее так, чтобы стрелка весов не выходила за пределы шкалы, но отклонение не было в то же время слишком маленьким. Затем масса книги M находится из следующих соображений.

Поскольку книга находится в покое, то сумма моментов сил, вращающих книгу против часовой стрелки вокруг оси, проходящей через кончик пальца, равна сумме моментов сил, стремящихся повернуть ее относительно той же оси в противоположную сторону. В первом направлении книгу старается повернуть сила Mg притяжения ее к Земле. Плечо этой силы равно $l = (L/2)$, так как она приложена к центру тяжести, находящемуся посередине книги. По часовой стрелке книгу вращает сила реакции mg (m — показания весов), приложенная со стороны чашки весов к

8. На падающий коробок действуют две силы — притяжения к Земле и сопротивления воздуха. Первая определяется массой и для более полного коробка оказывается большей. В то же время вторая при равных скоростях одинакова для обоих коробков. Поэтому для более полного коробка равнодействующая этих сил будет, вообще говоря, больше. Следовательно, он будет иметь большее ускорение*) и, быстрее набирая скорость, раньше достигнет земли. Таким образом, следует одновременно уронить обе коробки с балкона. Та из них, которая раньше достигнет земной поверхности, содержит больше спичек.

Убедительные результаты получатся, безусловно, лишь в том случае, если разница в количестве спичек в коробках не особенно мала.

9. Проще всего, конечно, найти центр тяжести палки, уравнивавшая ее на ребре ладони. Равновесие, как известно, свидетельствует, что центр тяжести располагается как раз над точкой опоры. Однако существует более интересный и поучительный способ решения.

Если положить палку горизонтально на края ладоней обеих рук, поставленных ребром, и медленно сдвигать руки, то они всегда сойдутся в центре тяжести, и палка не будет падать, каким бы образом ни сдвигать руки.

Это происходит потому, что при приближении одной руки к центру тяжести давление на нее возрастает по сравнению с давлением на вторую руку, более удаленную от центра тяжести. Так как одновременно с давлением увеличивается сила трения скольжения, то она превзойдет силу трения покоя между палкой и второй рукой, вследствие чего движение палки относительно первой руки прекратится и начнется движение относительно второй. Таким образом, центр тяжести будет все время находиться между ладонями и в конце концов будет ими «пойман».

*) Ускорение увеличивается с ростом массы, так как

$$a = \frac{P - F_{\text{сопр}}}{m} = \frac{mg - F_{\text{сопр}}}{m} = g - \frac{F_{\text{сопр}}}{m}.$$

10. Достаточно прокатить смоченный водой мяч по полу, чтобы он сделал один оборот, и измерить длину l влажной дорожки. Диаметр d вычисляется затем по формуле

$$d = l/\pi.$$

Можно также обернуть мяч по «экватору» один раз ниткой, измерить ее длину и вычислить диаметр тем же способом.

11. Вначале с помощью мензурки обычным образом определяется объем V шарика, а затем по формуле

$$d = \sqrt[3]{6V/\pi}$$

рассчитывается диаметр d .

12. В школьных тетрадах сторона каждой клеточки довольно точно равна половине сантиметра (автор проверил несколько тетрадей и лишь в самом худшем случае 40 клеточек составили не 200 мм, как это должно быть, а 202 мм, что соответствует точности 1%). Этим можно воспользоваться для решения задачи.

Следует намотать проволоку на карандаш вплотную виток к витку в таком количестве, чтобы она занимала целое число клеток. При этом нужно

выбирать не слишком малое число витков, иначе, как станет ясно из дальнейшего, ошибка окажется большой. После этого, разделив длину l , занятую на карандаше проволокой, на число витков n , получим искомую величину:

$$d = l/n$$

(см. рис. 11, на котором тетрадный лист заменен линейкой).

В теории ошибок показывается, что относительная ошибка дроби равна сумме относительных ошибок

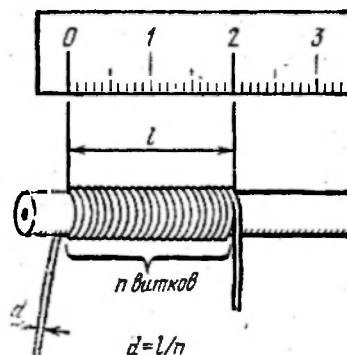


Рис. 11.

числителя и знаменателя. В нашем случае l определено с точностью около 1% (см. выше). Подсчитывая число витков, экспериментатор вполне может ошибиться на один, так как часто трудно сказать, что правильнее взять — например 49 витков или 50. Поэтому для относительной ошибки знаменателя получаем около 0,02. Таким образом, относительная ошибка в определении диаметра проволоки составит 3%, а абсолютная — при диаметре 0,1 мм — всего 0,003 мм, что не так уж плохо.

К сожалению, фактическая ошибка будет всегда больше, так как намотать проволоку вплотную трудно.

13. Если тело плавает, то его масса равна массе вытесненной воды. Сначала находим объем вытесненной воды, умножая площадь сечения сосуда, найденную с помощью линейки, на величину понижения уровня воды в сосуде после удаления тела (измеряется также линейкой). Перемножая затем объем вытесненной воды и ее плотность, находим массу воды, а следовательно, и массу плавающего тела.

14. Бросив пробку в мензурку и отсчитав увеличение уровня воды, найдем массу пробки разобранным в решении предыдущей задачи способом. Объем пробки можно определить, полностью утопив ее с помощью спицы в воде. После этого легко рассчитать плотность. Нетрудно видеть, что предлагаемым методом определяется средняя (то есть без учета объема пор) плотность пробки.

15. Кроме способа, предложенного в предыдущей задаче, можно указать следующий. Измерим полную длину палочки, а затем опустим ее в воду. Пусть вся длина составляет l_1 , а длина находящейся под водой части равна l_2 . Тогда масса палочки

$$m_1 = l_1 S \rho_1$$

(ρ_1 — плотность дерева, S — площадь поперечного сечения палочки), а масса вытесненной воды

$$m_2 = l_2 S \rho_2$$

(ρ_2 — плотность воды). Поскольку палочка плавает, эти массы равны:

$$l_1 S \rho_1 = l_2 S \rho_2,$$

откуда находим:

$$\rho_1 = \rho_2 \frac{l_2}{l_1}.$$

Важно, чтобы палочка плавала вертикально, хотя бы и с небольшим наклоном, так как если она будет плавать «плашмя», задачу решить будет значительно труднее. Для того чтобы палочка плавала вертикально, и служит узкий цилиндрический сосуд, стенки которого мешают палочке расположиться горизонтально («плашмя»).

16. Объем полости $V_{\text{пол}}$ связан с объемом пробки $V_{\text{пр}}$ и объемом стекла $V_{\text{ст}}$ очевидным соотношением

$$V_{\text{пол}} = V_{\text{пр}} - V_{\text{ст}}.$$

Пусть масса пробки равна m_1 . Если же пробка во время взвешивания находится в воде (так называемое гидростатическое взвешивание), показания весов уменьшаются до m_2 , поскольку на нее, в согласии с законом Архимеда, действует выталкивающая сила. Нетрудно сообразить, что кажущееся уменьшение массы $m_1 - m_2$ равно массе вытесненной воды. Поэтому, разделив эту разность на плотность воды ρ_1 , находим объем вытесненной воды и, стало быть, объем пробки:

$$V_{\text{пр}} = (m_1 - m_2) / \rho_1.$$

Для определения объема стекла достаточно массу пробки разделить на взятое из таблиц значение плотности стекла ρ_2 :

$$V_{\text{ст}} = m_1 / \rho_2.$$

После этого имеем окончательно:

$$V_{\text{пол}} = \frac{m_1 - m_2}{\rho_1} - \frac{m_1}{\rho_2}.$$

17. Упритесь в железный лист вертикально поставленной палкой, а затем постепенно наклоняйте ее, нажимая на верхний конец (рис. 12). При некотором угле наклона α палка начнет скользить по железу. Это произойдет в тот момент, когда горизонтальная составляющая силы F , приложенной к верхнему концу палки в направлении ее длины, станет больше

максимальной силы трения покоя между нижним концом палки и железным листом.

Горизонтальная составляющая силы F равна $F \cos \alpha$. В то же время максимальное значение силы трения покоя можно выразить следующим образом:

$$F_{\text{тр}} = k(P + F \sin \alpha),$$

где k — искомый коэффициент, P — сила тяжести палки, а $F \sin \alpha$ — вертикальная составляющая силы F , прижимающая палку (вместе с силой ее притяжения к Земле) к жести. Приравнявая эти силы, получаем:

$$k(P + F \sin \alpha) = F \cos \alpha,$$

откуда

$$k = \frac{F \cos \alpha}{P + F \sin \alpha}.$$

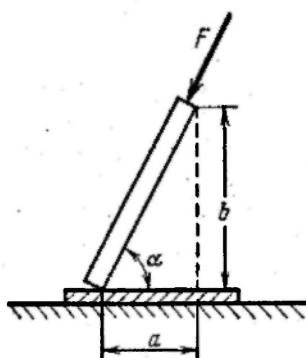


Рис. 12.

Так как по условию задачи палка имеет небольшую массу, первым слагаемым в знаменателе можно пренебречь, тем более что

сила F , с которой экспериментатор действует на верхний конец палки, ограничена только его возможностями и прочностью палки. Тогда

$$k = \frac{F \cos \alpha}{F \sin \alpha} = \operatorname{ctg} \alpha = \frac{a}{b}.$$

Таким образом, для определения коэффициента трения достаточно измерить только a и b , что нетрудно сделать с помощью линейки.

18. Отодвигая линзы от стенки, следует получить на ней резкое изображение нити лампы. Та линза, которая при этом окажется расположенной ближе к стене, имеет большую оптическую силу.

19. Следует сложить обе линзы вплотную. Если полученная система будет действовать как собирающая линза, оптическая сила собирающей линзы больше. В противном случае большей оптической силой обладает рассеивающая линза.

20. Нужно воспользоваться двумя однополюсными переключателями, включив их в цепь питания лампы так, как это показано на рис. 13. Один из переключателей устанавливается у входной двери коридора, а другой — у выходной.

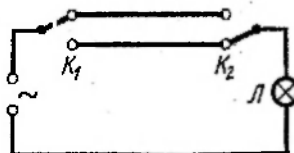


Рис. 13.

21. Встав на крышу дома, нужно выпустить банку из рук, одновременно нажав на пусковую кнопку секундомера. Услышав звук удара банки о землю, следует остановить секундомер. Показания секундомера t складываются из времени падения банки t_1 и времени t_2 , за которое звук удара ее о земную поверхность дойдет до наблюдателя.

Первое время связано с высотой дома h следующим образом:

$$h = gt_1^2/2,$$

тогда как связь между h и t_2 имеет вид

$$h = ct_2,$$

где c — скорость звука, которую при расчетах мы положим равной 340 м/с.

Определяя t_1 и t_2 из этих выражений и подставляя их значения в формулу, связывающую t_1 , t_2 и t , получим иррациональное уравнение

$$\sqrt{2h/g} + \frac{h}{c} = t,$$

из которого можно найти высоту дома.

При приближенном вычислении (в особенности, если дом невысок) второе слагаемое слева можно считать малым и отбросить, тем более что неучитываемая нами поправка, связанная с силой сопротивления воздуха, может быть большей, чем упоминаемая поправка на время распространения звука. Тогда

$$\sqrt{2h/g} \approx t \text{ и } h \approx gt^2/2.$$

22. Штангенциркулем измеряем высоту h и диаметр d_1 сосуда и вычисляем его объем:

$$V = \frac{\pi d_1^2}{4} h.$$

После этого определяем с помощью секундомера время t , за которое текущая вода заполняет банку. Тогда количество Q воды, вытекающей за единицу времени, составит

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{\pi d_1^2}{4} \frac{h}{t}.$$

С другой стороны, Q можно выразить как произведение искомой скорости v истечения воды на площадь S поперечного сечения крана

$$Q = Sv = \frac{\pi d_2^2}{4} v,$$

где d_2 — диаметр крана.

Приравняв правые части, получим:

$$v = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \frac{h}{t}.$$

Поскольку d_2 также можно измерить штангенциркулем, задача в принципе решена.

23. Так как движение воды в струе происходит с ускорением свободного падения g , между скоростью v_1 истечения ее из крана и той скоростью v_2 , которой она обладает на расстоянии h от крана, существует простая связь:

$$v_2^2 - v_1^2 = 2gh.$$

С другой стороны, через сечение крана и сечение, проведенное поперек струи на расстоянии h от крана, за единицу времени протекают равные объемы воды

$$Q = \frac{\pi d_1^2}{4} v_1 = \frac{\pi d_2^2}{4} v_2,$$

где d_1 и d_2 — диаметры струи у крана и на расстоянии h от него соответственно *).

*) Отсюда видно, что диаметр струи убывает с удалением от крана. При падении с больших высот водяные струи настолько утончаются, что рассыпаются на отдельные мелкие капли; к примеру, высокие водопады внизу превращаются в облако водяной пыли.

Находя из последнего равенства v_2 и подставляя его в предыдущее, получим:

$$v_1^2 \left(\frac{d_1^4}{d_2^4} - 1 \right) = 2gh,$$

откуда

$$v_1 = d_2^2 \sqrt{\frac{2gh}{d_1^4 - d_2^4}}.$$

После этого находим количество воды, вытекающей из крана за единицу времени (расход воды):

$$Q = \frac{\pi d_1^2}{4} v_1 = \frac{\pi d_1^2 d_2^2}{4} \sqrt{\frac{2gh}{d_1^4 - d_2^4}}.$$

Таким образом, задача сводится к измерению d_1 , d_2 и h , что действительно можно сделать одной только линейкой.

24. Воспользуемся формулой для расхода воды, полученной в решении предыдущей задачи:

$$Q = \frac{\pi d_1^2 d_2^2}{4} \sqrt{\frac{2gh}{d_1^4 - d_2^4}}$$

(смысл обозначений дан в упомянутом решении).

Учитывая, что $Q = V/t$ (V — объем воды, вытекающий за время t), получим в конечном итоге:

$$\epsilon = \frac{V^2}{t^2} \cdot \frac{d_1^4 - d_2^4}{\pi^2 d_1^4 d_2^4 h}.$$

Величины d_1 , d_2 и h измеряются линейкой, t — часами, а V — известно по условию задачи.

Предложенный метод не претендует на большую точность. Не останавливаясь на всех его погрешностях, отметим главные.

Во-первых, конечный результат заметно искажается вязкостью воды. В случае еще более вязких жидкостей для g можно получить значение, совершенно далекое от истинного.

Во-вторых, даже сравнительно небольшая ошибка в определении d_1 и d_2 сильно скажется на погрешности конечного результата потому, что в расчетную формулу входят четвертые степени этих величин (можно показать, что относительная погрешность в

определении степени равна относительной погрешности основания, помноженной на показатель степени).

25. Направив шланг вертикально вверх, определим с помощью линейки высоту h , на которую поднимется вода. Тогда скорость истечения v можно найти, пользуясь формулой

$$v = \sqrt{2gh}.$$

Умножив найденную скорость на площадь S сечения насадки (ее диаметр d измеряется также линейкой), находим расход воды Q , т. е. количество ее, вытекающее за единицу времени:

$$Q = Sv = \sqrt{2gh} \frac{\pi d^2}{4}.$$

После этого оказывается возможным определение времени наполнения бака, так как его емкость V была известна заранее:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{4V}{\pi d^2 \sqrt{2gh}} \approx \frac{0,9V}{d^2 \sqrt{gh}}.$$

26. На все тела, находящиеся в воздухе, действует выталкивающая (архимедова) сила, равная силе тяжести вытесненного воздуха. Поэтому результат взвешивания мяча, накачанного до давления p , можно представить в следующем виде:

$$M = M_m + M_v - m,$$

где M_m — масса камеры и покрышки, M_v — масса воздуха, содержащегося в мяче, и m — масса воздуха, вытесненного мячом. Нетрудно видеть, что если пренебречь объемом камеры и покрышки (и, следовательно, действующей на них архимедовой силой), то два последних члена для мяча, содержащего воздух при атмосферном давлении, равны между собой, и взвешивание дает массу камеры и покрышки M_m .

Поскольку при накачивании объем V мяча практически не меняется, последний член справа остается постоянным, как, разумеется, и первый. Таким образом, разность $M - M_0$, где M и M_0 — определенные с помощью весов массы мяча, накачанного соответственно до «рабочего давления» p и атмосферного давления p_0 , деленная на объем мяча, даст приращение

плотности воздуха от значения ρ_0 , соответствующего атмосферному давлению, до величины ρ при искомом давлении:

$$\frac{M - M_0}{V} = \rho - \rho_0.$$

Так как объем мяча при накачивании не изменяется, то плотность газа возрастает прямо пропорционально давлению:

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{p}{p_0}.$$

Из двух последних выражений получаем следующее значение для интересующей нас величины:

$$\rho = \frac{p_0}{p_0} \rho_0 = \frac{p_0}{p_0} \left(\rho_0 + \frac{M - M_0}{V} \right) = \rho_0 + \frac{p_0}{p_0} \frac{M - M_0}{V}.$$

Разность масс в этом выражении определяется с помощью весов, объем мяча рассчитывается по величине диаметра, измеренного линейкой (см. задачу № 10), а величины p_0 и ρ_0 берутся из таблиц (они равны соответственно 1 атм и 1,293 кг/м³). Если желателен более точный результат, то следует принять во внимание изменение плотности с температурой, т. е. вместо величины 1,293, соответствующей 0°С, подставлять в приведенную формулу значение плотности, соответствующее температуре воздуха в данный момент.

27. Прежде всего осторожно, чтобы не разбить лампочку, удалим цоколь и, погрузив ее целиком в воду, найдем с помощью линейки повышение Δh_1 уровня воды в сосуде. После этого, не вынимая лампы из воды, ломаем кончик штенгеля (стеклянного

*) Действительно, уравнение Клапейрона — Менделеева

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

можно переписать следующим образом:

$$\rho = \frac{m}{V} \frac{RT}{\mu} = p \frac{RT}{\mu},$$

откуда и следует, что при постоянной температуре плотность прямо пропорциональна давлению.

отростка, через который производится откачка лампы и ее заполнение инертным газом). В лампу войдет некоторое количество воды, и ее уровень в сосуде понизится, станет лишь на Δh_2 больше, чем в самом начале. Этих сведений вполне достаточно для решения задачи.

В самом деле, при искомом давлении p газ занимал весь объем лампы V_1 , который, пренебрегая объемом стеклянных стенок колбы, можно записать как произведение площади поперечного сечения сосуда S на прирост высоты уровня воды в сосуде при погружении лампы: $V_1 = S \Delta h_1$.

После того как был сломан штенгель, давление газа в лампе стало равным атмосферному (давлением столбика воды, находящейся над лампой, по сравнению с атмосферным можно пренебречь), а его объем уменьшился до $V_2 = S \Delta h_2$.

Считая температуру газа неизменной, запишем на основании закона Бойля — Мариотта:

$$p S \Delta h_1 = p_0 S \Delta h_2, \quad \text{откуда} \quad p = p_0 \frac{\Delta h_2}{\Delta h_1}.$$

Изменения уровня воды Δh_1 и Δh_2 измеряются линейкой, а p_0 либо берется по барометру, либо полагается равным одной атмосфере (760 мм. рт. ст., или 0,1013 МПа).

28. Вначале, как и в первом варианте решения задачи, осторожно удалим цоколь, а затем взвесим лампу. Пусть ее масса равна m_1 . Затем погрузим лампу целиком под воду и обломим кончик штенгеля. Когда вода перестанет поступать в колбу и незаполненным водой останется только пространство, занятое газом, сжатым до атмосферного давления p_0 , вынем лампу из воды и вновь определим ее массу. Предположим, что масса лампы, частично заполненной водой, равна m_2 . Заполним теперь лампу водой целиком и вновь определим массу. Допустим, она окажется равной m_3 .

Нетрудно сообразить, что разность $m_3 - m_1$ дает массу воды, целиком заполняющей колбу лампы. Разделив эту разность на плотность воды ρ , мы найдем внутренний объем лампы, иначе говоря, объем газа при искомом давлении p .

С другой стороны, разность $m_3 - m_2$, деленная на плотность воды, даст объем того же газа при атмосферном давлении p_0 .

Считая, что во время сжатия газа его температура не меняется, можем записать на основании закона Бойля — Мариотта:

$$p \frac{m_3 - m_1}{\rho} = p_0 \frac{m_3 - m_2}{\rho}.$$

Отсюда искомое давление равно

$$p = p_0 \frac{m_3 - m_2}{m_3 - m_1}.$$

29. Если трубка поставлена вертикально отверстием вверх, заключенный в ней воздух находится под давлением

$$p_1 = p_0 + \rho gh,$$

где p_0 — атмосферное давление, ρ — плотность ртути, g — ускорение свободного падения и h — высота ртутного столбика. Это давление сжимает воздух в трубке до объема

$$V_1 = l_1 S$$

(l_1 — длина воздушного столбика, S — площадь поперечного сечения трубки).

В трубке, поставленной вертикально отверстием вниз, давление составляет

$$p_2 = p_0 - \rho gh,$$

а объем воздуха

$$V_2 = l_2 S.$$

Считая температуру воздуха в обоих случаях одинаковой, имеем из закона Бойля — Мариотта:

$$(p_0 + \rho gh) l_1 S = (p_0 - \rho gh) l_2 S,$$

откуда

$$p_0 = \rho gh \frac{l_2 + l_1}{l_2 - l_1}.$$

Плотность ртути и ускорение свободного падения берутся из таблиц, а величины l_1 , l_2 и h измеряются линейкой.

Если давление атмосферы достаточно выразить в мм рт. ст., формула упрощается

$$p_0 = h \frac{l_2 + l_1}{l_2 - l_1}.$$

30. Пусть кастрюля содержит воду, охлажденную в холодильнике до 0°C (в воде еще плавают маленькие кусочки льда). Поставим ее на газовую плиту, одновременно заметив показания часов. Пусть до момента закипания воды пройдет время τ_1 , а затем еще τ_2 до того, как вся вода испарится.

Если при сгорании газа каждую секунду образуется q джоулей, то количество теплоты Q_1 и Q_2 , необходимые соответственно для нагревания воды до кипения и последующего ее обращения в пар, можно записать в следующем виде:

$$Q_1 = mc(t_{100} - t_0) = 100mc = q\tau_1,$$

$$Q_2 = mr = q\tau_2,$$

где m — масса воды, налитой в кастрюлю, c — удельная теплоемкость воды, а r — теплота парообразования. Поделив равенства почленно, получим:

$$\frac{100c}{r} = \frac{\tau_1}{\tau_2},$$

откуда

$$r = 100c \frac{\tau_2}{\tau_1}.$$

Поскольку точный учет тепловых потерь (на излучение в окружающее пространство, на нагревание кастрюли и пр.) невозможен, полученный результат не должен претендовать на большую точность.

31. Изготовив из нити и кусочка железа «математический маятник» и заставив его качаться, определим количества оборотов K_1 и K_2 диска электросчетчика за одинаковое число колебаний маятника (то есть за равные интервалы времени) вначале при работающем телевизоре, а затем при включенной лампе.

Поскольку число оборотов диска, совершаемое за определенное время, пропорционально мощности включенного в сеть прибора, мы имеем право напи-

сать равенство

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{N_1}{N_2},$$

где N_1 и N_2 — мощности телевизора и электрической лампы соответственно.

После этого находим:

$$N_1 = N_2 \frac{K_1}{K_2},$$

откуда легко рассчитать интересующую нас величину, так как мощность электрической лампы обычно указывается на ее баллоне или цоколе.

32. Настройте радиоприемник на программу «Маяк», позывные которой раздаются через каждые полчаса, и найдите с помощью электросчетчика количество A электроэнергии, израсходованной за промежуток между двумя сигналами (т. е. за полчаса).

После этого из формулы

$$A = Nt$$

можно рассчитать мощность утюга N , а затем, зная напряжение в городской сети, легко определить интересующее нас сопротивление:

$$R = \frac{U^2}{N} = \frac{U^2}{A} t.$$

Так решается задача в случае батарейного приемника.

Если приемник питается от сети, нужно определить вначале количество A_0 электроэнергии, расходуемой в течение получаса только радиоприемником, а затем энергию A , потребляемую за такое же время приемником и утюгом вместе. Тогда из системы уравнений

$$A_0 = N_0 t \quad \text{и} \quad A = (N + N_0) t,$$

где N_0 и N — мощности приемника и утюга соответственно, находим вначале мощность утюга

$$N = \frac{A - A_0}{t},$$