

А.П.РЫМКЕВИЧ. П.А.РЫМКЕВИЧ

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ



А. П. РЫМКЕВИЧ, П. А. РЫМКЕВИЧ

**СБОРНИК
ЗАДАЧ
ПО ФИЗИКЕ
ДЛЯ 8—10 КЛАССОВ
СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ**

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1975

53(07)

P95

*Рекомендовано к изданию
Главным управлением школ
Министерства просвещения СССР*

Рымкевич А. П. и Рымкевич П. А.:

P95 Сборник задач по физике для 8—10 классов
средней школы. М., «Просвещение», 1975.

208 с. с ил.

В сборнике содержится около 1400 задач по всем разделам школьного курса физики. В конце книги выделен повторительный раздел.

Наряду с задачами средней сложности в сборник включены и задачи повышенной трудности, которые учитель сможет использовать в работе с наиболее способными школьниками.

P $\frac{60501-629}{103(03)-75}$ инф. письмо

53(07)

© Издательство «Просвещение», 1975 г.

ОТ АВТОРОВ

Этот сборник задач составлен в соответствии с утвержденной учебной программой по физике.

В него включено около 1400 задач различных типов: вычислительные, графические, качественные, экспериментальные. Раздел «Тепловые явления. Молекулярная физика», составленный П. А. Рымкевичем, частично дополнен Л. И. Березиной. В третьей и четвертой частях использованы некоторые задачи, составленные Ф. С. Емельяновым. Ряд экспериментальных задач по механике предложен Т. Н. Шамало. Вся остальная работа выполнена А. П. Рымкевичем.

Авторы выражают искреннюю благодарность Н. И. Гольдфарбу, Я. Ф. Лернеру, Л. А. Нотову, Б. Н. Суслову и В. М. Чуцкому за ценные указания и советы, а также О. В. Аквилевой, И. И. Беспалько, М. А. Гаджиеву и В. А. Петровой за большую помощь в улучшении текста задач и рисунков.

Издательство «Просвещение» и авторы просят преподавателей физики и методистов высылать свои предложения по улучшению книги по адресу: 129846, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41. Издательство «Просвещение». Редакция физики.

Все критические замечания и рекомендации будут приняты с благодарностью.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Овладеть школьным курсом физики — это значит не только понять физические явления и закономерности, но и уметь применять их на практике.

Всякое применение общих теоретических положений физики для решения конкретного, частного вопроса есть решение физической задачи.

Только умение решать задачи делает знания действенными, практически применимыми.

Приступая к решению задачи, нужно прежде всего вникнуть в смысл задачи и установить, какие физические явления и закономерности лежат в ее основе. Анализируя условие задачи, следует ясно себе представить, какие из описанных в нем процессов являются главными и какими можно пренебречь. Надо решить, какие упрощающие предположения мы должны внести, чтобы задачу можно было решить. Во многих случаях в тексте задачи приводятся соответствующие указания. Рассчитывая, например, время падения тела с некоторой высоты, исходят из следующих упрощений: тело считают материальной точкой, ускорение свободного падения принимают постоянным, сопротивление воздуха не учитывают.

Принятые упрощающие допущения отмечают при анализе содержания задачи.

Приступая к решению задачи, надо также выяснить, какие дополнительные сведения нужно взять из таблиц.

При решении вычислительных задач в большинстве случаев целесообразно получить сначала ответ в буквенном (общем) виде. Правильность полученной расчетной формулы надо проверить подстановкой в ее правую и левую части наименований физических величин.

Прежде чем приступить к вычислениям, следует, как правило, выразить все исходные данные в одной системе единиц. В подавляющем большинстве случаев задачи рекомендуется решать в Международной системе единиц (СИ). Если задача решается по уравнению, однородному

относительно некоторых величин, то эти величины переводить в принятую систему единиц не обязательно.

Приступая к вычислениям, надо учитывать степень точности приведенных в условии задачи значений величин. Точность ответа не должна превышать точности исходных данных. В большинстве задач сборника все данные и ответы даны с точностью до двух значащих цифр. Такую точность вполне обеспечивают расчеты, выполненные с помощью логарифмической линейки.

В тексте задач настоящего Сборника не указывается степень точности некоторых приближенных числовых данных путем прибавления справа значащих нулей. Поэтому данные, выраженные одной значащей цифрой, следует считать либо условно точными (наперед заданными), либо приближенными с той степенью точности, с которой заданы другие данные, входящие в задачу.

Многие задачи целесообразно решать устно. Это относится к большинству качественных задач, многим тренировочным задачам, а также к задачам на исследование функциональной зависимости типа: «Во сколько раз изменится величина y при изменении величины x в n раз?».

Глава I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДВИЖЕНИИ

§ 1. МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА. ПОЛОЖЕНИЕ ТОЧКИ В ПРОСТРАНСТВЕ. ПУТЬ И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ

1. Можно ли принять снаряд за материальную точку при расчете: а) дальности полета снаряда; б) вращения снаряда вокруг продольной оси, которое сообщает ему устойчивость в полете; в) формы снаряда, обеспечивающей уменьшение сопротивления воздуха?

2. Можно ли принять Землю за материальную точку при расчете: а) расстояния от Земли до Солнца; б) пути, пройденного Землей по орбите вокруг Солнца за месяц; в) длины экватора; г) скорости движения точки экватора при суточном вращении Земли вокруг оси; д) скорости движения Земли по орбите вокруг Солнца?

3. Укажите, в каких из приведенных ниже примерах изучаемое тело можно принять за материальную точку: а) вычисляют давление трактора на грунт; б) определяют высоту поднятия метеорологической ракеты; в) рассчиты-

вают работу, совершенную при поднятии железобетонной плиты перекрытия известной массы на заданную высоту; г) находят архимедову силу, действующую на лодку; д) определяют массу стального шарика, пользуясь мензуркой.

4. На рисунке 1 изображен план футбольного поля на пришкольном участке. Найдите координаты угловых флажков (O , B , C , D), мяча (E), зрителей (K , L , M).

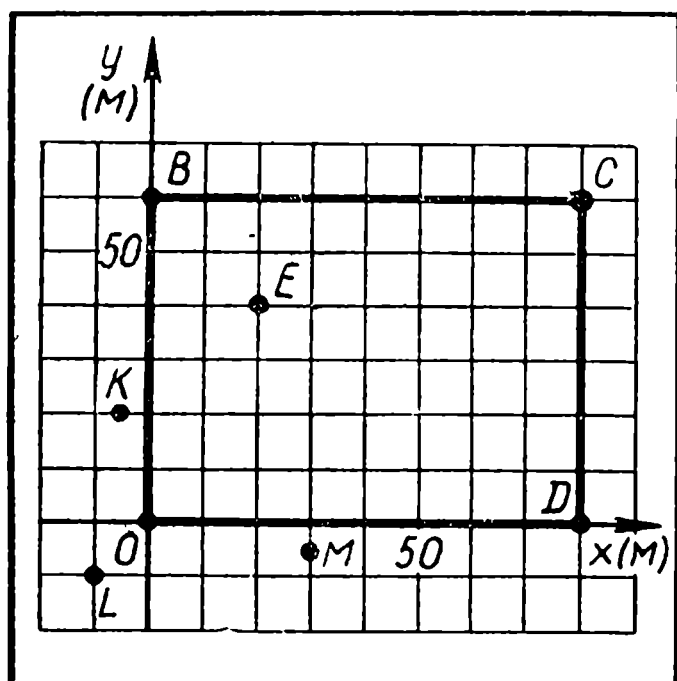


Рис. 1.

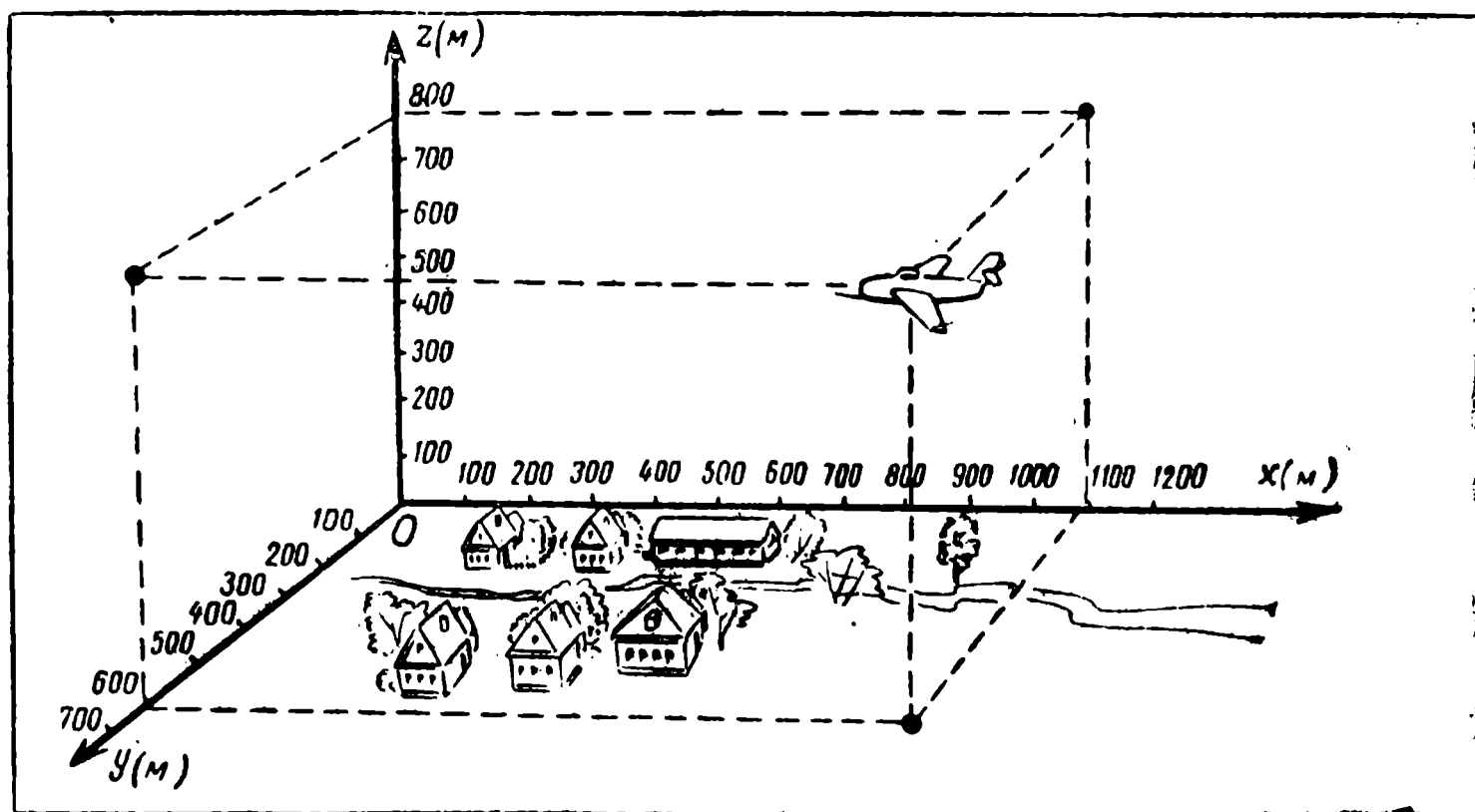


Рис. 2.

5. Найдите координаты самолета (рис. 2).

6. Приняв за систему отсчета класс и связав ось x с линией пересечения пола и стены, на которой висит доска, ось y — с линией пересечения пола и стены, соседней с предыдущей, а ось z — с линией пересечения упомянутых двух стен между собой, найдите координаты (приблизительно) левого нижнего угла доски, правого верхнего угла парты, за которой вы сидите.

7. Сравнить пути и перемещения вертолета и автомобиля, траектории движения которых показаны на рисунке 3.

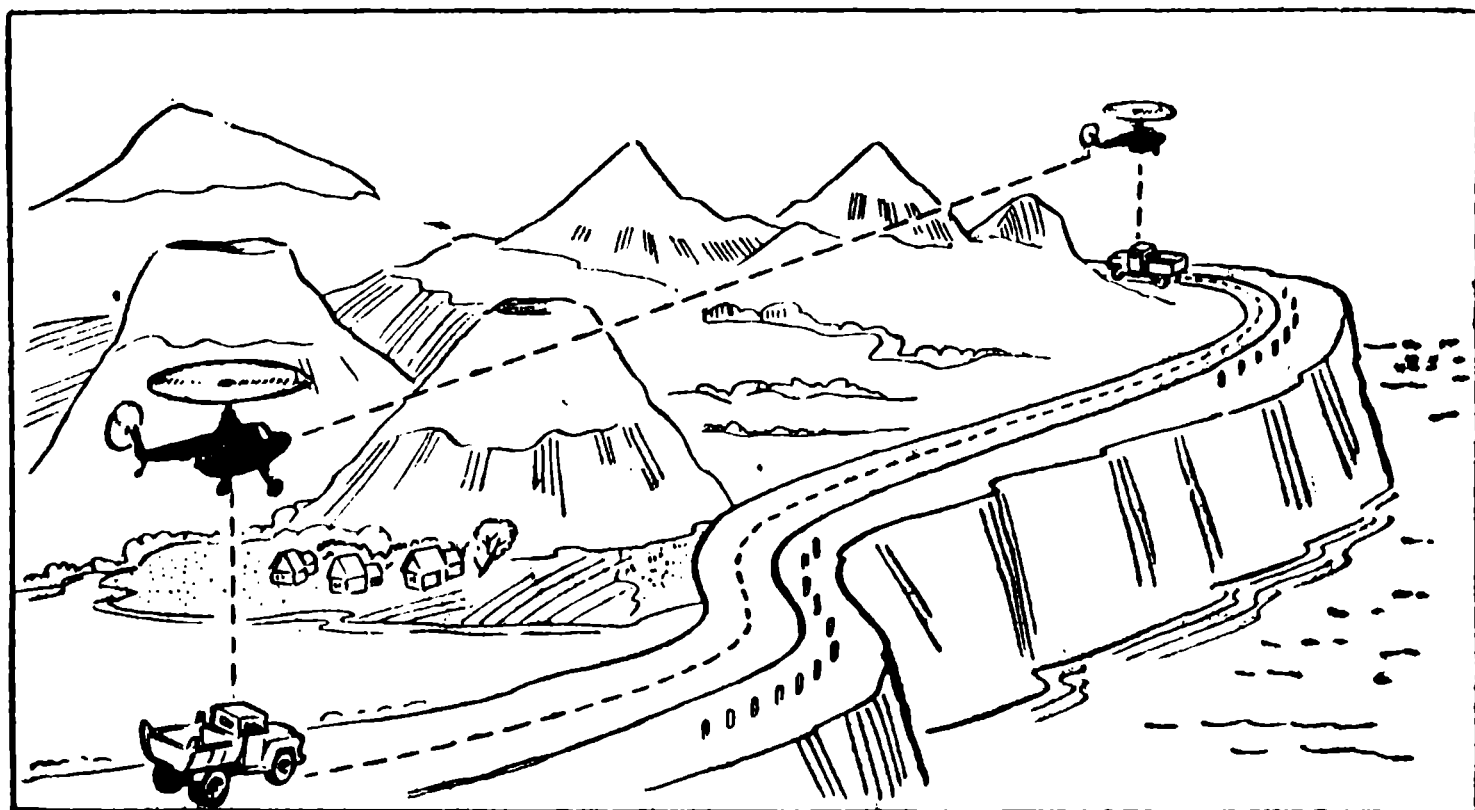


Рис. 3.

8. Двигаясь криволинейно, автомобиль описал траекторию, имеющую форму четверти дуги окружности. Сделайте пояснительный чертеж, на котором укажите путь и перемещение автомобиля.

9. Что мы оплачиваем в такси: путь или перемещение?

10. Мяч упал с высоты два метра, отскочил от пола и был пойман на высоте 1 м. Найдите путь и перемещение мяча.

11. Точка движется по окружности с радиусом 2 м. Найти путь и перемещение: а) за одну шестую часть оборота; б) за четверть оборота; в) за половину оборота; г) за три четверти оборота; д) за полный оборот.

12. На рисунке 4 показаны перемещения пяти материальных точек. Найти проекции векторов перемещения на оси координат.

13. На рисунке 5 показана траектория движения материальной точки из A в B . Найти: а) координаты точки в начале и конце движения; б) перемещение; в) проекции перемещения на оси координат.

14. На рисунке 6 показана траектория $ABCD$ движения материальной точки из A в D . Найти: а) координаты точки в начале и конце движения; б) пройденный путь; в) перемещение; г) проекции перемещения по оси координат.

15. Тело переместилось из точки с координатами $x_1 = 0$ м, $y_1 = 2$ м в точку с координатами $x_2 = 4$ м, $y_2 = -2$ м. Сделать пояснительный чертеж, найти вектор перемещения и его проекции на оси координат.

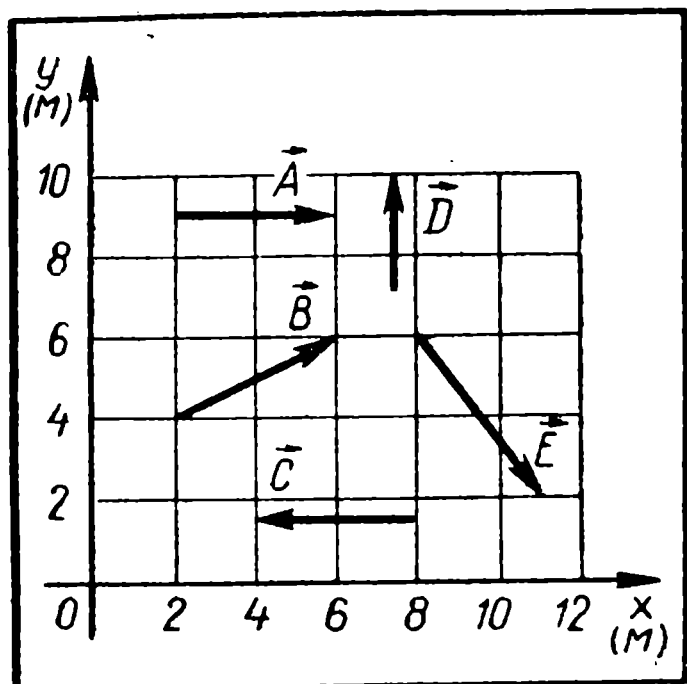


Рис. 4.

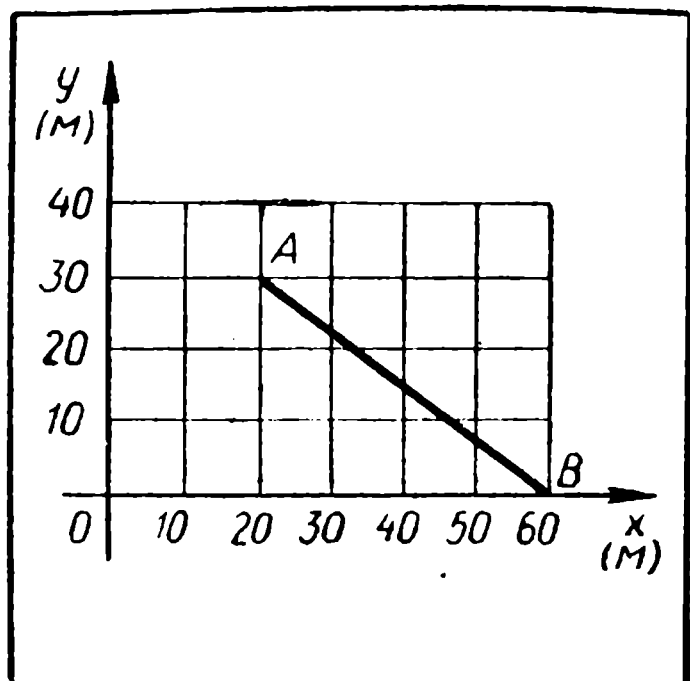


Рис. 5.

16. Вертолет, пролетев по прямой 400 км, повернул под углом 90° и пролетел еще 300 км. Найти путь и перемещение вертолета.

17. Катер прошел по озеру в направлении точно на северо-восток 2 км, а затем еще 1 км на север. Найти графически перемещение катера.

18. Звено пионеров идет, ориентируясь по компасу. Взяв азимут 45° , звено прошло 400 м, затем прошло 0,5 км по азимуту 270° и еще 300 м по азимуту 0° . Найти графически полное перемещение звена. (Азимут — это угол между направлением на север и направлением движения.)

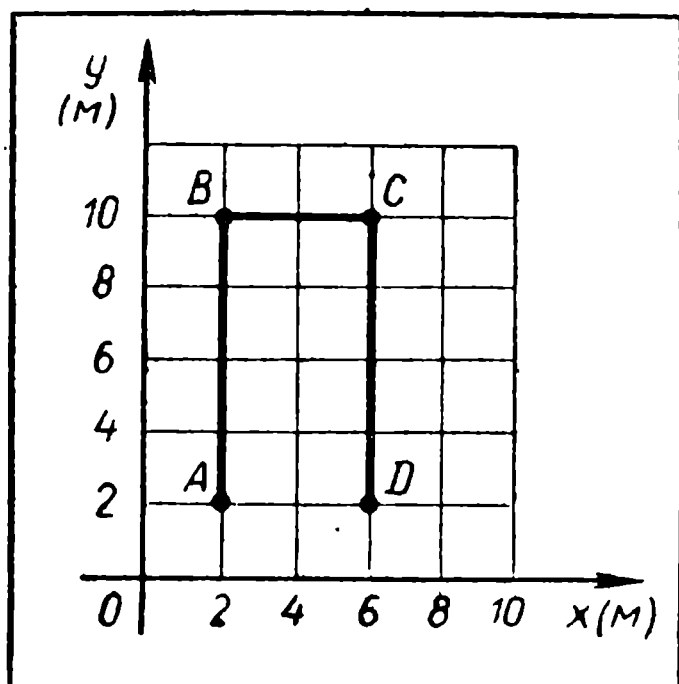


Рис. 6.

§ 2. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ. ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ¹

19. На рисунке 7 показаны положения пяти тел в момент начала наблюдения (при $t=0$). Написать уравнения движения этих тел, если автобус движется равномерно вправо со скоростью 20 м/сек, легковой автомобиль — влево со скоростью 15 м/сек, мотоциклист — влево со скоростью 10 м/сек, пост ГАИ и дерево покоятся в данной системе отсчета. Найти: а) координату автобуса через 5 сек; б) координату легкового автомобиля и пройденный путь через 10 сек; в) через сколько времени координата мотоциклиста будет равна -600 м; г) когда

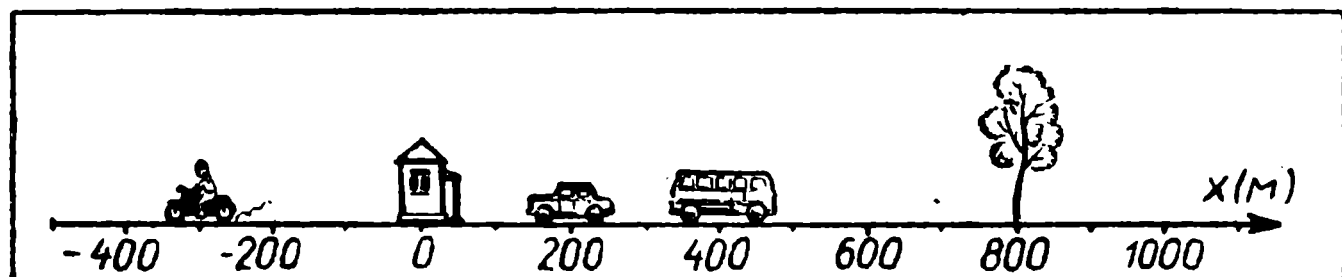


Рис. 7.

¹ В задачах этого параграфа считать, что все движения происходят по одной прямой, ось x совпадает с траекторией движения и все величины, входящие в уравнения, заданы в единицах СИ.

автобус проходил пост ГАИ; д) где был легковой автомобиль за 20 сек до начала наблюдения.

20. Движения пяти материальных точек в данной системе отсчета заданы уравнениями: $x_1=4t$, $x_2=4+2t$, $x_3=-2-t$, $x_4=-2+3t$, $x_5=1-2t$. Построить на одном чертеже для этих точек графики зависимости $x=f(t)$.

21. На рисунке 8 представлены графики зависимости координаты от времени для пяти тел. Опишите, как изменяется положение каждого из этих тел относительно начала координат.

22. Изменение координаты для движений двух велосипедистов заданы уравнениями: $x_1=5t$, $x_2=150-10t$. Построить графики зависимости $x=f(t)$. Найти место и время встречи.

23. Написать уравнение изменения координаты со временем для движений, графики которых представлены на рисунке 9. Что означают точки пересечения графиков с осями координат? Построить графики и написать уравнения изменения координаты, выбрав за начало отсчета положение первой точки в начальный момент времени.

24. По прямому шоссе в одном направлении движутся два мотоциклиста. Скорость первого мотоциклиста 10 м/сек. Второй догоняет его со скоростью 20 м/сек. Расстояние между мотоциклами в начальный момент времени равно 200 м. Написать уравнения движений мотоциклистов в системе отсчета, связанной с землей, приняв за начало координат место нахождения второго мотоциклиста в начальный момент времени и выбрав за положительное направление оси x направление движения мотоциклистов. Построить на одном чертеже графики движе-

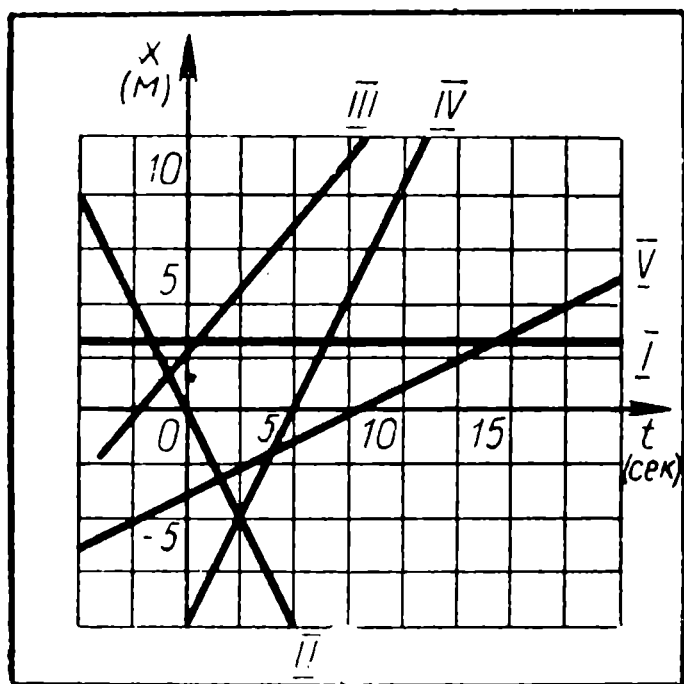


Рис. 8.

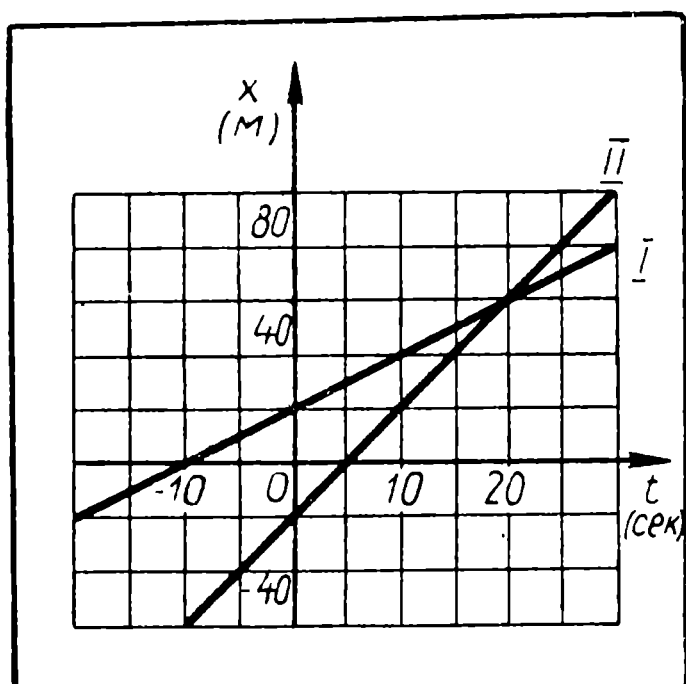


Рис. 9.

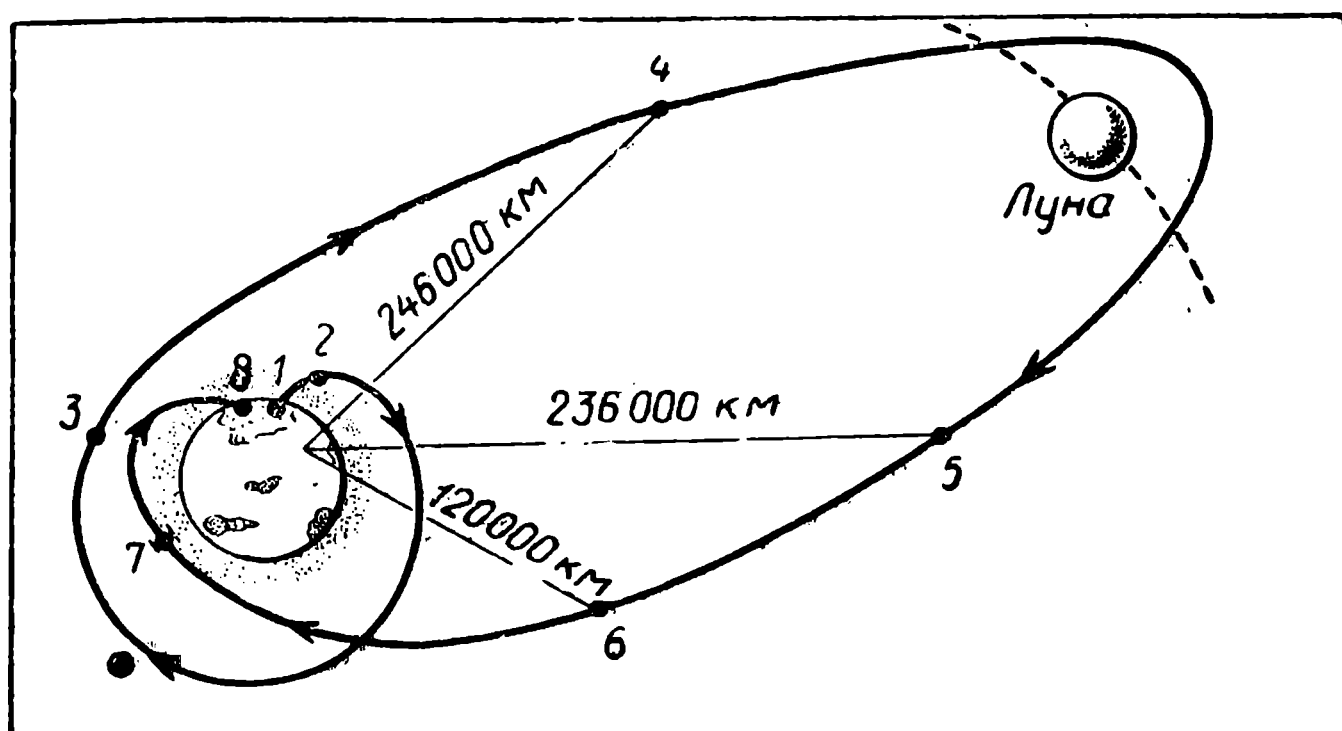


Рис. 10.

ния обоих мотоциклистов (рекомендуемый масштаб: в 1 см 100 м; в 1 см 5 сек). Найти место и время встречи.

25. Движение материальной точки в данной системе отсчета характеризуется уравнениями: $y = 1 + 2t$, $x = 2 + t$. Найти уравнение траектории. Построить траекторию на плоскости xOy . Указать положение точки при $t = 0$, направление и скорость движения.

26. Начертите, как вы представляете себе траекторию движения точки обода велосипедного колеса при равномерном и прямолинейном движении велосипедиста в системах отсчета, жестко связанных: а) с вращающимся колесом; б) с рамой велосипедиста; в) с землей.

27. Мальчик катается на карусели. Какова траектория движения покоящегося относительно земли предмета в системе отсчета, жестко связанной с каруселью?

28. Какова траектория движения конца лопасти пропеллера самолета, движущегося равномерно и прямолинейно в системах отсчета, жестко связанных: а) с пропеллером; б) с корпусом самолета; в) с землей?

29. На рисунке 10 приведена схема полета автоматической станции «Зонд-6» по трассе Земля — Луна — Земля. В какой системе отсчета указана траектория станции?

30. На рисунке 11 показана схема полета советских космических станций «Венера-2» и «Венера-3». В какой системе отсчета указана траектория этих станций?

31. В какой системе отсчета приведена на рисунке 12 схема сближения станции «Венера-3» с планетой Венера?

32. Может ли человек, находясь на движущемся эска-

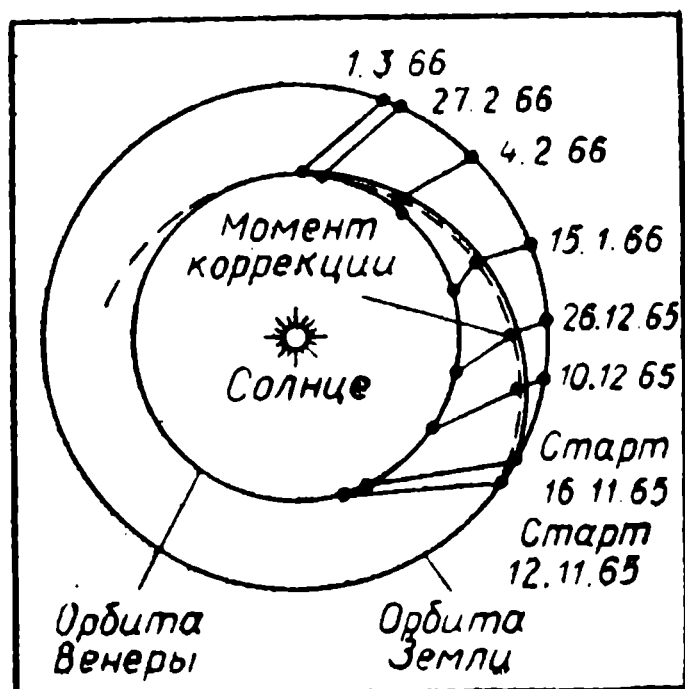


Рис. 11.

латоре метро, быть в покое в системе отсчета, связанной с землей?

33¹. Скорость велосипедиста 36 км/ч, а скорость встречного ветра 4 м/сек. Какова скорость ветра в системе отсчета, связанной с велосипедистом?

34. Гусеничный трактор движется со скоростью 3 м/сек. Какова скорость верхней и нижней частей гусеницы в системе отсчета:
а) связанной с землей;
б) связанной с трактором?

35. Эскалатор метро движется со скоростью 0,8 м/сек. Найти время, за которое пассажир переместится на 40 м относительно земли, если он сам идет в направлении движения со скоростью 0,2 м/сек в системе отсчета, связанной с эскалатором.

36. По озеру идет катер со скоростью 18 км/ч. Войдя в устье реки, впадающей в озеро, он достигает пункта, расположенного в 36 км от устья, через 2,5 ч. Какова скорость течения реки? Считать, что в озере течение отсутствует, скорость течения реки постоянна, а режим работы двигателя катера неизменен.

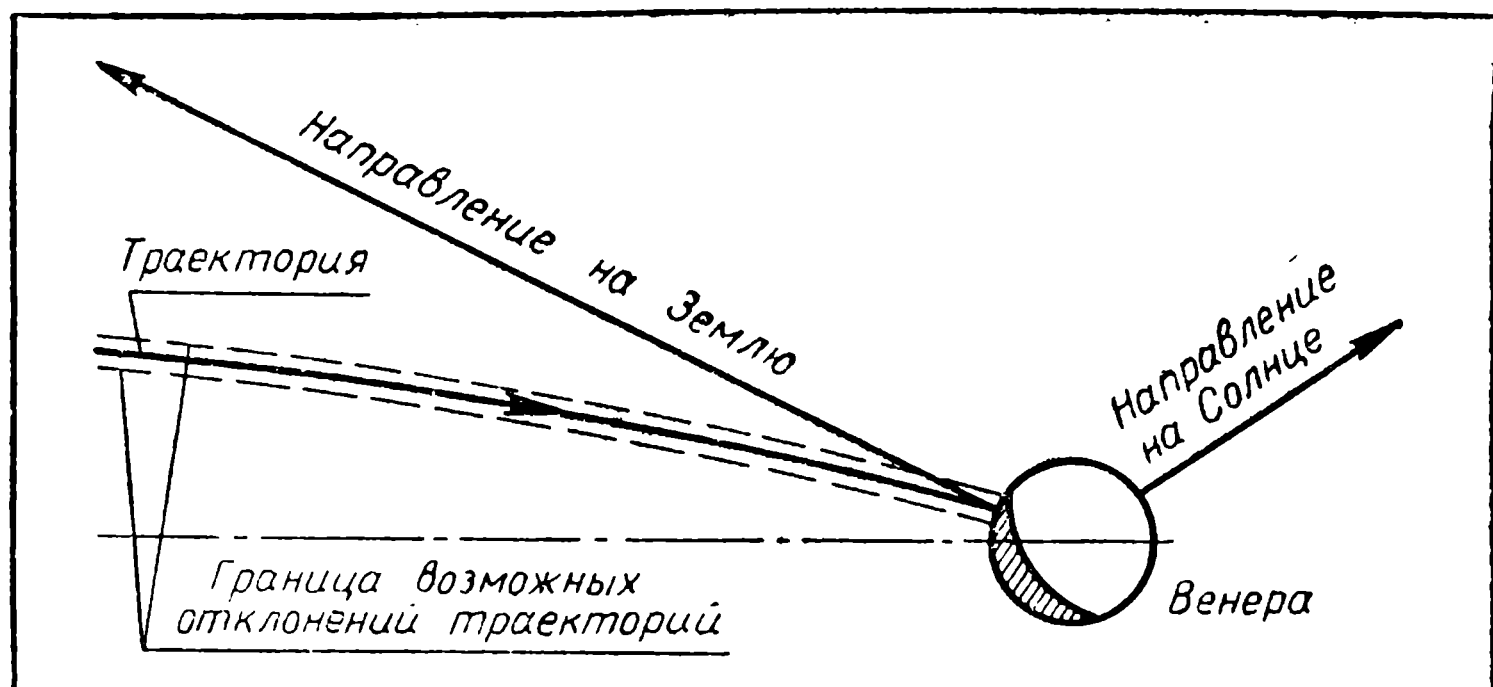


Рис. 12.

¹ В этой и последующих задачах, если нет специальных оговорок, указана скорость в системе отсчета, связанной с землей.

37. Два поезда идут навстречу друг другу со скоростями 36 км/ч и 54 км/ч. Пассажир, находящийся в первом поезде, замечает, что второй поезд проходит мимо него в течение 6 сек. Какова длина второго поезда?

38. Теплоход проходит по течению реки путь в 40 км за 2 ч, а против течения 45 км за 3 ч. Определить скорость течения реки и скорость теплохода в системе отсчета, связанной с водой.

39. Эскалатор метро поднимает неподвижно стоящего на нем пассажира в течение 1 мин. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается за 3 мин. Сколько времени будет подниматься пассажир по движущемуся эскалатору?

40. Легковой автомобиль движется со скоростью 20 м/сек за грузовым, скорость которого 16,5 м/сек. В момент начала обгона водитель легкового автомобиля увидел встречный междугородный автобус, движущийся со скоростью 25 м/сек. При каком наименьшем расстоянии до автобуса можно начинать обгон, если в начале обгона легковая машина была в 15 м от грузовой, а к концу обгона она должна быть впереди грузовой на 20 м?

41. Две материальные точки, расстояние между которыми в начальный момент времени равно 2 м, движутся навстречу друг другу со скоростями 0,2 м/сек. Написать уравнение движения одной материальной точки для системы отсчета, связанной с другой точкой, и вычислить, через сколько времени они встретятся.

42. На рисунке 13 изображены графики движения велосипедиста и мотоциклиста (мотоциклист начинает движение из начала координат) в системе отсчета, связанной с землей. Написать уравнение движения велосипедиста в системе отсчета, связанной с мотоциклистом, и построить график его движения в этой системе.

43¹. Скорость продольной подачи резца токарного станка 15 см/мин, а поперечной подачи 8 см/мин. Какова

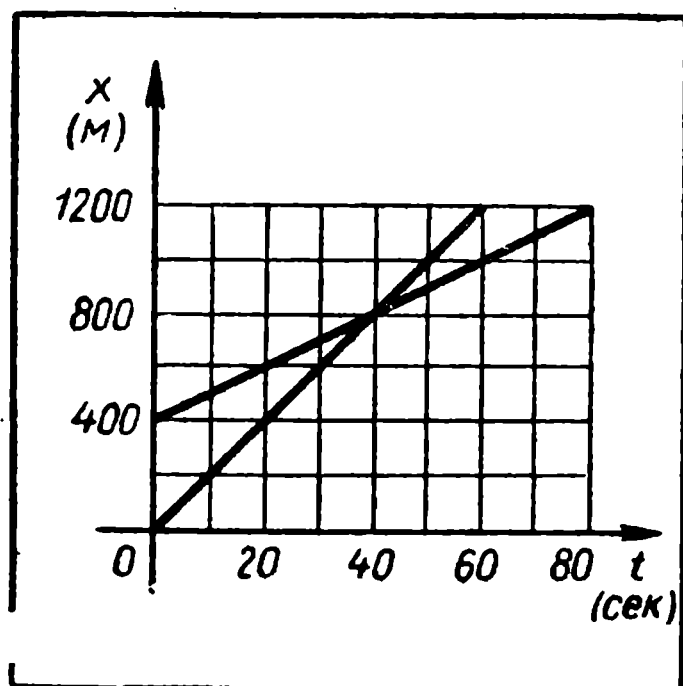


Рис. 13.

¹ Эту и последующие задачи данного параграфа можно решать графически.

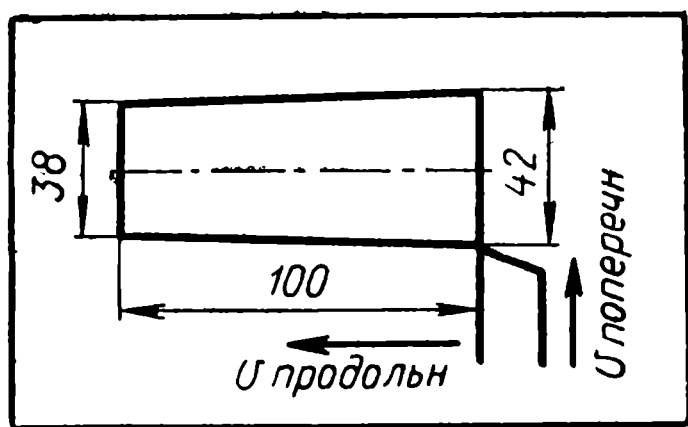


Рис. 14.

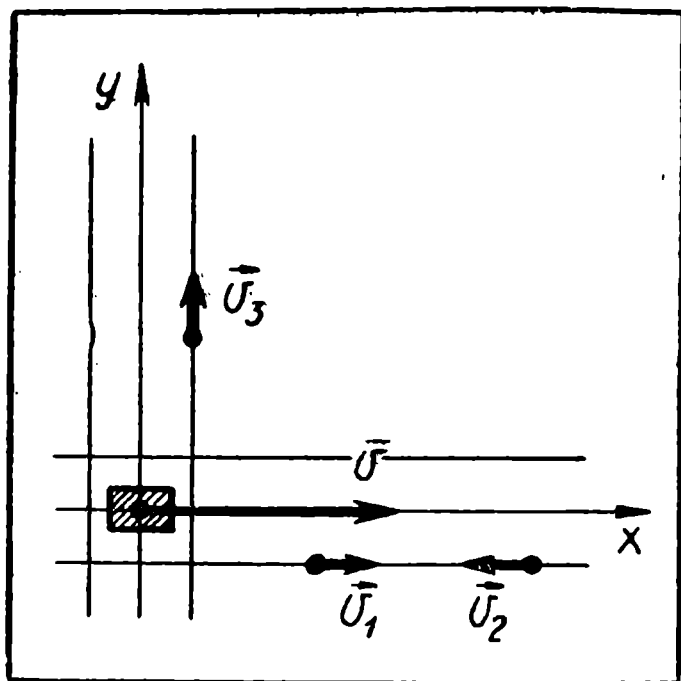


Рис. 15.

скорость резца в системе отсчета, связанной с корпусом станка?

44. Вертолет летел на север со скоростью 20 м/сек . С какой скоростью и под каким углом к меридиану будет лететь вертолет, если подует западный ветер со скоростью 10 м/сек ?

45. Катер, переправляясь через реку, движется перпендикулярно течению реки со скоростью 4 м/сек в системе отсчета, связанной с водой. На сколько метров будет снесен катер течением, если ширина реки 800 м , а скорость течения 1 м/сек ?

46. На токарном станке вытачивают деталь в форме усеченного конуса (рис. 14). Какова должна быть скорость поперечной подачи резца, если скорость про-

дольной подачи 25 см/мин ? Размеры детали (в миллиметрах) указаны на рисунке.

47. Моторная лодка, имеющая в системе отсчета, связанной с водой, скорость 6 м/сек , должна переправиться через реку по кратчайшему пути. Какой курс относительно берега необходимо держать при переправе, если скорость течения реки 2 м/сек ?

48. Вертолет держит курс на северо-северо-восток под углом 15° с направлением на север, но перемещается точно на север. Найти скорость восточного ветра, если скорость вертолета в системе отсчета, связанной с движущимся воздухом, равна 90 км/ч .

49. Капли дождя, падающие отвесно, образуют на окне движущегося трамвая полосы под углом 30° к вертикали. Какова скорость падения капель, если скорость трамвая 5 м/сек ?

50. Трамвай движется со скоростью $v = 4 \text{ м/сек}$ (рис. 15). Каковы значения скоростей пешеходов в системе отсчета, связанной с трамваем, если относительно земли $v_1 = v_2 = v_3 = 1 \text{ м/сек}$?

Глава II. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ НЕРАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

§ 3. СКОРОСТЬ И УСКОРЕНИЕ В НЕРАВНОМЕРНОМ ДВИЖЕНИИ

51. Поезд первую половину пути шел со скоростью, в 1,5 раза большей, чем вторую половину пути. Какова скорость поезда на каждом участке, если средняя скорость прохождения всего пути равна 12 м/сек ?

52. Материальная точка описала половину окружности радиусом 2 м за 4 сек . Какова средняя скорость перемещения и средняя скорость движения точки?

53. Велосипедист описал половину окружности. Первую четверть окружности он проходит со скоростью 8 м/сек , а вторую — со скоростью 10 м/сек . Найти среднюю скорость движения велосипедиста и среднюю скорость его перемещения.

54. На рисунке 16 воспроизведено со стробоскопической фотографии движение шарика. Найдите среднюю скорость движения шарика на участке AB и мгновенную скорость в точке C , зная, что частота съемки 50 раз в 1 сек . Для определения масштаба измерьте длину стандартного спичечного коробка и его изображения на фотографии.

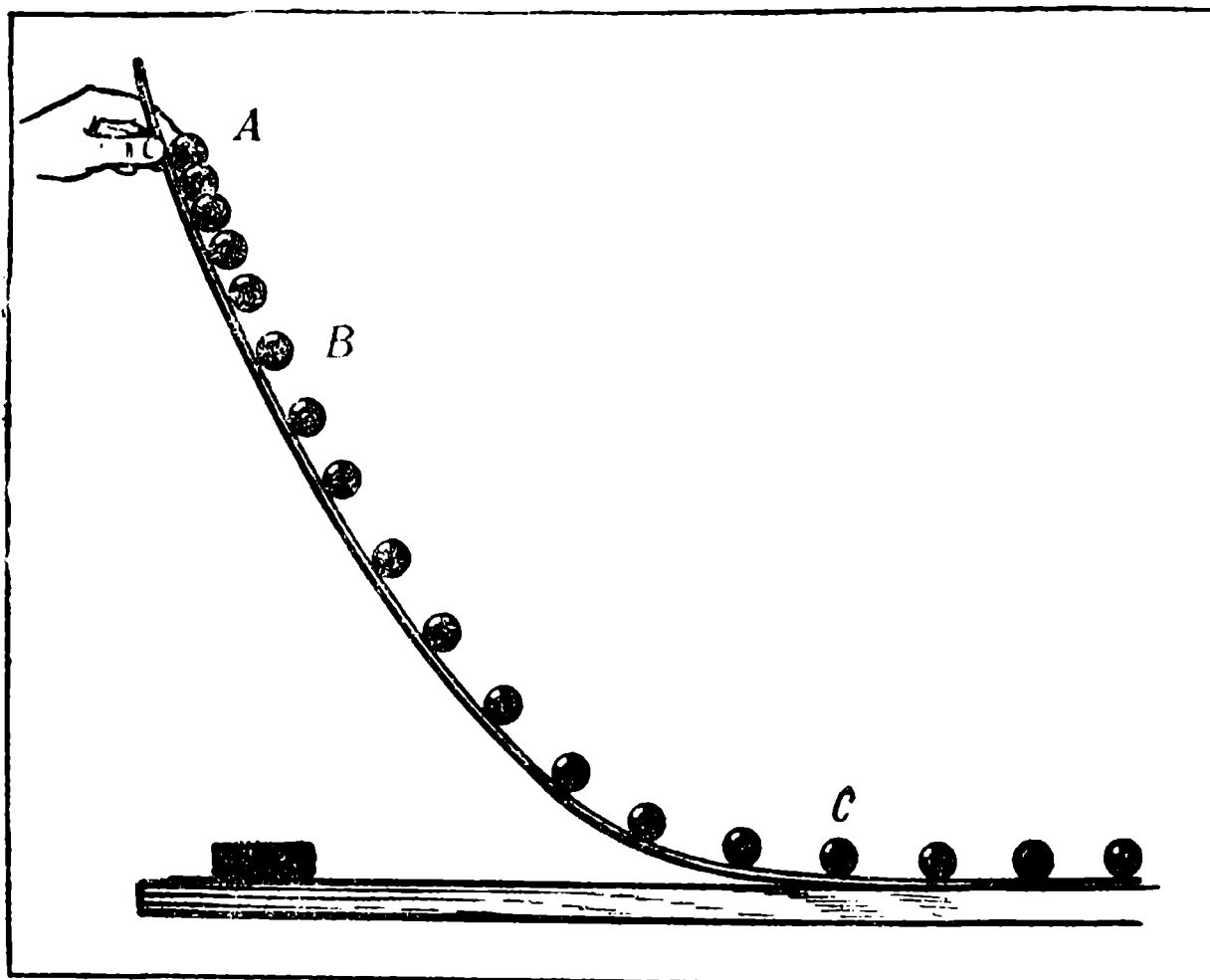


Рис. 16.

55¹. С каким ускорением двигался автобус, если через 20 сек после начала движения он приобрел скорость 36 км/ч?

56. Скорость снижения парашютиста после раскрытия парашюта уменьшилась с 60 до 5 м/сек за 1,1 сек. Найти ускорение.

57. При ударе кузнечного молота по заготовке ускорение при торможении молота было по модулю равно 200 м/сек². Сколько времени длился удар, если начальная скорость молота была 10 м/сек?

58. Поезд через 10 сек после трогания приобретает скорость 0,6 м/сек. Через сколько времени от начала движения скорость поезда станет равна 3 м/сек?

59. Велосипедист движется под уклон с ускорением 0,3 м/сек². Какую скорость приобретает велосипедист через 20 сек, если его начальная скорость равна 4 м/сек?

60. За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением 0,4 м/сек, увеличит свою скорость с 12 до 20 м/сек?

61. Зависимость скорости от времени при разгоне автомобиля задана уравнением $v = 0,8t$. Постройте график скорости и найдите скорость в конце пятой секунды.

62. Скорость поезда за 20 сек уменьшилась с 72 до 54 км/ч. Написать формулу зависимости скорости от времени и построить график этой зависимости.

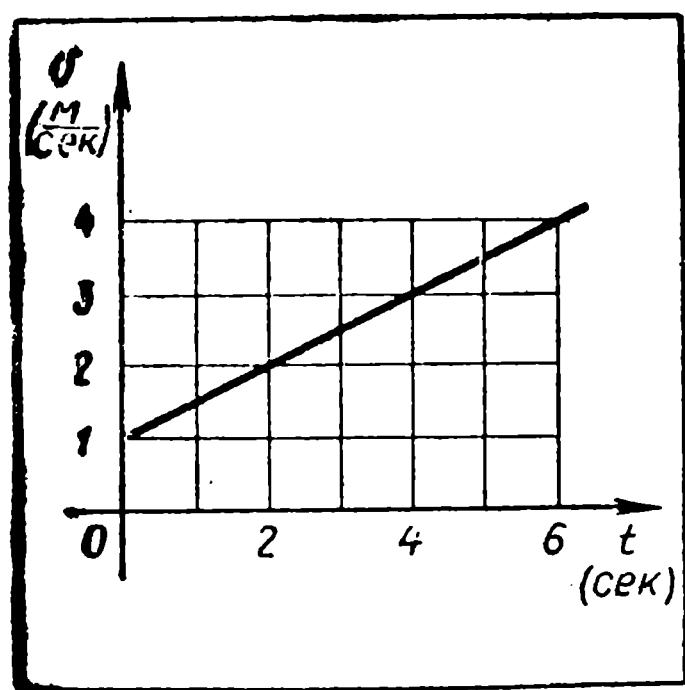


Рис. 17.

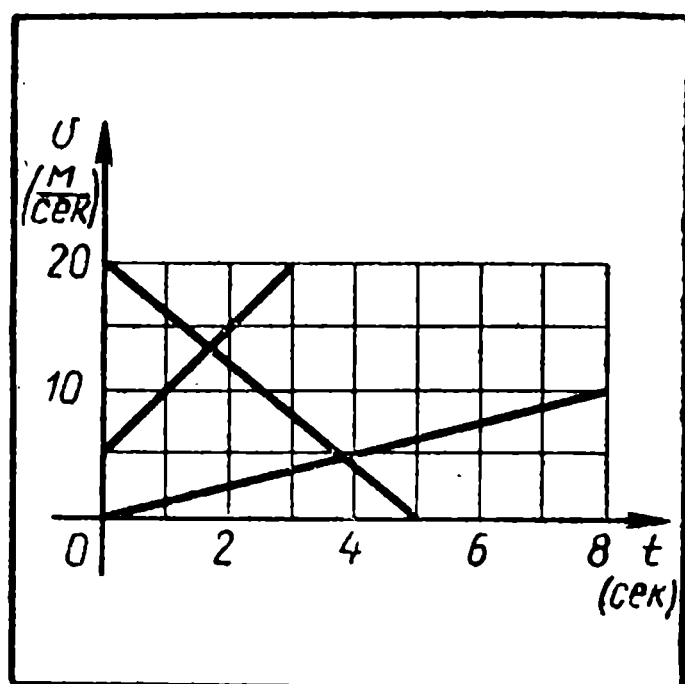


Рис. 18.

¹ В этой и последующих задачах данного параграфа считать движение равноускоренным и прямолинейным. Если нет специальных оговорок, полагать, что движение происходит вдоль оси x , положительное направление которой совпадает с направлением движения в начальный момент времени. В задачах на замедленное движение, если нет специальных оговорок, считать проекцию начальной скорости положительной, а проекцию ускорения отрицательной.

63. Пользуясь графиком скорости (рис. 17), найти начальную скорость, скорость в начале четвертой и в конце шестой секунды. Вычислить ускорение и написать уравнение зависимости $v=f(t)$.

64. По заданным на рисунке 18 графикам написать уравнения зависимости $v=f(t)$.

65. По заданному на рисунке 19 графику скорости написать уравнение зависимости $v=f(t)$. Найти скорость через 3, 6 и 9 сек. Описать характер движения.

66. На рисунке 20 показан вектор скорости в начальный момент времени и вектор ускорения материальной точки. Какое движение совершает материальная точка, если вектор ускорения остается постоянным достаточно длительный промежуток времени?

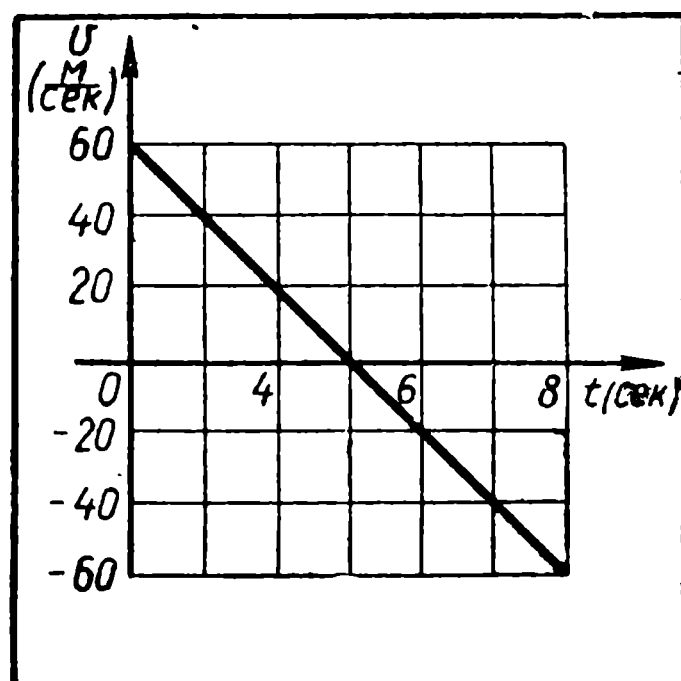


Рис. 19.

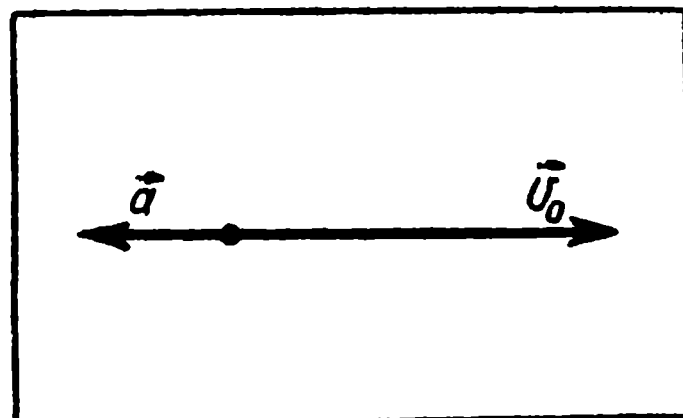


Рис. 20.

§ 4. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПРИ РАВНОУСКОРЕННОМ ДВИЖЕНИИ

67. От остановки одновременно отходят трамвай и троллейбус. Ускорение троллейбуса в два раза больше, чем трамвая. Сравнить пути, пройденные трамваем и троллейбусом за одно и то же время, и приобретенные ими скорости.

68. Шарик, скатываясь с наклонного желоба из состояния покоя, за первую секунду прошел путь 10 см. Какой путь он пройдет за 3 сек?

69. На рисунке 21 воспроизведено со стробоскопической фотографии движение шарика по желобу из состояния покоя. Известно, что промежутки времени между двумя последовательными вспышками равны по 0,2 сек. На шкале указаны деления в дециметрах. Доказать, что движение шарика было равноускоренным. Найти, с каким

ускорением двигался шарик. Найти скорости шарика в положениях, зафиксированных на фотографии.

70. За какое время автомобиль, двигаясь из состояния покоя с ускорением $0,6 \text{ м/сек}^2$, пройдет 30 м ?

71. Первый вагон трогаящегося от остановки поезда проходит за 3 сек мимо наблюдателя, находившегося до трогания поезда у начала этого вагона. За сколько времени пройдет мимо наблюдателя весь поезд, состоящий из 9 вагонов? Промежутками между вагонами пренебречь.

72. Материальная точка, движущаяся равноускоренно из состояния покоя, прошла за время t_1 путь s_1 . За какое время t_2 (от начала движения) она пройдет путь s_2 ?

73. С горы длиной 60 м санки скатились за 10 сек . С каким ускорением двигались санки и какую скорость они приобрели в конце горы?

74. Какую скорость приобретает ракета, движущаяся из состояния покоя с ускорением 60 м/сек^2 , на пути 750 м ?

75. Во сколько раз скорость пули в середине ствола ружья меньше, чем при вылете?

76. Трамвай, трогаясь от остановки, прошел путь 30 м за 10 сек . Какую скорость приобрел трамвай в конце этого пути?

77. Ружейная пуля движется внутри ствола длиной 60 см в течение $0,004 \text{ сек}$. Найти скорость пули при вылете из ствола и ускорение ее движения внутри ствола.

78. Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают движение из состояния покоя. Ускорение мотоциклиста в три раза больше, чем велосипедиста. Во сколько раз большую скорость разовьет мотоциклист: а) за одно и то же время; б) на одном и том же пути?

79. Тормозной путь автомобиля, движущегося по сухому асфальтовому шоссе со скоростью 15 км/ч , равен $1,5 \text{ м}$. Каким будет тормозной путь автомобиля при скорости 90 км/ч ? Ускорение в обоих случаях одно и то же.

Почему так опасна езда с повышенной скоростью в случае, когда может появиться необходимость аварийного торможения?

80. Зависимость скорости материальной точки от времени задана уравнением $v=6t$. Написать зависимость $x=f(t)$, если в начальный момент ($t=0$) движущаяся точка находилась в начале координат ($x=0$). Вычислить путь, пройденный материальной точкой за 10 сек .

81. Уравнение движения материальной точки имеет вид: $x=0,4t^2$. Написать зависимость $v=f(t)$ и построить

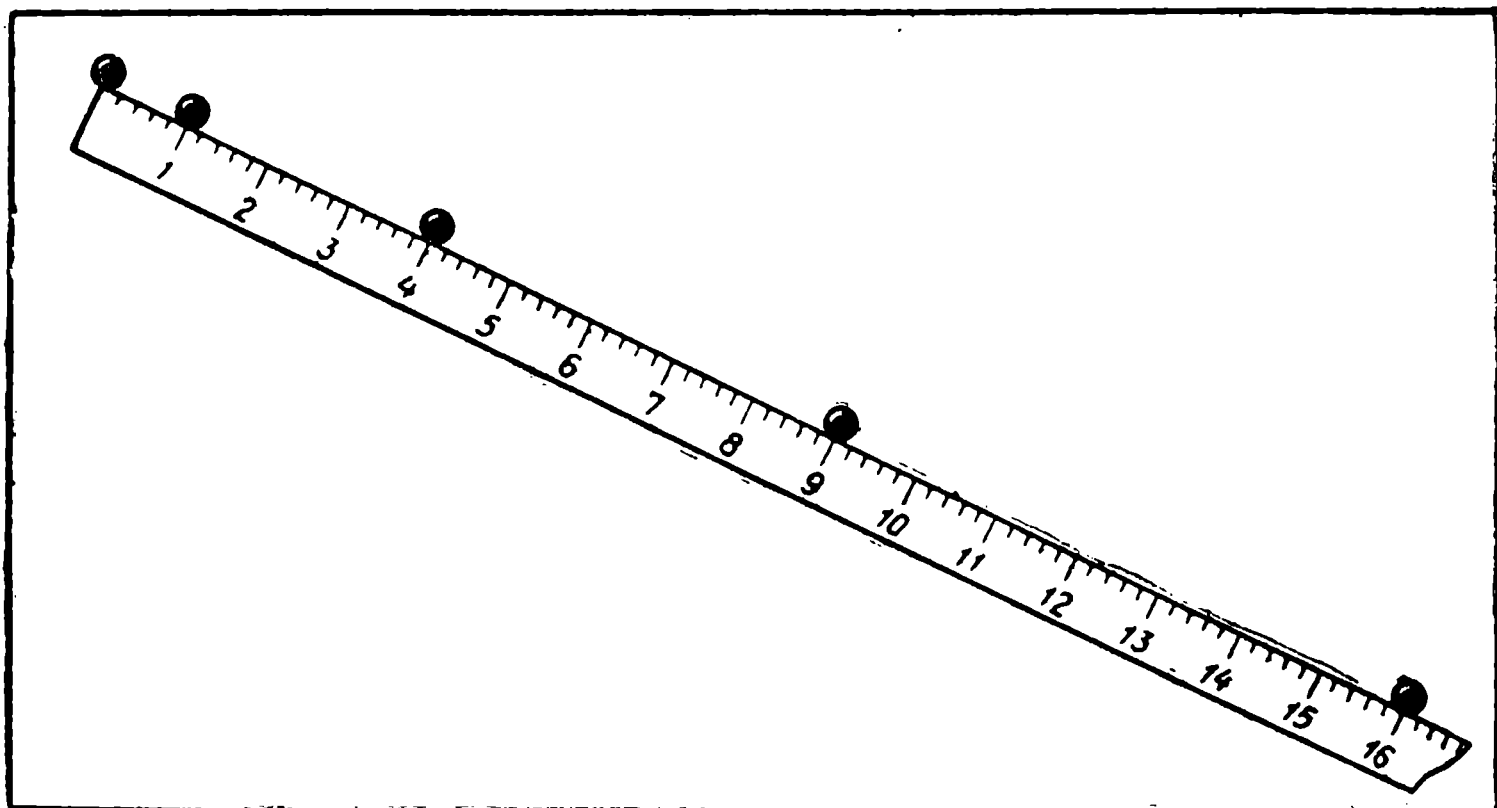


Рис. 21.

ее график. Показать на графике штриховкой площадь, численно равную пути, пройденному точкой за 4 сек, и вычислить этот путь.

82. Уравнение движения материальной точки имеет вид: $x = -0,2 t^2$. Какое это движение? Найти координату точки через 5 сек и путь, пройденный ею за это время.

83. Имея начальную скорость 36 км/ч, троллейбус за 10 сек прошел путь: а) 120 м; б) 100 м; в) 80 м. С каким ускорением двигался троллейбус в каждом случае и какие скорости он приобретал в конце каждого из рассматриваемых промежутков времени?

84. Уклон длиной 100 м лыжник прошел за 20 сек, двигаясь с ускорением $0,3 \text{ м/сек}^2$. Какова скорость лыжника в начале и в конце уклона?

85. За 40 сек поезд уменьшил свою скорость от 30 до 10 м/сек. Какой путь он прошел за это время?

86. Поезд, двигаясь под уклон, прошел за 20 сек путь 340 м и развил скорость 19 м/сек. С каким ускорением двигался поезд и какой была его скорость в начале уклона?

87. На рисунке 7 показано положение трех движущихся тел (автобус, легковой автомобиль, мотоциклист) в момент начала наблюдения ($t=0$). Автобус имеет начальную скорость 20 м/сек и движется замедленно с ускорением 2 м/сек^2 ; легковой автомобиль имеет начальную скорость 15 м/сек и движется ускоренно с ускоре-

нием 1 м/сек^2 ; мотоциклист имеет начальную скорость 10 м/сек и движется ускоренно с ускорением $0,4 \text{ м/сек}^2$. Написать уравнение движения каждого тела ¹.

88. Заданы уравнения движения по шоссе различных тел: а) $x_1 = 0,4t^2$ — для велосипедиста; б) $x_2 = -200 + 16t - 1,5t^2$ — для грузового автомобиля; в) $x_3 = 800 - 0,6t$ — для пешехода; г) $x_4 = -150$ — для бензовоза.

Опишите картину движения (из какой точки, в какую сторону, с какой начальной скоростью, с каким ускорением, каким является движение).

89. Движения материальных точек заданы следующими уравнениями: а) $x_1 = 10t + 0,4t^2$; б) $x_2 = 2t - t^2$; в) $x_3 = -4t + 2t^2$; г) $x_4 = -t - 6t^2$. Написать зависимость $v = -f(t)$ для каждого случая; построить графики этих зависимостей; определить вид движения в каждом случае.

90. Написать уравнение $x = f(t)$ для движений, графики скоростей которых даны на рисунке 18. Считать, что в начальный момент ($t = 0$) тело находится в начале координат ($x = 0$).

91. Мальчик съехал на санках с горы длиной 40 м за 10 сек , а затем проехал по горизонтальному участку еще 20 м до остановки. Найти скорость в конце горы, ускорения на каждом из участков, общее время движения и среднюю скорость на всем пути. Начертить ход графиков скорости и пути (без соблюдения масштаба).

92. Велосипедист в течение первых 5 сек двигался из состояния покоя с ускорением 1 м/сек^2 , затем в течение $0,1 \text{ мин}$ двигался равномерно и последние 25 м — равномерно замедленно до остановки. Найти среднюю скорость на всем пути. Изобразить ход графиков скорости и пути.

93. Поезд за 20 сек уменьшил свою скорость от 72 км/ч до 86 км/ч , затем $0,5 \text{ мин}$ двигался равномерно, после чего затормозил и, пройдя 400 м , остановился. Найти среднюю скорость на всем пути. Изобразить ход графиков скорости и пути.

94. Расстояние между двумя станциями, равное 18 км , поезд прошел со средней скоростью 54 км/ч , причем на разгон он тратил 2 мин , затем двигался равномерно и последнюю минуту до остановки двигался равномерно замедленно. Определить наибольшую скорость движения поезда. Построить график скорости.

¹ Поскольку выбор знака зависит от системы отсчета, в задаче даны модули начальных скоростей и ускорений.

95. Движения двух тел описаны уравнениями $x_1 = 6 + 2t$ и $x_2 = 0,5t^2$. Изобразить на одном чертеже ход графиков зависимости $x = f(t)$. Найти аналитически место и время встречи.

96. По шоссе навстречу друг другу движутся два автомобиля: первый — с начальной скоростью 2 м/сек и ускорением $0,4 \text{ м/сек}^2$, второй — равномерно со скоростью 4 м/сек . В начальный момент времени расстояние между ними равно 80 м . Написать для обоих случаев уравнения зависимости координаты от времени, выбрав за начало отсчета положение первого автомобиля при $t=0$ и направив ось x в сторону его движения. Изобразить на одном чертеже ход графиков зависимости $x = f(t)$ для обоих автомобилей. Аналитически найти место и время встречи автомобилей, расстояние между ними через 5 сек и положение первого автомобиля в тот момент, когда второй находится в начале отсчета.

97. Из двух точек, расстояние между которыми равно $6,9 \text{ м}$, одновременно в одном направлении начали движение две материальные точки. Первая движется из состояния покоя равноускоренно с ускорением $0,2 \text{ м/сек}^2$. Вторая движется вслед за первой с начальной скоростью 2 м/сек и ускорением $0,4 \text{ м/сек}^2$. Написать уравнения зависимости координат движущихся точек от времени в системе отсчета, в которой при $t=0$ координаты принимают значения $x_2=0$ и $x_1=6,9 \text{ м}$. Изобразить на одном чертеже ход графиков. Аналитически найти место и время встречи точек.

§ 5. СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА, БРОШЕННОГО ВЕРТИКАЛЬНО¹

98. Измерьте (или приблизительно оцените) расстояние от вытянутой горизонтально руки до пола и вычислите время падения выпущенного из руки предмета и его скорость при ударе о пол.

99. Найти ускорение свободного падения шарика по рисунку 28, сделанному со стробоскопической фотографии. Интервал между вспышками $0,06 \text{ сек}$, а размеры на фотографии в 8 раз меньше действительных.

¹ При решении задач этого параграфа ускорение свободного падения принимать равным 10 м/сек^2 и условно считать эту величину заданной с точностью до двух значащих цифр. Сопротивление воздуха не учитывать.

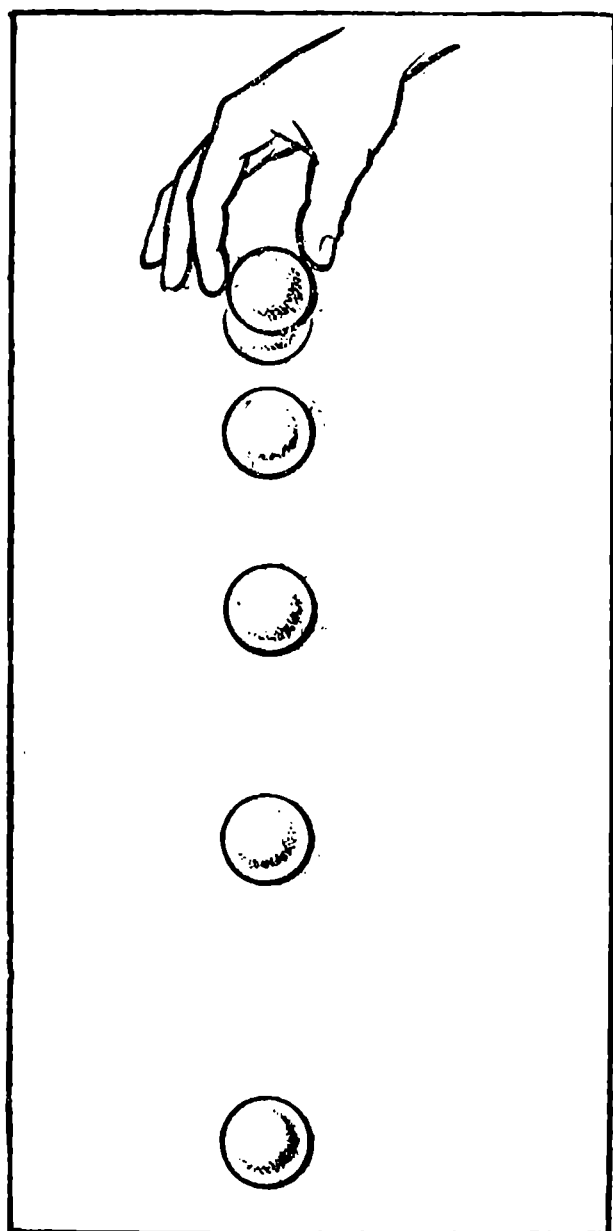


Рис. 22.

100. При свободном падении одно тело находилось в полете в 2 раза больше времени, чем второе. Сравнить конечные скорости тел и пройденные ими пути.

101. На Луне ускорение свободного падения примерно в 6 раз меньше, чем на Земле. Сравнить времена падения и конечные скорости тел при падении с одной и той же высоты.

102. Во сколько раз отличаются высоты, с которых падают тела на Луне и на Земле, если скорости их в момент удара о поверхность одинаковы?

103. Тело свободно падает с высоты 80 м. Какой путь проходит оно в последнюю секунду падения?

104. За какое время свободно падающее тело проходит десятый метр пути?

105. Сколько времени падало тело, если за последние две секунды оно прошло 60 м?

106. Какую начальную скорость надо сообщить камню при бросании его вертикально вниз с моста высотой 20 м, чтобы он достиг поверхности воды через 1 сек. На сколько дольше длилось бы падение камня с этой же высоты при отсутствии начальной скорости?

107. Одно тело свободно падает с некоторой высоты h_1 ; одновременно с ним начинает движение другое тело с большей высоты h_2 . Какой должна быть начальная скорость v_0 второго тела, чтобы оба тела упали одновременно?

108. Стрела, пущенная из лука вертикально вверх, упала на землю через 6 сек. Какова начальная скорость стрелы и максимальная высота подъема?

109. Бросьте вертикально вверх мяч. Прикинув высоту поднятия, оцените, какую скорость вы сообщили мячу.

110. Во сколько раз надо увеличить начальную скорость брошенного вверх тела, чтобы высота подъема увеличилась в 4 раза?

111. Во сколько раз больше высота подъема тела, брошенного вертикально вверх на Луне, чем на Земле, при одинаковой начальной скорости?

112. Мяч был брошен вертикально вверх два раза. Второй раз ему сообщили скорость, в 3 раза большую, чем первый раз. Во сколько раз выше поднимается мяч при втором бросании?

113. Стрела, выпущенная вертикально вверх со скоростью 40 м/сек, попадает в цель через 2 сек. На какой высоте находилась цель и какова была скорость стрелы при попадании ее в цель?

114. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/сек. На какой высоте и через сколько времени скорость тела (по модулю) будет в три раза меньше, чем в начале подъема?

115. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 20 м/сек. Написать уравнение и начертить ход графика зависимости $x=f(t)$. Найти, через какой промежуток времени тело будет на высоте: а) 15 м; б) 20 м; в) 25 м.

116. С балкона, находящегося на высоте 25 м над поверхностью земли, бросили вертикально вверх мячик со скоростью 20 м/сек. Написать формулу зависимости координаты от времени, выбрав за начало отсчета: а) точку бросания; б) поверхность земли. Найти, через сколько времени мячик упадет на землю. Ответ пояснить графиком для каждой системы отсчета.

Глава III. КРИВОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

§ 6. ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ

117. Турбина Братской ГЭС диаметром 5,5 м совершает 125 об/мин. Найти линейную скорость концов лопаток этой турбины.

118. Линейная скорость точек рабочей поверхности шлифовального круга не должна превышать 100 м/сек. Определить предельную частоту вращения (в об/мин) для круга диаметром 30 см.

119. Какова линейная скорость точек земной поверхности на широте Ленинграда (60°) при суточном вращении Земли? Радиус Земли принять равным 6400 км.

120. Выведенный на орбиту 3 ноября 1957 года второй искусственный спутник Земли имел среднюю скорость 7,4 км/сек и период обращения 103,7 мин. Считая орбиту

круговой и движение по ней равномерным, вычислить расстояние спутника от поверхности Земли.

121. Первая в мире орбитальная космическая станция, образованная в результате стыковки космических кораблей «Союз-4» и «Союз-5» 16 января 1969 г., имела период обращения 88,85 мин и среднюю высоту над поверхностью Земли 230 км (считая орбиту круговой). Найти среднюю скорость движения станции.

122. При увеличении в 4 раза радиуса круговой орбиты искусственного спутника Земли период его обращения увеличивается в 8 раз. Во сколько раз изменяется скорость движения спутника по орбите?

123. Минутная стрелка часов в три раза длиннее секундной. Найти отношение линейных скоростей концов стрелок.

124. Можно ли судить о направлении движения материальной точки, если задан вектор ускорения в данный момент времени?

125. Каково центростремительное ускорение поезда, движущегося по закруглению радиусом 800 м со скоростью 20 м/сек?

126. С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста радиусом 40 м, чтобы центростремительное ускорение равнялось ускорению свободного падения?

127. Период вращения платформы карусельного станка 4 сек. Найти центростремительное ускорение крайних точек платформы, если ее диаметр равен 5 м.

128. Ротор турбины, имеющий диаметр 40 см, вращается с частотой 12 000 об/мин. Каково центростремительное ускорение концов лопаток турбины?

129. Две материальные точки движутся по окружности с радиусами R_1 и R_2 , причем $R_1 = 2R_2$. Сравнить их центростремительные ускорения в случаях: а) равенства их линейных скоростей; б) равенства их периодов.

§ 7. ВРАЩЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА

130. Угловая скорость вращения колеса 8π рад/сек. Найти период и частоту вращения.

131. Какова угловая скорость вращения колеса, делающего 240 оборотов за 2 мин?

132. Частота вращения ветроколеса ветродвигателя 30 об/мин, якоря электродвигателя — 1500 об/мин, барабана сепаратора — 8400 об/мин, шпинделя шлифовально-

го станка — 96 000 об/мин. Вычислить их угловые скорости.

133. Какова угловая скорость секундной, минутной и часовой стрелок часов?

134. За какое время колесо, имеющее угловую скорость 4π рад/сек, сделает 100 оборотов?

135. Угловая скорость лопастей вентилятора 20π рад/сек. Найти число оборотов за 30 мин.

136. Пользуясь линейкой и зная, на какую частоту вращения рассчитана патефонная пластинка, вычислите скорость движения иглы относительно пластинки в начале и в конце движения.

137. Возьмите магнитофонную кассету. Пользуясь линейкой и зная скорость движения ленты, рассчитайте угловую скорость и частоту вращения кассеты в начале и конце намотки.

138. Найти угловую скорость и частоту вращения (в об/сек) барабана лебедки диаметром 16 см при подъеме груза со скоростью 0,4 м/сек.

139. Найти скорость движения автомобиля, если его колесо диаметром 1,1 м делает 310 оборотов в минуту.

140. Движение от шкива I (рис. 23) к шкиву IV передается при помощи двух ременных передач. Найти частоту вращения (в об/мин) и угловую скорость шкива IV, если шкив I делает 1200 оборотов в минуту, а радиусы шкивов: $r_1 = 8$ см; $r_2 = 32$ см; $r_3 = 11$ см; $r_4 = 55$ см. Шкивы II и III жестко укреплены на одном валу.

141. Круглая пила имеет диаметр 600 мм. На ось пилы насажен шкив диаметром 300 мм, который приводится во вращение от шкива диаметром 120 мм, насаженного на вал двигателя. Какова частота вращения (в об/мин) ротора двигателя, если скорость зубьев пилы равна 15 м/сек?

142. Какое расстояние пройдет велосипедист при 60 оборотах педалей, если диаметр колеса 70 см, ведущая зубчатка имеет 48 зубцов, а ведомая — 18 зубцов?

143. Диск проигрывателя делает 78 оборотов в минуту.

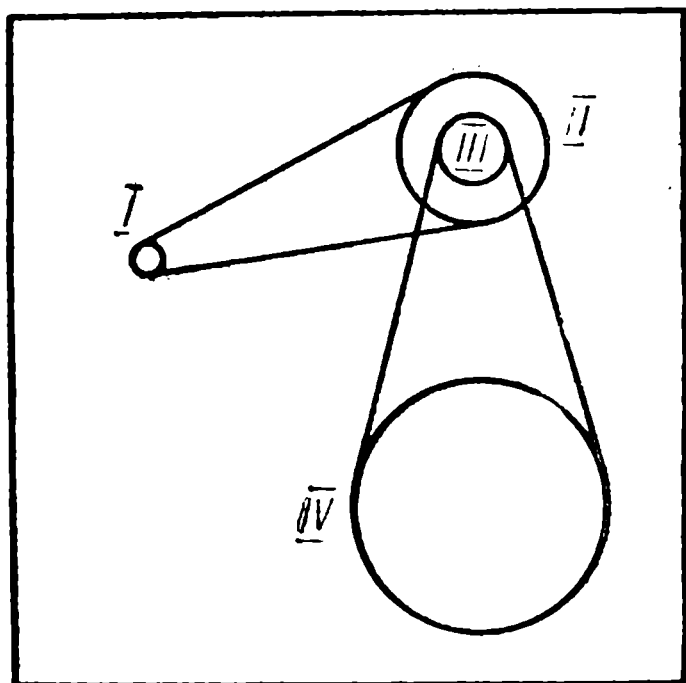


Рис. 23.

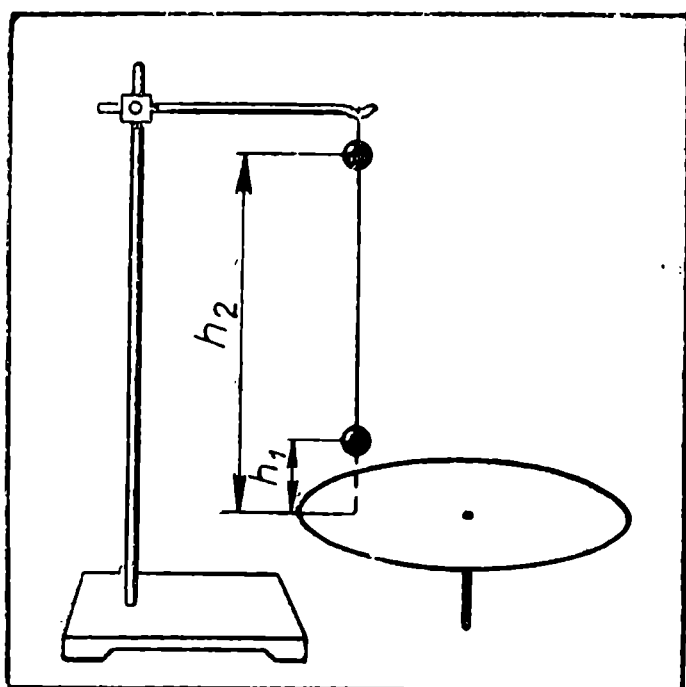


Рис. 24.

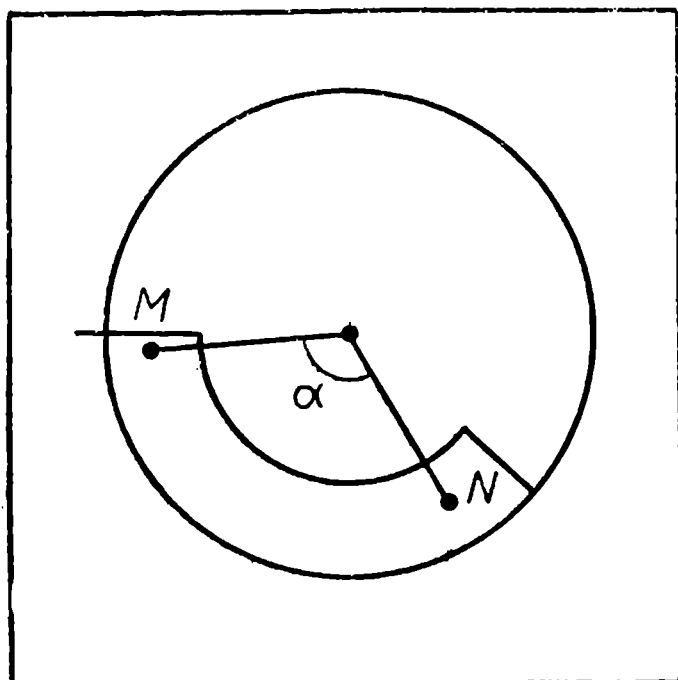


Рис. 25.

Определить среднюю скорость перемещения иглы от края к центру пластинки, если пластинка имеет 250 бороздок, а расстояние между крайними бороздками по радиусу равно 6,4 см.

144. Для определения ускорения свободного падения был проведен следующий опыт. Над вращающимся диском проигрывателя, покрытого слоем пластилина, подвешивались на штативе два шарика (рис. 24) так, что второй шарик висел над диском на высоте h_2 , в четыре раза большей высоты h_1 , на которой подвешен первый шарик. Нить над вторым шариком пережгли, и шарики свободно падали на вращающийся диск, оставляя в пластилине две вмятины M и N (рис. 25).

Измеряя транспортиром угол φ , линейкой высоту h_2 (или h_1) и зная частоту вращения диска ν , вычисляют ускорение свободного падения g . Выведите формулу для расчета ускорения свободного падения и при возможности сделайте этот опыт. Вычислите g по следующим данным одного из опытов: $h_2 = 1$ м; $\varphi = 108^\circ$; $\nu = 78$ об/мин.

Глава IV. ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ

§ 8. ПЕРВЫЙ ЗАКОН НЬЮТОНА. МАССА ТЕЛ. СИЛА

145. Объясните, действия каких тел компенсируются в следующих случаях: а) подводная лодка покоится в толще воды; б) подводная лодка лежит на твердом грунте; в) аэростат, закрепленный на тросе, находится в состоянии покоя в безветренную погоду.

146. Парашютист спускается, двигаясь равномерно и прямолинейно. Объясните, действия каких тел компенсируются.

147. Мальчик держит на нити шарик, наполненный водородом. Какие действия взаимно компенсируются, если шарик находится в состоянии покоя? Мальчик выпустил нить. Почему шарик пришел в ускоренное движение?

148. Может ли автомобиль двигаться равномерно по горизонтальному шоссе с выключенным двигателем?

149. На горизонтальном участке пути маневровый тепловоз толкнул вагон. Какие тела действуют на вагон во время толчка и при свободном качении? Как будет двигаться вагон под влиянием этих тел?

150. На центробежной машине (рис. 26), вращающейся с некоторой угловой скоростью, два стальных шарика разных размеров, связанных нерастяжимой нитью, не скользят вдоль стержня при определенном соотношении радиусов r_1 и r_2 . Станут ли двигаться шарики по стержню при увеличении угловой скорости?

151. При колке дров в полене застрял топор. Как лучше ударить о твердую опору: вниз поленом или вниз обухом топора, чтобы расколоть полено?

152¹. Маневровый тепловоз массой 100 т толкнул покоящийся вагон. Во время взаимодействия ускорение вагона было по абсолютной величине в 5 раз больше ускорения тепловоза. Какова масса вагона?

153. Сравнить ускорения двух стальных шаров во время столкновения, если радиус первого шара в два раза больше радиуса второго. Зависит ли ответ задачи от начальных скоростей шаров?

154. Сравнить ускорения двух шаров одинакового радиуса во время взаимодействия, если первый шар сделан из стали, а второй из свинца.

155. При столкновении двух тележек скорость первой тележки изменилась от 3 до 1 м/сек, а скорость второй тележки — от -1 до $+1$ м/сек. Описать движения теле-

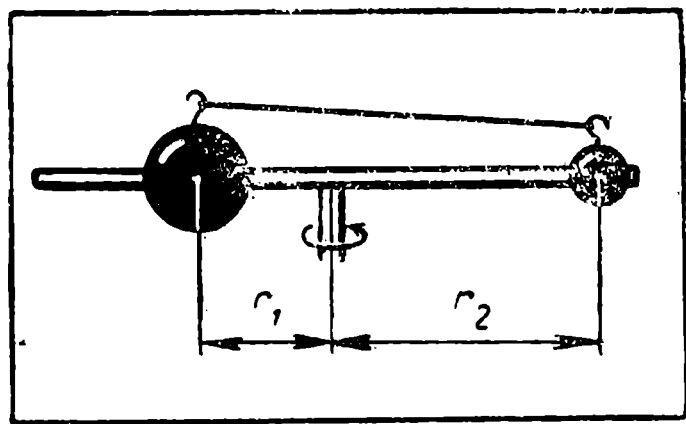


Рис. 26.

¹ В этой и последующих задачах данного параграфа речь идет о средних ускорениях, так как движение во время удара не будет равноускоренным.

жек до и после взаимодействия. Сделать вспомогательный чертеж, на котором указать в выбранной системе отсчета направление векторов ускорений тележек во время взаимодействия. Сравнить массы тележек.

156. Два тела с массами 400 и 600 г двигались друг другу навстречу и после удара остановились. Какова скорость второго тела, если первое двигалось со скоростью 3 м/сек?

157. Вагон массой 60 т подходит к неподвижной платформе со скоростью 0,2 м/сек и ударяет буферами, после чего платформа получает скорость 0,4 м/сек. Какова масса платформы, если после удара скорость вагона уменьшилась до 0,1 м/сек?

158. Мяч после удара футболиста летит вертикально вверх. Указать и сравнить силы, действующие на мяч: а) в момент удара; б) во время полета мяча вверх; в) во время полета мяча вниз; г) при ударе о землю.

159. Указать и сравнить силы, действующие на шарик в следующих случаях: а) шарик лежит на горизонтальном столе; б) получает толчок от руки; в) катится по столу; г) летит со стола.

160. Человек стоит в лифте. Указать и сравнить силы, действующие на него в следующих случаях: а) лифт неподвижен; б) лифт начинает движение вверх; в) лифт движется равномерно; г) лифт замедляет движение до остановки.

161. Указать и сравнить силы, действующие на автомобиль в следующих случаях: а) автомобиль стоит неподвижно на горизонтальном участке дороги; б) автомобиль трогает с места; в) автомобиль движется равномерно и прямолинейной по горизонтальному участку; г) двигаясь равномерно, автомобиль проходит середину выпуклого моста; д) двигаясь равномерно, автомобиль поворачивает; е) автомобиль тормозит на горизонтальной дороге.

162. На рисунке 27 показаны силы, действующие на вертолет, и направление вектора скорости в какой-то момент времени ($\vec{F}$ — сила тя-

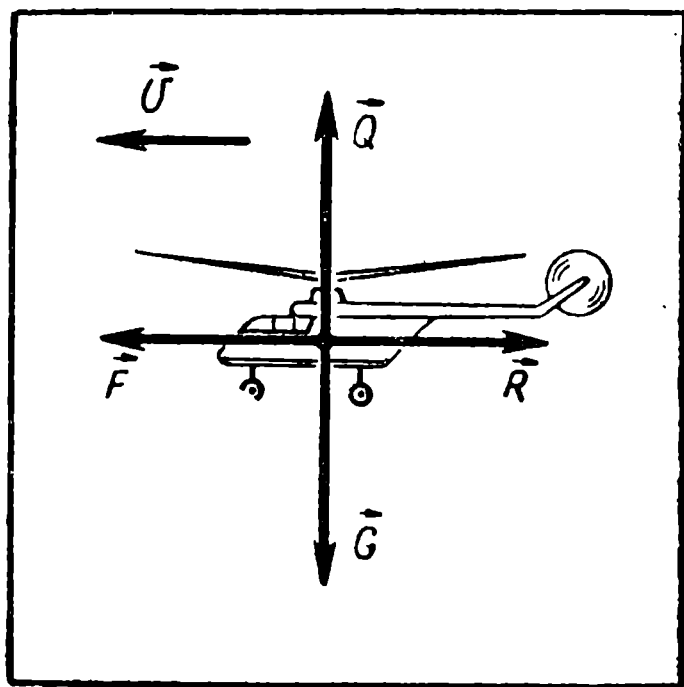


Рис. 27.

ги, $\vec{R}$ — сила лобового сопротивления, $\vec{G}$ — сила тяжести, $\vec{Q}$ — подъемная сила). Как движется вертолет, если: а) $G=Q$, $F=R$; б) $G=Q$, $F>R$; в) $G>Q$, $F=R$; г) $G<Q$, $F=R$?

163. Ответьте на вопросы, указанные в задаче 162, если к рассматриваемому моменту времени: 1) вертолет неподвижно «висит» в воздухе ($v=0$); 2) вектор скорости направлен вертикально вверх; 3) вектор скорости направлен вертикально вниз.

§ 9. ВТОРОЙ И ТРЕТИЙ ЗАКОНЫ НЬЮТОНА ¹

164. Под действием силы в 20 н тело движется с ускорением 0,4 м/сек². С каким ускорением будет двигаться тело под действием силы в 50 н?

165. Сила в 60 н сообщает телу ускорение 0,8 м/сек². Какая сила сообщит этому телу ускорение 2 м/сек²?

166. Тело массой 4 кг под действием некоторой силы приобрело ускорение 2 м/сек². Какое ускорение приобретает тело массой 10 кг под действием такой же силы?

167. Порожний грузовой автомобиль массой 4 т начал движение с ускорением 0,3 м/сек². Какова масса груза, принятого автомобилем, если при той же силе тяги он трогается с места с ускорением 0,2 м/сек²?

168. С каким ускорением двигался при разбеге реактивный самолет массой 60 т, если сила тяги двигателей 90 кН?

169. Максимальная сила тяги локомотива 400 кН. Какой массы состав он может привести в движение с ускорением 0,2 м/сек²?

170. Масса легкового автомобиля равна 2 т, а грузового 8 т. Сравнить ускорения автомобилей, если сила тяги грузового автомобиля в 2 раза больше, чем легкового.

171. Масса одного тела больше массы другого на 2 кг. Каковы массы тел, если под действием одинаковых сил они приобрели ускорения 1 и 1,1 м/сек²?

172. На покоящееся тело массой 0,2 кг действует в течение 5 сек сила 0,1 н. Какую скорость приобретет тело и какой путь пройдет оно за указанное время?

¹ В задачах этого параграфа силы считать постоянными, а трение, если нет специальных оговорок, не учитывать.

173. Мяч массой $0,5\text{ кг}$ после удара, длящегося $0,02\text{ сек}$, приобретает скорость 10 м/сек . Найти среднюю силу удара.

174. Автомобиль массой 2 т , трогаясь с места, прошел путь 100 м за 10 сек . Найти силу тяги.

175. Под действием некоторой силы тележка, двигаясь из состояния покоя, прошла путь 40 см . Когда на тележку положили груз в 200 г , то под действием той же силы за то же время тележка прошла из состояния покоя путь 20 см . Какова масса тележки?

176. Два человека тянут веревку в противоположные стороны с силой 60 н каждый. Разорвется ли веревка, если она выдерживает натяжение в 100 н ?

177. В известных опытах О. Герики (1654 г.) с магдебургскими полушариями по изучению атмосферного давления, чтобы разнять два полушария, из которых был выкачан воздух, впрягали шестнадцать лошадей (по восемь к каждому полушарию). Сколько лошадей могли бы произвести то же действие?

178. Как изменяется сила давления, которую оказывает штангист на помост, когда он выжимает штангу с груди на вытянутые руки? Считать, что сначала штанга движется ускоренно, затем некоторое время равномерно и, наконец, замедленно.

179. Что произойдет с космонавтом при свободном полете космического корабля, если он выпустит (без толчка) из рук массивный предмет? Если он бросит его?

180. Почему лодка не сдвигается с места, когда человек, находящийся в ней, давит на борт, и приходит в движение, если человек выйдет из лодки и будет толкать ее с такой же силой?

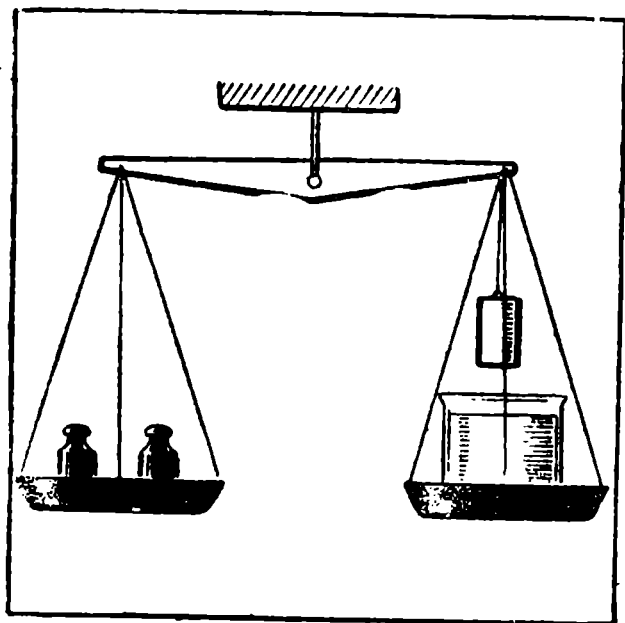


Рис. 28.

181. Барон Мюнхгаузен утверждал, что вытащил сам себя из болота за волосы. Обоснуйте невозможность этого.

182. Почему при выстреле из ружья его плотно прижимают к плечу?

183. Нарушится ли равновесие весов (рис. 28), если удлинить нить так, чтобы гиря оказалась полностью погруженной в воду, но не касалась дна? если обрезать нить и положить гирю на дно?

Глава V. СИЛЫ ПРИРОДЫ

§ 10. СИЛА УПРУГОСТИ. СИЛА ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

184. Найти жесткость пружины, которая под действием силы в 2 н удлинилась на 4 см.

185. Используя линейку и грузы известной массы, найдите жесткость резинового жгутика или тесьмы. Учтите, что монеты в 1, 2, 3 и 5 копеек имеют соответственно массы 1, 2, 3 и 5 г.

186. Две пружины равной длины, скрепленные одними концами, растягивают за свободные концы руками. Пружина с жесткостью 100 н/м удлинилась на 5 см. Какова жесткость второй пружины, если ее удлинение равно 1 см?

187. На рисунке 29 изображены графики зависимости удлинения от приложенной силы для стальной (I) и медной (II) проволок равной длины. Сравнить жесткость проволок.

188. На рисунке 30 приведен график зависимости изменения длины резинового жгута от приложенной к нему силы. Найти жесткость жгута.

189. Жесткость данного куска проволоки равна k . Чему равна жесткость половины этого куска проволоки? Ответ обосновать.

190. Во сколько раз отличается жесткость троса, свитого из шести проволок, от жесткости одной проволоки этого троса?

191. Показать рассуждением, что жесткость проволоки (или стержня), сделанной из данного материала, прямо пропорциональна площади поперечного сечения и обратно пропорциональна длине.

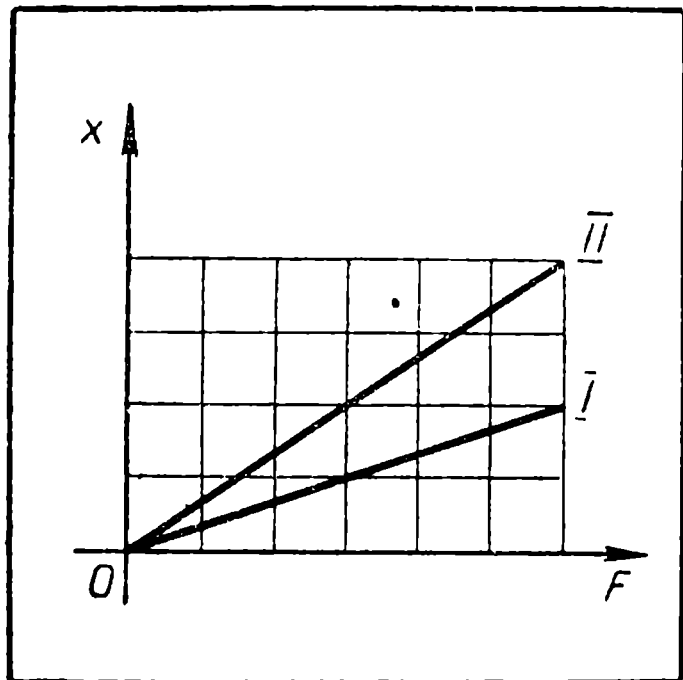


Рис. 29.

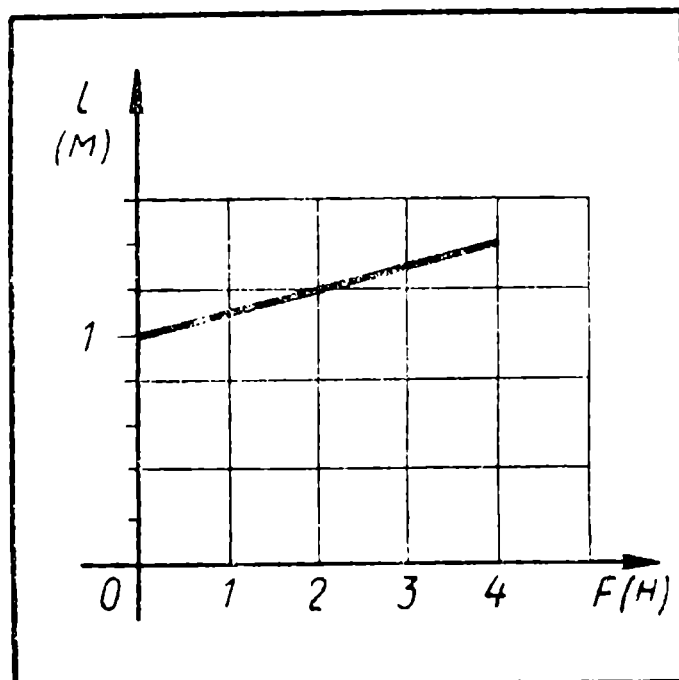


Рис. 30.

192. Найти удлинение буксирного троса с жесткостью 10^5 н/м при буксировке автомобиля массой 2 т с ускорением $0,5$ м/сек². Трением пренебречь.

193. Оцените порядок величины силы взаимного тяготения двух кораблей, удаленных друг от друга на 100 м, если масса каждого из них 10 000 т. Почему в этой и следующей задачах можно оценить лишь порядок величины силы?

194. Найдите порядок величины силы, с которой притягиваются друг к другу два соседа по парте.

195. Во сколько раз уменьшится сила тяготения тела к Земле при удалении его от поверхности Земли на расстояние, равное радиусу Земли?

196. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения космического корабля к ней станет в 100 раз меньше, чем на поверхности Земли?

197. Советская автоматическая межпланетная станция «Венера-6» 10 января 1969 г. находилась на расстоянии около $1,5 \cdot 10^5$ км от центра Земли. Во сколько раз сила притяжения станции к Земле была меньше, чем на поверхности Земли?

198. Каково ускорение свободного падения на высоте, равной половине радиуса Земли?

199. С какой силой притягивается к Земле летчик-космонавт массой 80 кг на высоте 600 км от поверхности Земли? Радиус Земли считать равным 6400 км.

200. Советская космическая ракета 12 сентября 1959 г. доставила на Луну вымпел Советского Союза. Во сколько раз сила притяжения вымпела на Луне меньше, чем на Земле, если радиус Луны приблизительно в 3,8 раза меньше радиуса Земли, а ее масса в 81 раз меньше массы Земли?

201. Радиус планеты Марс составляет 0,53 радиуса Земли, а масса — 0,11 массы Земли. Найти величину ускорения свободного падения на Марсе.

202. Среднее расстояние между центрами Земли и Луны равно 60 земным радиусам, а масса Луны в 81 раз меньше массы Земли. В какой точке прямой, соединяющей их центры, тело будет притягиваться к Земле и Луне с одинаковыми силами?

203. Средняя плотность Венеры 4900 кг/м³, а радиус планеты 6200 км. Найти ускорение свободного падения на поверхность Венеры.

204. Положите на стол стальной предмет (гвоздь, перо и т. д.). На достаточно большом расстоянии положите магнит и постепенно приближайте магнит к предмету. Почему, несмотря на то что сила притяжения по мере приближения магнита увеличивается, тело сначала остается в покое, а затем «рывком» притягивается к магниту?

205. На грузовом автомобиле перевозят контейнер по горизонтальной дороге. От чего зависит и как направлена сила трения покоя, действующая на контейнер, когда автомобиль: а) покоится; б) ускоряет движение; в) движется равномерно и прямолинейно; г) двигаясь равномерно, поворачивает; д) тормозит? Во всех случаях контейнер покоится относительно автомобиля.

206. На столике в вагоне поезда лежат коробка конфет и яблоко. Почему в начале движения яблоко покатилося назад (относительно вагона), а коробка конфет осталась на месте?

207. Положите на лист бумаги предмет. Тяните лист по столу сначала «плавно» (с небольшим ускорением), затем «рывком». Объясните результат опыта.

208. Гибкую веревку или шнур растяните на столе перпендикулярно краю стола. Постепенно свешивайте часть веревки со стола до тех пор, пока веревка не придет в движение. Измерив длину всей веревки l и длину свешенной части x , определите коэффициент трения μ .

209. Упряжка собак при движении саней по снегу может действовать с максимальной силой $0,5 \text{ кН}$. Какой массы сани с грузом может перемещать упряжка, двигаясь равномерно, если коэффициент трения равен $0,1$?

210. Автомобиль массой 2 т движется равномерно по горизонтальному шоссе. Найти силу тяги автомобиля, если коэффициент сопротивления качению¹ равен $0,02$. Сопротивление воздуха не учитывать.

211. Стальной магнит массой 50 г «прилип» к вертикально расположенной стальной плите. Для равномерного скольжения магнита вниз прикладывают силу $1,5 \text{ Н}$. С какой силой магнит прижимается к плите? Какую силу

¹ Коэффициент сопротивления качению экипажа учитывает все виды трения (колес о дорогу, в осях и т. д.) и показывает, какую часть от силы нормального давления составляет сила сопротивления.

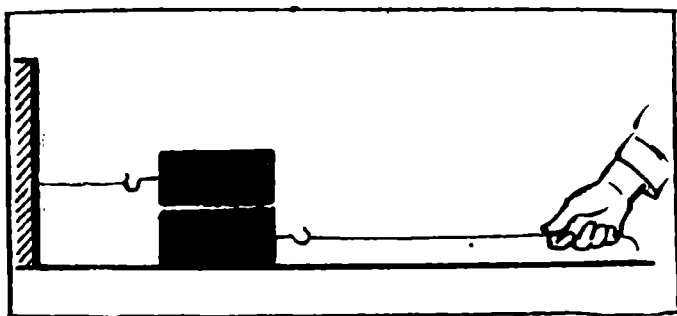


Рис. 31.

надо приложить, чтобы перемещать магнит по плите вертикально вверх, если коэффициент трения равен 0,2?

212. Два деревянных бруска массами по 1 кг каждый лежат на деревянной доске (рис. 31). Какую силу надо приложить в начале

равномерного движения, чтобы вытащить нижний брусок из-под верхнего (рис. 31). Коэффициент трения на обеих поверхностях нижнего бруска равен 0,3.

213. Деревянный брусок массой 2 кг тянут равномерно по деревянной доске с помощью пружины с жесткостью 100 н/м. Коэффициент трения равен 0,3. Найти удлинение пружины.

214. Почему космический корабль, отправляемый на Луну с искусственного спутника Земли, может не иметь обтекаемой формы?

215. Зачем, ныряя с вышки, пловец стремится войти в воду в вертикальном, а не горизонтальном положении?

216. Почему легче плыть, чем бежать по дну, по пояс погруженным в воду?

217. Сопротивление воздуха для движущегося автомобиля рассчитывается по формуле $F = kSv^2$ (где k — коэффициент сопротивления воздуха в $\text{н} \cdot \text{сек}^2/\text{м}^4$, S — площадь лобового сопротивления в м^2 , v — скорость в $\text{м}/\text{сек}$, F — сила сопротивления воздуха в н).

Рассчитать силу сопротивления при движении легкового автомобиля со скоростью 72 км/ч, если площадь лобового сопротивления равна 2,2 м^2 и коэффициент сопротивления воздуха 0,24 $\text{н} \cdot \text{сек}^2/\text{м}^4$.

218. Автомобиль движется со скоростью 36 км/ч против ветра, дующего со скоростью 5 м/сек. Во сколько раз уменьшится сила сопротивления воздуха при движении автомобиля, если он будет двигаться с той же скоростью по ветру (см. задачу 217)?

219. При какой скорости лобового ветра автомобиль «Москвич» массой 900 кг, стоящий на горизонтальной дороге, может сдвинуться с места под действием ветра, если площадь лобового сопротивления равна 1,5 м^2 , коэффициент сопротивления воздуха 0,35 $\text{н} \cdot \text{сек}^2/\text{м}^4$, а коэффициент сопротивления движению 0,03 (см. задачу 217)?

Глава VI. ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ ДВИЖЕНИЯ

§ 12. ВЕС ТЕЛА, ДВИЖУЩЕГОСЯ С УСКОРЕНИЕМ. НЕВЕСОМОСТЬ

220. Найти вес летчика-космонавта массой 80 кг при старте с поверхности Земли вертикально вверх с ускорением 15 м/сек^2 .

221. В лифте находится пассажир массой 60 кг. Найти его вес в начале и конце подъема, а также в начале и конце спуска. Ускорения (по модулю) лифта во всех случаях 2 м/сек^2 .

222. Космический корабль совершает «мягкую» посадку на Луну ($g_{\text{л}} = 1,6 \text{ м/сек}^2$), двигаясь замедленно в вертикальном направлении (относительно Луны) с постоянным ускорением $a = 8,4 \text{ м/сек}^2$. Сколько весит космонавт массой 70 кг?

223. С каким ускорением в системе отсчета «Звезды» должна лететь ракета в межпланетном пространстве (вдали от тел больших масс), чтобы вес тел относительно ракеты был такой же, как при покое на поверхности Земли?

224. Сколько весит мальчик массой 40 кг в положениях А и В (рис. 32), если $R_1 = 20 \text{ м}$, $v_1 = 10 \text{ м/сек}$, $R_2 = 10 \text{ м}$, $v_2 = 5 \text{ м/сек}$?

225. Для тренировок летчиков-космонавтов используется центрифуга, схематически изображенная на рисунке 33. Найти модуль и направление веса космонавта массой 80 кг, если расстояние космонавта до оси вращения 4 м, а частота вращения 30 об/мин.

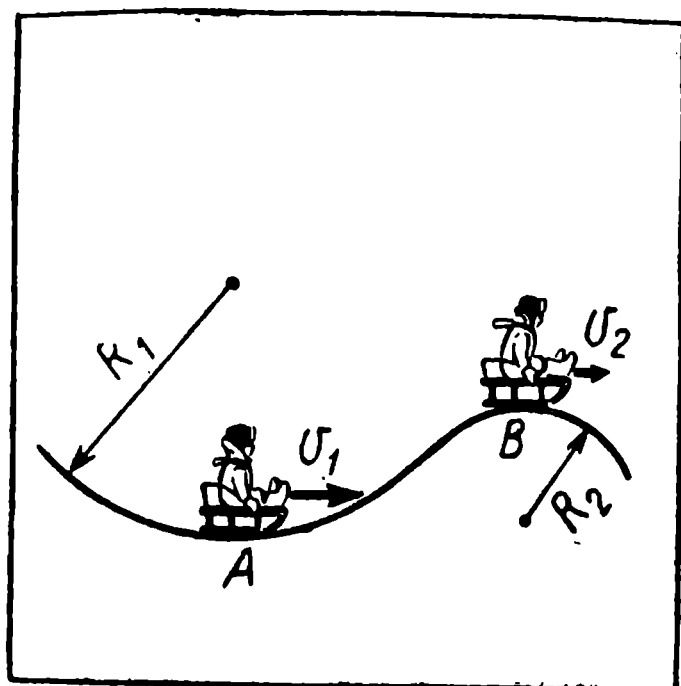


Рис. 32.

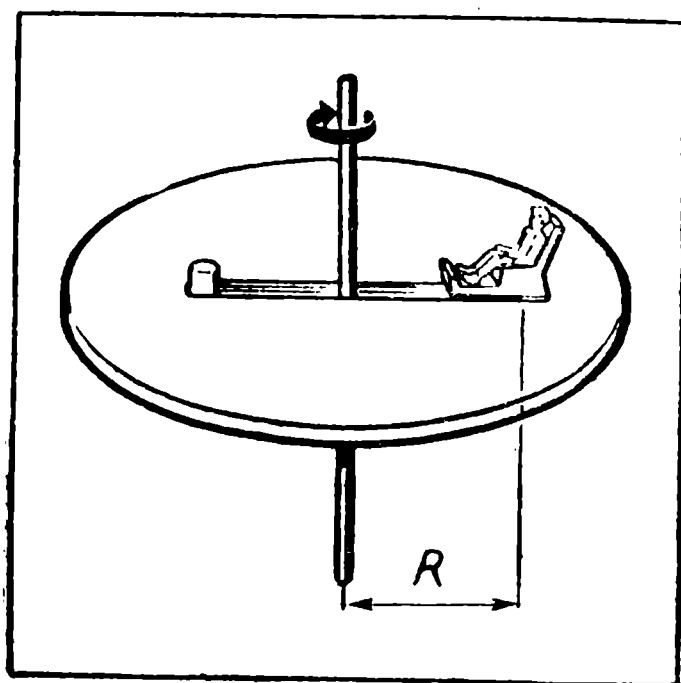


Рис. 33.

226. При аварийном торможении автомобиль двигался с ускорением 4 м/сек^2 . Во сколько раз изменился вес пассажира по сравнению с весом при равномерном движении и как направлен вес в этом случае?

227. В сепараторах молоко, представляющее собой смесь частичек жира и обрат, приводится в быстрое вращение. Как распределяется при вращении концентрация жира относительно оси вращения? Почему разделение происходит во много раз быстрее, чем при обычном отстаивании?

228. Как сравнить массы тел при свободном полете космического корабля, пользуясь рычажными весами; пружинными весами?

229. Можно ли в космическом корабле обрабатывать ударом «невесомый» материал «невесомым» молотком? Объясните.

230. Жестяную коробочку с леденцами мальчик подбросил вертикально вверх. В какие моменты полета леденцы находятся в состоянии невесомости? Сопротивлением воздуха пренебречь.

231. Спортсмен толкнул под углом к горизонту ядро. Можно ли считать, что ядро во время полета находится в состоянии невесомости?

232. Почему тело, подброшенное на Луне, будет во время полета находиться в состоянии полной невесомости, а на Земле такое тело можно считать невесомым лишь приближенно?

233. С какой скоростью автомобиль должен проходить середину выпуклого моста с радиусом 40 м , чтобы пассажир на мгновение оказался в состоянии невесомости?

§ 13. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ ¹

234. Постройте на одном чертеже траектории движения двух тел, одновременно брошенных горизонтально с высоты 80 м со скоростями 10 и 20 м/сек в масштабе $1 \text{ см}:10 \text{ м}$. Сколько времени каждое тело находилось в полете? Какова дальность полета каждого тела?

235. Из автомата произведен одиночный выстрел. Упадут ли одновременно на землю пуля и стреляная гильза, если считать, что пуля и гильза покидают автомат одновременно и в горизонтальном направлении?

¹ При решении задач этого параграфа сопротивление воздуха не учитывается. Дальность полета тела считается в горизонтальном направлении.

236. При выстреле из двухстороннего пружинного пистолета (рис. 34) «снаряды» вылетели со скоростями 2 и 4 м/сек. Каково расстояние между ними через 0,1 сек? Длина трубки (первоначальное расстояние между «снарядами») 10 см.

237. Мальчик бросил горизонтально мяч из окна, находящегося на высоте 20 м. Сколько времени летел мяч до земли и с какой скоростью он был брошен, если он упал на расстоянии 6 м от основания дома?

238. Как изменится время и дальность полета тела, брошенного горизонтально с некоторой высоты, если скорость бросания увеличить вдвое?

239. Как и во сколько раз надо изменить скорость тела, брошенного горизонтально, чтобы при высоте, вдвое меньшей, получить прежнюю дальность полета?

240. С некоторой высоты h горизонтально брошено тело; дальность его полета оказалась равной L . Во сколько раз надо увеличить высоту, чтобы дальность полета увеличилась в n раз, если скорость, с которой бросали тело, осталась прежней?

241. «Снаряд» пружинного пистолета при выстреле вертикально вверх поднимается на высоту $H=1$ м. Какова дальность полета «снаряда», если пистолет установлен горизонтально на высоте $h=2,25$ м? Скорость вылета «снаряда» считать одинаковой.

242. Шарик, вылетевший под действием воздуха из горизонтально расположенной на высоте 1,5 м трубки длиной 20 см (рис. 35), упал на расстоянии 2,2 м. Найдите время полета шарика, скорость его вылета из трубки, вре-

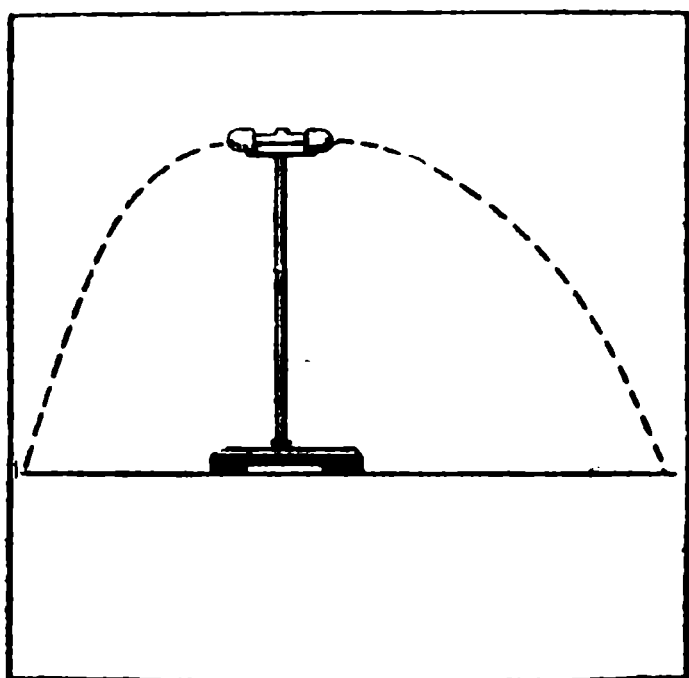


Рис. 34.

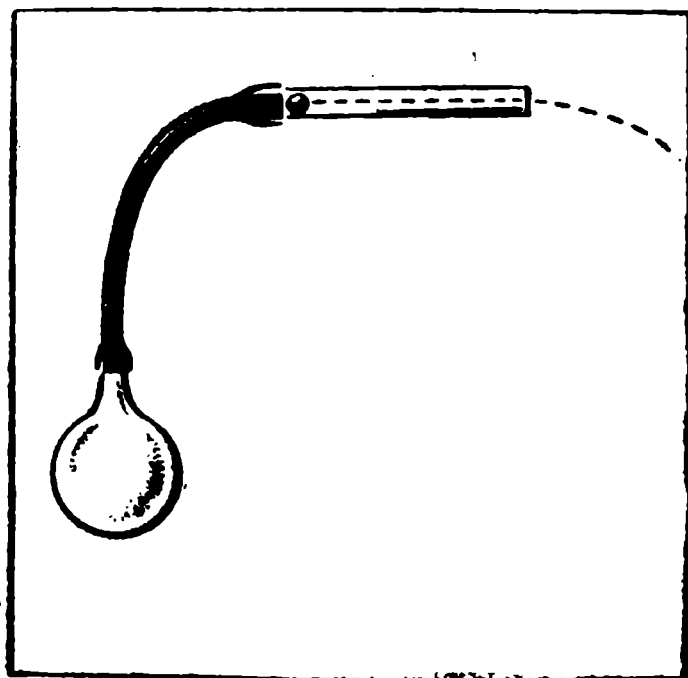


Рис. 35.

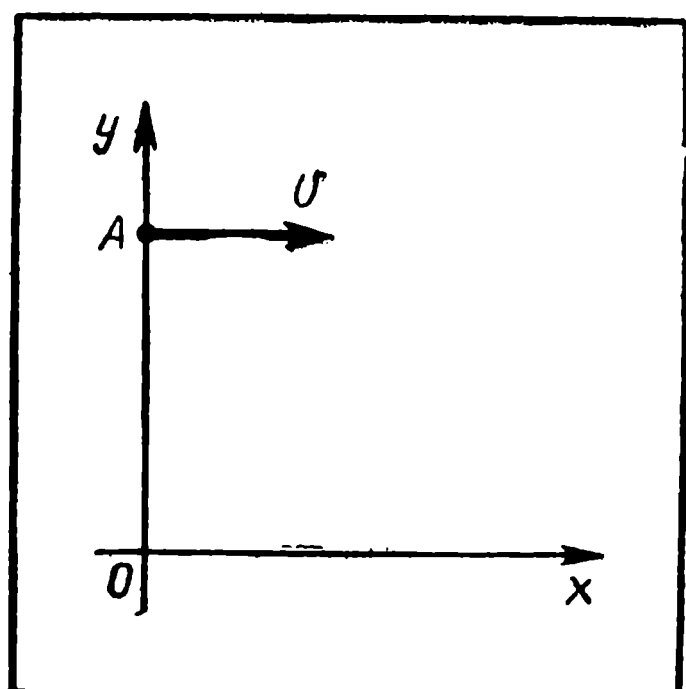


Рис. 36.

мя движения в трубке, ускорение внутри трубки. Проведите подобный опыт и ответьте на вопросы задачи, производя все необходимые измерения.

243. Мальчик ныряет в воду с крутого берега высотой 5 м, имея после разбега горизонтально направленную скорость 6 м/сек. Каковы модуль и направление скорости мальчика при достижении им воды?

244. Дальность полета тела, брошенного в горизонтальном направлении со скоростью $v = 10$ м/сек, равна высоте бросания. С какой высоты брошено тело?

245. При горизонтальном бросании тела увеличение высоты на Δh увеличило дальность его полета вдвое. Найти высоту h места бросания, если начальная скорость тела оба раза была одной и той же.

246. В выбранной системе отсчета (рис. 36) указано положение материальной точки A и ее скорость $v = 10$ м/сек при $t = 0$. На точку действует только сила тяжести, направленная вдоль оси y . Написать уравнения зависимостей $x = f(t)$ и $y = f(t)$, а также уравнение траектории $y = f(x)$, если $OA = 6$ м. Найти положение движущейся точки через 1 сек.

247. Снаряд, вылетевший из орудия под углом к горизонту, находился в полете 12 сек. Какой наибольшей высоты достиг снаряд?

248. Диск, брошенный под углом 45° к горизонту, достиг наибольшей высоты h м. Какова дальность полета диска?

249. Найти высоту подъема и дальность полета сигнальной ракеты, выпущенной со скоростью 40 м/сек под углом 60° к горизонту.

250. Как и во сколько раз отличаются друг от друга высоты подъема и дальности полета двух тел, брошенных под углами 30 и 60° к горизонту с одинаковыми (по модулю) скоростями?

251. Во сколько раз увеличится максимальная высота подъема и дальность полета тела, брошенного под не-

которым углом к горизонту, при увеличении скорости бросания вдвое?

252. На рисунке 37, сделанном со стробоскопической фотографии, показан полет шарика при выстреле из детского пружинного пистолета. Зная, что сторона квадрата клетки равна 5 см, найти: а) время полета шарика; б) интервал между вспышками; в) начальную скорость шарика; г) под каким углом к горизонту произведен выстрел.

253. Из окна, находящегося на высоте 20 м, брошен мяч со скоростью 12 м/сек под углом 30° вниз от горизонта. Где упадет мяч на землю?

254. Вычислить первую космическую скорость для Луны, если радиус Луны равен 1700 км, а ускорение свободного падения тел на Луне равно $1,6 \text{ м/сек}^2$.

255. Вычислить первую космическую скорость для Венеры, если масса Венеры $4,9 \cdot 10^{24} \text{ кг}$, а радиус ее 6200 км.

256. Луна движется вокруг Земли со скоростью около 1 км/сек. Расстояние от Земли до Луны $3,8 \cdot 10^5 \text{ км}$. Определить массу Земли.

257. Какую скорость должен иметь искусственный спутник, чтобы обращаться по круговой орбите на высоте 600 км над поверхностью Земли? Каков период его обращения? Радиус Земли 6400 км. Ускорение свободного падения на этой высоте считать равным $8,4 \text{ м/сек}^2$.

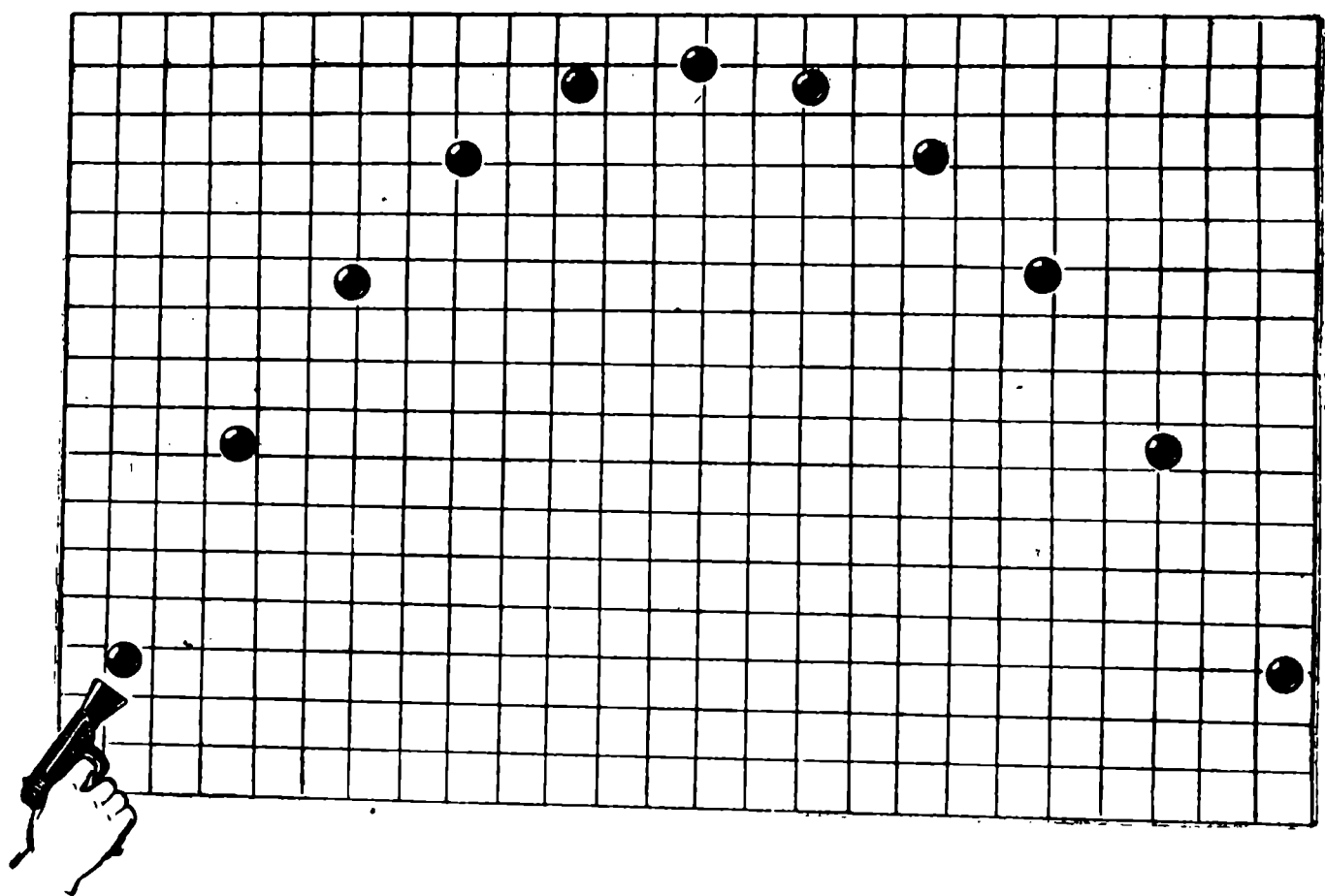


Рис. 37.

258. Докажите, что период обращения искусственного спутника по круговой орбите определяется формулой $T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{\gamma M}}$ (где M — масса планеты, r — расстояние спутника от ее центра).

259. Расстояние от Земли до Солнца $r = 1,5 \cdot 10^{11}$ м, а период обращения Земли вокруг Солнца $T = 3,2 \cdot 10^7$ сек (1 год). Найти массу Солнца.

260. Космический корабль «Союз-12», выведенный на орбиту 27 сентября 1973 г., имел начальный период обращения 88,6 мин. После проведенных маневров период обращения стал равным 91 мин. Как изменились среднее расстояние до поверхности Земли и средняя скорость движения корабля, если орбиту считать круговой?

261. Во сколько раз период обращения спутника, движущегося на расстоянии 7600 км от поверхности Земли, больше, чем у спутника, движущегося на высоте 600 км от поверхности?

262. Расстояние от Венеры до Солнца $1,08 \cdot 10^{11}$ м, а от Земли до Солнца $1,5 \cdot 10^{11}$ м. Какую часть земного года составляет год на Венере?

§ 14. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ НЕСКОЛЬКИХ СИЛ

Движение под действием силы упругости и силы тяжести

263. С какой силой, направленной горизонтально, давит вагон трамвая массой 8 т на рельсы, если он движется по закруглению радиусом 100 м со скоростью 18 км/ч? Во сколько раз изменится эта сила, если скорость движения увеличится в 3 раза?

264. Внутренний диаметр формы для центробежного литья 20 см, а частота вращения 600 об/мин. Какая сила сообщает каждому грамму расплавленного металла, соприкасающегося со стенкой формы, необходимое центростремительное ускорение?

265. При каком ускорении разорвется трос, прочность которого на разрыв равна 15 кн, при подъеме груза массой 500 кг?

266. Подъемный кран поднимает груз массой 1 т. Какова сила натяжения троса в начале подъема, если груз движется (очень кратко) с ускорением 25 м/сек^2 ?

267. Тренировочный парашют имеет 28 строп. Прочность каждой стропы на разрыв 1,3 кн. Найти запас проч-

ности, если масса парашютиста 100 кг , а ускорение во время раскрытия парашюта не превышает 60 м/сек^2 .

268. Автомобиль массой 2 т проходит по выпуклому мосту, имеющему радиус кривизны 40 м , со скоростью 36 км/ч . С какой силой давит автомобиль на середину моста?

269. Мальчик массой 50 кг качается на качелях с длиной подвеса 4 м . С какой силой он давит на сиденье при прохождении положения равновесия со скоростью 6 м/сек ?

270. На конце стержня длиной 1 м укреплен груз массой $0,4\text{ кг}$, приводимый во вращение в вертикальной плоскости с постоянной угловой скоростью. С какой силой действует груз на стержень в верхней и нижней точках траектории при частоте вращения: а) $0,4\text{ об/сек}$; б) $0,5\text{ об/сек}$; в) 1 об/сек ?

Движение под действием силы трения

271. Мальчик массой 50 кг , скатившись на санках с горки, проехал по горизонтальной дороге до остановки путь 20 м за 10 сек . Найти силу трения и коэффициент трения.

272. Через сколько времени после начала аварийного торможения остановится автобус, движущийся со скоростью 12 м/сек , если коэффициент сопротивления при аварийном торможении равен $0,4$?

273. На участке дороги, где для автотранспорта установлена предельная скорость 30 км/ч , водитель применил аварийное торможение. Инспектор ГАИ по следу колес обнаружил, что тормозной путь равен 12 м . Нарушил ли водитель правила движения, если коэффициент сопротивления (сухой асфальт) равен $0,6$?

274¹. На лист бумаги, расположенный на столе, поместили стакан с водой. С каким ускорением надо привести в движение лист, чтобы стакан стал скользить назад относительно бумаги? Коэффициент трения между стаканом и бумагой равен $0,3$. Изменится ли результат опыта, если стакан будет пустым? Проверьте.

275. В кузове автомобиля лежит предмет. Когда автомобиль стал трогаться с места с ускорением $1,6\text{ м/сек}^2$, предмет остался на месте (относительно автомобиля), а

¹ В этой и последующих задачах предельный коэффициент трения покоя считать равным коэффициенту трения скольжения.

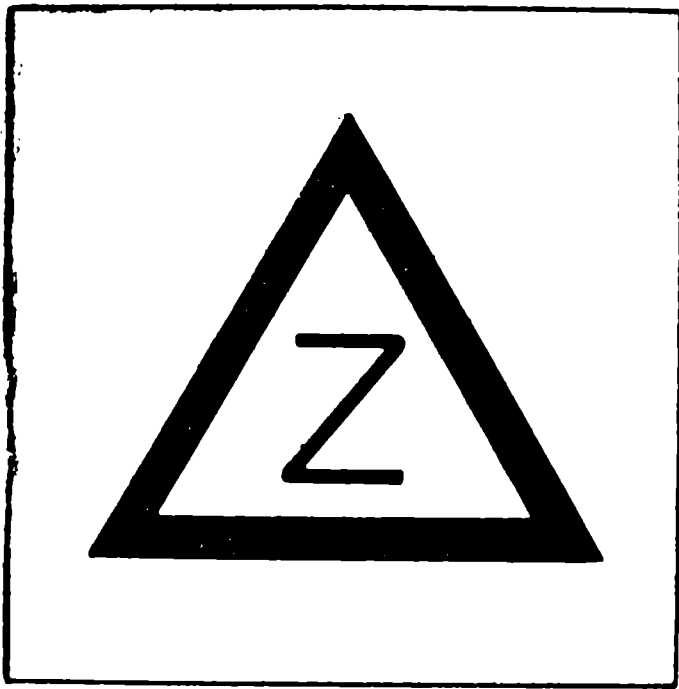


Рис. 38.

при торможении с ускорением 2 м/сек^2 предмет скользил относительно кузова. В каких пределах заключено значение коэффициента трения?

276. Что должен сделать водитель машины, заметив дорожный знак (рис. 38), обозначающий «крутой поворот»? Почему водитель должен быть особенно внимателен в сырую погоду, во время листопада или при гололеде?

277. На горизонтальной дороге автомобиль делает поворот радиусом 16 м . Какова наибольшая величина скорости, которую может развивать автомобиль, чтобы его не «занесло», если коэффициент трения скольжения колес о дорогу равен $0,4$? Во сколько раз изменится эта скорость зимой, когда коэффициент трения станет меньше в 4 раза?

278. Найти наименьший радиус дуги для поворота автомашины, движущейся по горизонтальной дороге со скоростью 36 км/ч , если коэффициент трения скольжения колес о дорогу $0,25$.

279. Горизонтально расположенный диск проигрывателя вращается с частотой 78 об/мин . На него поместили небольшой предмет. Предельное расстояние от предмета до оси вращения, при котором предмет удерживается на диске, равно 7 см . Каков коэффициент трения между предметом и диском? При возможности определите этим способом коэффициент трения, поместив на диске проигрывателя ученическую резинку, спичку или монету.

Движение под действием нескольких сил по горизонтальной поверхности

280. Брусок массой 400 г , прикрепленный к динамометру, двигают равномерно по горизонтальной поверхности. Динамометр показывает при этом 1 н . Другой раз брусок двигали по той же поверхности с ускорением. При этом динамометр уже показывал 2 н . Каким было ускорение?

281. Автомобиль массой 5 т трогается с места с ускорением $0,6 \text{ м/сек}^2$. Найти силу тяги, если коэффициент сопротивления движению равен 0,04.

282. Электровоз трогает с места состав массой 1600 т. С каким ускорением движется поезд, если коэффициент сопротивления равен 0,004, а сила тяги 350 кН?

283. Автомобиль массой 14 т, трогаясь с места, проходит первые 50 м за 10 сек.

Найти силу тяги, если коэффициент сопротивления равен 0,05.

284. Троллейбус массой 10 т, трогаясь с места, приобрел на пути 50 м скорость 10 м/сек . Найти коэффициент сопротивления, если сила тяги равна 14 кН.

285. Какой массы состав может вести тепловоз с ускорением $0,1 \text{ м/сек}^2$ при коэффициенте сопротивления 0,005, если он развивает максимальное тяговое усилие в 300 кН?

286. Коэффициент тяги (отношение силы тяги к силе тяжести) автомобиля равен 0,11. С каким ускорением движется автомобиль при коэффициенте сопротивления 0,05?

287. На рисунке 39 приведен упрощенный график изменения скорости автобуса при движении между двумя остановками. Считая силу сопротивления постоянной и зная, что на участке, соответствующем отрезку BC графика, сила тяги равна нулю, найти силу тяги на участках, соответствующих отрезкам OA и AB . Масса автобуса 4 т.

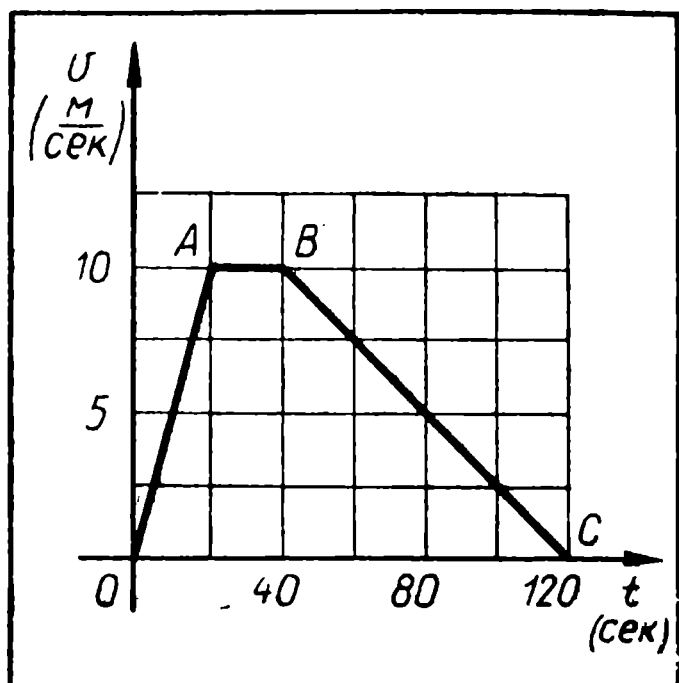


Рис. 39.

Движение под действием нескольких сил по наклонной поверхности

288¹. Автомобиль массой 4 т движется в гору с ускорением $0,2 \text{ м/сек}^2$. Найти силу тяги, если уклон равен 0,02 и коэффициент сопротивления 0,04.

289. Поезд массой 3000 т движется вниз под уклон, равный 0,003. Коэффициент сопротивления движению ра-

¹ В задачах 288—290 ввиду малого уклона считать силу нормального давления равной весу.

вен $0,008$. С каким ускорением движется поезд, если сила тяги локомотива равна: а) 300 кн ; б) 150 кн ; в) 90 кн ?

290. Мотоцикл массой 300 кг начал движение из состояния покоя на горизонтальном участке дороги. Затем дорога пошла под уклон, равный $0,02$. Какую скорость приобрел мотоциклист через 10 сек после начала движения, если движение на горизонтальном участке заняло половину времени? Сила тяги и коэффициент сопротивления движению на всем пути постоянны и соответственно равны 180 н и $0,04$.

291. С каким ускорением движется брусок по наклонной плоскости с углом наклона 30° при коэффициенте трения $0,2$?

292. С горки длиной 40 м и высотой 10 м съезжают санки, начавшие движение из состояния покоя. Какова продолжительность спуска, если коэффициент трения равен $0,05$?

Движение системы связанных тел

293. На шнуре, перекинутом через неподвижный блок, помещены грузы массой $0,3$ и $0,2 \text{ кг}$. С каким ускорением движется система? Какова сила натяжения шнура во время движения?

294. На нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены грузы массами m и $2m$. Какова сила натяжения нити, если: а) поддерживать ладонью груз большей массы, не давая системе двигаться; б) удерживать меньший груз; в) освободить систему?

295. На нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены грузы массой $0,3$ и $0,34 \text{ кг}$. За 3 сек после начала движения каждый груз прошел путь $2,7 \text{ м}$. Найти величину ускорения свободного падения, исходя из данных опыта.

296. На концах нити, перекинутой через неподвижный блок, подвешены тела массами по 240 г каждое. Какой добавочный груз надо положить на одно из тел, чтобы каждое из них прошло за 4 сек путь, равный 160 см ?

297. Маневровый тепловоз массой 100 т тянет два вагона массами по 50 т каждый с ускорением $0,1 \text{ м/сек}^2$. Найти силу тяги тепловоза и силу натяжения сцепок, если коэффициент сопротивления движению равен $0,006$.

298. Брусок массой 400 г под действием груза массой 100 г (рис. 40) проходит из состояния покоя путь 80 см за 2 сек . Найти коэффициент трения.

299. Цепочку из n одинаковых брусков, соединенных последовательно нитями, приводят в движение с ускорением, прикладывая к первому бруску силу F . Найти силу натяжения нити Q между k -м (считая от начала) и $(k+1)$ -м брусками, если масса каждого бруска m , а коэффициент трения равен μ .

Падение тела в газе или жидкости

300. Тело массой 100 г, падая с высоты 9 м, приобрело скорость 12 м/сек. Найти среднюю силу сопротивления воздуха.

301. С высоты 25 м кусок дерева падал в течение 2,5 сек. Какую часть составляет средняя сила сопротивления воздуха от силы тяжести?

302. При каком соотношении сил, действующих на пузырек воздуха, поднимающегося со дна водоема, движение пузырька становится равномерным?

303. Почему крупные капли дождя падают с большей скоростью, чем мелкие?

304. Стальной и деревянный шарики одинакового объема падают с достаточно большой высоты. Какой из них раньше упадет на землю?

305. Встав на стул, выпустите одновременно с одной и той же высоты два одинаковых пустых коробка спичек: один — «плашмя», другой — «ребром». Какой из них упадет раньше? Объясните явление.

306. Выпустите одновременно с одной и той же высоты пустой и полный коробки спичек в одном положении (например, «плашмя»). Какой из них упадет раньше? Объясните явление.

307. Отпустите одновременно с одной и той же высоты лист бумаги и точно такой же лист, скомканный в шарик. Какое из тел упало раньше? Объясните явление.

308. Вырежьте из бумаги кружок, чуть меньшего диаметра, чем монета. Отпустите одновременно монету и кружок. Какое из этих тел упало раньше? Объясните явление.

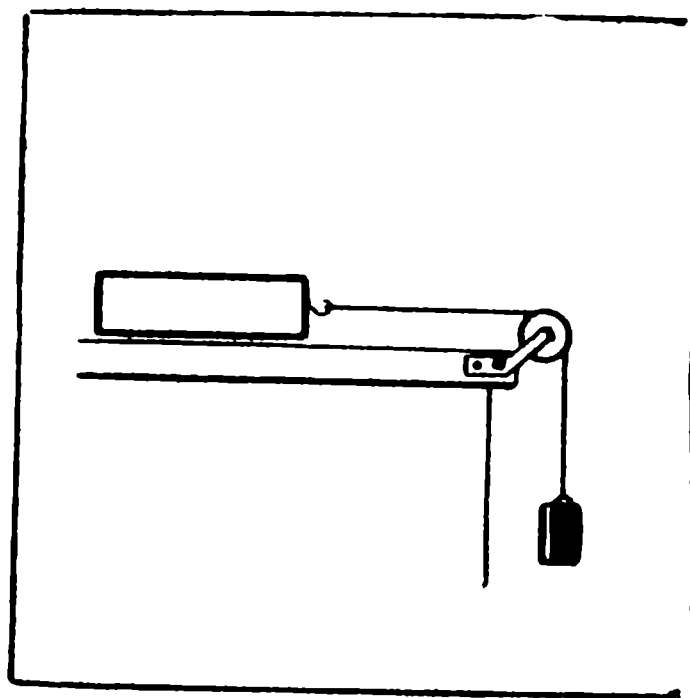


Рис. 40.

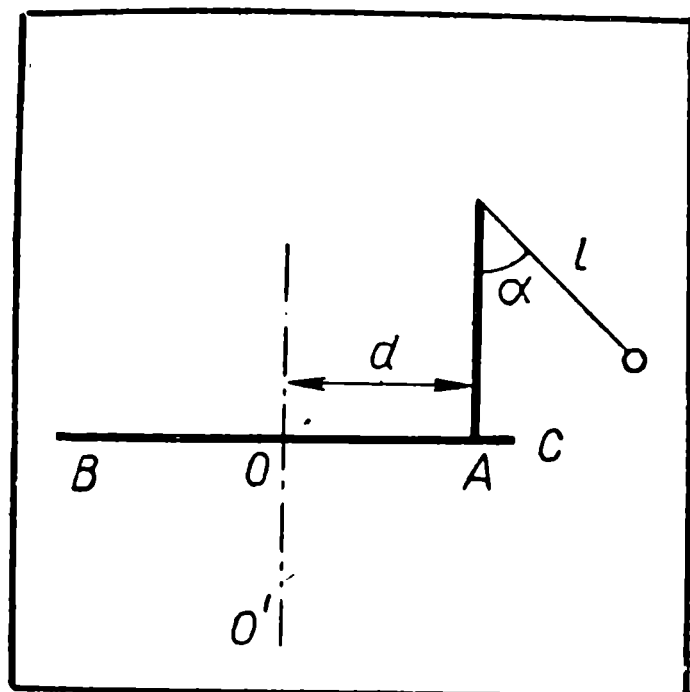


Рис. 41.

309. Положите бумажный кружок на монету (см. предыдущую задачу) и отпустите так, чтобы система падала монетой вниз. Опишите и объясните явление.

Наклон тел при движении по окружности

310. Насколько должен быть поднят наружный рельс над внутренним на закруглении пути радиусом 400 м, чтобы при скорости движения 54 км/ч сила давления

поезда на рельсы была перпендикулярна к ним? Ширина колеи равна 152,4 см.

311. Конькобежец движется со скоростью 10 м/сек по окружности радиусом 30 м. Под каким углом к горизонту он должен наклониться, чтобы сохранить равновесие?

312. Дорожка для велосипедных гонок имеет закругление радиусом 40 м. В этом месте дорожка сделана с наклоном в 40° к горизонту. На какую скорость езды рассчитан такой наклон?

313. С какой максимальной скоростью может ехать мотоциклист по горизонтальной плоскости, описывая дугу радиусом 100 м, если коэффициент трения резины о почву 0,4? На какой угол от вертикального положения он при этом отклоняется?

314. Груз, подвешенный на нити длиной 60 см, двигаясь равномерно, описывает в горизонтальной плоскости окружность. С какой скоростью движется груз, если во время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол $\alpha = 30^\circ$?

315. На доске BC (рис. 41), равномерно вращающейся вокруг вертикальной оси OO' , укреплен на вертикальной стойке, отстоящей от оси вращения на расстоянии $d = 5$ см, отвес. Какова частота вращения доски, если нить отвеса длиной $l = 8$ см отклонилась от вертикали на угол $\alpha = 40^\circ$?

Глава VII. ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИКИ

§ 15. СЛОЖЕНИЕ И РАЗЛОЖЕНИЕ СИЛ. РАВНОВЕСИЕ ТЕЛ ПРИ ОТСУТСТВИИ ВРАЩЕНИЯ

316. Могут ли силы в 10 и 14 н, приложенные в одной точке, дать равнодействующую, равную: 2, 4, 10, 24, 30 н?

317. Найти равнодействующую трех сил, по 200 н каждая, если углы между первой и второй силами, второй и третьей равны 60° .

318. На парашютиста массой 90 кг в начале прыжка действует сила сопротивления воздуха, вертикальная составляющая которой равна 500 н и горизонтальная — 300 н. Найти равнодействующую всех сил.

319. На реактивный самолет действуют в вертикальном направлении сила тяжести 550 кн и подъемная сила 555 кн, а в горизонтальном направлении — сила тяги 162 кн и сила сопротивления воздуха 150 кн. Найти равнодействующую (по модулю и направлению).

320. Найти модуль и направление равнодействующей сил 3, 4 и 6 н, образующих между собой последовательно прямые углы.

321. На гвоздь, вбитый в стену перпендикулярно к ней, действует сила в 200 н под углом 30° к стене. Найти составляющие этой силы, из которых одна вырывает гвоздь, а вторая изгибает его.

322. На рисунке 42 показаны различные направления линии тяги на тракторном прицепе. Считая силу натяжения сцепки одинаковой, сравнить силы давления на почву трактора и прицепа в случаях а и б.

323. Фонарь массой 16 кг (рис. 43) подвешен к столбу на кронштейне. Определить силы, действующие на стержни АВ и ВС, если $AB=0,6$ м, а $BC=1$ м.

324. Найти силы, действующие на стержни АВ и ВС (см. рис. 43), если $\alpha=60^\circ$, а масса фонаря 30 кг.

325. К концу стержня АС (рис. 44) длиной 2 м, укрепленного шарнирно одним концом к стене, а с другого конца поддерживаемого тросом ВС длиной 2,5 м, подвешен груз массой 120 кг. Найти силы, действующие на трос и стержень.

326. Электрическая лампа (рис. 45) подвешена на шнуре и оттянута горизонтальной оттяжкой. Найти силу натяжения шнура АВ и оттяжки ВС, если масса лампы 1 кг, а угол $\alpha=60^\circ$.

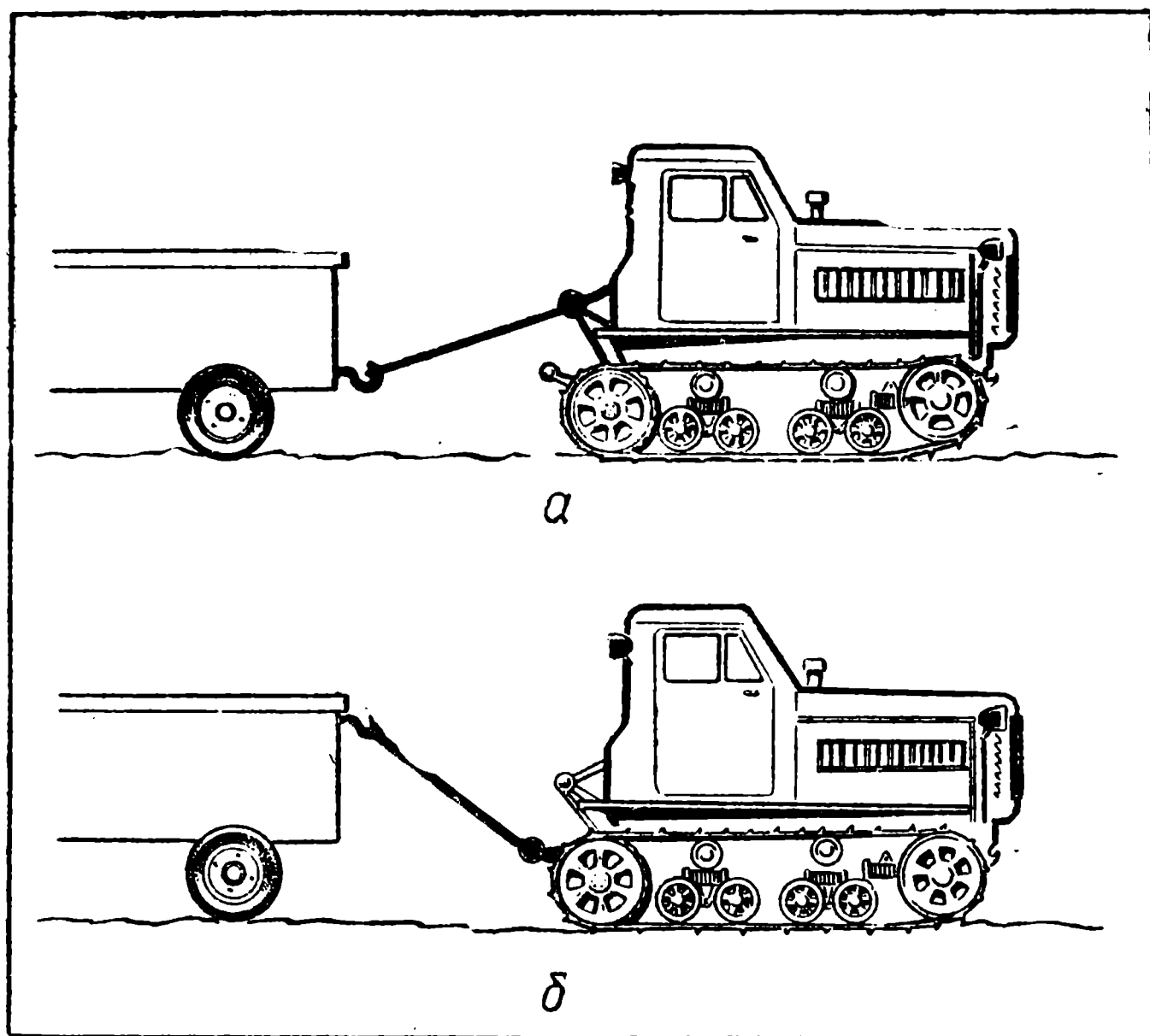


Рис. 42.

327. Найти силы, действующие на подкос BC и тягу AC (рис. 46), если $AB=1,5$ м, $AC=3$ м, $BC=4$ м, а масса груза 200 кг.

328. К середине горизонтально натянутой веревки между точками A и B привязан тонкий шнур C (рис. 47). Если потянуть шнур вертикально вниз, то может оказать-

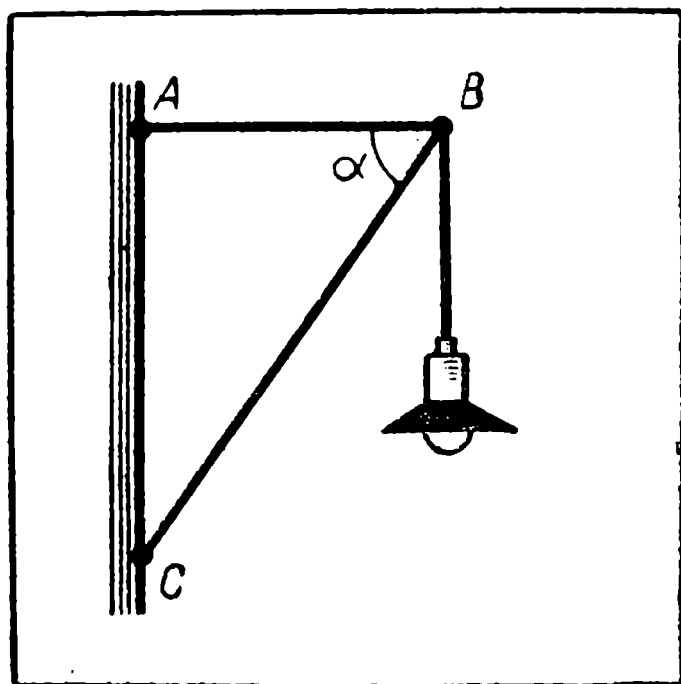


Рис. 43.

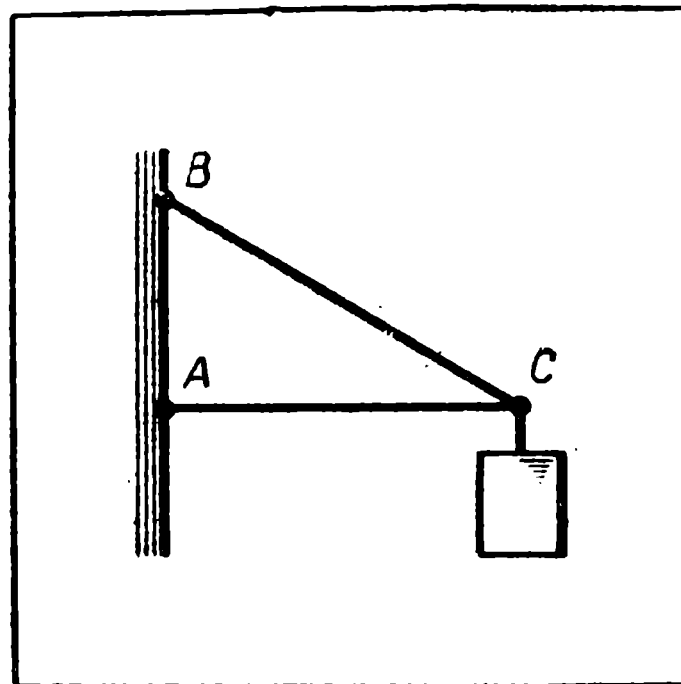


Рис. 44.

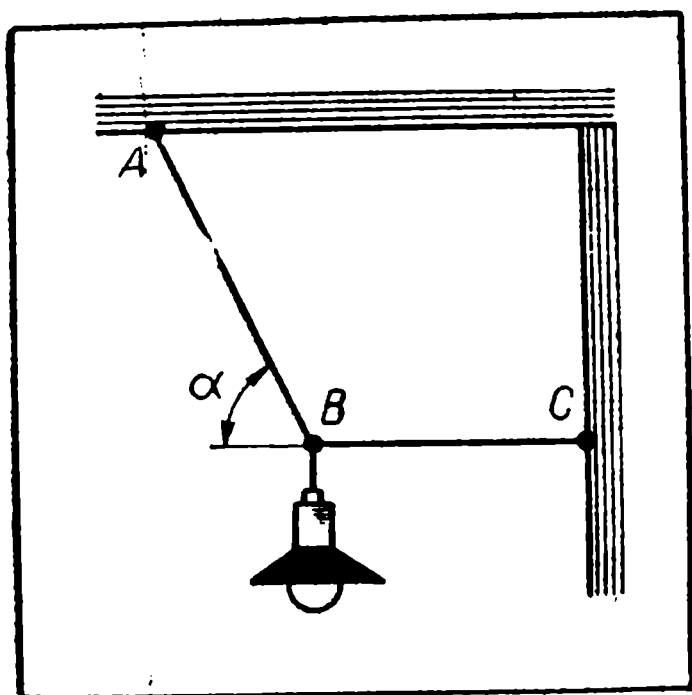


Рис. 45.

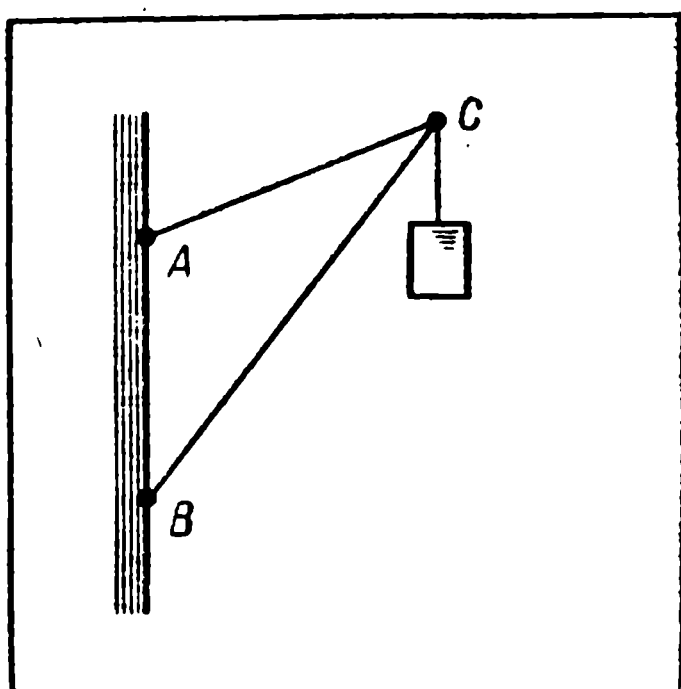


Рис. 46.

ся, что веревка разорвется, а шнур останется целым, хотя прочность веревки значительно больше прочности шнура. Объясните причину. Выведите зависимость силы натяжения веревки от приложенной силы F и угла α .

329. Бревна поднимают тросом так, как показано на рисунке 48. Где натяжение троса больше: в частях петли A и B или в части C, если угол α равен 90° , 120° , 150° ?

330. Даст ли подвижный блок в случае, представленном на рисунке 49, выигрыш в силе в 2 раза? Как изменяется сила тяги F по мере поднятия груза? Трение и вес блока не учитывать.

331. Найти силы натяжения тросов AC и BC (рис. 50) при подъеме строительной детали массой 300 кг, если $AB = 1,6$ м, $AC = BC = 1$ м.

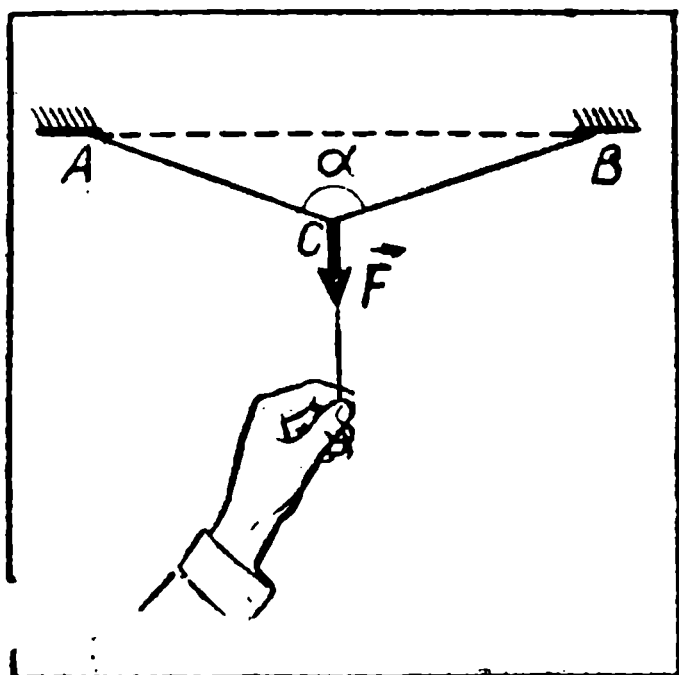


Рис. 47.

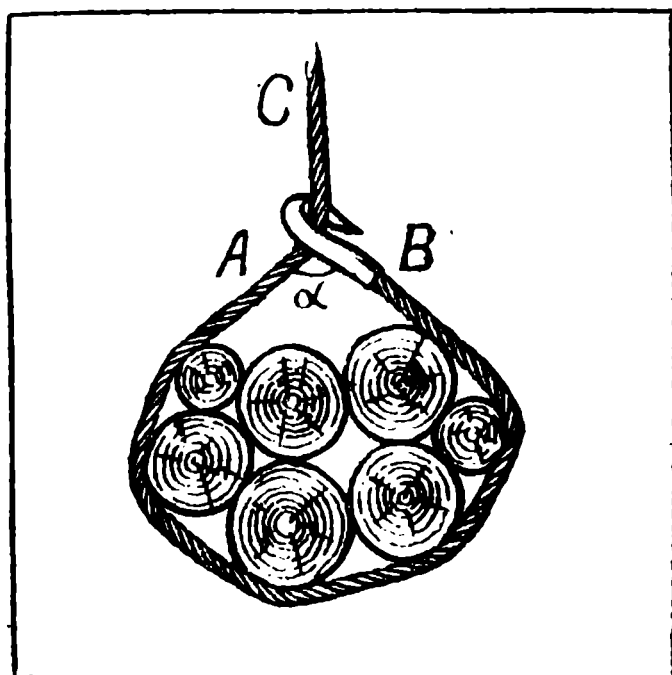


Рис. 48.

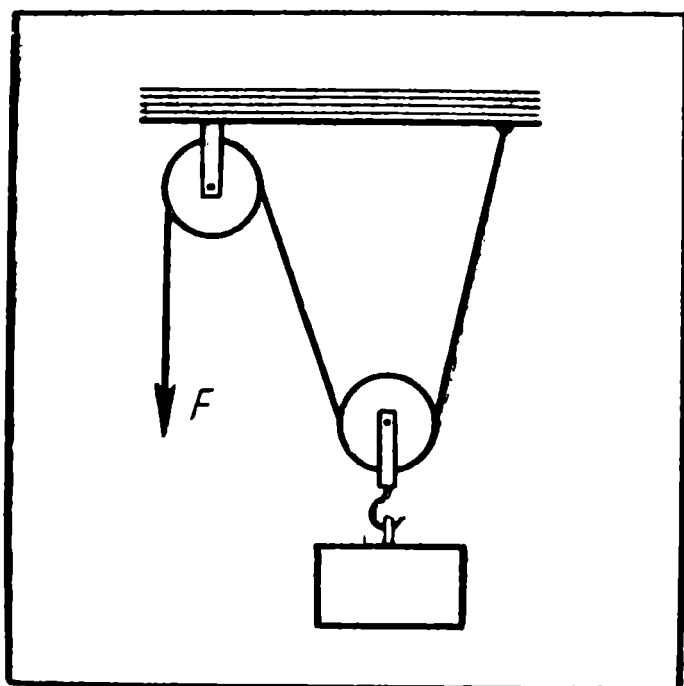


Рис. 49.

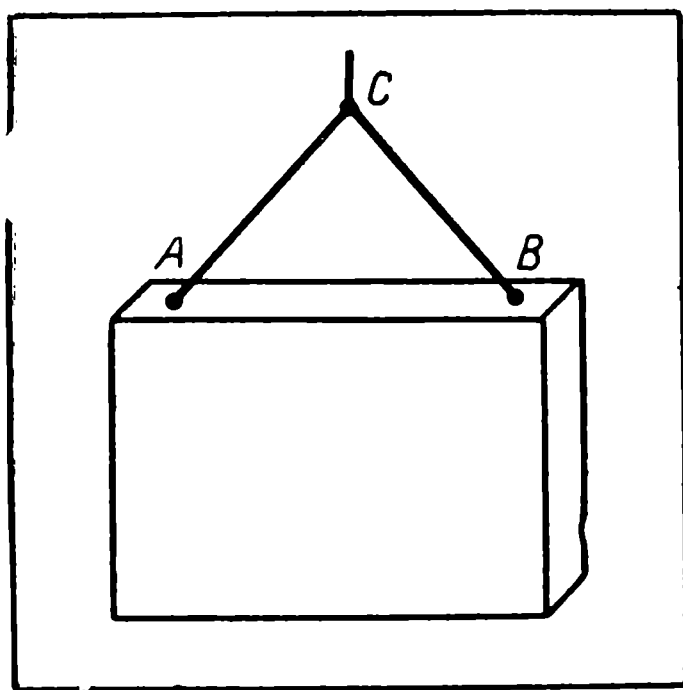


Рис. 50.

332.¹. Сравнить силы, которые необходимо прилагать для перемещения санок в случаях, изображенных на рисунке 51. Санки считать материальной точкой и коэффициент трения — постоянным на всем пути.

333. Груз массой m перемещают по горизонтальной плоскости тросом, расположенным под углом α к горизонту. Найти силу натяжения троса, если коэффициент трения равен μ . Груз считать материальной точкой. Проанализировать полученный ответ для предельных случаев: $\alpha = 0^\circ$ и $\alpha = 90^\circ$.

334. На наклонной доске длиной 5 м и высотой 3 м находится груз массой 400 кг. Какую силу, направленную

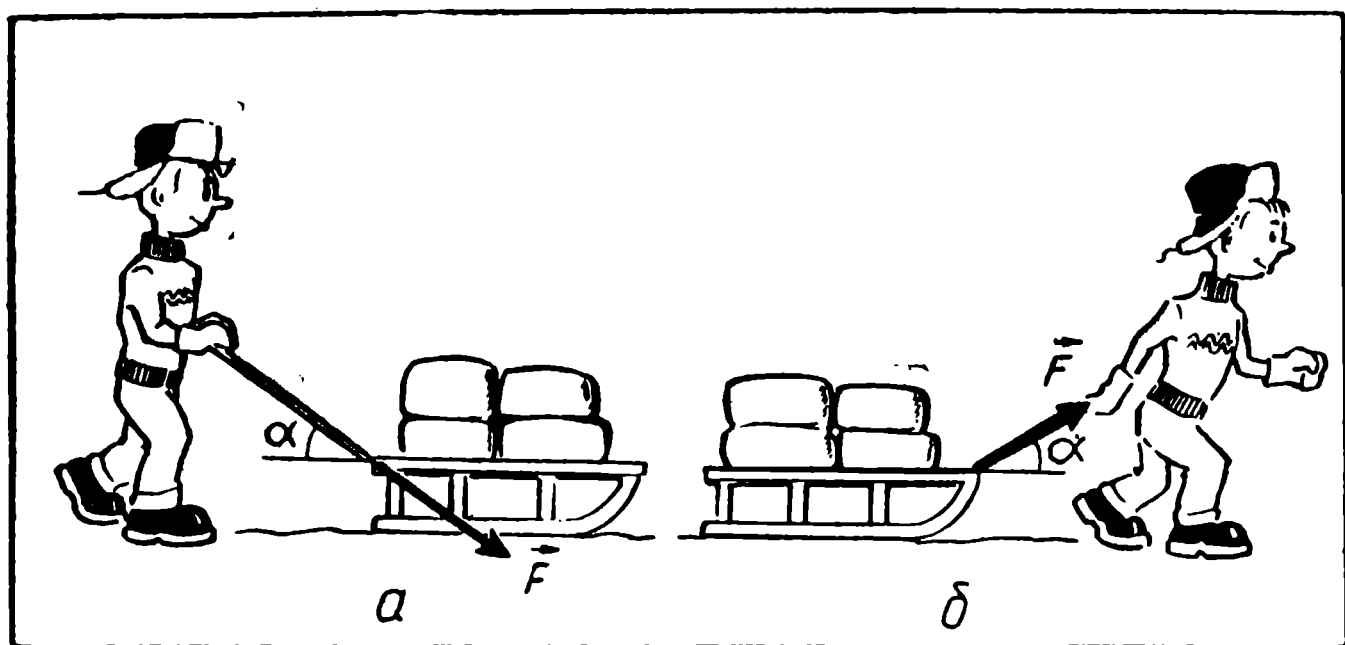


Рис. 51.

¹ В этой и последующих задачах данного параграфа движение считать равномерным.

вверх вдоль наклонной доски, надо приложить, чтобы удержать этот груз в состоянии покоя, если коэффициент трения равен 0,2?

335. В кузов автомашины на высоту 1,2 м по наклонному помосту длиной 3 м втаскивают груз массой 400 кг. Найти силу тяги, параллельную помосту, если коэффициент трения равен 0,2.

336. Какую силу надо приложить для подъема вагонетки массой 600 кг по эстакаде с углом наклона 20° , если коэффициент сопротивления движению равен 0,05?

337. При проведении лабораторной работы были получены следующие данные: длина наклонной плоскости — 1 м, высота — 20 см, масса деревянного бруска — 200 г, сила тяги, измеренная динамометром при движении бруска вверх, — 1 н. Найти коэффициент трения.

338. На наклонной плоскости длиной 50 см и высотой 10 см покоится брусок массой 2 кг. При помощи динамометра, расположенного параллельно плоскости, брусок сначала подняли вверх по наклонной плоскости, а затем стащили вниз. Найти разность показаний динамометра.

339. Чтобы удержать тележку на наклонной плоскости с углом наклона α , надо приложить силу F_1 , направленную вверх вдоль наклонной плоскости, а чтобы втаскивать вверх — силу F_2 . Найти коэффициент трения.

§ 16. РАВНОВЕСИЕ ТЕЛ С ЗАКРЕПЛЕННОЙ ОСЬЮ И НА ОПОРАХ

340. Ширина двери от оси вращения до ручки равна 1 м. Человек открывает дверь, прикладывая горизонтально силу 4 н под углом 60° к плоскости двери. Найти момент силы относительно оси вращения.

341. На кронштейне ABC подвешен груз массой 4 кг (рис. 52). Найти момент силы тяжести груза относительно точек A, B и C, если $AB = 50$ см.

342. Почему дверь труднее открыть, если толкнуть ее около петель, а не у ручки?

343. Почему рулевое колесо автобуса имеет больший диаметр, чем легковой машины?

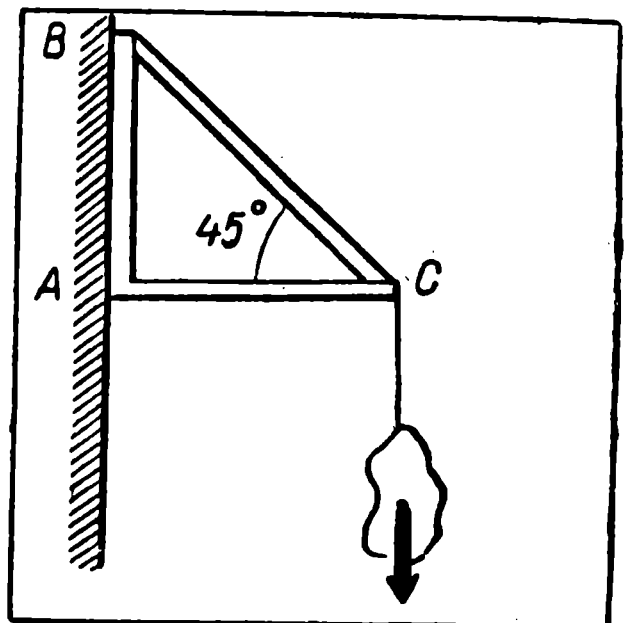


Рис. 52.

344. Чтобы удержать дверь открытой, иногда закладывают на полу камень или кирпич в щель у дверных петель. Почему это может привести к повреждению двери?

345. Маленький шарик массой m подвешен на нити длиной l и отклонен на угол α от вертикали. Выразите зависимость момента силы тяжести относительно точки подвеса от угла α .

346¹. Доска массой 10 кг подперта на расстоянии $\frac{1}{4}$ ее длины. Какую силу, перпендикулярную доске, надо приложить к ее короткому концу, чтобы удержать доску в равновесии?

347. Балка массой 800 кг имеет длину 4 м и подперта на расстоянии 1,9 м от ее левого конца. На каком расстоянии от правого конца должен встать человек массой 80 кг, чтобы балка была в равновесии?

348. Рельс длиной 10 м и массой 900 кг поднимают на двух параллельных тросах. Найти силу натяжения тросов, если один из них укреплен на конце рельса, а другой — на расстоянии 1 м от другого конца.

349. К балке массой 400 кг и длиной 5 м подвешен груз массой 500 кг на расстоянии 3 м от одного из концов. Балка своими концами лежит на опорах. Каковы силы давления на каждую из опор?

350. К концам стержня массой 10 кг и длиной 40 см подвешены грузы массами 40 кг и 10 кг. Где надо подпереть стержень, чтобы он находился в равновесии?

351. Труба массой 2,1 т имеет длину 16 м. Она лежит на двух подкладках, расположенных на расстояниях 4 и 2 м от ее концов. Какую минимальную силу надо приложить поочередно к каждому концу трубы, чтобы приподнять ее за тот или другой конец?

352. Чему равны силы, действующие на подшипники A и B (рис. 53), если масса вала 10 кг, масса шкива 20 кг, $AB=1$ м, $BC=0,4$ м?

353. Чему равны силы давления вала на подшипники A и B (рис. 54), если масса вала 7 кг, масса шкива 28 кг, $AB=70$ см, $BC=10$ см?

354. Рабочий удерживает за один конец доску, масса которой 40 кг, так, что доска образует угол 30° с горизонталью (рис. 55). С какой силой F удерживает рабочий доску в этом положении, если эта сила направлена

¹ В этой и последующих задачах данного параграфа рассматриваемые тела (балка, рельс, труба и т. п.), если нет специальных оговорок, считать расположенными горизонтально.

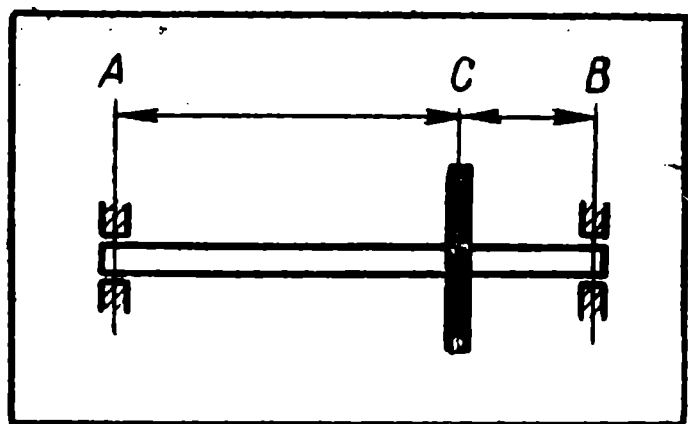


Рис. 53.

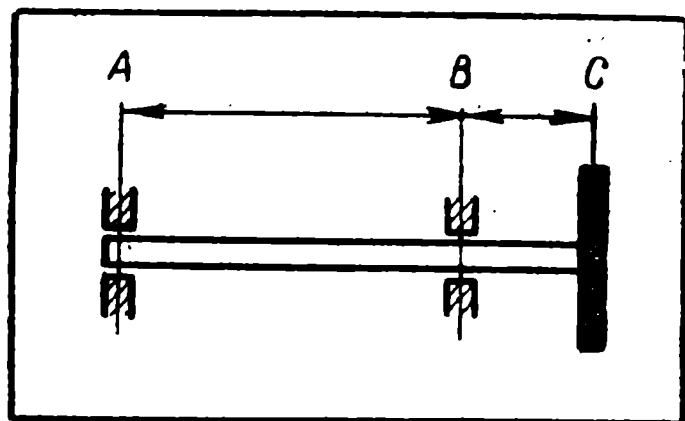


Рис. 54.

перпендикулярно доске? Чему равна и как направлена сила, действующая со стороны опоры на другой конец доски?

355. Стержень AO длиной 60 см (рис. 56) и массой $0,4\text{ кг}$, укрепленный шарнирно в точке O , поддерживается нитью AD , образующей угол 45° со стержнем. В точке B ($AB=20\text{ см}$) подвешен груз массой $0,6\text{ кг}$. Найти силу натяжения нити и силу реакции в точке O .

356. На покоящийся брусок $ABCD$ (рис. 57) массой 400 г , толщиной которого можно пренебречь, действует в точке C сила $F=2\text{ н}$. Определить силу трения и силу реакции опоры (модуль и линию действия), если $AB=20\text{ см}$, $BC=10\text{ см}$.

357. Для приближенного определения коэффициента трения можно воспользоваться следующим методом. Поместив брусок, у которого сторона $AB=a$ (рис. 58), значительно меньше, чем BC (например, как у спичечного коробка), действовать по линии KL (точки K и L являются серединами соответствующих ребер) силой, парал-

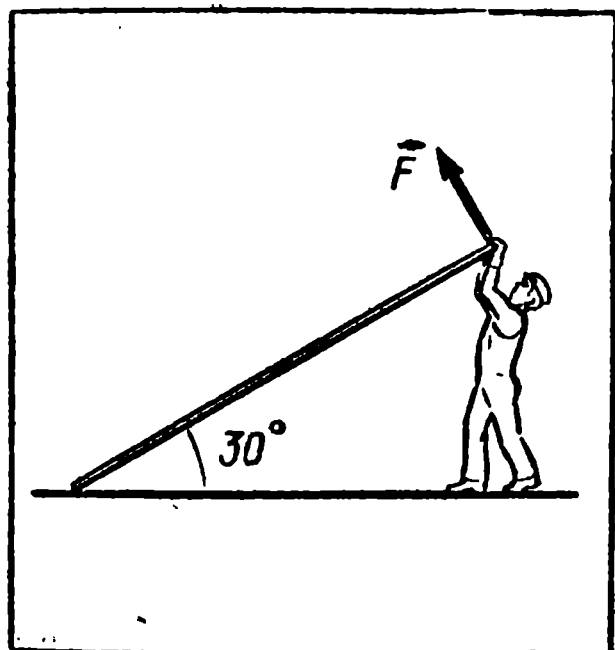


Рис. 55.

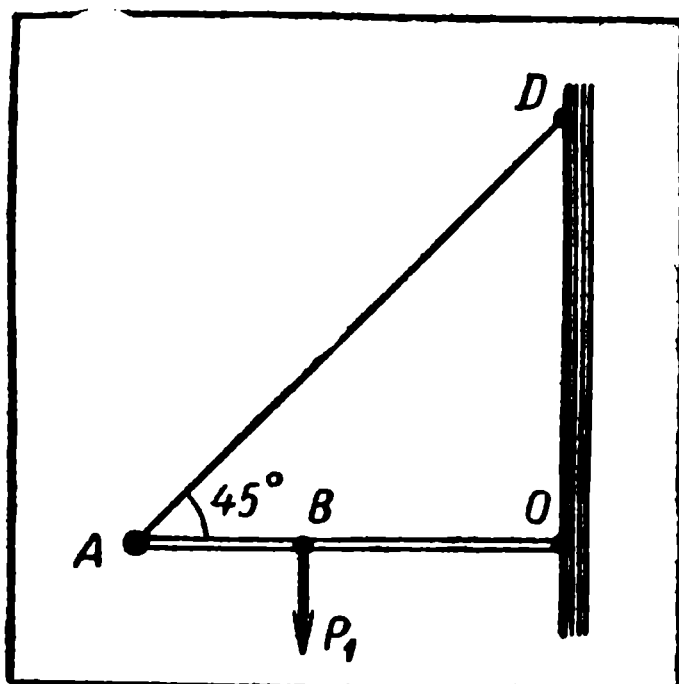


Рис. 56.

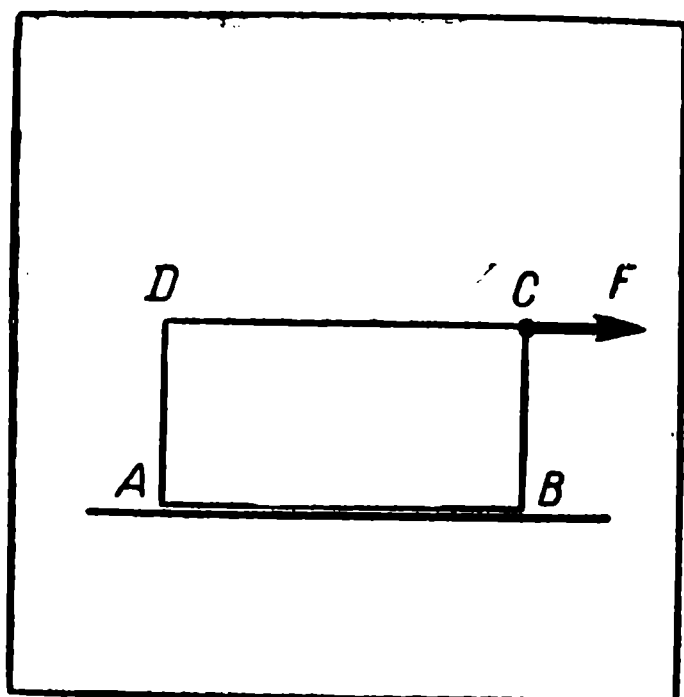


Рис. 57.

лельной плоскости основания (например, карандашом), постепенно перемещая точку приложения силы от K и L . Если действовать вблизи точки K , то брусок придет в поступательное движение; вблизи точки L — опрокинется. Надо найти такую точку приложения силы, когда наблюдается переход от поступательного движения к опрокидыванию, и измерить расстояние b от этой точки до точки K и длину a ребра AB . Доказать, что

коэффициент трения определяется формулой $\mu = \frac{a}{2b}$.

Определите таким методом коэффициент трения, производя необходимые измерения.

358. На наклонной плоскости с углом наклона α покоится однородный брусок, высота его b . На каком расстоянии от центра тяжести проходит сила реакции опоры?

359. Куда перемещается центр тяжести корабля при перенесении груза из трюма на палубу?

360. От однородного вала отрезали конец длиной 40 см. Куда и на сколько переместится центр тяжести?

361. Бревно уравновешено на тросе (рис. 59). Какая часть бревна окажется тяжелее, если его распилить в месте подвеса?

362. Два однородных шара с одинаковыми радиусами скреплены в точке касания. Масса одного шара в два ра-

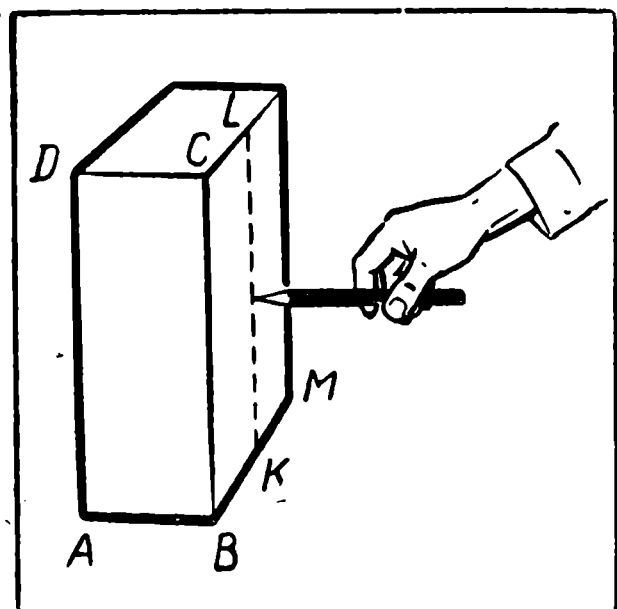


Рис. 58.

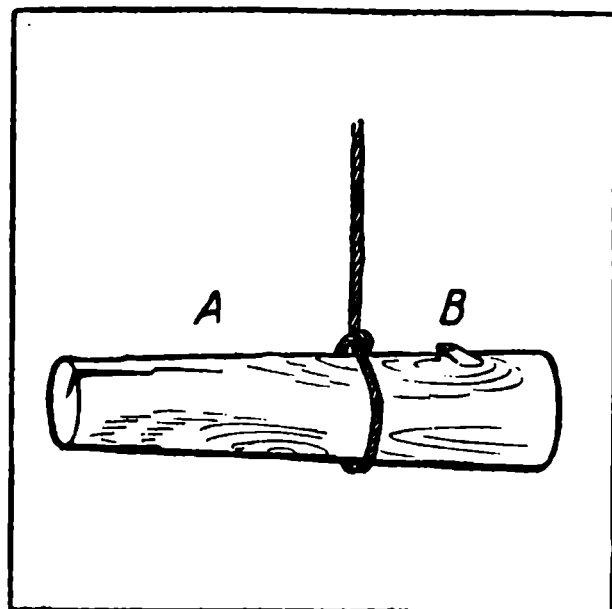


Рис. 59.

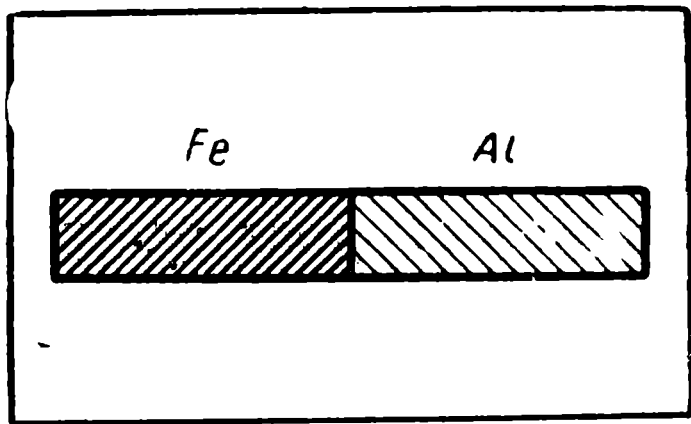


Рис. 60.

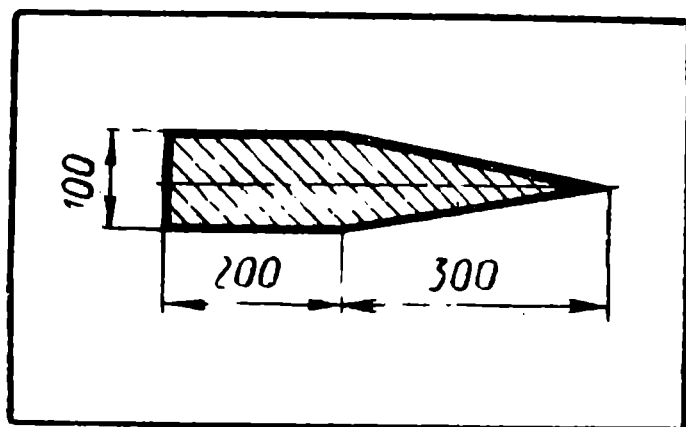


Рис. 61.

за больше массы другого. Определить центр тяжести системы.

363. Два однородных шара массами 10 и 12 кг с радиусами 4 и 6 см соединены посредством однородного стержня массой 2 кг и длиной 10 см. Центры шаров лежат на продолжении оси стержня. Найти центр тяжести этой системы.

364. Половина цилиндрического стержня состоит из стали, половина — из алюминия. Определить положение центра тяжести, если вся длина стержня 30 см (рис. 60).

365. Бревно длиной 12 м можно уравновесить в горизонтальном положении на подставке, отстоящей на 3 м от его толстого конца. Если же подставка находится в 6 м от толстого конца и на тонкий конец сядет рабочий массой 60 кг, бревно будет снова в равновесии. Определить массу бревна.

366. Найти центр тяжести однородной пластинки, размеры (в мм) и форма которой показаны на рисунке 61.

367. Пользуясь только линейкой и не производя никаких вычислений, найти построением положение центра тяжести однородной пластинки, изображенной на рисунке 62.

368. Почему человек, одевший на спину тяжелый рюкзак, наклонится немного вперед?

369. На рисунке 63 а, б, в изображены три одинако-

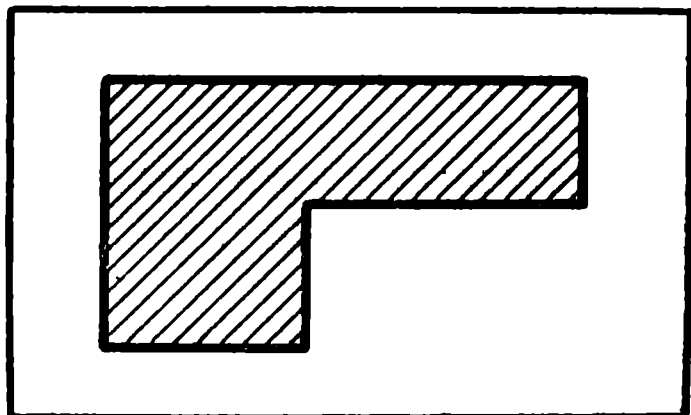


Рис. 62.

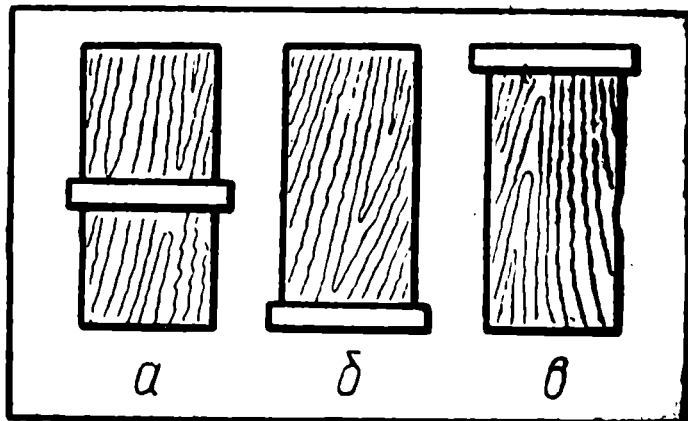


Рис. 63.

вых деревянных цилиндра с надетыми на них металлическими обручами. Сравните их устойчивость.

370. Два одинаковых грузовика везут кирпич и сено равной массы. Какая из машин устойчивее?

371. На горизонтальной поверхности стоят однородные сплошные цилиндр и конус с одинаковыми высотами и площадями основания. Какое из этих тел устойчивее?

372. Какой из двух однородных цилиндров, имеющих одинаковые площади основания и одинаковую массу, устойчивее: деревянный или стальной?

Глава VIII. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

§ 17. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

373. Два тела одинакового объема — стальное и свинцовое — движутся с одинаковыми скоростями. Сравнить импульсы этих тел.

374. При игре в хоккей шайбе массой 160 г сообщают скорость до 30 м/сек. Какую скорость надо сообщить футбольному мячу массой 480 г, чтобы он имел такой же импульс, как шайба?

375. Поезд массой 2000 т, двигаясь прямолинейно, увеличил скорость от 36 до 72 км/ч. Найти изменение импульса.

376. Шарик массой 100 г свободно упал на горизонтальную площадку, имея в момент удара скорость 10 м/сек. Найти изменение импульса при абсолютно неупругом и абсолютно упругом ударах.

377. Мяч массой 100 г, летевший со скоростью 20 м/сек, ударился о горизонтальную плоскость. Угол падения (угол между направлением скорости и перпендикуляром к плоскости) равен 60° . Найти изменение импульса, если удар абсолютно упругий, а угол отражения равен углу падения.

378. Материальная точка массой 1 кг равномерно движется по окружности со скоростью 10 м/сек. Найти изменение импульса за одну четверть периода, половину периода и целый период.

379¹. С неподвижной лодки, масса которой вместе с человеком 250 кг, бросают весло массой 5 кг с горизон-

¹ В этой и последующих задачах данной главы скорости, если нет специальных оговорок, указаны относительно Земли, а силы трения не учитываются.

тальной скоростью 10 м/сек . Какую скорость приобрела лодка?

380. Снаряд массой m_1 , летящий со скоростью v_1 параллельно рельсам, ударяет в неподвижную платформу с песком массой m_2 и застревает в песке. С какой скоростью станет двигаться платформа?

381. Два неупругих тела массами 2 и 6 кг движутся навстречу друг другу со скоростями 2 м/сек каждое. С какой скоростью и в какую сторону будут двигаться эти тела после удара?

382. На вагонетку массой 800 кг , катящуюся по горизонтальному пути со скоростью $0,2 \text{ м/сек}$, насыпали сверху 200 кг щебня. На сколько при этом уменьшилась скорость вагонетки?

383. Человек, склонившись с кормы движущейся лодки, выпускает из рук (без толчка) якорь. Изменяется ли при этом скорость лодки?

384. Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению ее движения. Какую скорость имела лодка, если она остановилась после двух быстро следующих друг за другом выстрелов? Масса охотника с лодкой 200 кг , масса заряда 20 г . Скорость вылета дроби и пороховых газов 500 м/сек .

385. Вагон массой 20 т , движущийся со скоростью $0,3 \text{ м/сек}$, нагоняет вагон массой 30 т , движущийся со скоростью $0,2 \text{ м/сек}$. Какова скорость вагонов после взаимодействия, если удар неупругий?

386. С лодки, движущейся со скоростью 3 м/сек , прыгает в воду в горизонтальном направлении мальчик со скоростью 6 м/сек в сторону, противоположную движению лодки. Какова будет скорость лодки после прыжка мальчика? Масса мальчика 50 кг , масса лодки без мальчика 150 кг . Все скорости указаны относительно воды.

387. С судна массой 750 т произведен выстрел из пушки в сторону, противоположную его движению, под углом 60° к горизонту. Насколько изменилась скорость судна, если снаряд массой 30 кг вылетел со скоростью 1 км/сек относительно судна?

388. Бильярдный шар 1 , движущийся со скоростью 10 м/сек , ударил о покоящийся шар 2 . После удара шары разошлись. Линии их движения после удара образуют с первоначальным направлением движения первого шара следующие углы: а) первый — 45° , второй — 45° ; б) первый — 60° , второй — 30° . Найти скорости шаров после

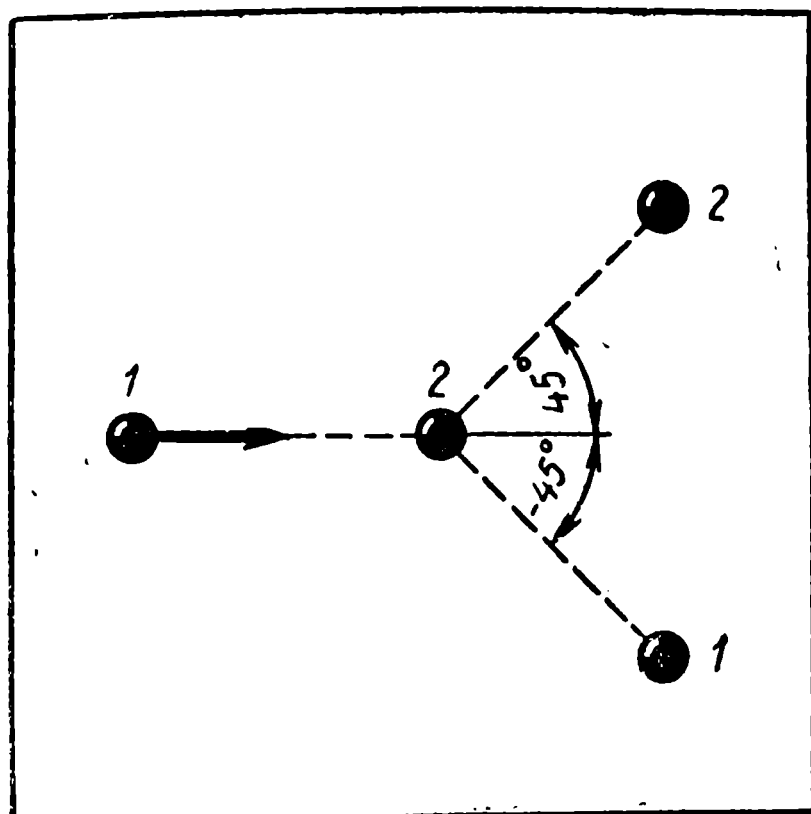


Рис. 64.

удара в каждом случае. Массы шаров одинаковы. На рисунке 64 показано движение шаров после удара для первого случая.

§ 18. МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА И МОЩНОСТЬ

389. Совершает ли работу сила тяжести при движении искусственного спутника Земли по круговой орбите?

390. Сплавщик передвигает багром плот,

прилагая к багру силу 200 н. Какую работу совершит сплавщик, переместив плот на 10 м, если угол между направлением силы и направлением перемещения 45° ?

391. Мальчик тянет санки, прилагая к веревке силу 100 н. Веревка образует с горизонтальным направлением угол в 30° . Какую работу производит мальчик на расстоянии 50 м?

392. Башенный кран поднимает в горизонтальном положении стальную балку длиной 5 м и сечением 100 см^2 на высоту 12 м. Какую полезную работу совершает кран?

393. Тело свободно падает с некоторой высоты. Равные ли работы совершает сила тяжести за одинаковые промежутки времени?

394. Какую работу совершает человек при поднятии тела массой 2 кг на высоту 1 м с ускорением 3 м/сек^2 ?

395. В воде с глубины 5 м поднимают до поверхности камень объемом $0,6 \text{ м}^3$. Плотность камня 2500 кг/м^3 . Найти работу по подъему камня.

396. Из воды с глубины 10 м кран поднимает стальную отливку массой 780 кг. Найти работу силы упругости троса, если отливка была поднята на высоту 4 м над поверхностью воды.

397. Скорость свободно падающего тела массой 4 кг на некотором пути увеличилась с 2 до 8 м/сек . Найти работу силы тяжести на этом пути.

398. Рабочий толкает вагонетку, двигая ее равноускоренно из состояния покоя в течение некоторого времени.

Сравнить работы, совершенные рабочим, за первую и вторую половины времени движения.

399. Мальчик бросил мяч массой 100 г вертикально вверх и поймал его в точке бросания. Мяч достиг высоты 5 м . Найти работу силы тяжести при движении мяча вверх, вниз, на всем пути.

400. На балкон, расположенный на высоте 6 м , бросили с поверхности земли предмет массой 200 г . Во время полета предмет достиг максимальной высоты 8 м от поверхности земли. Определить: а) какую работу (с учетом знака) совершила сила тяжести при полете предмета вверх, вниз, на всем пути; б) какую работу (с учетом знака) совершила сила тяжести, когда предмет бросили обратно по той же траектории.

401. Какую работу надо совершить, чтобы лежащий на земле однородный стержень длиной 2 м и массой 100 кг поставить вертикально?

402. На горизонтально расположенной доске лежит камень на расстоянии $\frac{1}{4}$ длины от ее левого конца. Сравнить работы, которые надо совершить, чтобы приподнять камень на одну и ту же высоту, прикладывая поочередно силы к правому и левому концам доски. Масса доски составляет $\frac{1}{5}$ массы камня.

403. Под действием силы 10 н пружина удлиняется на 4 мм . Начертить график зависимости растяжения пружины от приложенной силы. Рассчитать, какую работу надо произвести, чтобы растянуть пружину на 4 см .

404. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину с жесткостью 40 кН/м на $0,5\text{ см}$?

405. Динамометр, рассчитанный на 40 н , имеет пружину с жесткостью 500 н/м . Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину от середины шкалы до последнего деления?

406. Ученик при помощи динамометра, жесткость пружины которого $k=100\text{ н/м}$, равномерно переместил деревянный брусок массой $m=800\text{ г}$ по доске на расстояние $l=10\text{ см}$. Сравнить работу по преодолению трения с работой по растяжению пружины до начала движения бруска, если коэффициент трения $\mu=0,25$.

407. Автомобиль массой 2 т прошел по горизонтальной дороге при аварийном торможении путь 50 м . Найти работу силы трения, если коэффициент трения равен $0,4$.

408. Автомобиль массой 6000 кг движется равномерно со скоростью 10 м/сек. Найти работу силы тяги за 10 сек, если коэффициент сопротивления равен 0,05.

409. На рисунке 65 дан график скорости автобуса массой 20 т. Вычислить работу силы тяги, совершенную за 20 сек, если коэффициент сопротивления равен 0,05.

410. Троллейбус массой 20 т трогается с места с ускорением 2 м/сек². Найти работу силы тяги и работу силы сопротивления на первых 20 м пути, если коэффициент сопротивления равен 0,05. Какую кинетическую энергию приобрел троллейбус?

411. В наиболее высокой части Волго-Донского канала вода стоит на 44 м выше уровня воды в Доне. Какую полезную мощность развивают насосы, если они должны подавать на эту высоту 2700 м³ воды в минуту?

412. Пользуясь часами с секундной стрелкой и линейкой, а также зная свою массу, рассчитайте, какую вы развиваете мощность при подъеме по лестнице.

413. Трактор на пахоте преодолевает силу сопротивления 10 кН, развивая полезную мощность 40 кВт. С какой скоростью движется трактор?

414. Камень шлифовального станка имеет на рабочей поверхности скорость 30 м/сек. Обрабатываемая деталь прижимается к камню с силой в 100 Н, коэффициент трения 0,2. Какова механическая мощность двигателя станка (потери в механизме привода не учитывать)?

415. Поезд массой 1500 т движется на подъем, равный 0,004, со скоростью 16 м/сек при коэффициенте сопротивления 0,006. Какова полезная мощность локомотива?

416. Тяговая мощность (мощность на крюке) трактора равна 30 кВт. С какой скоростью может тянуть этот трактор прицеп массой 5 т на подъем 0,2 при коэффициенте сопротивления 0,4?

417. Вращающий момент вала двигателя рассчитывается по формуле $M = \frac{N}{2\pi\nu}$ (где ν — частота вращения вала, N — мощность двигателя, M — вращающий момент). Выведите эту формулу.

418. Вращающий момент на валу электродвигателя, приводящего в движение барабан молотилки, равен 66 Н·м. Найти мощность двигателя, если частота вращения вала двигателя 1440 об/мин.

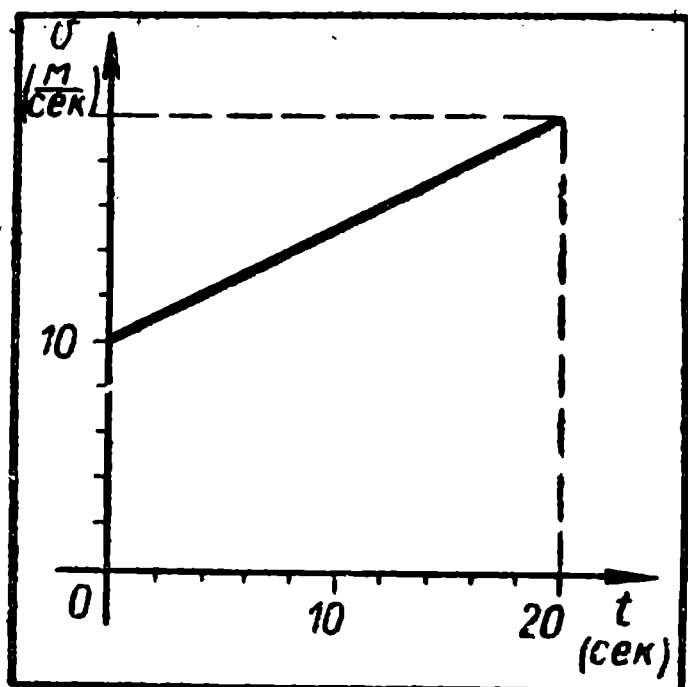


Рис. 65.

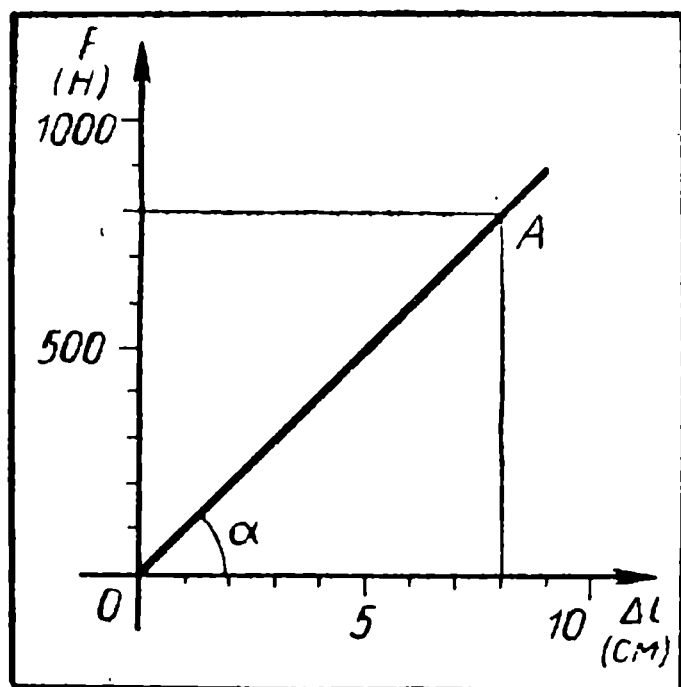


Рис. 66.

§ 19. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ. ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ

419. На рисунке 66 приведен график зависимости между упругим удлинением пружины динамометра и величиной растягивающей силы. Определите потенциальную энергию пружины, растянутой на 8 см. Укажите физический смысл тангенса угла α и площади треугольника под участком ОА графика.

420. При сжатии пружины детского пружинного пистолета на 3 см приложили силу в 20 н. Найти потенциальную энергию сжатой пружины.

421. Во сколько раз изменится потенциальная энергия пружины при увеличении ее абсолютного удлинения в 3 раза?

422. Во сколько раз кинетическая энергия самосвала массой 54 т, движущегося со скоростью 10 м/сек, больше кинетической энергии легкового автомобиля массой 2 т, движущегося со скоростью 30 м/сек?

423. Масса ударной части паровоздушного молота равна 2 т, а его кинетическая энергия в момент удара 36 кДж. Найти скорость ударной части молота.

424¹. Мяч массой 100 г брошен вертикально вверх со скоростью 20 м/сек. Какова его потенциальная энергия в высшей точке подъема?

425. Предмет массой 2,5 кг падает с высоты 5 м. Какие

¹ В этой и последующих задачах данного параграфа, если нет специальных оговорок, сопротивление воздуха не учитывать.

значения принимают потенциальная энергия и кинетическая энергия этого предмета на высоте 2 м над землей?

426. Камень брошен вертикально вверх со скоростью 10 м/сек. На какой высоте кинетическая энергия камня будет равна его потенциальной энергии?

427. Каковы значения потенциальной энергии и кинетической энергии стрелы массой 50 г, выпущенной из лука со скоростью 30 м/сек вертикально вверх, через 2 сек после начала движения?

428. С какой начальной скоростью v_0 надо бросить вниз мяч с высоты h , чтобы он подпрыгнул на высоту $2h$? Считать удар о землю абсолютно упругим.

429. Тело брошено со скоростью v_0 под углом α к горизонту. Определить его скорость на высоте $h \leq h_{\text{макс}}$.

430. Груз массой 25 кг висит на шнуре длиной 2,5 м. На какую наибольшую высоту можно отвести в сторону груз, чтобы при дальнейших свободных качаниях шнур не оборвался? Прочность шнура на разрыв 550 н.

431. Маятник массой m отклонен на угол α от вертикали. Какова сила натяжения нити при прохождении маятником положения равновесия?

432. В школьном опыте с «мертвой петлей» (рис. 67) шарик массой m отпущен с высоты $h = 3r$ (где r — радиус петли). С какой силой давит шарик в нижней и верхней точках петли?

433. При подготовке игрушечного пистолета к выстрелу пружину с жесткостью 800 н/м сжали на 5 см. Какую скорость приобретет пуля массой 20 г при выстреле в горизонтальном направлении?

434. Во сколько раз изменится скорость «снаряда» пружинного пистолета при выстреле в горизонтальном направлении: а) при увеличении сжатия пружины в 2 раза; б) при замене пружины другой, жесткость которой в 2 раза больше; в) при увеличении массы «снаряда» в 2 раза?

В каждом случае все остальные величины, от которых зависит скорость, остаются неизменными.

435. Железнодорожный вагон массой 20 т движется на упор со скоростью 0,2 м/сек. Обе буферные пружины вагона сжимаются, каждая на 4 см. Определить

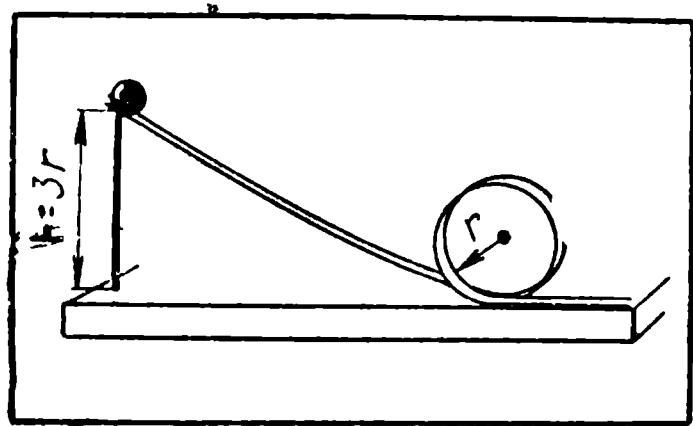


Рис. 67.

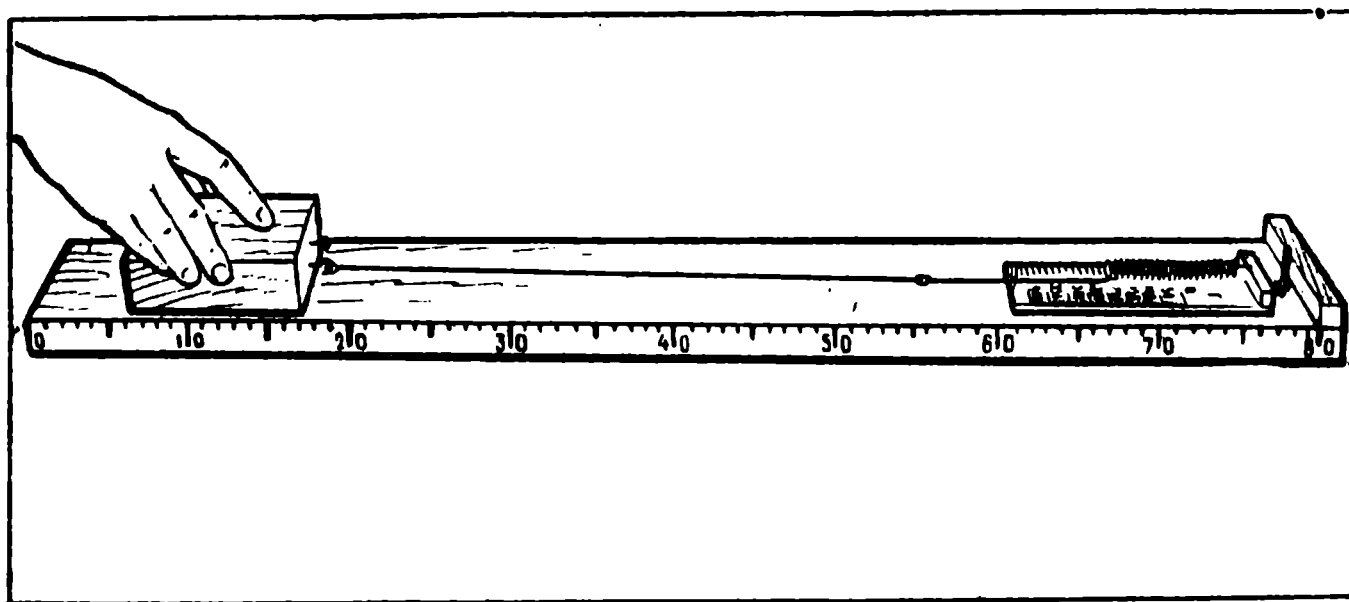


Рис. 68.

среднее и максимальное значения силы, действующей на каждую пружину.

436. Одинаковую ли скорость приобретает «снаряд» пружинного пистолета при выстреле горизонтально и вертикально вверх?

437. Найти скорость v вылета «снаряда» пружинного пистолета массой m при выстреле вертикально вверх, если жесткость пружины равна k , а сжатие x .

438. Для определения коэффициента трения была использована установка, изображенная на рисунке 68. Брусок массой m , прикрепленный к динамометру при помощи нити, оттягивают рукой; при этом записывают показания динамометра F и измеряют линейкой растяжение x пружины (по шкале динамометра). Отпускают брусок и измеряют путь l , пройденный бруском до остановки. Выведите формулу для расчета коэффициента трения μ . При возможности выполните работу.

439. Найти среднюю силу F сопротивления грунта при погружении в него сваи, если под действием падающей с высоты $h = 1,4$ м ударной части свайного молота массой $m = 6$ т свая погружается в грунт на расстояние $l = 10$ см. Массой сваи пренебречь.

440. С какой скоростью двигался поезд массой 1500 т, если под действием тормозящей силы в 150 кН он прошел с момента начала торможения до остановки путь 500 м?

441. Электропоезд в момент выключения тока имел скорость 8 м/сек. Какое расстояние пройдет он до полной остановки по горизонтальному пути, если тормоза не были включены, а коэффициент сопротивления равен 0,005?

442. Для легкового автомобиля, движущегося по асфальтовому шоссе со скоростью 15 м/сек, тормозной путь

равен 16 м, а путь свободного качения до остановки 370 м. Найти коэффициенты сопротивления в обоих случаях.

443. Сравнить тормозные пути груженого и порожнего автомобилей,двигающихся с одинаковой скоростью, если коэффициенты сопротивления движению при торможении одинаковы.

444. Камень массой 1 кг падает с высоты 20 м и в момент падения на землю имеет скорость 18 м/сек. Какая работа по преодолению сопротивления воздуха была совершена при падении?

445. Мяч массой 400 г, брошенный вертикально вверх со скоростью 20 м/сек, упал в ту же точку со скоростью 15 м/сек. Найти работу силы сопротивления воздуха.

446. Самолет массой 2 т движется в горизонтальном направлении со скоростью 50 м/сек. Находясь на высоте 420 м, он переходит на снижение при выключенном двигателе и достигает дорожки аэродрома, имея скорость 30 м/сек. Определить работу силы сопротивления воздуха во время планирующего полета.

447. Санки с седоком общей массой 100 кг съезжают из состояния покоя с горы высотой 8 м и длиной 100 м. Какова средняя сила сопротивления движению санок, если в конце горы они достигли скорости 10 м/сек?

448. Санки массой 80 кг съезжают из состояния покоя с горы длиной 200 м и высотой 20 м. Найти скорость в конце горы, если средняя сила сопротивления равна 60 н.

449. С горки высотой $h=2$ м и основанием $b=5$ м съезжают санки, которые останавливаются, пройдя горизонтально путь $l=35$ м от основания горы. Найти коэффициент трения, считая его одинаковым на всем пути.

450. Используя идею предыдущей задачи, определите на опыте коэффициент трения, например, между спичечным коробком и ученической линейкой.

451. Троллейбус массой 4 т подходит к подъему высотой 12 м и длиной 180 м со скоростью 10 м/сек. Найти среднюю мощность на этом подъеме, если конечная скорость равна 6 м/сек, а коэффициент сопротивления равен 0,03.

452. Санки массой 10 кг скатились с горы высотой 5 м и остановились на горизонтальном участке. Какую работу совершит мальчик, втаскивая санки на гору по линии их скатывания? Сопротивлением воздуха пренебречь.

453. Какую работу надо совершить, чтобы по наклонной плоскости с углом наклона 30° втащить груз массой

400 кг на высоту 2 м при коэффициенте трения 0,3? Каков к. п. д. наклонной плоскости?

454. Найти к. п. д. наклонной плоскости длиной 1 м и высотой 0,6 м, если коэффициент трения при движении по ней тела равен 0,1.

455. Выполняя лабораторную работу, ученик располагал деревянную доску под углом 30° к горизонту и втаскивал по ней деревянный брусок. К. п. д. наклонной плоскости в этом случае оказался 66%. Найти коэффициент трения дерева по дереву, используя эти данные.

456. Доказать, что к. п. д. η наклонной плоскости с углом наклона α при коэффициенте трения μ выражается формулой $\eta = \frac{1}{1 + \mu \operatorname{ctg} \alpha}$. Как изменяется к. п. д. наклонной плоскости при увеличении угла наклона?

457. Определить, каково соотношение при выстреле между кинетической энергией вылетающей дроби (вместе с пороховыми газами) и кинетической энергией ружья, если масса ружья в 100 раз больше, чем масса заряда.

458. Свинцовый шар массой $m = 500$ г движется со скоростью $v = 6$ м/сек и ударяет неподвижный шар такой же массы, после чего оба шара движутся с одинаковыми скоростями. На сколько изменится кинетическая энергия системы при ударе?

459. Автоматический пистолет имеет подвижный кожух, связанный с корпусом пружиной с жесткостью $k = 4$ кН/м. Масса кожуха $M = 400$ г, масса пули $m = 8$ г. При выстреле кожух должен отскочить назад на расстояние $x = 3$ см. Как велика должна быть минимальная скорость пули v при вылете, чтобы пистолет мог работать?

460. Движущийся шар столкнулся с покоящимся, после чего шары стали двигаться с одинаковой скоростью (удар неупругий). Сравнить кинетическую энергию системы до и после удара в следующих случаях: а) масса движущегося шара в 10 раз больше массы покоящегося; б) масса движущегося шара в 10 раз меньше массы покоящегося.

461. Неупругие шары с массами 1 и 2 кг движутся навстречу друг другу со скоростями соответственно 1 и 2 м/сек. Найти изменение кинетической энергии системы после удара.

462. Шар массой 100 г, движущийся со скоростью 15 м/сек, сталкивается с неподвижным шаром массой 50 г.

Найти скорости шаров после удара. Удар считать упругим и центральным.

463. Шар массой 100 г, движущийся со скоростью 2 м/сек сталкивается с неподвижным шаром массой 300 г. Каковы скорости шаров после удара? Удар центральный, упругий.

464. Доказать, что при упругом ударе мяча о стенку его скорость по модулю не изменяется. Рассмотреть только случай, когда мяч движется по прямой, перпендикулярной стенке.

465. При ударе по неподвижному мячу нога футболиста движется со скоростью v . С какой скоростью будет двигаться мяч, если удар считать центральным и упругим, а массу футболиста — во много раз большей массы мяча?

466. Где больше скорость течения воды в реке: на плесе (широкое и достаточно глубокое место) или на перекате (узкое и мелкое место)?

467. Скорость течения воды в широкой части трубы 10 см/сек. Какова скорость ее течения в узкой части, диаметр которой в 4 раза меньше диаметра широкой части?

468. Землесос вынимает 500 м^3 грунта в час. Объем пульпы (грунт, смешанный с водой) в 10 раз больше объема грунта. Какова скорость движения пульпы в трубе диаметром 0,6 м?

469. Камеры шлюза канала имени Москвы имеют длину 300 м, ширину 30 м и высоту 8 м. Для наполнения камеры воду подают по двум галереям квадратного сечения со сторонами по 4,5 м со средней скоростью 2,5 м/сек. Сколько времени требуется для заполнения камеры водой?

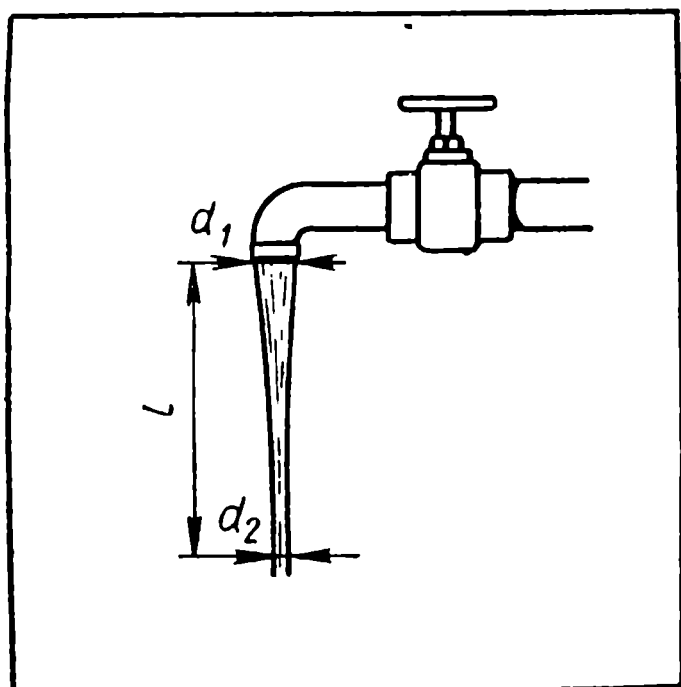


Рис. 69.

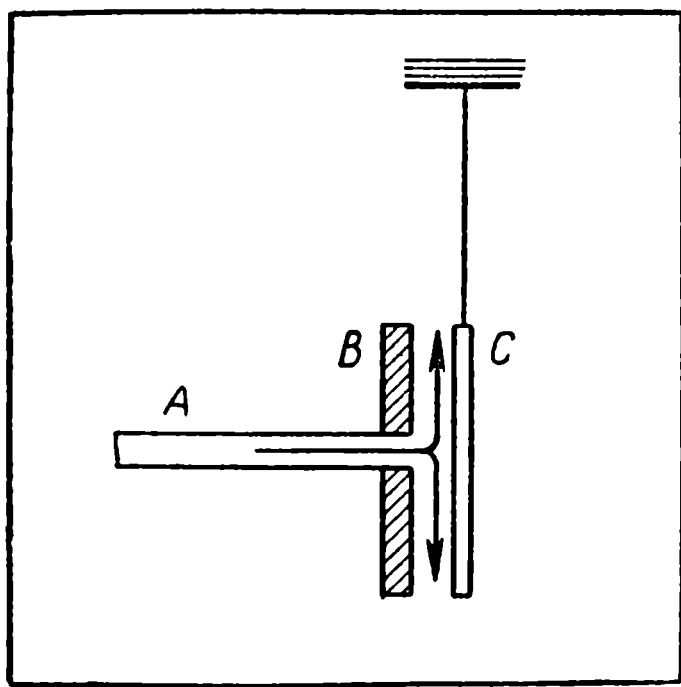


Рис. 70.

470. Струя фонтана с площадью сечения при выходе из трубы 10 см^2 поднимается на высоту 5 м. Найти расход воды (в $\text{м}^3/\text{сек}$). Сопротивление воздуха не учитывать.

471. Во сколько раз выше будет бить фонтан, если диаметр выходного отверстия трубы уменьшить в 2 раза? Расход воды считать прежним, а сопротивление воздуха не учитывать.

472. Откройте водопроводный кран и добейтесь устойчивой струи (рис. 69). Вычислите скорость v_1 вытекания струи, измерив диаметр d_1 струи у крана и диаметр d_2 струи на расстоянии l от крана. Проверьте полученный результат, измерив время t заполнения сосуда известной емкости V .

473. Если сильно дуть в трубку A (рис. 70), к концу которой прикреплен диск B , то подвешенный на близком расстоянии от него легкий картонный диск C станет притягиваться. Объясните явление.

474. Если через трубку A (рис. 71) продувать воздух, то при некоторой скорости его движения по трубке B будет подниматься вода, а из трубки C воздух будет выходить пузырьками. Объясните явление.

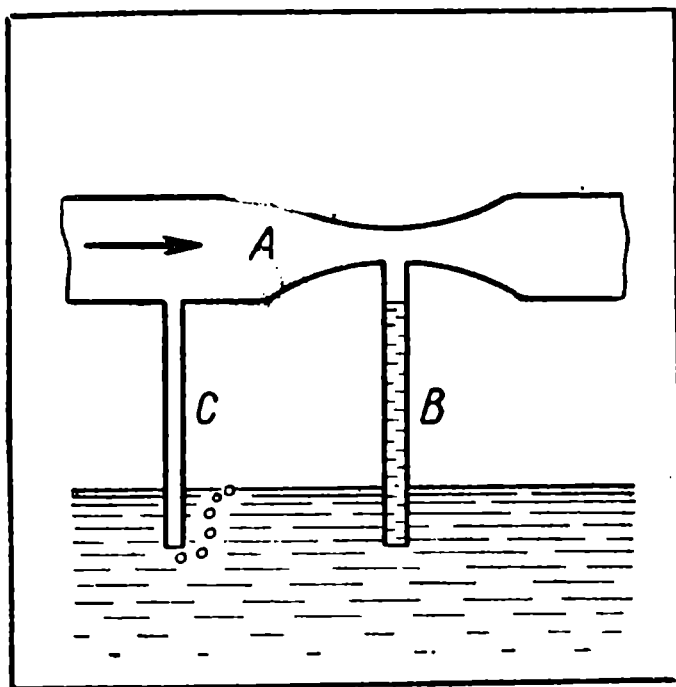


Рис. 71.

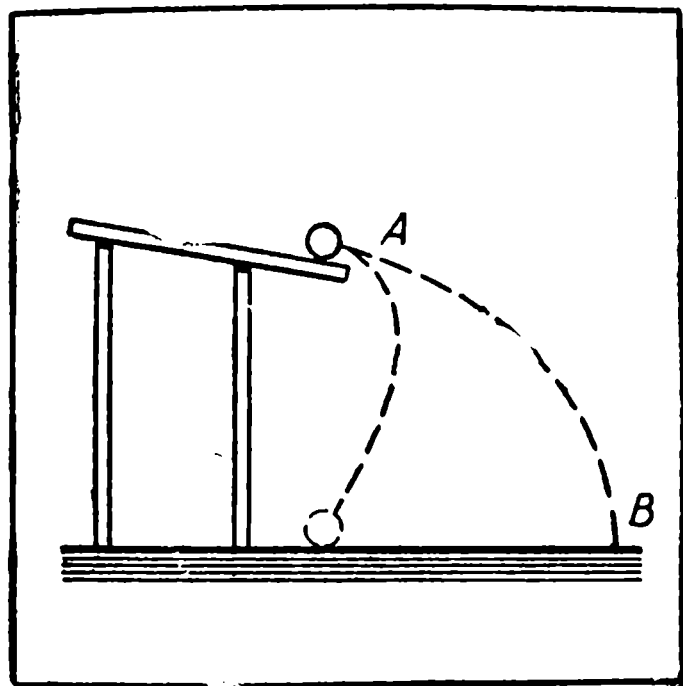


Рис. 72.

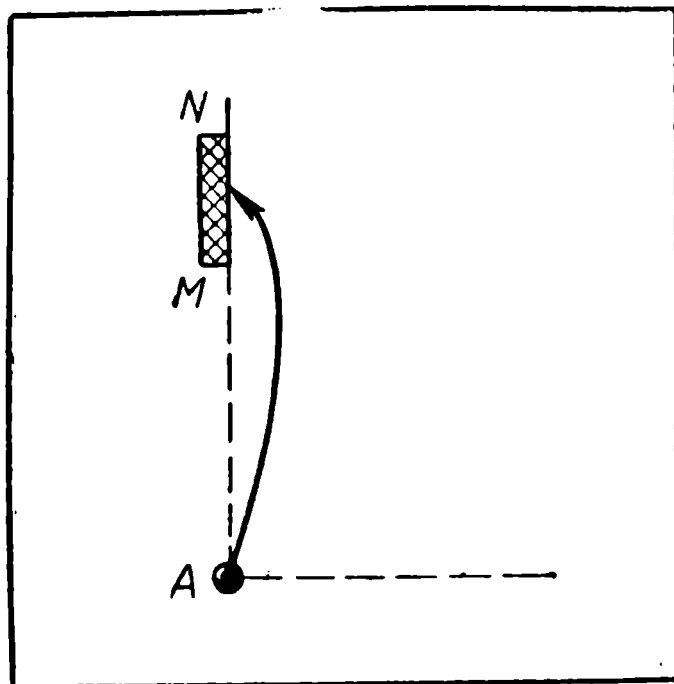


Рис. 73.

475. Почему легкий бумажный цилиндр, скатываясь с наклонной плоскости, движется не по параболе AB (рис. 72), а отклоняется к основанию наклонной плоскости?

476. На рисунке 73 показан план части футбольного поля. В каком направлении надо сообщить вращение мячу при угловом ударе из точки A , чтобы мяч, находясь на линии ворот, при отсутствии ветра мог попасть в ворота MN ?

ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Глава IX. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

§ 20. ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

477. На какой глубине объем пузырька воздуха, поднимающегося со дна водоема, в два раза меньше, чем у поверхности? Наружное давление 760 мм рт. ст. Температура на дне водоема и на поверхности одна и та же.

478. Баллон содержит 40 л сжатого воздуха под давлением 15 Мн/м^2 . Какой объем воды можно вытеснить из цистерны подводной лодки воздухом из этого баллона, если лодка находится на глубине 20 м , наружное давление воздуха 100 кн/м^2 ? Температура постоянная.

479. Запаянную с одного конца трубку опустили открытым концом в сосуд с ртутью. При этом ртуть вошла в трубку на 5 см выше ее уровня в сосуде (рис. 74), высота столба воздуха над ртутью оказалась равной 40 см . Атмосферное давление было 75 см рт. ст. На следующий день оказалось, что уровень ртути в трубке повысился на 1 см . Какое атмосферное давление было на следующий день, если температура осталась прежней?

480. В фляжке емкостью $0,5 \text{ л}$ находится $0,375 \text{ л}$ воды. Турист пьет из нее воду, плотно прижав губы к горлышку так, что в фляжку не попадает наружный воздух. Сколько воды удастся выпить туристу, если он может понизить давление оставшегося во фляжке воздуха до 60 см рт. ст. ? Наружное давление 76 см рт. ст.

481. В закрытом сосуде

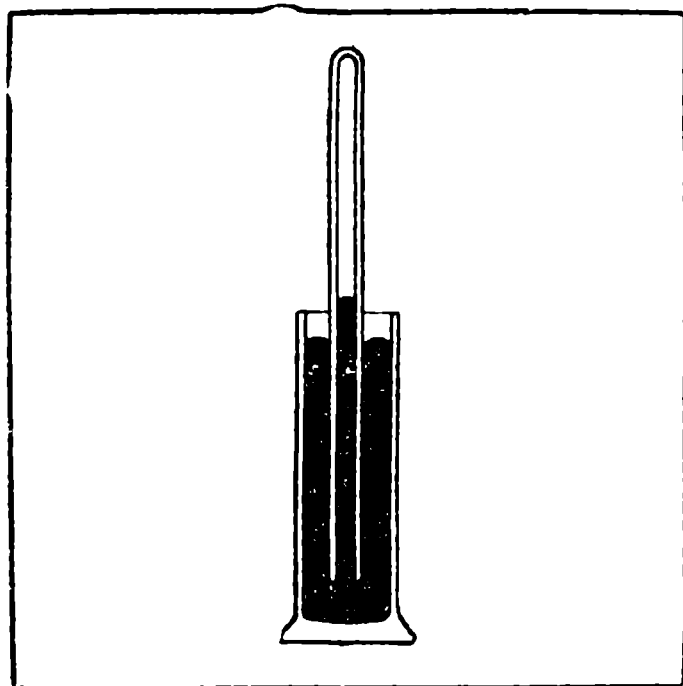


Рис. 74.

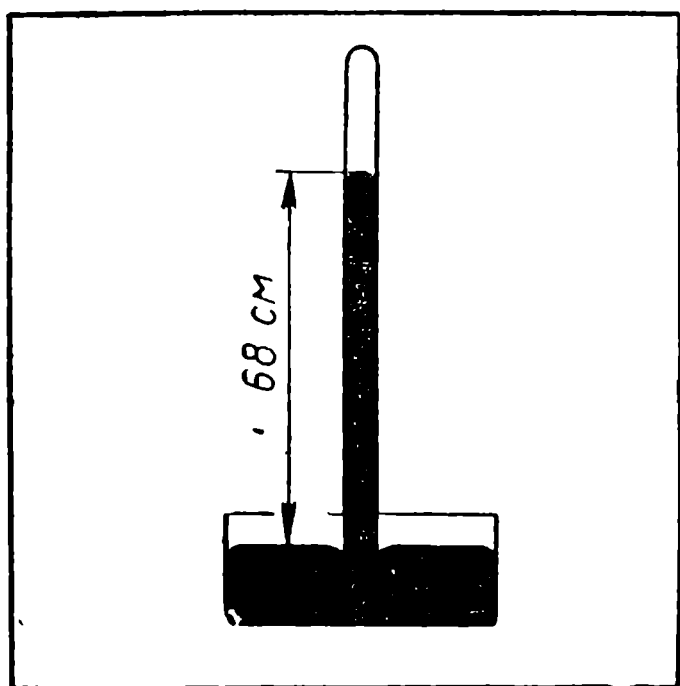


Рис. 75.

находится газ под давлением 500 кН/м^2 . Какое давление установится в этом сосуде, если после открытия крана $\frac{4}{5}$ массы газа выйдет наружу? Процесс изотермический.

482. В сосуде находится 5 кг газа под давлением 1 Мн/м^2 . Какое количество газа вышло из баллона, если давление понизилось до $0,2 \text{ Мн/м}^2$. Температура постоянная.

483. В сосуд объемом V нагнетают воздух при помощи поршневого насоса, объем цилиндра которого V_0 . Каким будет давление воздуха в сосуде после n качаний? Первоначальное давление воздуха в сосуде равно наружному давлению p_0 . Процесс считать изотермическим.

484. В барометрическую трубку (рис. 75) попал пузырек воздуха, и вследствие этого высота столба ртути оказалась равной 68 см . Какова плотность этого воздуха, если атмосферное давление 76 см рт. ст. , а температура 0°C ?

485. Какова плотность сжатого воздуха при 0°C в камере шины автомобиля «Волга», если он находится под давлением $0,17 \text{ Мн/м}^2$ (избыточным над атмосферным)? Атмосферное давление 100 кН/м^2 .

486. Посередине цилиндра, закрытого с обоих концов, находится поршень. Давление газа в обеих половинах цилиндра $0,1 \text{ Мн/м}^2$. Поршень переместили так, что объем одной части стал в 2 раза меньше, чем второй. Какова разность давления на обе стороны поршня? Температура постоянная.

487. Закрытый цилиндрический сосуд высотой h разделен на две равные части невесомым поршнем, скользящим без трения. При застопоренном поршне обе половины заполнены газом, причем в одной из них давление в n раз больше, чем в другой. На сколько передвинется поршень, если снять стопор? Температуру полагать неизменной.

488. В U-образную трубку сечением 1 см^2 , запаянную с одного конца, налита ртуть. Уровни ртути в обоих коленах одинаковы. Высота столба воздуха в запаянном ко-

лене 10 см. Сколько ртути надо налить в открытое колено, чтобы высота столбика воздуха в запаянном колене уменьшилась на 1 см? Атмосферное давление равно 760 мм рт. ст. Процесс изотермический.

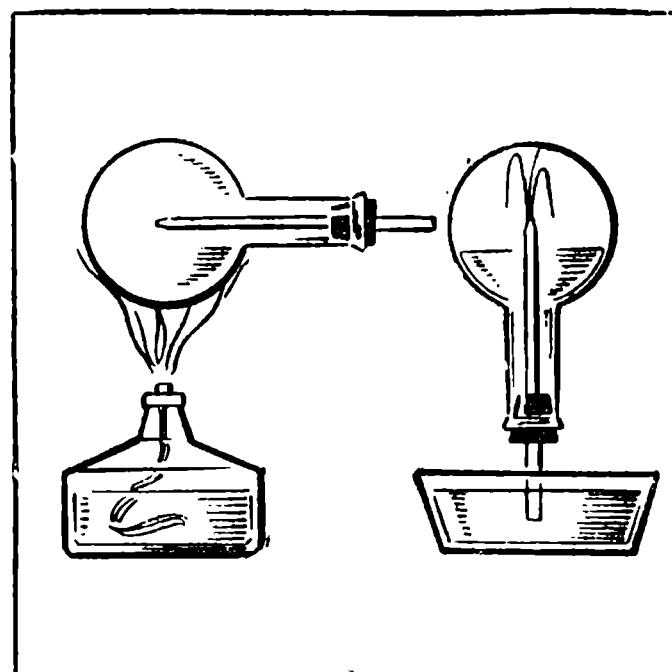


Рис. 76.

Рис. 77.

489. Открытую с обеих сторон стеклянную трубку длиной 60 см опускают в сосуд со ртутью на $\frac{1}{3}$ длины. Затем, закрыв верхний конец трубки, вынимают ее из ртути. Какой длины столбик ртути останется в трубке? Атмосферное давление 760 мм рт. ст.

490. В классе был показан такой опыт. Стеклянный баллон (рис. 76), в который вставлена открытая с обоих концов трубка, нагревался на спиртовке. Затем конец трубки был опущен в воду. Вода начала подниматься по трубке и бить фонтанчиком (рис. 77). Какое явление иллюстрировал опыт? До какой температуры был нагрет воздух, если в баллон вошла вода, заполнившая его на 20%? Температура воздуха в классе 20°C.

491. В цилиндре находится воздух при температуре 7°C. На расстоянии 25 см от основания цилиндра расположен поршень. На сколько переместится поршень при нагревании воздуха на 20°C, если наружное давление и давление внутри цилиндра до нагревания одинаковы и равны 76 см рт. ст.? Весом поршня пренебречь.

492. До какой температуры следует изобарически нагреть газ, чтобы его плотность уменьшилась вдвое по сравнению с плотностью его при 0°C?

493. Во сколько раз и как изменится плотность идеального газа при понижении температуры от 127 до 7°C, если давление останется постоянным?

494. Смешали 3 л углекислого газа, находящегося под давлением 72 см рт. ст., и 4 л азота, давление которого 68 см рт. ст. Затем объем смеси довели до 10 л, сохраняя температуру неизменной. Определить давление смеси газов.

495. В двух баллонах, емкости которых 40 и 15 л содержатся два разных газа при одинаковых температурах.

В первом баллоне давление $0,4 \text{ Мн/м}^2$, а во втором — $1,2 \text{ Мн/м}^2$. Каким будет общее давление смеси и парциальные давления каждого из газов, если баллоны соединить? Считать, что температура после смешения остается прежней.

496. Почему в жаркую погоду резиновый мяч при ударе о пол сжимается меньше, чем при таком же ударе в холодную погоду?

497. Возьмите стакан (лучше тонкостенный) и поместите его в горячую воду на несколько минут. Вытащите его из воды и опрокиньте вверх дном на клеенку стола, слегка придавив. Через несколько минут попробуйте снять стакан с клеенки. Объясните, почему это трудно сделать.

498. Стальной баллон, снабженный манометром, содержит сжатый газ. При 10°C манометр показывает давление $0,26 \text{ Мн/м}^2$, а при 32°C — $0,28 \text{ Мн/м}^2$. Найти по этим данным термический коэффициент давления.

499. Воздух в автомобильной камере находится под давлением 40 кн/м^2 и при температуре -13°C . Каким будет давление воздуха в камере, если в результате длительного движения автомобиля воздух в камере нагрелся до $+22^\circ\text{C}$? Объем камеры считать неизменным.

500. Бутылка, наполненная газом, плотно закрыта пробкой площадью сечения $2,5 \text{ см}^2$. До какой температуры надо нагреть газ, чтобы пробка вылетела из бутылки, если сила трения, удерживающая пробку, 12 н ? Первоначальное давление воздуха в бутылке и наружное давление одинаковы и равны 100 кн/м^2 , а начальная температура равна -3°C .

501. До какой температуры была нагрета некоторая масса идеального газа, если при нагревании ее на 1 град давление возросло на $1/400$ часть первоначального давления? Процесс изохорический.

502. Какова зависимость числа молекул газа в единице объема от абсолютной температуры при изохорическом процессе? при изобарическом процессе?

503. Построить графики зависимости давления от объема для 64 г кислорода при 0°C .

504. Какой вид имеют графики изохорического, изобарического и изотермического процессов для одной и той же массы идеального газа в координатах pV , VT , pT ?

505. Чем отличаются друг от друга графики зависимости давления от температуры для: а) двух одинаковых масс идеального газа, нагреваемых изохорически в сосу-

дах разного объема; б) двух разных масс, нагреваемых изохорически в одинаковых по объему сосудах?

506. На рисунке 78 представлены две изохоры для одной и той же массы идеального газа. Как относятся их объемы газа, если углы наклона изохоры к оси абсцисс равны α_1 и α_2 ?

507. Показать, какой вид имеют графики изменения плотности идеального газа от температуры при изохорическом и изобарическом процессах.

508. Зная число Авогадро, найти массу молекулы и атома водорода.

509. Сколько молекул содержится в 1 г углекислого газа?

510. Сколько молекул содержится в 100 г водяного пара?

511. Зная число Авогадро N_A , плотность данного вещества ρ и его молярную массу M , вывести формулы для вычисления числа молекул в единице его массы и в единице объема.

512. Находившаяся в стакане вода массой 200 г полностью испарилась за 20 суток. Сколько в среднем молекул воды вылетало с ее поверхности за 1 сек?

513. В озеро, имеющее среднюю глубину 10 м и площадь поверхности 20 км², бросили кристаллик поваренной соли массой 0,01 г. Сколько молекул этой соли оказалось бы в наперстке воды объемом 2 см³, зачерпнутой из озера, если полагать, что соль, растворившись, равномерно распределилась во всем объеме воды?

514. Газ при давлении 0,2 Мн/м² и температуре 15°C имеет объем 5 л. Чему равен объем этой массы газа при нормальных условиях?

515. Вычислить газовую постоянную для 8,8 кг углекислого газа.

516. Теплота сгорания 1 м³ саратовского природного газа при нормальных условиях $3,6 \cdot 10^7$ Дж. Определить теплоту сгорания 1 м³ этого газа, если он находится под давлением 800 мм рт. ст. и при температуре 7°C.

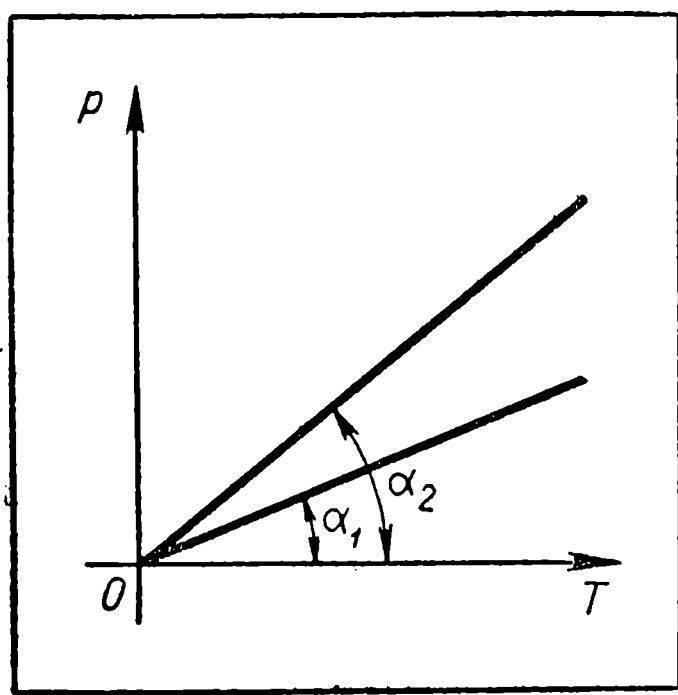


Рис. 78.

517. При увеличении абсолютной температуры идеального газа в 2 раза давление газа увеличилось на 25%. Во сколько раз при этом изменился объем?

518. В баллоне находится идеальный газ при температуре 40°C . До какой температуры следует его нагреть, чтобы давление увеличилось вдвое, а объем увеличился на $\frac{1}{8}$ часть первоначального объема?

519. Для работы пневматических инструментов используется сжатый воздух¹. Под каким давлением он находится в баллоне емкостью 20 л при 12°C , если масса воздуха 2 кг?

520. Какова масса воздуха в комнате объемом $6 \times 4 \times 3 \text{ м}^3$ при температуре 20°C и давлении 770 мм рт. ст.?

521. Сжатый компрессором воздух используется для приведения в действие воздушных тормозов железнодорожных вагонов. Под каким давлением он находится, если при температуре 20°C его плотность равна 8 кг/м^3 ?

522. Стальной баллон наполнен азотом при температуре 12°C . Давление азота 15 Мн/м^2 . Найти плотность азота при этих условиях. При какой температуре давление возрастет до 18 Мн/м^2 ? Расширением стенок баллона пренебречь.

523. Азот и водород при одинаковой температуре имеют одинаковые плотности. Как относятся их давления?

524. Найти число молей идеального газа, если при давлении 200 кн/м^2 и температуре 15°C его объем 40 л.

525. Чему равна молярная масса газа, который при давлении 100 кн/м^2 и температуре 27°C имеет плотность $0,16 \text{ кг/м}^3$?

526. Аэростат наполняется водородом при 20°C и давлении 750 мм рт. ст. до объема 300 м^3 . Сколько времени будет производиться наполнение, если из баллона каждую секунду переходит в аэростат 2,5 г водорода?

527. В баллоне находится газ при температуре 15°C . Во сколько раз уменьшится давление газа, если 40% его выйдет из баллона, а температура при этом понизится на 8 град?

528. Сравните объем, давление и температуру одной и той же массы идеального газа в состояниях, изображаемых на рисунке 79 точками А и В.

529. По графику, приведенному на рисунке 80, определить, как изменяется давление идеального газа при переходе из состояния 1 в состояние 2. Масса газа постоянная.

¹ Молярную массу воздуха считать равной $0,029 \text{ кг/моль}$.

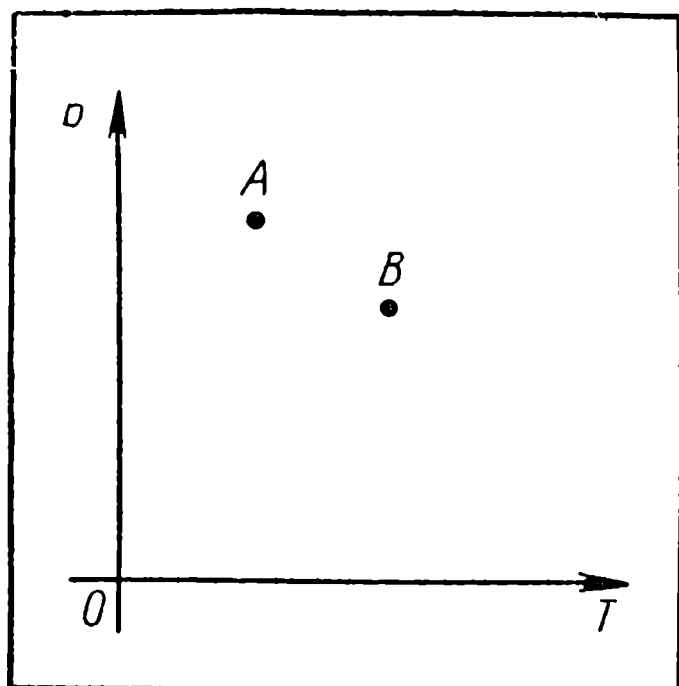


Рис. 79.

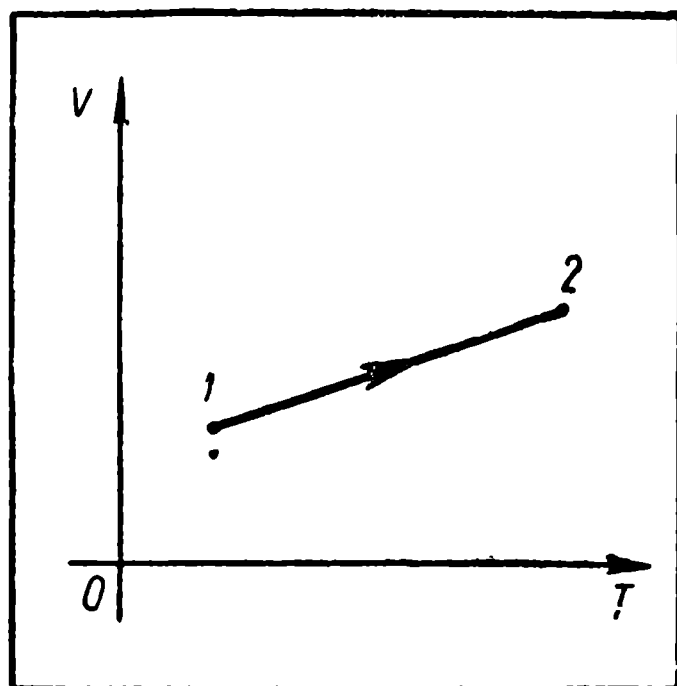


Рис. 80.

530. На рисунке 81 представлен замкнутый цикл. Участок CD соответствует изотерме. Вычертить эту диаграмму в координатах pT и VT .

531. С некоторой массой идеального газа был произведен круговой процесс, изображенный на рисунке 82. Объясните, как изменялся объем газа при переходах 1—2, 2—3, 3—4, 4—1.

§ 21. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ С УЧЕТОМ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ

532. Для отопления жилых помещений пользуются калориферами — системой труб, внутри которых движется горячая вода и водяной пар. Какое количество воды должно протекать в калорифере в течение часа для поддержания постоянной температуры в комнате, если от-

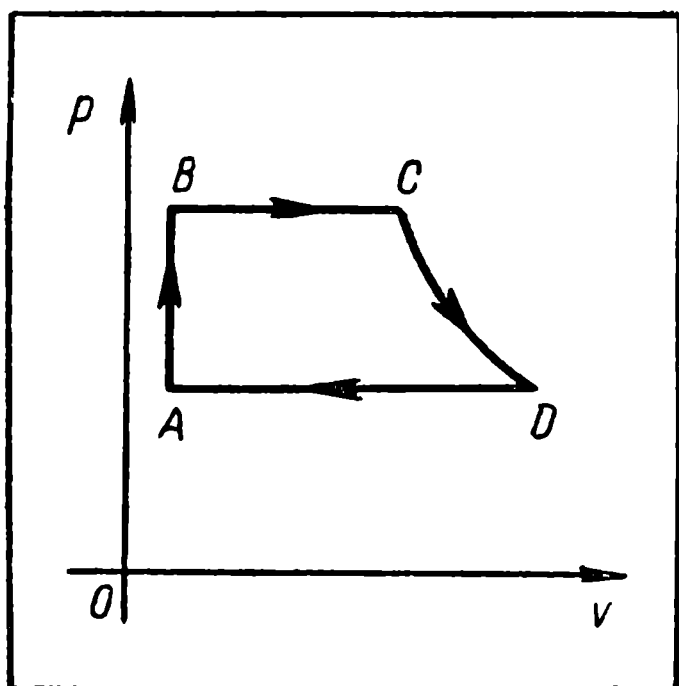


Рис. 81.

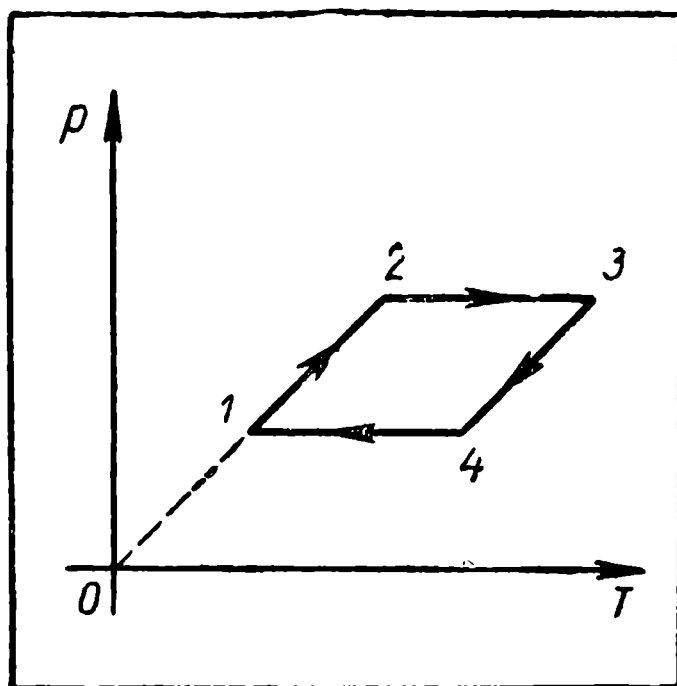


Рис. 82.

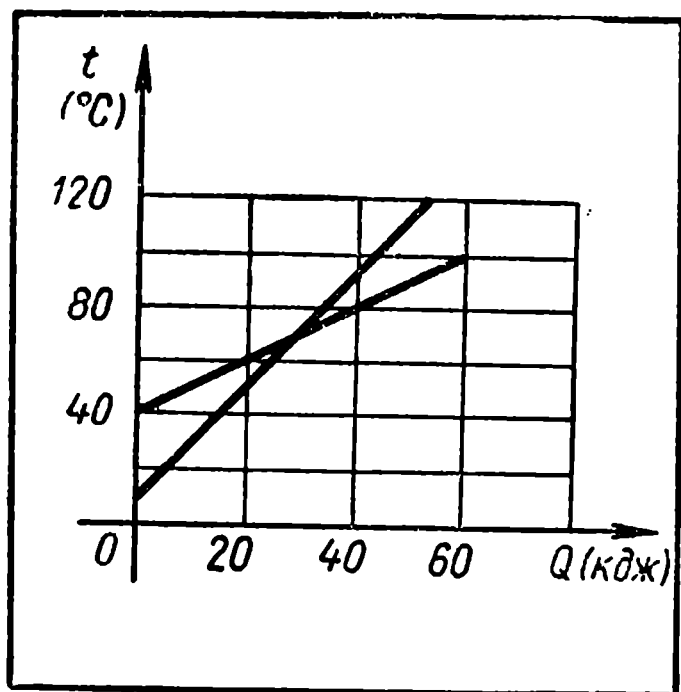


Рис. 83.

дача ею внутренней энергии составляет 42 кДж/мин ? Температура воды, поступающей в калорифер, равна 54°C , а вытекающей 48°C ?

533. В холодильник был поставлен алюминиевый бидон, в котором находилось 3 л молока. Масса пустого бидона $0,5 \text{ кг}$. За 20 мин температура бидона с молоком понизилась от 18 до 3°C . Определить среднее уменьшение внутренней энергии бидона с молоком за одну ми-

нуту. Удельную теплоемкость молока считать такой же, как у воды.

534. На рисунке 83 изображены графики изменения температуры двух тел в зависимости от подводимого количества теплоты. Какова начальная и конечная температура каждого тела? Каковы их удельные теплоемкости, если масса каждого из них равна 2 кг ?

535. Вычислить к. п. д. газовой горелки, если в ней используется газ, теплота сгорания которого $3,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^3$, а на нагревание чайника с 3 л воды от 10°C до кипения было израсходовано 60 л газа. Теплоемкость чайника 100 Дж/град .

536. В ванне находится 400 л воды при температуре 30°C . Из крана колонки вытекает горячая вода при 60°C . На сколько минут надо открыть кран колонки, чтобы установилась температура 35°C ? За минуту из крана вытекает 10 л воды.

537. В калориметр с теплоемкостью 63 Дж/град было налито 250 г масла при 12°C . После опускания в масло медного тела массой 500 г при 100°C общая температура установилась 33°C . Какова удельная теплоемкость масла по данным опыта?

538. Смесь из свинцовых и алюминиевых опилок с общей массой 150 г и температурой 100°C погружена в калориметр с водой, температура которой 15°C , а масса 230 г. Окончательная температура установилась 20°C . Теплоемкость калориметра $41,9 \text{ Дж/град}$. Сколько свинца и алюминия было в смеси?

539. Ученик заметил, что для нагревания на электрической плитке некоторой массы воды от 15 до 25°C потребовалось 5 мин, а для нагревания ее от 80 до 90°C потребовалось 6,5 мин. Чем объяснить такое различие во времени нагревания?

540. С высоты h свободно падает кусок металла, удельная теплоемкость которого c . На сколько градусов Δt поднялась его температура при ударе о землю, если считать, что k % механической энергии куска металла идет на его нагревание?

541. Стальной осколок, падая с высоты 500 м, имел у поверхности земли скорость 50 м/сек. На сколько градусов нагрелся осколок, если считать, что вся работа сопротивления воздуха пошла на нагревание осколка?

542. Свинцовая пуля летит со скоростью 150 м/сек и ударяет в земляной вал. На сколько градусов поднялась температура пули, если 75% механической энергии пули пошло на ее нагревание?

543. Свинцовая пуля имела скорость 200 м/сек. Пробив кусок фанеры, она нагрелась на 80 град. На сколько уменьшилась скорость пули, если считать, что вся израсходованная механическая энергия пошла на нагревание пули?

544. Многократное перегибание алюминиевой проволоки массой 2 г нагревает ее на 40 град. Какая была совершена работа, если только 30% ее пошло на нагревание проволоки?

545. При трении двух тел, теплоемкости которых по 840 Дж/град, температура повысилась через 10 мин на 30 град. Какая мощность развивалась при этом, если на нагревание пошло 50% израсходованной энергии?

546. Для получения газированной воды через воду пропускают сжатый углекислый газ. Почему температура воды при этом понижается?

547. В дизельном двигателе при первом такте засасывается в цилиндр воздух, который при втором такте сильно сжимается (в 30—40 раз). Почему температура воздуха при этом столь значительно повышается, что при впрыскивании в цилиндр горючего во время третьего такта оно воспламеняется?

548. В сосуд, на дне которого была вода, накачали воздух. Когда открыли кран и сжатый воздух вырвался наружу, сосуд заполнился водяным туманом. Почему это произошло?

549. До какой температуры надо нагреть 4 кг кислорода, взятого при 0°C , чтобы при его изобарическом расширении была совершена работа 10,4 кДж?

550. Газ в цилиндре, расширяясь вследствие нагревания на 100 град, совершил работу 4,15 кДж. Определить число молей этого газа. Процесс изобарический.

551. На сколько градусов надо изобарически нагреть воздух в цилиндре, чтобы работа при его расширении составила 5000 Дж? Первоначальный объем воздуха 1 м^3 , его температура 12°C и давление $0,2\text{ Мн/м}^2$.

552. В цилиндре, площадь основания которого $0,06\text{ м}^2$, находится воздух при 10°C под давлением $0,5\text{ Мн/м}^2$. Поршень расположен на высоте 0,4 м над основанием цилиндра. На сколько поднимется поршень и какая будет совершена работа при изобарическом нагревании воздуха на 35 град?

553. В цилиндре находится 2 кг воздуха. Его нагревают на 30 град при постоянном давлении 100 кн/м^2 . Определить работу при изобарическом расширении, приращение внутренней энергии и увеличение объема.

554. Во сколько раз количество теплоты, которое идет на нагревание газа при постоянном давлении, больше работы, совершаемой газом при расширении? Удельная теплоемкость газа при постоянном давлении C_p , молярная масса M .

555. Вычислить увеличение внутренней энергии 2 кг водорода при повышении его температуры на 10 град.

556. В цилиндре нагревают 1,4 кг азота от 20 до 200°C . Какую работу при этом совершает газ? Какое количество теплоты необходимо сообщить газу, если расширение его вследствие нагревания происходит при постоянном давлении?

557. Объем 160 г кислорода, температура которого 27°C , при изобарическом нагревании увеличился вдвое. Найти работу газа при расширении, количество теплоты, которое пошло на нагревание кислорода, изменение внутренней энергии.

558. При изобарическом нагревании 800 молей газа от 20 до 520°C газ поглощает 9,4 МДж тепла. Определить работу газа и приращение внутренней энергии.

559. Что обладает большей внутренней энергией: рабочая смесь, находящаяся в цилиндре двигателя внутреннего сгорания к концу такта сжатия (до проскакивания искры), или продукт ее горения к концу рабочего хода?

560. Каково среднее давление газов во время рабочего хода в цилиндре двигателя автомобиля «Москвич», если при 3600 об/мин развиваемая мощность равна 17 кВт? Диаметр цилиндра 67,5 мм, ход поршня 75 мм. Двигатель четырехцилиндровый.

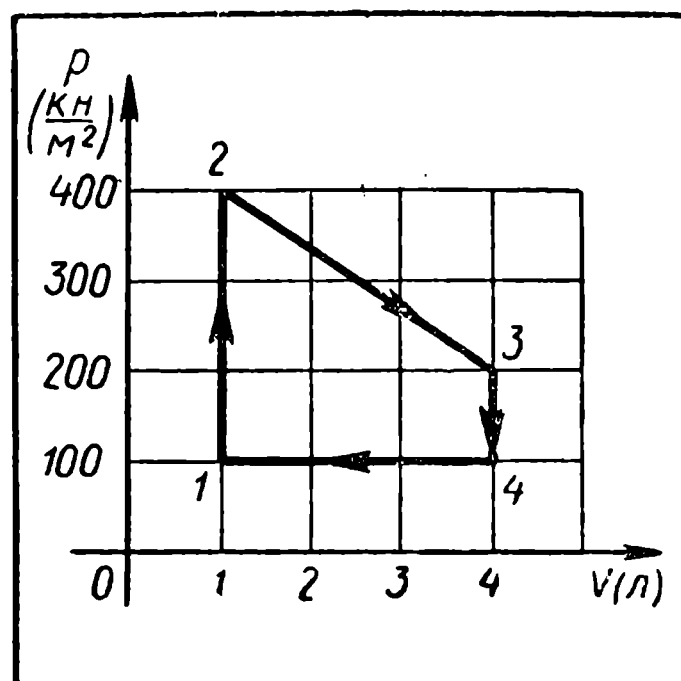


Рис. 84.

561. Какую работу совершает идеальный газ за один цикл, изображенный на рисунке 84?

562. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 117°C , а холодильника 27°C . Количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя за 1 сек равно 60 кДж. Вычислить к. п. д. машины, количество теплоты, отдаваемое холодильнику в 1 сек, и мощность машины.

563. В идеальной тепловой машине за счет каждого килоджоуля энергии, получаемой от нагревателя, совершается работа 300 Дж. Определить к. п. д. машины и температуру нагревателя, если температура холодильника 17°C .

564. В паровой турбине расходуется 0,35 кг дизельного топлива на 1 кВт·ч. Температура поступающего в турбину пара 250°C , температура холодильника 30°C . Вычислить фактический к. п. д. турбины и сравнить его с к. п. д. идеальной тепловой машины, работающей при тех же температурных условиях.

565. Гусеничный трактор развивает номинальную мощность 60 кВт и при этой мощности расходует в среднем в час 18 кг дизельного топлива. Найти к. п. д. его двигателя.

566. Какую среднюю мощность развивает установленный на велосипеде двигатель, если при скорости движения 25 км/ч расход бензина составлял 1,7 л на 100 км пути, а к. п. д. двигателя 20%?

567. Междугородный автобус прошел путь 80 км за 1 ч. Двигатель при этом развивал среднюю мощность 70 кВт при к. п. д., равном 25%. Сколько дизельного топлива, плотность которого 800 кг/м^3 , сэкономил водитель в рейсе, если норма расхода горючего 40 л на 100 км пути?

Глава X. МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

§ 22. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

568. Полагая, что молекулы имеют сферическую форму, и зная, что объем молекулы воды приблизительно равен $1,1 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3$, найдите, сколько процентов от всего пространства, занятого водой, приходится на долю самих молекул и сколько на долю промежутков между ними.

569. Капля оливкового масла растеклась по поверхности воды и образовала пленку толщиной около $2,2 \cdot 10^{-7} \text{ см}$. Полагая, что в толщине пленки уложилось два слоя молекул масла, определите приблизительный диаметр молекулы масла.

570. Считая, что диаметр молекул водорода составляет около $2,3 \cdot 10^{-8} \text{ см}$, подсчитайте, какой длины получилась бы нить, если бы все молекулы, содержащиеся в 1 мг этого газа, были расположены в один ряд вплотную друг к другу. Сопоставьте длину этой нити со средним расстоянием от Земли до Луны ($3,8 \cdot 10^5 \text{ км}$).

571. Кристаллы поваренной соли NaCl имеют кубическую структуру и состоят из чередующихся ионов Na^+ и Cl^- . Определите среднее расстояние между их центрами, если плотность соли 2200 кг/м^3 .

572. Почему запах только что пролитого нашатырного спирта обнаруживается в другом конце комнаты только через несколько десятков секунд, хотя скорость движения молекул паров нашатырного спирта измеряется сотнями метров в секунду?

573. Детские воздушные шарик обычно наполняют светильным газом. Почему через сутки они перестают подниматься?

574. Если внутрь желатина поместить кусок медного купороса, то через несколько дней мы заметим, что желатин окрасился в синий цвет, а на месте медного купороса образовалась полость. Что доказывает этот опыт?

575. Цилиндр *A* наполнен водородом, а цилиндр *B* — воздухом (рис. 85, *a*). Цилиндры поставлены один на другой так, что их отверстия совмещены и разделены пористой перегородкой. Чем объяснить, что вскоре перегородка выгибается (рис. 85, *б*)? Почему спустя некоторое время она принимает прежнее положение?

576. Объясните, почему при появлении в воздухе метана или другого легкого газа электрическая цепь прибора,

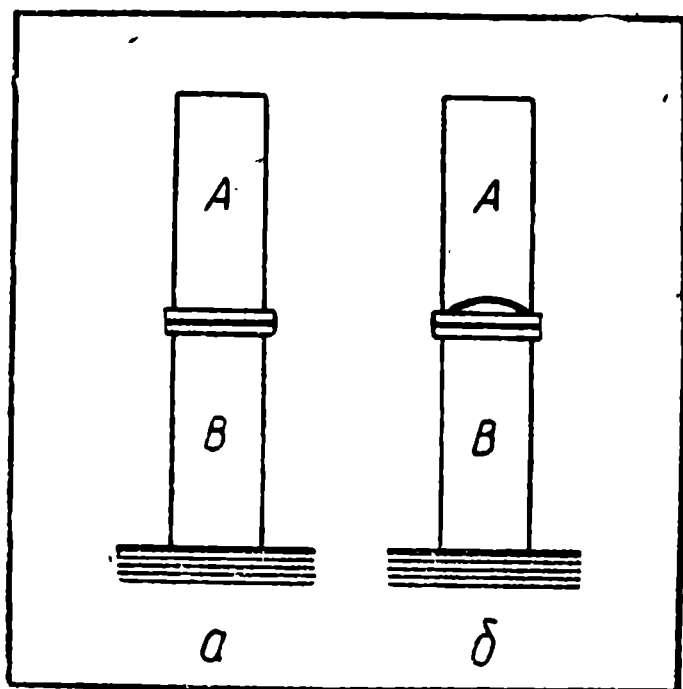


Рис. 85.

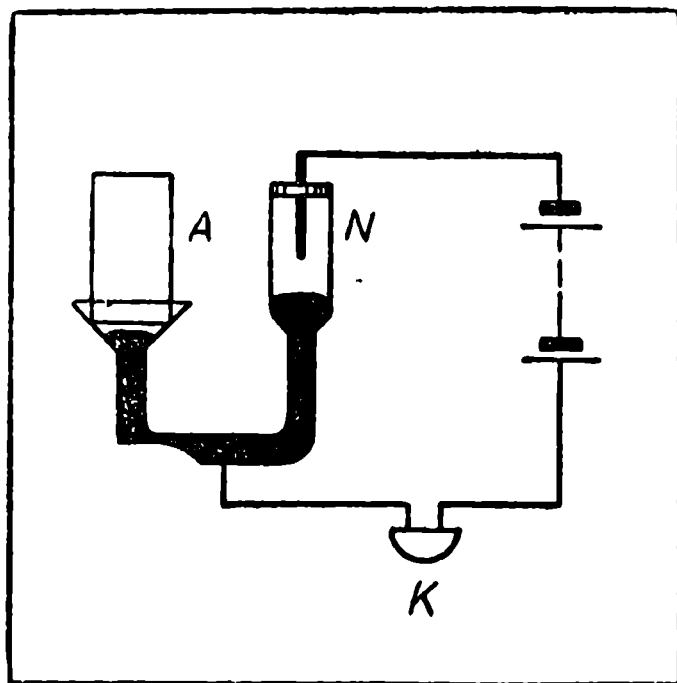


Рис. 86.

изображенного на рисунке 86 (где A — пористый сосуд, N — металлический штифт, не достигающий до поверхности ртути), замыкается и звонок K начинает звонить.

577. Как следует изменить устройство прибора, описанного в предыдущей задаче, чтобы с его помощью можно было обнаружить появление в воздухе газа более тяжелого, чем воздух?

578. Приблизленно полагая, что средняя скорость молекул кислорода при нормальных условиях составляет 460 м/сек и в промежутках между столкновениями молекулы кислорода перемещаются в среднем на расстояние $\lambda = 6,5 \cdot 10^{-6} \text{ см}$ (длина свободного пробега), определите число их столкновений в секунду.

579. Подсчитайте среднюю длину свободного пробега молекул азота при нормальных условиях, если они испытывают $7,6 \cdot 10^9$ столкновений в секунду, а средняя скорость их движения равна 450 м/сек .

§ 23. ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ГАЗОВ. СКОРОСТЬ ГАЗОВЫХ МОЛЕКУЛ

580. Найти среднюю энергию поступательного движения одной молекулы при 0°C и при 100°C . Каково отношение этих энергий?

581. Какова энергия поступательного движения молекул 10 мг водорода при 100°C ?

582. Определить среднюю энергию поступательного

движения одной молекулы газа и концентрацию молекул при температуре 17°C и давлении $0,8 \text{ Мн/м}^2$.

583. Определить давление и среднюю энергию поступательного движения молекул идеального газа при температуре 27°C , если концентрация молекул равна 10^{26} м^{-3} .

584. Энергия поступательного движения, которой обладают все молекулы газа, находящегося в объеме $0,02 \text{ м}^3$ при 17°C , составляет $0,66 \text{ Дж}$. Найти концентрацию молекул этого газа и его давление.

585. При нагревании азота на 10 град энергия поступательного движения всех его молекул увеличилась на 1 Дж . Какова масса азота?

586. Сколько молекул содержится в 2 м^3 газа при давлении 150 кн/м^2 и температуре 27°C ?

587. Современная техника позволяет создать очень глубокий вакуум, достигающий 10^{-7} н/м^2 . Сколько молекул газа остается при таком вакууме в баллоне емкостью 4 л при температуре 17°C ?

588. Какой объем занимает газ при температуре 12°C и давлении 200 кн/м^2 , если число молекул газа составляет $5,4 \cdot 10^{26}$?

589. Определить температуру газа, занимающего объем 4 м^3 и находящегося при давлении 75 кн/м^2 , если он содержит $8,1 \cdot 10^{25}$ молекул.

590. В баллоне емкостью 10 л находится газ при температуре 27°C . Вследствие утечки газа давление снизилось на $4,2 \text{ кн/м}^2$. Какое количество молекул вышло из баллона, если температура сохранилась неизменной?

591. Найти среднюю квадратичную скорость и среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул водорода при температуре 27°C .

592. Во сколько раз средняя квадратичная скорость молекул кислорода меньше средней квадратичной скорости молекул водорода, если температуры этих газов одинаковы?

593. Во сколько раз средняя квадратичная скорость пылинки, взвешенной в воздухе, меньше средней квадратичной скорости молекул воздуха? Масса пылинки 10^{-8} г .

594. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул азота составляет 610 м/сек ?

595. Найти концентрацию молекул кислорода, если давление его $0,2 \text{ Мн/м}^2$, а средняя квадратичная скорость молекул равна 700 м/сек .

596. Найти среднюю квадратичную скорость молекул водорода при давлении 10 кН/м^2 и концентрации молекул 10^{26} м^{-3} .

597. Средняя квадратичная скорость молекул некоторого газа 600 м/сек при давлении $2 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$. Найти плотность газа при этих условиях.

598. Каково давление азота, если средняя квадратичная скорость его молекул 500 м/сек , а его плотность $1,35 \text{ кг/м}^3$?

599. Какова средняя квадратичная скорость движения молекул газа, если, имея массу 6 кг , он занимает объем 5 м^3 при давлении 200 кН/м^2 ?

600. Найти массу газа, если он находится в сосуде объемом 10 л под давлением 490 кН/м^2 , а средняя квадратичная скорость движения его молекул 620 м/сек .

601. Вычислить молярную массу газа, если средняя квадратичная скорость движения его молекул при 320°К равна 350 м/сек .

602. Для определения скорости v полета пули применяют устройство, изображенное на рисунке 87. На горизонтальной оси, приводимой во вращение двигателем, жестко закрепляют два бумажных диска C и D . На них радиальными прямыми нанесены угловые градусные деления. В подставке закрепляется ружье. Вылетевшая при выстреле в горизонтальном направлении пуля пробивает оба диска, причем пока она пролетает расстояние d , пробоина в диске C успевает сместиться на угол α . Зная расстояние d , угол α и угловую скорость ω вращения дисков, выведите формулу для определения скорости полета пули. Прочтите по учебнику описание опыта Штерна и найдите сходство между ним и приведенным выше способом определения скорости полета пули.

603. В опыте Штерна полоска серебра, появляющаяся на внутренней поверхности наружного цилиндра, получается размытой. Какой вывод можно из этого сделать?

604. Прибор в опыте Штерна вращается с частотой 100 об/сек . Диаметр наружного цилиндра больше диа-

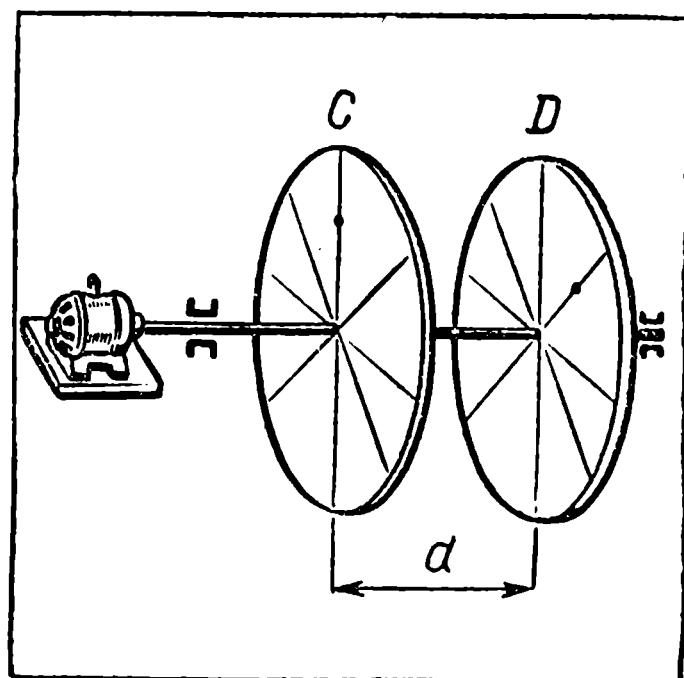


Рис. 87.

метра внутреннего цилиндра на 5 см. Какое угловое смещение должна получить молекула серебра, имеющая скорость движения 250 м/сек, после вылета из внутреннего цилиндра?

605. Какой скоростью обладала молекула паров серебра, если ее угловое смещение в опыте Штерна составляло $5,4^\circ$ при частоте вращения прибора 150 об/сек? Расстояние между внутренним и внешним цилиндрами равно 2 см.

Глава XI. ВЗАИМНОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ. СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ТВЕРДЫХ ТЕЛ

§ 24. ПАРООБРАЗОВАНИЕ. СВОЙСТВА ПАРОВ

606. Почему вода, находящаяся в открытом сосуде в комнате, всегда имеет несколько более низкую температуру, чем окружающий ее воздух, а вода, находящаяся в сосуде из глины, не покрытом глазурью, охлаждается еще сильнее?

607. Почему в прорезиненной одежде трудно переносится жара?

608. Почему, если подышать себе на руку, получается ощущение тепла, а если подуть — ощущение холода?

609. В сосуд, содержащий 1,5 кг воды при 15°C , впускают 200 г водяного пара при 100°C . Какая общая температура установится после конденсации пара?

610. Колбу с 600 г воды при 10°C нагревают на спиртовке с к. п. д. 35%. Через сколько времени вода закипит и какая масса воды при кипении будет обращаться в пар за каждую секунду, если в 1 мин сгорает 2 г спирта? Теплостойкость колбы 100 дж/град.

611. В сосуд, содержащий 2,8 л воды при 20°C , бросают кусок стали массой 3 кг, нагретый до 460°C . Вода нагревается до 60°C , а часть ее обращается в пар. Найти массу воды, обратившейся в пар. Теплоемкостью сосуда пренебречь.

612. Для приближенного определения удельной теплоты парообразования воды ученик проделал следующий опыт. На электроплитке он нагрел воду, причем оказалось, что на нагревание ее от 10 до 100°C потребовалось 18 мин,

а для обращения 0,2 ее массы в пар — 23 мин. Какова удельная теплота парообразования воды по данным опыта?

613. Электронагреватель имеет к. п. д. 90% и используется для получения дистиллированной воды. Какова стоимость перегонки 1 кг воды, если ее первоначальная температура при поступлении в нагреватель 15°? Тариф: 4 коп за 1 кВт·ч.

614. На электроплитке с к. п. д. 84% нагревается от 10 до 100°С чайник, в котором находится 2 л воды. При этом 0,1 количества воды выкипает. Теплоемкость чайника 21 Дж/град. Какова мощность плитки, если весь процесс продолжается 40 мин?

615. Насыщающий водяной пар находится при 100°С и занимает некоторый объем. Как изменится давление пара, если его объем уменьшить вдвое, сохраняя прежнюю температуру?

616. На вершине горы вода кипит при более низкой температуре, чем на уровне моря. Можно ли, измеряя точку кипения воды на горе, приблизительно определить ее высоту?

617. Почему кипящая вода не поднимается за поршнем всасывающего насоса?

618. Трубка, один конец которой запаян, доверху заполнена водой и открытым концом погружена в сосуд с водой (рис. 88). Что произойдет с водой в трубке, если воду в трубке и в сосуде нагреть до кипения?

619. В кондитерском производстве во избежание пригорания сахара воду из раствора выпаривают при температуре ниже 100°С. Зачем при этом часть пара непрерывно откачивают насосом?

620. Для измерения атмосферного давления изготовили «водяной барометр». Какую поправку следует внести при определении атмосферного давления, если температура окружающего воздуха 30°С?

621. При открывании зимой форточки мы видим, как в комнату врываются белые клубы холодного воздуха. Как объяснить наблюдаемое явление?

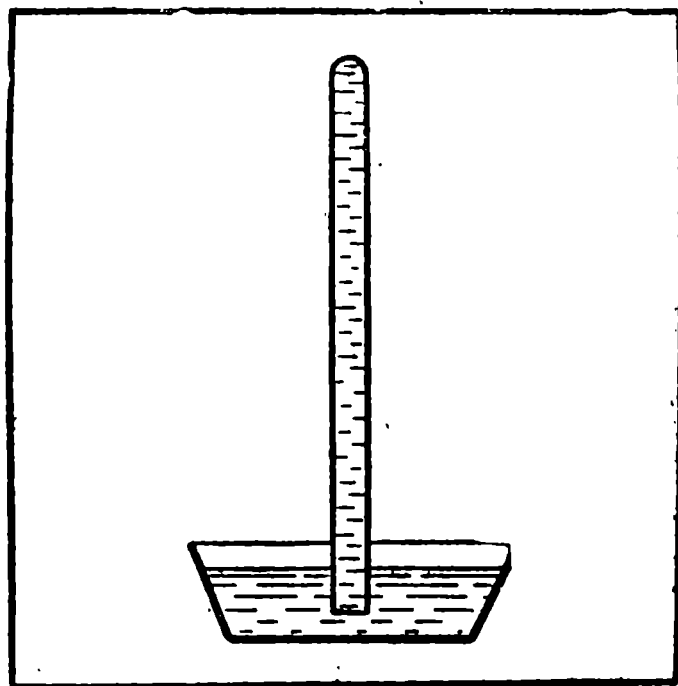


Рис. 88.

622. Как по внешнему виду отличить в бане трубу с холодной водой от трубы с горячей?

623. Чем объяснить появление зимой инея на оконных стеклах? С какой стороны стекла он появляется?

624. Насыщенный водяной пар, взятый при 100°C , изолировали от жидкости и нагрели изохорически на 60°град . Какое давление будет оказывать пар на стенки сосуда?

625. Какова плотность насыщающего водяного пара при 100°C ?

626. Почему при испарении жидкого воздуха из него сначала улетучивается азот и через некоторое время в сосуде остается почти чистый кислород?

627. Найти абсолютную и относительную влажность воздуха в комнате при 18°C , если точка росы 10°C .

628. Относительная влажность в комнате при температуре 16°C составляет 65%. Как изменится она при понижении температуры воздуха на 4°град , если абсолютная влажность останется прежней?

629. Для осушки воздуха, находящегося в баллоне емкостью 10 л, туда ввели кусок хлористого кальция, который поглотил 0,13 г воды. Какова была относительная влажность воздуха в баллоне, если его температура равна 20°C ?

630. Относительная влажность воздуха вечером при 16°C равна 55%. Выпадет ли роса, если ночью температура понизится до 8°C ?

631. Относительная влажность воздуха при 19°C составляет 80%. Сколько воды в виде росы выделится из каждого кубического метра воздуха, если температура понизится до 9°C ?

632. Какое количество воды выделится из 1 м^3 воздуха при 20°C , если его объем изотермически уменьшить в 4 раза? Первоначальная относительная влажность 75%.

633. Температура воздуха в герметически закрытой камере 18°C , а относительная влажность 60%. Сколько граммов воды может в этой камере испариться, если ее объем 60 м^3 ?

634. Сколько молекул водяного пара содержится в комнате размером $5 \times 6 \times 4\text{ м}^3$ при 0°C и относительной влажности 40%?

635. В цилиндре находится 4,5 г водяного пара при температуре 29°C . До какого объема надо сжать этот пар, чтобы сделать его насыщающим? Процесс изотермический.

§ 25. ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ. КАПИЛЛЯРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

636. На одном конце соломинки выдули мыльный пузырь и поднесли другой ее конец к пламени горящей свечи. Почему пламя свечи будет отклоняться при этом в сторону?

637. На сколько давление воздуха внутри мыльного пузыря радиусом 4 см превышает атмосферное? Для мыльного раствора коэффициент поверхностного натяжения $\sigma = 0,04 \text{ н/м}$. Какую работу надо совершить, чтобы выдуть этот пузырь?

638. На концах изогнутой стеклянной трубки выдули два мыльных пузыря разных диаметров (рис. 89). Будут ли меняться размеры пузырей, если кран закрыть?

639. Если на поверхность воды положить нитку и с одной стороны от нее капнуть эфиром, то нитка будет перемещаться. Почему это происходит? В какую сторону перемещается нитка? Коэффициент поверхностного натяжения эфира $\sigma = 0,017 \text{ н/м}$.

640. Почему кусочки калия или натрия, брошенные в воду, начинают двигаться по ее поверхности?

641. Почему маленькие капли ртути, разлитой на столе, имеют форму, близкую к шарообразной, а большие растекаются по столу?

642. На рисунке 90 изображен один из опытов с мыльными пленками. С какой силой действует пленка на проволоку АВ при температуре 20°C , если длина проволоки 3 см? На сколько изменится поверхностная энергия пленки при перемещении проволоки на 2 см? Коэффициент поверхностного натяжения мыльной пленки $0,01 \text{ н/м}$.

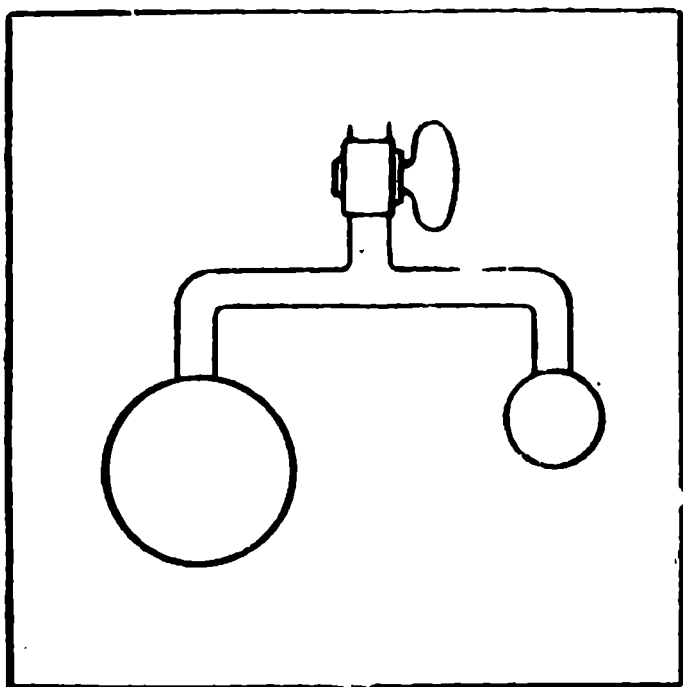


Рис. 89.

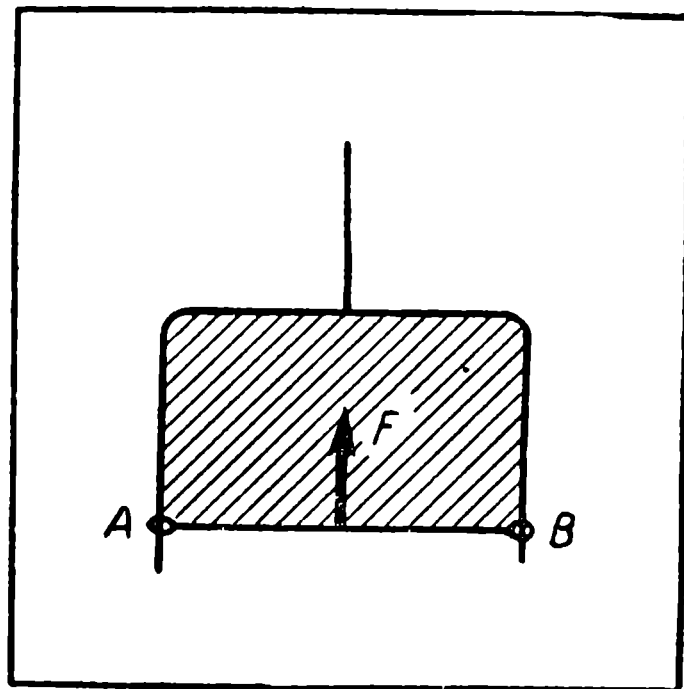


Рис. 90.

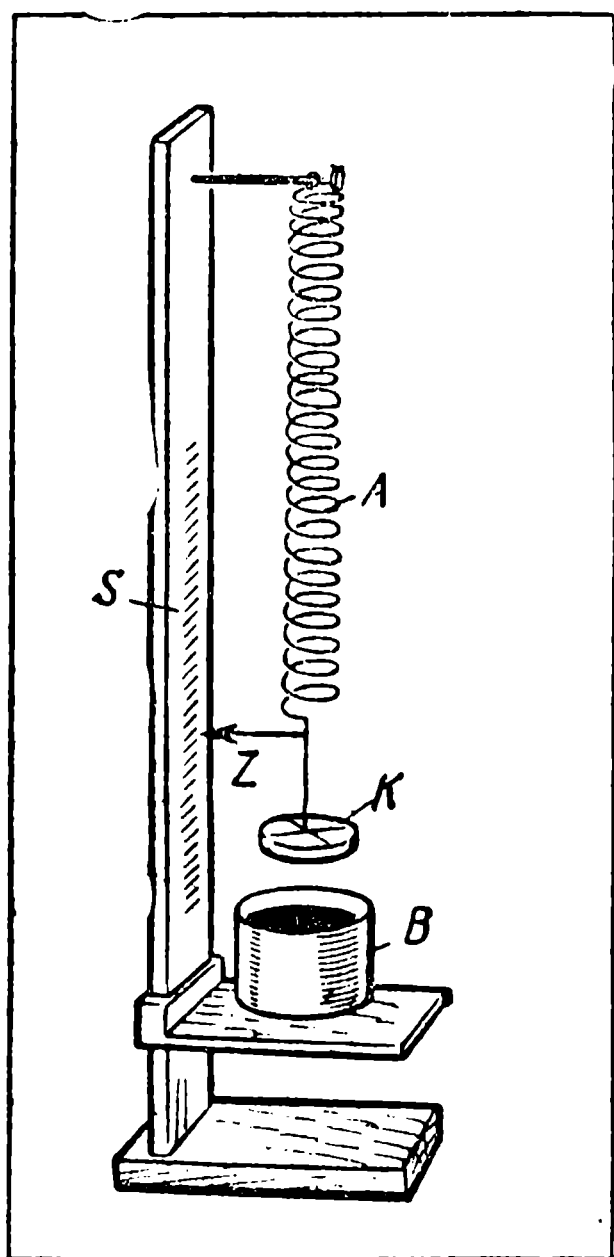


Рис. 91.

643. Из двух капельниц с одинаковыми диаметрами отверстий вытекают каплями равные массы воды и спирта при 20°C . Сравнить число образовавшихся капель, полагая, что диаметр шейки капли равен диаметру отверстия капельницы.

644. Для определения коэффициента поверхностного натяжения воды была использована пипетка с диаметром выходного отверстия 2 мм. Масса 40 капель оказалась равной 1,9 г. Каким по этим данным получится значение коэффициента поверхностного натяжения воды?

645. Из капельницы накапали равные массы сначала холодной воды при 8°C , затем горячей воды при 80°C . Как и во сколько раз изменился коэффициент поверхностного натяже-

ния воды, если в первом случае образовалось 40, а во втором 48 капель? Плотность воды считать оба раза одинаковой.

646. Тонкое проволочное кольцо K диаметром 34 мм, подвешенное к пружине A с указателем Z , погружают в сосуд B с водой (рис. 91). Отметив положение указателя Z на шкале S , медленно опускают сосуд B . Пружина A при этом растягивается. В момент отрыва кольца K от жидкости вновь отмечают положение указателя Z на шкале S . Какое значение коэффициента поверхностного натяжения воды получено, если пружина A растянулась на 32 мм? Жесткость пружины 0,005 н/см.

647. На сколько растянулась бы пружина A при проведении опыта, описанного в предыдущей задаче, если бы в сосуд B вместо воды был налит керосин?

648. Чем объясняется, что некоторые насекомые могут свободно ходить по поверхности воды, тогда как другие, коснувшись ее, не могут выбраться из воды и погибают?

649. Почему маленькие капли росы на листьях некоторых растений имеют форму шариков, тогда как листья других растений роса покрывает тонким слоем?

650. Посуду, загрязненную жирными веществами, не удастся отмыть без мыла (при отсутствии мыла его можно заменить щелоком или раствором соды). Жирные пятна с тканей можно отмыть бензином, а приставшую смолу или деготь удаляют скипидаром. При каких условиях отмывающая жидкость может быть применена для удаления данного вещества?

651. Почему кусок сахара, положенный на мокрый стол, вскоре весь пропитывается водой?

652. Изучение капиллярного поднятия воды в почве, имеющего очень важное значение в сельском хозяйстве, привело к заключению, что высота подъема воды тем больше, чем мельче почвенные частицы. Объясните причину.

653. На какую высоту поднимается вода при 18°C в стеклянной капиллярной трубке диаметром 2 мм?

654. В капиллярной трубке радиусом 0,5 мм жидкость поднялась на 11 мм. Найти плотность данной жидкости, если ее коэффициент поверхностного натяжения $0,022 \text{ н/м}$.

655. Ртутный барометр имеет диаметр трубки 3 мм. Какую поправку в показания барометра надо внести, если учитывать капиллярное опускание ртути? Температура воздуха 20°C .

656. В сообщающихся капиллярных трубках с радиусами 0,5 и 2 мм разность уровней ртути составляет 10,5 мм. Каков коэффициент поверхностного натяжения ртути?

657. Сообщающиеся капиллярные трубки разного диаметра заполнены водой. Как изменится разность уровней воды в трубках при нагревании воды?

658. В двух капиллярных трубках разного диаметра, опущенных в воду, установилась разность уровней 2,6 см. При опускании этих же трубок в спирт разность уровней оказалась 1 см. Зная коэффициент поверхностного натяжения воды, найти коэффициент поверхностного натяжения спирта. Температура 18°C .

659. Найти массу воды, поднявшейся по капиллярной трубке диаметром 0,5 мм при 18°C .

660. На какую высоту поднимается вода при 18°C между параллельными пластинками, находящимися на расстоянии 0,2 мм друг от друга?

661. На сколько опустится ртуть при 20°C между двумя параллельными пластинками, находящимися на расстоянии $0,15\text{ мм}$ друг от друга?

§ 26. КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ И АМОРФНЫЕ ТЕЛА. ПЛАВЛЕНИЕ И ОТВЕРДЕВАНИЕ

662. Как доказать, что скорость роста кристалла, помещенного в пересыщенный раствор или расплав, различна по разным направлениям?

663. Кубик, вырезанный из монокристалла, нагреваясь, может превратиться в параллелепипед. Объясните причину этого явления.

664. Вблизи поверхности кристалла в процессе его роста наблюдаются так называемые концентрационные потоки раствора, поднимающиеся вверх. Объясните явление.

665. Что будет с кристаллом, если опустить его в ненасыщенный раствор? если опустить его в пересыщенный раствор?

666. Какое количество теплоты требуется для таяния снега с участка поверхности земли в 1 м^2 , если толщина снежного покрова 60 см ? «Рыхлость» снега такова, что его слой толщиной 1 см , растаяв, образует слой воды $1,2\text{ мм}$. Температура снега 0°C .

667. В сосуд, содержащий 10 кг льда при 0°C , влили 3 кг воды при 90°C . Какая установится температура? Расплавится ли весь лед? Если нет, то какая часть его останется в твердом состоянии? Теплостойкость сосуда не учитывать.

668. Для определения удельной теплоты плавления олова в калориметр, содержащий 330 г воды при 7°C , влили 350 г расплавленного олова при температуре затвердевания, после чего в калориметре, теплоемкость которого 100 Дж/град , установилась температура 32°C . Определить значение удельной теплоты плавления олова по данным опыта.

669. Для охлаждения пищевых продуктов иногда пользуются твердым углекислым газом («сухой лед»). Удельная теплота его сублимации $5,8 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$. Сколько потребуются «сухого льда» для замораживания 1 кг воды при 0°C ?

670. В холодильнике из воды при температуре 10°C за 4 ч получили 300 г льда при температуре -3°C . Какое количество теплоты отдали вода и лед? Какую часть это

количество теплоты составляет от количества электроэнергии, потребленной холодильником из сети, если мощность холодильника 70 вт?

671. При осторожном охлаждении 1 кг воды удалось довести ее температуру до -5°C . Какое количество льда образуется, если в воду бросить маленький кусочек льда?

672. В стальной сосуд массой 300 г налили 1,5 л воды при 17°C . В воду опустили кусок мокрого снега массой 200 г. Когда снег растаял, установилась температура 7°C . Какое количество воды было в комке снега?

673. В алюминиевый калориметр массой 300 г опустили кусок льда. Температура калориметра и льда -15°C . Затем пропустили через калориметр водяной пар при 100°C . После того, как температура смеси оказалась равной 25° , измерили массу смеси, она оказалась равной 500 г. Какое количество пара сконденсировалось и сколько льда находилось в начале опыта в калориметре?

674. На поверхность льда, имеющего температуру 0°C , положили кусок стали массой 2 кг, нагретый до 100°C . Какое количество льда расплавится под сталью при ее остывании до 0°C ?

675. Кусок алюминия и кусок олова одинаковой массы, взятые при 0°C , были порознь нагреты до температуры плавления и обращены в жидкое состояние. Для которого из этих тел потребуется большее количество теплоты и во сколько раз?

676. Решить предыдущую задачу, исходя из предположения, что одинаковы не массы, а объемы обоих кусков металла.

§ 27. ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ ТЕЛ

677. Как изменится внутренний диаметр отверстия металлической детали при нагревании?

678. Желая вынуть из флакона застрявшую в его отверстии стеклянную пробку, слегка нагревают горлышко флакона? Для чего это делают?

679. Почему стальной болт легко ввинчивается в медную гайку, если они оба нагреты? Почему после остывания его трудно вывинтить?

680. Почему наиболее точные измерительные инструменты делают из инвара?

681. Фабричная труба из железобетона имеет высоту 162 м. Как изменяется ее высота при повышении температуры на 20 град? Коэффициент расширения железобетона считать равным $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$.

682. Медная линейка при 0°C имеет длину 1 м. На сколько изменится ее длина при повышении температуры до 35°C ; при понижении температуры до -25°C ?

683. Железнодорожные рельсы уложены при температуре -10°C . Какой зазор следует оставить между рельсами, чтобы избежать их изгиба при повышении температуры летом? Длина рельса при 0°C 12,5 м. Наибольшая возможная температура 40°C .

684. При выполнении лабораторной работы длина латунной трубки при температуре 20°C оказалась равной 1 м. После пропускания через нее пара с температурой 100°C трубка удлинилась на 1,6 мм. Какое значение коэффициента линейного расширения латуни было получено в этой работе?

685. Платиновая проволока длиной 1,5 м находится при температуре 0°C . При пропускании электрического тока она раскалилась и удлинилась на 15 мм. До какой температуры была нагрета проволока? $\alpha = 9 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$.

686. По стальной проволоке АВ (рис. 92), удерживающей легкий рычаг ВС в горизонтальном положении, пропустили ток. При этом конец С рычага опустился на 6 см. До какой температуры нагрелась проволока, если известно, что длина проволоки при 20°C была 75 см? Плечи рычага имеют следующие длины: $BO = 5 \text{ см}$, $OC = 50 \text{ см}$.

687. Длина алюминиевой линейки при 0°C равна 79,5 см, а длина стальной линейки—80 см. При какой температуре их длины станут одинаковыми?

688. Какие длины должны иметь при 0°C алюминиевый и медный стержни, чтобы при любой температуре разность их длин составляла 10 см?

689. Стальной лист прямоугольной формы, имеющий площадь 2 м^2 при 0°C , нагрели до 400°C . На сколько изменится его площадь?

690. Объем бетонной плиты при 0°C составляет 2 м^3 . На сколько увеличится ее объем при повышении температуры до 30°C ? Коэффициент линейного расширения бетона $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$.

691. Стальная болванка, нагретая при обработке до 800°C , имеет размеры $1,2 \times 0,75 \times 0,4 \text{ м}$. Какова будет ее усадка при охлаждении до 20°C ?

692. Доказать, что увеличение объема ΔV жидкости или твердого тела при сообщении ему некоторого количества теплоты Q не зависит от первоначального объема V_0 .

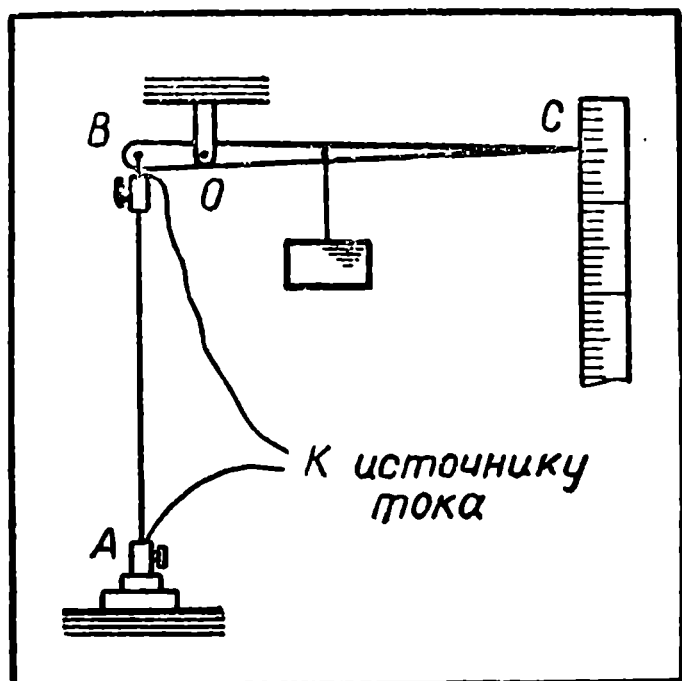


Рис. 92.

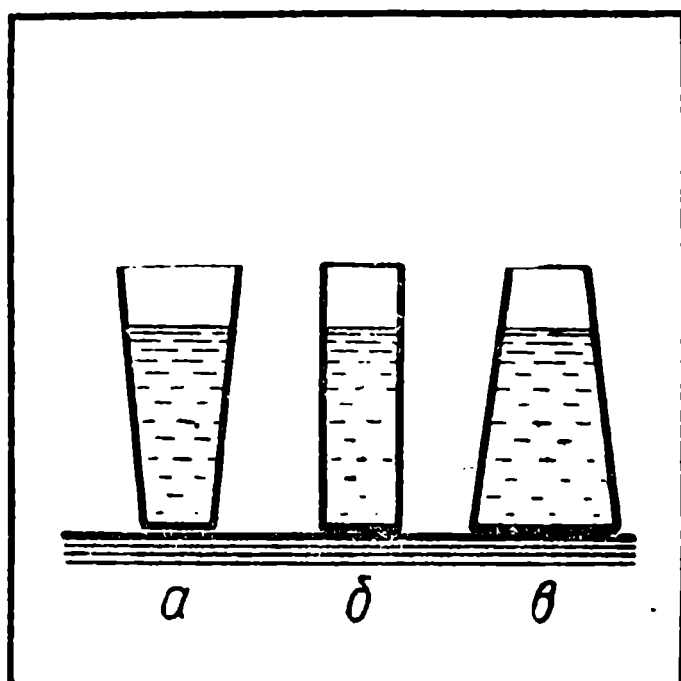


Рис. 93.

а определяется лишь плотностью ρ , удельной теплоемкостью c и коэффициентом объемного расширения β .

693. На нагревание медной детали израсходовали 1680 кдж теплоты. На сколько при этом изменился ее объем?

694. Объем керосина при нагревании увеличился на 20 см³. Какое количество теплоты было при этом израсходовано?

695. Бидон емкостью 10 л заполняют керосином при 0°C. Какой объем надо оставить свободным, чтобы при повышении температуры до 25°C керосин не вылился?

696. Нефть на складе хранится в баке, имеющем форму цилиндра высотой 8 м. При температуре —5°C уровень нефти не доходит до верхнего края бака на 20 см. Выльется ли нефть при повышении температуры до 30°C?

697. В колбу с узким горлышком, сечение которого 0,5 см², налили 200 см³ керосина при 10°C. При этом часть его вошла в горлышко. При нагревании керосина до 30°C его уровень в горлышке повысился на 8 см. Каков коэффициент объемного расширения керосина?

698. В первый раз было куплено 10 л керосина при 0°C, а во второй — при 20°C. На сколько отличается масса 10 л керосина при 20°C от массы этого керосина при 0°C? Принять, что табличное значение плотности керосина дано для 20°C.

699. Сосуды, изображенные на рисунке 93, наполнены до одного уровня водой при 4°C. Как изменится давление воды на дно в каждом сосуде при повышении температуры?

Глава XII. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

§ 28. ЗАКОН КУЛОНА. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЗАРЯДА ¹

700. Одинаковые шарики массой по 0,2 г подвешены на нити так, как показано на рисунке 94. Расстояние между шариками $BC = 3$ см. Найти силу натяжения нити на участках AB и BC , если шарикам сообщили одинаковые заряды по 10 нк. Рассмотреть случаи: а) заряды одноименные; б) заряды разноименные.

701. Два шарика, расположенные на расстоянии 10 см друг от друга, имеют одинаковые отрицательные заряды и взаимодействуют с силой 0,23 мн. Найти число «избыточных» электронов на каждом шарике.

702. Во сколько раз надо изменить расстояние между зарядами при увеличении одного из них в 4 раза, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

703. Два одинаковых металлических шарика заряжены так, что заряд одного из них в 5 раз больше заряда другого. Шарика привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Во сколько раз изменилась (по модулю) сила взаимодействия, если шарика были заряжены одноименно? разноименно?

704. Доказать, что если два одинаковых металлических шарика, заряженные одноименно неравными зарядами, привести в соприкосновение и раздвинуть на прежнее расстояние, сила взаимодействия обязательно увеличится, причем тем значительней, чем больше различие в величине зарядов.

705. Одинаковые металлические шарика, заряженные одноименно зарядами q и $4q$, находятся на расстоянии r друг от друга. Шарика привели в соприкосновение. На ка-

¹ В задачах этого параграфа, если нет специальных оговорок, заряды считать точечными.

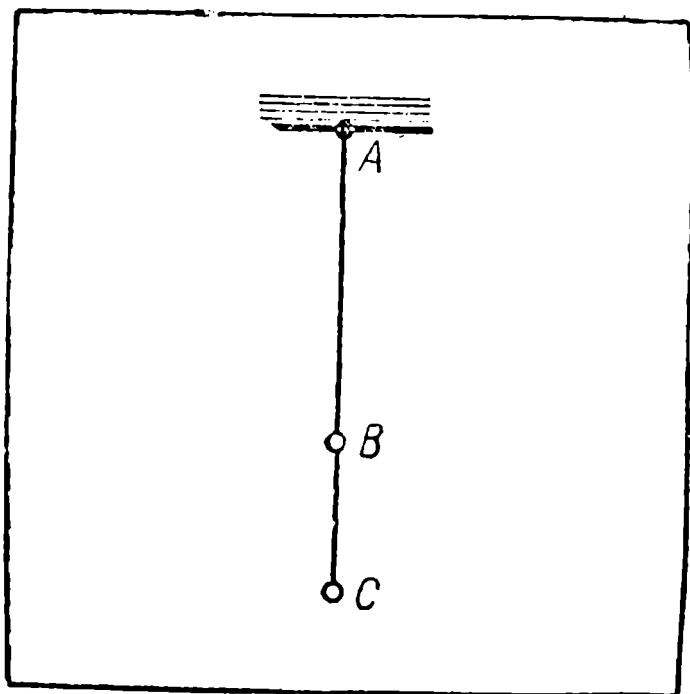


Рис. 94.

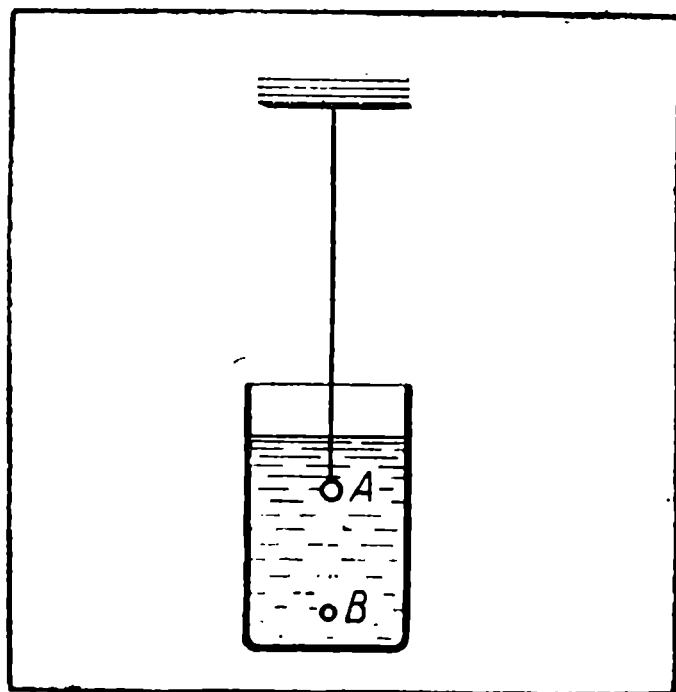


Рис. 95.

кое расстояние x надо их развести, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

706. Два одинаковых разноименно заряженных металлических шарика привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Во сколько раз отличались величины зарядов (по модулю), если сила отталкивания после соприкосновения шариков стала равна (по модулю) силе притяжения до их соприкосновения?

707. Во сколько раз надо изменить расстояние между двумя зарядами, чтобы при погружении их в керосин сила взаимодействия между ними была такая же, как в воздухе?

708. На каком расстоянии от шарика A (рис. 95), погруженного в керосин, должна быть расположена стальная пылинка B объемом 9 мм^3 , чтобы она находилась в равновесии? Заряд шарика равен 7 нК , а заряд пылинки равен $-2,1 \text{ нК}$. Каким будет равновесие: устойчивым или неустойчивым?

709. В поле зарядов $+q$ и $-q$ (рис. 96) помещают заряд $\frac{q}{2}$ сначала в точку C , а затем в точку D . Сравнить силы (по модулю), действующие на этот заряд, если $DA = AC = \frac{1}{2} AB$.

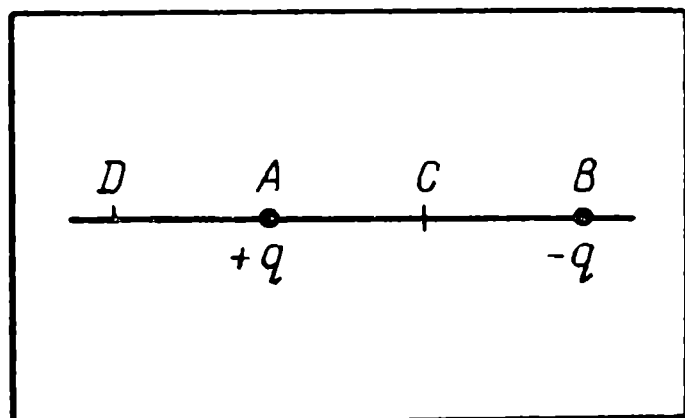


Рис. 96.

710. В вершинах правильного шестиугольника со сто-

роной a помещены друг за другом заряды $+q, +q, +q, -q, -q, -q$. Найти силу, действующую на заряд $+q$, который помещен в центре шестиугольника.

711. На двух одинаковых по длине нитях, закрепленных в одной точке, подвешены два шарика. Сравнить углы отклонений нитей от вертикали, если: а) шарики, имея одинаковые массы, заряжены одноименно и заряд первого шарика больше заряда второго; б) заряды шариков одинаковы, а масса первого больше массы второго.

712. Одинаковые шарики, подвешенные на закрепленных в одной точке нитях равной длины, зарядили одинаковыми по модулю одноименными зарядами. Шарики оттолкнулись, и угол между нитями стал равен $\alpha = 60^\circ$. После погружения шариков в жидкий диэлектрик угол между нитями уменьшился до $\beta = 50^\circ$. Найти диэлектрическую проницаемость среды. Выталкивающей силой пренебречь.

713. В начале урока две одинаковые станиолевые гильзы, подвешенные на закрепленных в одной точке очень длинных нитях, были заряжены одноименными равными зарядами и разошлись на некоторое расстояние, много меньшее длины нитей. К концу урока расстояние между гильзами уменьшилось в 4 раза. Какая часть заряда стекла с каждой гильзы? Считать, что гильзы потеряли одинаковые заряды.

§ 29. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Напряженность поля. Поверхностная плотность заряда

714. В некоторой точке поля на заряд 2 нк действует сила $0,4 \text{ мкн}$. Найти напряженность поля в этой точке.

715. С какой силой действует электрическое поле на электрон, если напряженность поля равна 10 кв/м ?

716. На расстоянии 3 см от заряда в 4 нк , находящегося в жидком диэлектрике, напряженность поля равна 20 кв/м . Какова диэлектрическая проницаемость диэлектрика?

717. Очень маленький шарик погрузили в керосин. На каком расстоянии от шарика напряженность поля будет такая же, какая была до погружения на расстоянии 29 см ?

718. Два заряда, один из которых по модулю в 4 раза больше другого, расположены на расстоянии a друг от друга. В какой точке поля напряженность равна нулю, если заряды одноименные? разноименные?

719. В основании равностороннего треугольника со стороной a находятся заряды по $+q$ каждый, а в вершине — заряд $-q$. Найти напряженность поля в центре треугольника.

720. Заряженный шар имеет поверхностную плотность σ . Найти напряженность поля в точке, отстоящей от поверхности шара на расстоянии, равном его диаметру.

721. Металлический куб с ребром 2 м имеет заряд 48 нк . Найти напряженность поля вблизи середины одной из граней. Считать, что поверхностная плотность заряда одинакова по всей поверхности.

722. Заряженный металлический лист свернули в цилиндр. Как изменятся поверхностная плотность заряда и напряженность поля вблизи середины поверхности с внешней стороны?

723. В сосуд с керосином внесли металлический лист, свернутый в цилиндр радиусом 20 см и высотой 1 м . Найти напряженность поля вблизи середины внешней поверхности цилиндра, если он имеет заряд $2,1\text{ мкк}$.

724. При внесении заряженного металлического шарика, подвешенного на изолирующей нити, в однородное горизонтально направленное поле нить образовала с вертикалью угол 45° . На сколько уменьшится угол отклонения нити при стекании с шарика одной десятой доли его заряда?

Проводники и диэлектрики в электрическом поле ¹

725. На шелковой нити висит станиолевая гильза. Необходимо определить, заряжена ли эта гильза, а если заряжена, то каков знак заряда. Предложите несколько способов. При возможности проверьте ваши выводы на опыте.

726. Подвесьте на шелковой нити или рыболовной леске папиросную гильзу. Имея в своем распоряжении сухую газету и стеклянный предмет, определите, какого знака заряд получает расческа при причесывании, авторучка, потертая о рукав, и т. д.

727. К заряженному электроскопу стали подносить с достаточно большого расстояния отрицательно заряженный предмет. По мере приближения предмета листочки сначала спадали, а с некоторого момента стали вновь

¹ В задачах этого раздела необходимо детально объяснять явления с точки зрения электронной теории, сделав пояснительные чертежи.

расходиться. Какого знака заряд был на электроскопе? При возможности проверьте решение на опыте.

728. В каком случае листочек незаряженной металлической фольги с бóльшего расстояния притянется к заряженной палочке: если он лежит на заземленном стальном листе или когда он находится на сухом стекле?

729. Тело во время скольжения с наклонной плоскости наэлектризовалось. Повлияет ли это на время скольжения и скорость движения в конце плоскости?

730. Сравнить силу взаимодействия двух одинаковых шаров в случае одноименных и разноименных одинаковых по модулю зарядов. Расстояние между шарами сравнимо с их радиусами.

731. Имеется металлический шар, помещенный на изолирующую подставку, стеклянная палочка и лист бумаги. Какие действия и в какой последовательности надо произвести, чтобы зарядить шар отрицательно? положительно?

732. Как, имея заряженную палочку, зарядить два металлических шара, укрепленных на изолирующих подставках, одинаковыми по модулю и противоположными по знаку зарядами? При возможности проверьте на опыте предложенное решение.

733. В однородное поле внесли металлический шар. Останется ли поле однородным вблизи поверхности шара?

734. К заряженному электроскопу поднесли: а) заземленный проводник; б) диэлектрик. Что будет с листочками электроскопа в каждом случае? При возможности проверьте свои выводы на опыте.

735. К незаряженной станиолевой гильзе подносят наэлектризованное тело. Можно подобрать такое расстояние, на котором гильза еще не притягивается к телу, но стоит коснуться ее пальцем и гильза притянется. Объясните явление и при возможности осуществите его на опыте.

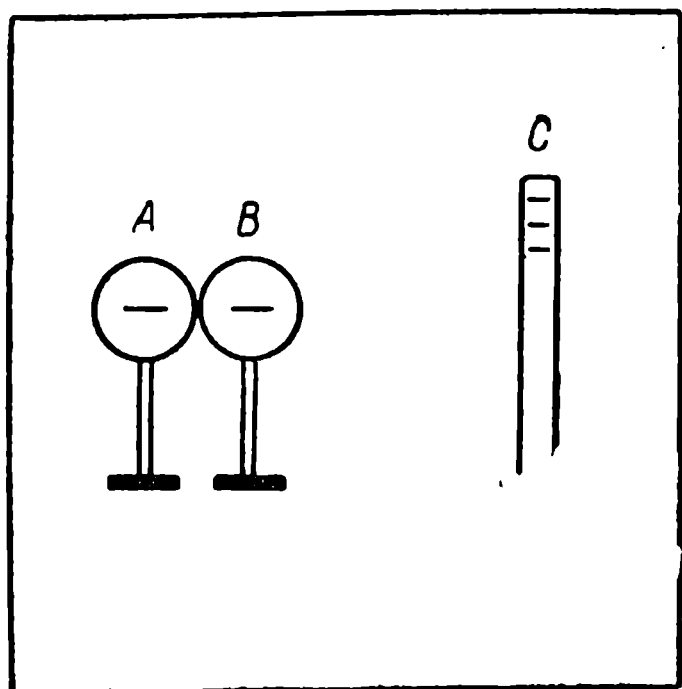


Рис. 97.

электризованное тело. Можно подобрать такое расстояние, на котором гильза еще не притягивается к телу, но стоит коснуться ее пальцем и гильза притянется. Объясните явление и при возможности осуществите его на опыте.

736. Металлические шары, помещенные на изолирующих подставках, привели в соприкосновение и зарядили отрицательно (рис. 97). Поместив на некотором рассто-

янии отрицательно заряженную палочку, шар A отодвинули и палочку убрали. Докажите рассуждением (а при возможности проверьте на опыте), что шар A всегда заряжен отрицательно, а шар B в зависимости от расстояния BC может быть заряжен отрицательно, остаться нейтральным или зарядиться положительно.

Работа электростатического поля. Потенциал.

Разность потенциалов

737. Какую работу совершает поле при перемещении заряда 20 нк из точки с потенциалом 700 в в точку с потенциалом 100 в ?

738. В однородном электрическом поле с напряженностью 1 кВ/м переместили на 2 см по направлению силовой линии заряд -25 нк . Найти работу поля, изменение потенциальной энергии взаимодействия заряда с полем и разность потенциалов между конечной и начальной точками перемещения.

739. В однородном поле напряженностью 60 кВ/м переместили заряд 5 нк . Вектор перемещения составляет 20 см и образует угол 60° с направлением силовой линии. Найти разность потенциалов между конечной и начальной точками перемещения, работу поля и изменение потенциальной энергии взаимодействия заряда и поля. Дать ответы на те же вопросы для случая перемещения отрицательного заряда.

740. Между двумя пластинами, расположенными горизонтально в вакууме на расстоянии $4,8 \text{ мм}$ друг от друга и заряженными до разности потенциалов 1 кВ , находится в равновесии пылинка массой $0,1 \text{ нг}$. Сколько избыточных электронов имеет пылинка, если известно, что она заряжена отрицательно?

741. После облучения пылинки (см. условие предыдущей задачи) она стала двигаться вниз с ускорением 5 м/сек^2 . Сколько электронов потеряла пылинка? Во сколько раз надо изменить напряжение на пластинах, чтобы вновь уравновесить пылинку?

742. Электрон переместился в ускоряющем поле из точки с потенциалом 200 в в точку с потенциалом 300 в . Найти кинетическую энергию электрона, изменение потенциальной энергии взаимодействия с полем и приобретенную скорость. Начальную скорость электрона считать равной нулю.

743. Альфа-частица ($m=6,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, $q=3,2 \cdot 10^{-19} \text{ К}$) вылетает из ядра радия со скоростью 20 Мм/сек и попа-

дает в однородное электрическое поле, силовые линии которого направлены противоположно направлению движения частицы. Какую разность потенциалов должна пройти частица до остановки? Какой должна быть напряженность поля, чтобы частица остановилась, пройдя 2 м?

744. Пластины, расположенные параллельно друг другу на расстоянии 6 см, имеют длину 20 см и заряжены до напряжения 300 в. В поле между пластинами влетает электрон со скоростью 40 Мм/сек, направленной параллельно пластинам. При выходе из поля электрон сместился от своего первоначального направления на 1,1 см. Найти удельный заряд $\frac{e}{m}$ (отношение заряда e к массе m) электрона. Поле считать однородным и резко ограниченным размерами пластин.

745. В некоторых двух точках поля точечного заряда напряженность поля отличается в 4 раза. Во сколько раз отличаются потенциалы поля в этих точках?

746. Заряженный шар «запотел», покрывшись слоем воды. Как изменились напряженность и потенциал внутри слоя воды и вне его?

747. Металлический шар диаметром 4 см покрыт слоем парафина толщиной 2 см. Найти напряженность и потенциал электрического поля в точках, удаленных от центра шара на расстояния 1, 3 и 5 см. Заряд шара 100 нк.

748. Заряды по 0,1 мкк расположены на расстоянии 6 см друг от друга. Найти напряженность и потенциал в точке, удаленной на 5 см от каждого из зарядов. Решить задачу для случаев: а) оба заряда положительные; б) один заряд положительный, а другой отрицательный.

749. Расстояние между зарядами 10 и -1 нк равно 1,1 м. Найти напряженность поля в точке на прямой, соединяющей заряды, в которой потенциал равен нулю.

750. На сколько изменится кинетическая энергия заряда в 1 нк при его движении под действием поля точечного заряда в 1 мкк из точки, удаленной на 3 см от этого заряда, в точку, отстоящую на 10 см от него? Начальная скорость равна нулю.

751. На сколько изменится потенциальная энергия взаимодействия зарядов 25 и -4 нк при изменении расстояния между ними с 10 до 20 см?

752. В точке A находится заряд $+2q$, а в точке B — заряд $-q$ ($AB=r$). Какую работу совершает поле при перемещении заряда q_1 из точки C ($BC=r$; $AC=2r$) в точку D ($BD=\frac{1}{3}r$; $AD=\frac{2}{3}r$)?

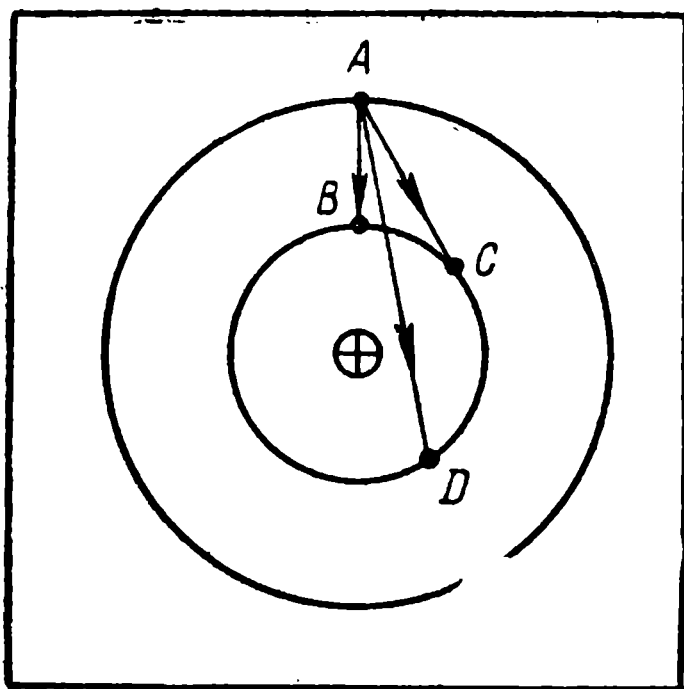


Рис. 98.

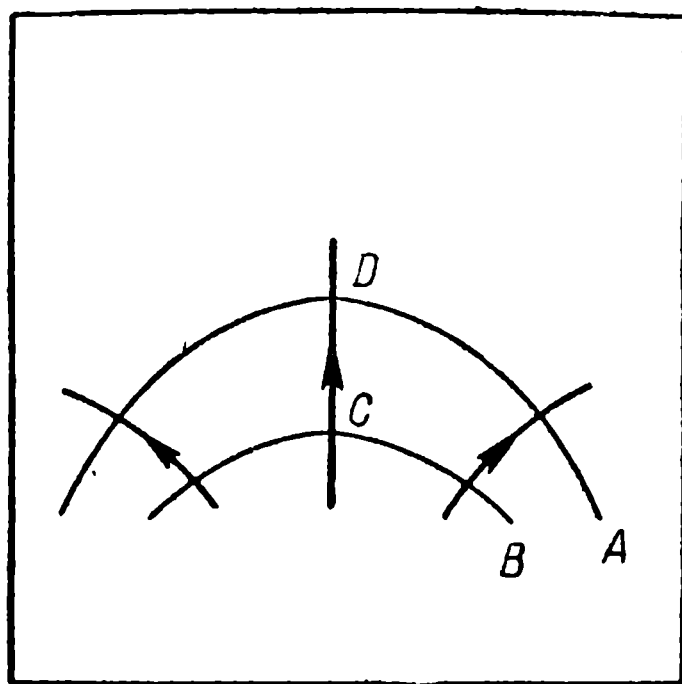


Рис. 99.

753. Какой вид имеют эквипотенциальные поверхности однородного поля? Какой вид имеет эквипотенциальная поверхность с нулевым потенциалом в поле равных по модулю и противоположных по знаку зарядов?

754. К заряженному шару поднесли руку. Будет ли одинаковой в различных местах поверхностная плотность заряда? напряженность поля вблизи поверхности? Одинаков ли потенциал в различных точках поверхности?

755. Сравните работы поля при перемещении заряда из точки A в точки B , C и D (рис. 98).

756. На рисунке 99 показаны силовые линии и две эквипотенциальные поверхности (A и B). Какая поверхность имеет больший потенциал? В какой точке, C или D , больше напряженность поля?

757. На рисунке 100, a показано расположение пластин и их потенциалы. Начертить график распределения потенциала между пластинами (рис. 100, b) и график напряженности в зависимости от расстояния (рис. 100, b). Начертить силовые линии поля.

758. Начертите схему установки, которая позволила бы осуществить электрическое поле, распределение потенциала которого в зависимости от расстояния показано на рисунке 101. Начертите силовые линии поля. Вычислите напряженности и постройте график зависимости напряженности от расстояния.

759. Две пластины (A и B) расположены параллельно на расстоянии 60 см друг от друга и заряжены соответственно до потенциалов -80 в и $+80\text{ в}$ (относительно Зем-

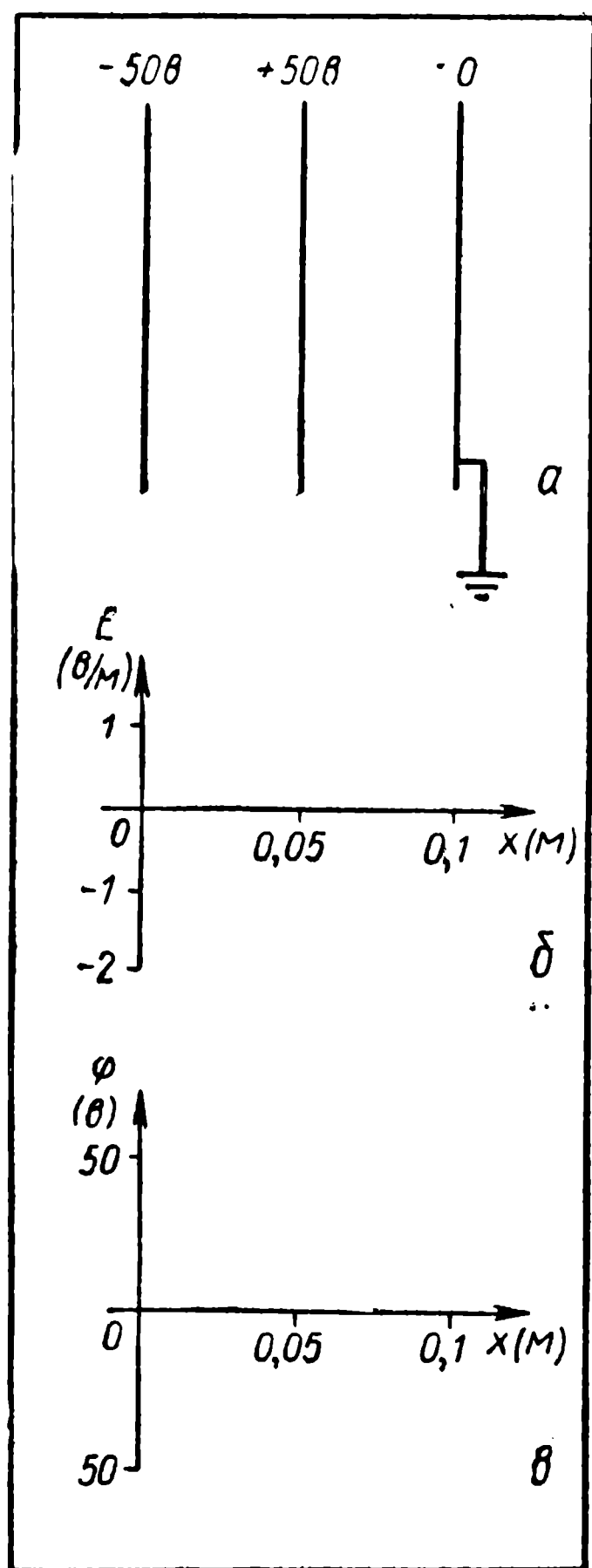


Рис. 100.

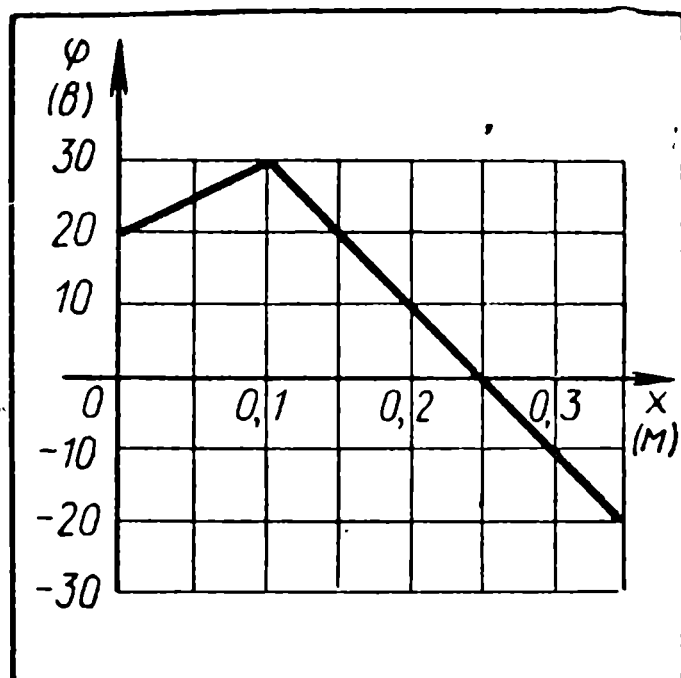


Рис. 101.

ли). Между ними можно перемещать третью параллельную им и заземленную пластину С. Где надо поместить пластину С, чтобы напряженность поля осталась прежней? Построить графики зависимостей $\varphi = f(x)$ и $E = f(x)$ на участках АС и СВ для случая, когда пластину С поместили в 20 см от пластины А. Начертить силовые линии на этих участках. Какой (по знаку) заряд приобрела пластина С? Как изменилась при этом поверхностная плотность заряда на внутренних сторонах пластин А и В?

§ 30. ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ. КОНДЕНСАТОРЫ. ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

760. Два шарика, радиусы которых отличаются в 3 раза, заряжены одинаковыми по модулю одноименными зарядами. Во сколько раз изменится сила взаимодействия между ними, если их соединить тонкой проволокой? Расстояние между шариками неизменно и достаточно велико.

761. Шар радиусом 5 см, заряженный до потенциала 100 кВ, соединили тонкой проволокой с незаряженным ша-

ром, радиус которого 6 см. Найти заряд каждого шара и их потенциал.

762. Проводник емкостью 10 нф имеет заряд +600 нк, а проводник емкостью 30 нф имеет заряд —200 нк. Найти заряды и потенциалы проводников, если их соединить тонкой проволокой.

763. Три достаточно удаленных друг от друга заряженных шарика радиусами 1, 2 и 3 см соединены тонкой проволокой. Как распределяется заряд между шариками?

764. Землю можно рассматривать как уединенный проводящий шар. Определить электрическую емкость земного шара, принимая его радиус равным 6400 км.

765. В результате слияния 64 маленьких одинаковых заряженных капелек воды образовалась одна большая капля. Во сколько раз потенциал и поверхностная плотность заряда большой капли отличаются от потенциала и поверхностной плотности заряда каждой малой капли? Капли имеют форму шара.

766. Пучок электронов, движущихся со скоростью $v = 1$ Мм/сек, попадает на незаряженный металлический изолированный шар радиусом $r = 5$ см. Какое максимальное число электронов накопится на шаре?

767. Найти емкость плоского конденсатора, состоящего из двух круглых пластин диаметром 20 см, разделенных парафиновой прослойкой толщиной 1 мм.

768. Одна из пластин школьного плоского конденсатора соединена с электрометром, вторая — заземлена. Конденсатор зарядили. Как изменяются показания электрометра: а) при сближении пластин; б) при введении диэлектрика; в) при перемещении одной из пластин параллельно другой пластине?

769. Конденсатор емкостью C_1 зарядили до напряжения $U_1 = 500$ в. При параллельном подключении этого конденсатора к незаряженному конденсатору емкостью $C_2 = 4$ мкф вольтметр показал $U_2 = 100$ в. Найти емкость C_1 .

770. Конденсаторы емкостями 1, 2 и 3 мкф, заряженные соответственно до напряжений 300, 90 и 40 в, соединили параллельно. Найти напряжение на батарее.

771. К воздушному конденсатору, заряженному до напряжения 210 в, присоединили параллельно такой же незаряженный конденсатор, но с диэлектриком из стекла. Какова диэлектрическая проницаемость стекла, если напряжение на зажимах батареи оказалось равным 30 в?

772. Между пластинами заряженного плоского конденсатора ввели диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ϵ , так что он полностью заполнил объем между половинами площадей пластин. Во сколько раз изменилась емкость конденсатора, заряд на пластинах и напряжение между ними? Как распределилась поверхностная плотность заряда на пластинах?

773. Какой емкости конденсатор надо подключить последовательно к конденсатору емкостью 800 нф , чтобы емкость батареи была равна 160 нф ?

774. Плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d=4 \text{ см}$, зарядили до напряжения $U=400 \text{ в}$. Затем в пространство между пластинами параллельно им поместили металлический лист толщиной $d_1=1 \text{ см}$. Каким после этого стало напряжение U_1 между пластинами?

775. Между пластинами плоского конденсатора ввели параллельно им лист диэлектрика, толщина которого в два раза меньше расстояния между пластинами. Найти емкость конденсатора, если площадь каждой пластины S , расстояние между пластинами l и диэлектрическая проницаемость диэлектрика ϵ . Доказать, что емкость не зависит от положения диэлектрика.

776. Два конденсатора, соединенные последовательно, имеют емкость $0,75 \text{ мкф}$, а соединенные параллельно — емкость 4 мкф . Найти емкость каждого конденсатора.

777. В некоторый участок электрической цепи необходимо включить емкость 1 мкф , причем напряжение на этом участке может достигать 500 в . Такого конденсатора не оказалось, но имелись конденсаторы по $0,5$, 2 и 4 мкф , рассчитанные на напряжение до 200 в . Четыре ученика предложили следующие способы включения: 1) два конденсатора по $0,5 \text{ мкф}$ включить параллельно; 2) два конденсатора по 2 мкф включить последовательно; 3) четыре конденсатора по 4 мкф включить последовательно; 4) три конденсатора емкостями $2,4$ и 4 мкф включить последовательно. Оцените каждое из этих предложений с точки зрения правильности расчета емкости и допустимого напряжения.

778. Три конденсатора емкостью 12 мкф рассчитаны на напряжение 600 в . Какие емкости можно получить и каковы допустимые напряжения в каждом случае?

779. В импульсной фотовспышке лампа питается от конденсатора емкостью 800 мкф , заряженного до напря-

жения 300 в. Найти энергию вспышки и среднюю мощность, если продолжительность разрядки 2,4 мсек.

780. Два одинаковых металлических кубика, расположенные достаточно далеко друг от друга, зарядили равными по модулю одноименными зарядами. Изменится ли потенциал, если кубики совместить, получив параллелепипед? Будет ли емкость параллелепипеда равна удвоенной емкости кубиков? Задачу решить, используя закон сохранения энергии.

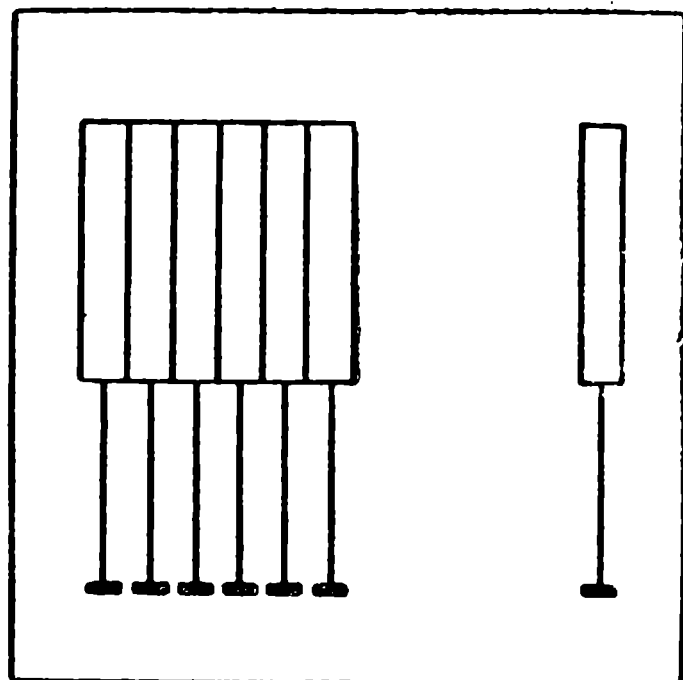


Рис. 102.

781. Соприкасающиеся металлические пластины, установленные на изолирующих подставках (рис. 102), зарядили до некоторого потенциала. Пластины поочередно начали отодвигать, располагая их на достаточно большом расстоянии друг от друга. Сравнить потенциалы пластин.

782. Расстояние между пластинами плоского конденсатора с диэлектриком из пропарафинированной бумаги равно 2 мм, а напряжение между пластинами 200 в. Найти плотность энергии поля.

783. Во сколько раз изменится энергия поля заряженного конденсатора, если пространство между пластинами конденсатора заполнить маслом? Рассмотреть случаи: а) конденсатор отключен от источника напряжения; б) конденсатор остается присоединенным к источнику постоянного напряжения. Ответ объяснить, пользуясь законом сохранения энергии.

784. Расстояние между пластинами заряженного плоского конденсатора уменьшили в 2 раза. Во сколько раз изменятся заряд, напряжение между пластинами, напряженность поля и энергия? Рассмотреть два случая: а) конденсатор отключен от источника напряжения; б) конденсатор остается присоединенным к источнику постоянного напряжения.

785. В батарею соединяют n одинаковых конденсаторов один раз параллельно, а другой раз последовательно и подают на батарею оба раза одинаковые напряжения. Сравнить энергию поля батарей в этих двух случаях.

786. Заряженный конденсатор подключили параллельно к такому же незаряженному. Во сколько раз изменилась энергия поля? Ответ пояснить, пользуясь законом сохранения энергии.

787. Два одинаковых конденсатора соединили параллельно и зарядили. Затем, не разряжая конденсаторов, их соединили последовательно (положительно заряженную обкладку одного соединяют с отрицательной другого). Во сколько раз изменились емкости батареи, напряжение на ее зажимах, напряженность поля между обкладками и энергия батареи?

Глава XIII. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

§ 31. СИЛА ТОКА И ПЛОТНОСТЬ ТОКА. СОПРОТИВЛЕНИЕ. ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЦЕПИ

788. Плотность тока в проводнике сечением $0,5 \text{ мм}^2$ равна $3,2 \text{ ма/м}^2$. Сколько электронов проходит через поперечное сечение проводника за 1 мин ?

789. Найти скорость упорядоченного движения электронов в алюминиевом проводе сечением 5 мм^2 при силе тока 10 а , если концентрация электронов проводимости в алюминии $5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$.

790. Какова плотность тока в медной проволоке, если скорость упорядоченного движения электронов $0,2 \text{ мм/сек}$, а концентрация электронов проводимости $3 \cdot 10^{29} \text{ м}^{-3}$?

791. Найти скорость упорядоченного движения электронов в медном проводе сечением 25 мм^2 при силе тока 50 а , считая, что на каждый атом приходится один электрон проводимости.

792. Один полюс источника тока присоединили к электрической лампе медным проводом, а другой полюс — алюминиевым проводом такого же диаметра. Сравните скорость упорядоченного движения электронов в подводящих проводах, считая, что на каждый атом приходится один электрон проводимости.

793. Во сколько раз изменится сопротивление проводника (без изоляции), если его свернуть пополам и скрутить?

794. Пользуясь только линейкой (лучше штангенциркулем), найдите удельное сопротивление материала проволоки, из которой выполнен данный реостат. Реостат рекомендуется взять малоомный с достаточно толстой проволокой, намотанной на цилиндрическое основание.

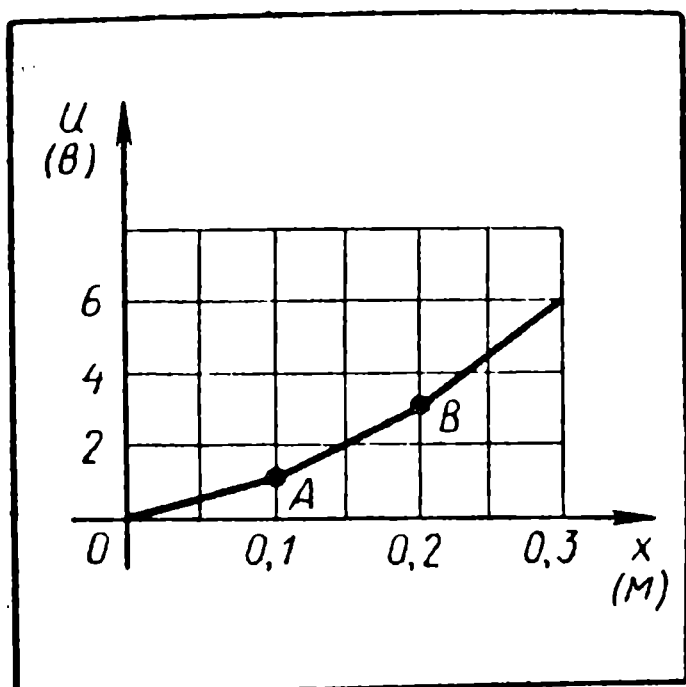


Рис. 103.

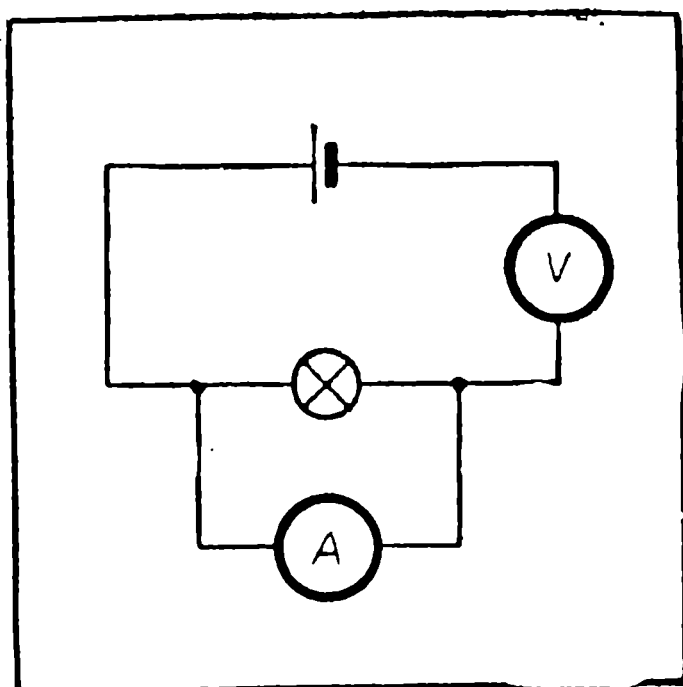


Рис. 104.

795. Имеется моток тонкой медной проволоки (без изоляции). Как, имея весы и омметр, найти длину проволоки и площадь поперечного сечения? При возможности выполните работу экспериментально.

796. Найти плотность тока в стальном проводнике длиной 10 м, на который подано напряжение 0,12 в.

797. Какова напряженность поля в алюминиевом проводе одинакового сечения при плотности тока 1 Ма/м^2 ?

798. На рисунке 103 приведен график, показывающий падение напряжения на трех последовательно соединенных проводниках одинаковой длины. Каково соотношение сопротивлений этих проводников? Начертить график зависимости $U=f(x)$, если при том же общем напряжении средний проводник, которому на рисунке 103 соответствует участок AB , закоротить.

799. От источника напряжением 45 в необходимо питать нагревательную спираль сопротивлением 20 ом, рассчитанную на напряжение 30 в. Имеется три реостата, на которых написано: 1) 6 ом, 2 а; 2) 30 ом, 4 а; 3) 800 ом, 0,6 а. Какой из этих реостатов надо взять?

800. Определяя сопротивление лампочки карманного фонаря, учащийся по недосмотру составил цепь, схема которой приведена на рисунке 104. Опишите режим работы цепи и укажите примерные показания приборов.

801. Четыре лампочки, рассчитанные на напряжение 3 в и силу тока 0,3 а, надо включить параллельно и питать от источника напряжением 5,4 в. Какое дополнительное сопротивление надо включить последовательно лампам? Как изменится накал ламп, если одну из них выключить?

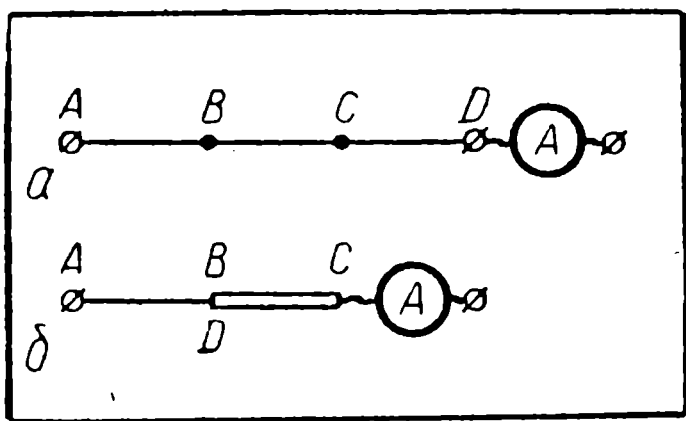


Рис. 105.

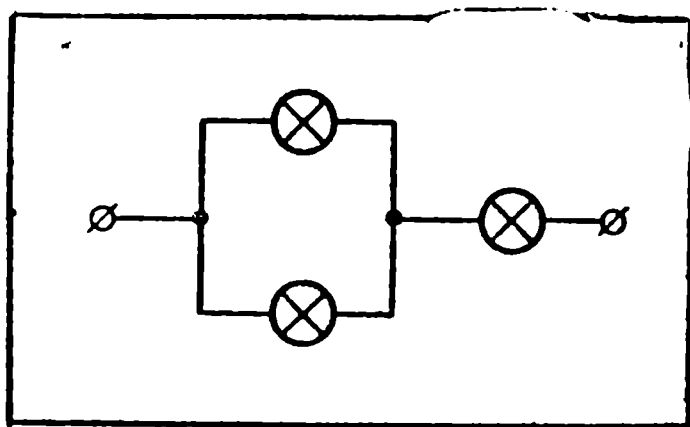


Рис. 106.

802. Как изменится показание амперметра, если от схемы, приведенной на рисунке 105, а, перейти к схеме, показанной на рисунке 105, б? Считать, что $AB=BC=CD$ и напряжение оба раза одно и то же. Сопротивлением подводящих проводов и амперметра пренебречь.

803. Три одинаковых лампочки соединены по схеме, приведенной на рисунке 106. Как будет изменяться накал каждой из ламп, если эти лампы по одной поочередно выключать? закорачивать? При возможности проверьте ответ на опыте.

804. Сопротивление одного из двух последовательно включенных проводников в n раз больше сопротивления другого. Во сколько раз изменится сила тока на участке (напряжение постоянно), если эти проводники включить параллельно?

805. В цепи, схема которой изображена на рисунке 107, все сопротивления одинаковы и равны по 2 ом. Найти распределение токов и напряжений.

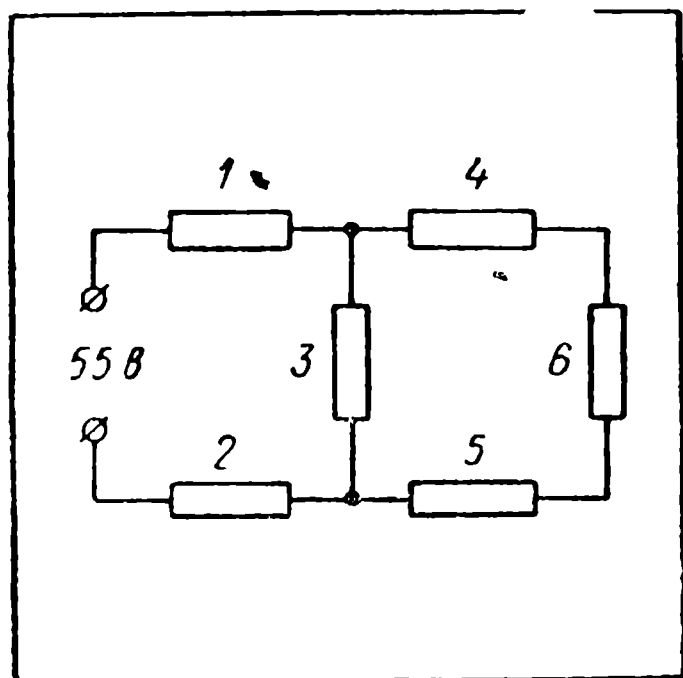


Рис. 107.

806. В цепи, схема которой показана на рисунке 108, оба вольтметра имеют одинаковые сопротивления r . Во сколько раз r отличается от R , если показание первого вольтметра в 5 раз больше показания второго?

807. К зажиму B и скользящему контакту C реостата сопротивлением $R=60$ ом подключен школьный вольтметр (рис. 109). Когда длины намотанной части реостата на участках AC и BC относятся как 2:1, вольтметр показывает $U_1=$

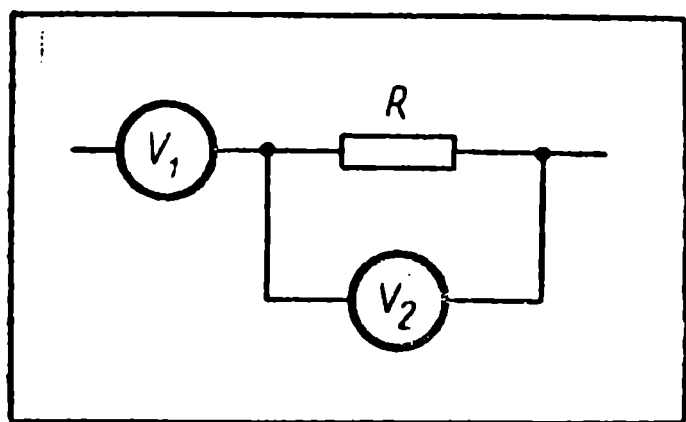


Рис. 108.

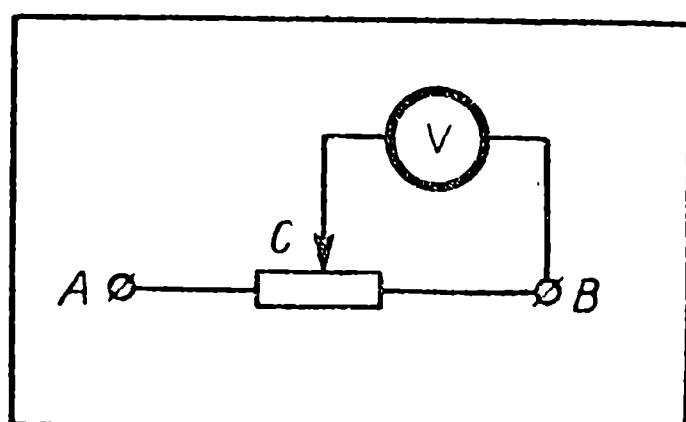


Рис. 109.

$=8$ в. После перемещения контакта к концу реостата в сторону точки А вольтметр показал $U=28$ в. Найти сопротивление r вольтметра. При возможности сделайте такую работу экспериментально (сопротивление реостата по порядку величины должно быть близко к сопротивлению вольтметра).

808. Можно ли при расчетах изменения сопротивления проводника при нагревании пренебрегать его тепловым расширением? Проводники сделаны из металлов, указанных в таблице 2 (см. «Приложения» в конце книги).

809. На электрической плитке с открытой спиралью нагревается чайник. При кипении часть спирали залилась водой. Как изменится накал незаливой части спирали?

810. Во сколько раз сила тока в момент включения лампы с вольфрамовой нитью больше силы тока в рабочем состоянии, если температура накала около 2400°C ? Температурный коэффициент сопротивления $\alpha = 0,005 \text{ град}^{-1}$.

811. Сопротивление обмотки электромагнита при 20°C было $0,2$ ом, а после длительной работы стало равно $2,4$ ом. До какой температуры нагрелась обмотка?

812. Два куска проволоки равной длины и одинакового диаметра включены последовательно. Найти температурный коэффициент сопротивления цепи, если удельное сопротивление при 0°C материала первого куска проволоки ρ_1 и температурный коэффициент α_1 , а для материала второго куска проволоки эти величины принимают значения ρ_2 и α_2 .

813. В мостовой схеме, приведенной на рисунке 110, R — эталонное сопротивление, равное 20 ом, R_x — сопротивление мотка алюминиевой проволоки. При погружении этого мотка проволоки в тающий лед мост оказывается уравновешенным (через гальванометр не идет ток),

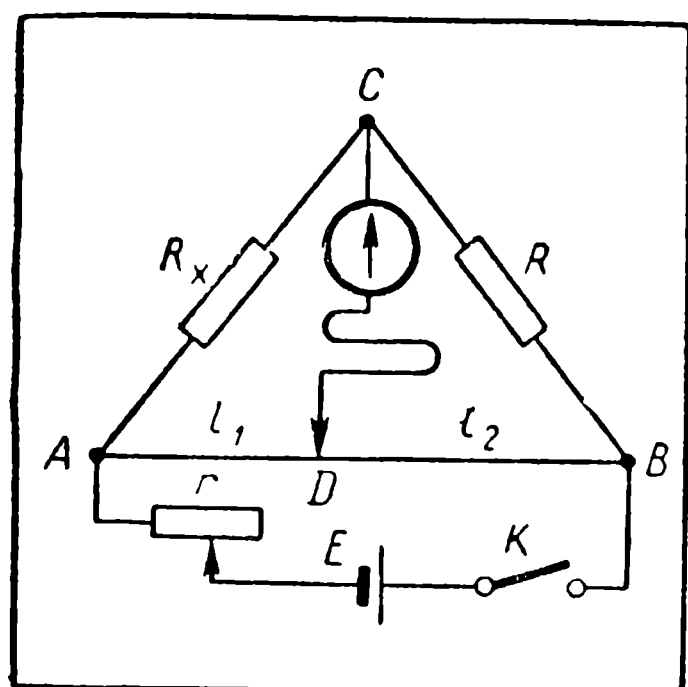


Рис. 110.

если $l_1 = l_2 = 50$ см. При погружении же алюминиевой проволоки в кипящую воду надо для уравнивания моста переместить контакты так, чтобы $l_1 = 58$ см, $l_2 = 42$ см. Вычислить по этим данным температурный коэффициент алюминия.

§ 32. ЗАКОН ДЖОУЛЯ — ЛЕНЦА. ЗАКОН ОМА ДЛЯ ЗАМКНУТОЙ ЦЕПИ

814. На сколько процентов изменится мощность, потребляемая электромагнитом, обмотка которого выполнена из медной проволоки, при изменении температуры от 0 до 30°C?

815. Зная паспортные данные лампочки и имея омметр, определите приблизительно температуру накала нити. Температурный коэффициент сопротивления считать равным $\alpha = 0,005 \text{ град}^{-1}$.

816. Из-за испарения и распыления материала с поверхности нити накала лампы она со временем становится тоньше. Как это отражается на потребляемую мощность?

817. Почему спирали электронагревательных приборов делают из материала с большим удельным сопротивлением?

818. Лампу, рассчитанную на 220 в, включили в сеть напряжением 110 в. Во сколько раз изменилась мощность лампы по сравнению с номинальной? Какое уточнение надо внести в ответ, если учитывать изменение сопротивления с температурой?

819. Десять параллельно соединенных ламп сопротивлением по 0,5 ком, рассчитанных каждая на напряжение 120 в, питаются через реостат от сети напряжением 220 в. Какая мощность выделяется в реостате?

820. На одной лампочке написано 40 вт, 220 в, а на другой — 100 вт, 220 в. Сравнить мощности этих лампочек при последовательном включении. При возможности проверьте (качественно) ответ на опыте.

821. При ремонте электрической плитки спираль была укорочена на 0,1 первоначальной длины. Во сколько раз изменилась мощность плитки?

822. От трансформатора, напряжение на выходе которого 220 в, до сельской школы расстояние 500 м. Двухпроводная линия выполнена медным проводом сечением 20 мм². Каково напряжение на входе в школу, если при включении всех приемников потребляется мощность 3 кВт? Какая мощность теряется в подводящих проводах? Эквивалентное сопротивление всех приемников школы значительно больше, чем сопротивление подводящих проводов.

823. К источнику постоянного напряжения через реостат подключена лампа, сопротивление которой в 8 раз больше сопротивления реостата. На сколько процентов изменится мощность, потребляемая лампой, если параллельно ей подключить вторую такую же лампу?

824. Троллейбус массой 11 т движется равномерно со скоростью 36 км/ч. Найти силу тока в обмотке двигателя, если напряжение равно 550 в и к. п. д. 80%. Коэффициент сопротивления движению равен 0,02.

825. Электродвигатель подъемного крана работает под напряжением 380 в и потребляет силу тока 20 а. Каков к. п. д. установки, если груз массой 1 т кран поднимает на высоту 19 м за 50 сек?

826. Электрическая плитка имеет две самостоятельные спирали. При включении только первой спирали вода в кастрюле закипает за 10 мин, а при включении только второй спирали — за 15 мин. За сколько минут закипит вода, если включить обе спирали последовательно? параллельно?

827. Электрокипятильник со спиралью сопротивлением 160 ом поместили в сосуд, содержащий 0,5 л воды при 20°C, и включили в сеть напряжением 220 в. Через 20 мин спираль выключили. Какое количество воды выкипело, если к. п. д. спирали 80%?

828¹. Как изменятся показания амперметра и вольтметра (рис. 111), если замкнуть ключ К?

829. В проводнике сопротивлением 2 ом, подключенном к элементу с э. д. с. 1,1 в, идет ток 0,5 а. Какова сила тока при коротком замыкании элемента?

830. Для определения э. д. с. и внутреннего сопротивления источника тока собрали цепь по схеме, приведенной на рисунке 112. При некотором положении скользящего

¹ В этой и последующих задачах данного параграфа внутренним сопротивлением источника тока нельзя пренебрегать. Сопротивление вольтметра, если нет специальных оговорок, считать достаточно большим, а сопротивление амперметра — ничтожно малым.

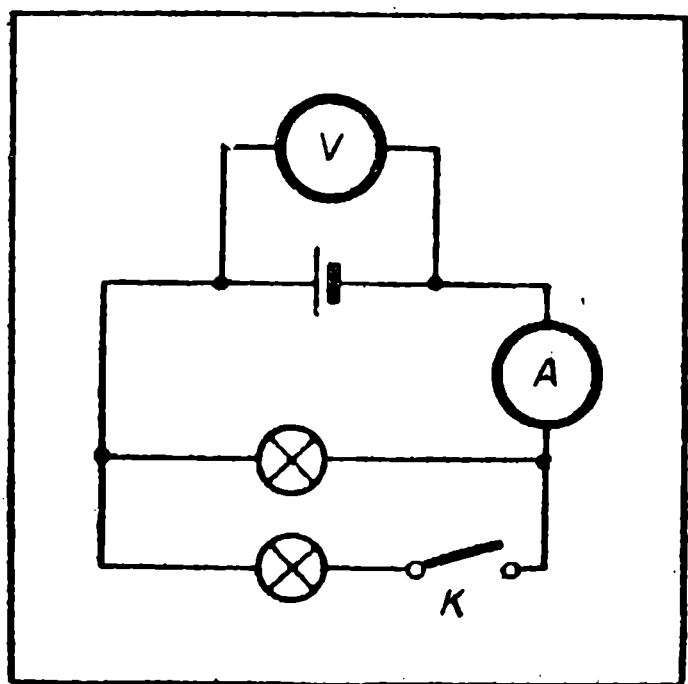


Рис. 111.

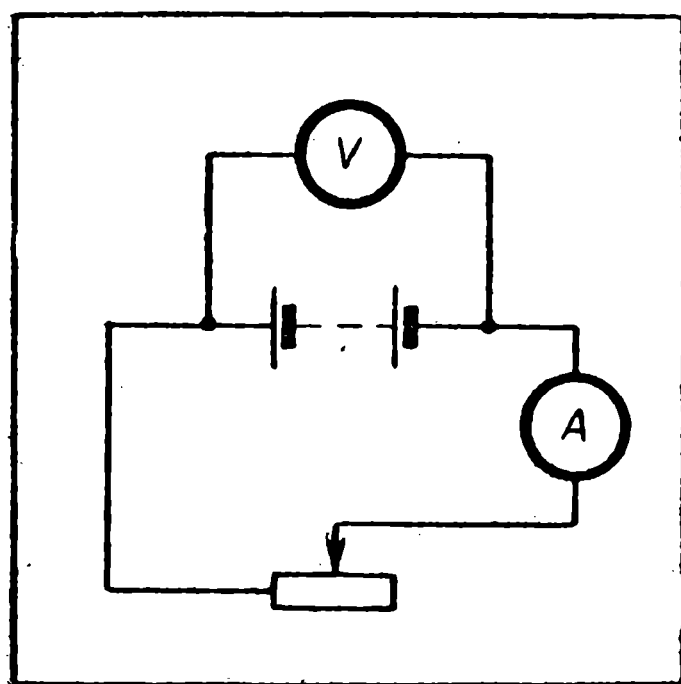


Рис. 112.

контакта реостата амперметр показал $0,5\text{ а}$, а вольтметр — 4 в . Когда контакт переместили немного влево, амперметр стал показывать $0,9\text{ а}$, а вольтметр — $3,6\text{ в}$. Вычислите э. д. с. и внутреннее сопротивление источника. При возможности выполните работу экспериментально.

831. При подключении к батарее гальванических элементов сопротивления 16 ом сила тока в цепи была 1 а , а при подключении сопротивления 8 ом сила тока стала $1,8\text{ а}$. Найдите э. д. с. и внутреннее сопротивление батареи. При возможности выполните работу экспериментально, используя два известных сопротивления и амперметр (или вольтметр).

832. Вольтметр с очень большим сопротивлением, подключенный к зажимам источника тока, показал 6 в . Когда к тем же зажимам подключили лампочку, вольтметр стал показывать 3 в . Что покажет вольтметр, если вместо одной подключить две такие же лампочки, соединенные последовательно? параллельно?

833. От генератора с э. д. с. 40 в и внутренним сопротивлением $0,04\text{ ом}$ ток поступает по медному кабелю сечением 170 мм^2 к месту электросварки, удаленному от генератора на 50 м . Найти напряжение на зажимах генератора и на сварочном аппарате, если сила тока в цепи равна 200 а .

834. Генератор питает 50 ламп сопротивлением 300 ом каждая. Напряжение на зажимах генератора 128 в , его внутреннее сопротивление $0,1\text{ ом}$, а сопротивление подводящей линии $0,4\text{ ом}$. Найти силу тока в линии, э. д. с. генератора, напряжение на лампах, полезную мощность, по-

терю мощности из-за внутреннего сопротивления генератора и в подводящих проводах.

835. От генератора с э. д. с. 250 в и внутренним сопротивлением 0,1 ом необходимо протянуть к потребителю двухпроводную линию длиной 100 м. Какая масса алюминия пойдет на изготовление подводящих проводов, если максимальная мощность потребителя 22 кВт и он рассчитан на напряжение 220 в?

836. Лампочки, сопротивления которых 3 и 12 ом, поочередно подключенные к некоторому источнику тока, потребляют одинаковую мощность. Найти внутреннее сопротивление источника и к. п. д. цепи в каждом случае.

837. К источнику с э. д. с. $\mathcal{E} = 4$ в и внутренним сопротивлением $r = 1$ ом подключен в качестве полезной нагрузки реостат. В цепь включен также амперметр. При помощи реостата постепенно увеличивают силу тока до режима короткого замыкания и записывают показания (например, через 1 а). Написать уравнения и построить на одном чертеже графики зависимости полезной мощности и к. п. д. от силы тока: $P = f(I)$, $\eta = f(I)$. Рекомендуемый масштаб: 1 а — 1 см, 1 вт — 0,5 см; для к. п. д. можно принять масштаб: 25% — 1 см. Дать анализ графиков.

838. Источник тока имеет сопротивление, сравнимое с сопротивлением вольтметров. Один вольтметр, подключенный к зажимам источника, показал 10 в. Другой вольтметр, присоединенный к источнику вместо первого, показал 15 в. Когда же эти вольтметры соединили последовательно и подключили к зажимам источника, то первый показал 4 в, а второй 12 в. Найти по этим данным э. д. с. источника.

839. Два элемента с э. д. с. $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$ и внутренними сопротивлениями r_1 и r_2 соединены параллельно. Найти разность потенциалов $\Delta\phi$ на зажимах батареи.

Глава XIV. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

§ 33. ТОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ. ТОК В ГАЗАХ

840. Изменяется ли со временем сила тока в электролитической ванне с раствором медного купороса, если электроды угольные? медные? Нагревание раствора не учитывать.

841. Электрическую лампочку включили в сеть последовательно с электролитической ванной, наполненной сла-

бым раствором поваренной соли. Изменится ли накал лампочки, если добавить в раствор еще некоторое количество соли? При возможности провести такой опыт, используя лампочку от карманного фонаря.

842. Электрический ток пропускают через электролитическую ванну с двумя угольными электродами, наполненную раствором медного купороса. Как изменится количество меди, выделенное за одно и то же небольшое время, если изменить только одно из следующих условий: а) заменить угольный анод медным такой же формы и объема; б) заменить угольный катод медным; в) увеличить напряжение; г) долить электролит той же концентрации; д) увеличить концентрацию раствора; е) сблизить электроды; ж) уменьшить погруженную часть анода; з) то же катода; и) то же обоих электродов; к) нагреть электролит? При возможности проверьте сделанные выводы на опыте (о количестве выделяющейся меди вы можете судить по показаниям амперметра).

843. Электролитическая ванна, содержащая 670 г электролита (десятипроцентный раствор хлорной меди CuCl_2), подключена к источнику постоянного тока. Сколько времени будет идти ток, если считать, что сила тока убывает по линейному закону от 2 а до 0? Решить задачу, не используя законы Фарадея.

844. Сравнить массы и объемы (при нормальных условиях) водорода и кислорода, полученных путем электролиза воды.

845. Две одинаковые электролитические ванны (А и В) наполнены раствором медного купороса. Концентрация раствора в ванне А больше, чем в ванне В. В какой из ванн выделится больше меди, если их соединить последовательно? параллельно?

846. При электролизе раствора хлористой меди (CuCl_2) на катоде выделилось 32 г меди. Какой объем хлора выделится на аноде за то же время, если температура газа равна 23°C , а давление 74 см рт.ст.?

847. Сравнить массы одновалентного серебра и трехвалентного алюминия, выделенные на катодах при последовательном соединении электролитических ванн.

848. При проведении опыта по определению электрохимического эквивалента меди были получены следующие данные: время прохождения тока 20 мин, сила тока 0,5 а, масса катода до опыта 70,4 г, масса после опыта 70,58 г. Какое значение электрохимического эквивалента меди было получено по этим данным?

849. Зная число Фарадея, вычислите электрохимический эквивалент олова.

850. Деталь надо покрыть слоем хрома толщиной 50 мкм. Сколько времени потребуется для покрытия, если норма плотности тока при хромировании 2 ка/м²? Плотность хрома 7200 кг/м³.

851. В технических справочниках по применению гальваностегии в технике приводится величина, характеризующая скорость процесса осаждения металла (в мкм/ч) при плотности тока в 1 а/дм². Докажите, что эта величина пропорциональна отношению электрохимического эквивалента данного металла к его плотности, и вычислите ее при серебрении.

852. Сравните толщины слоев металлов, осажденных на предметах за одно и то же время, при никелировании и золочении, если техническая норма плотности тока при никелировании в 20 раз больше, чем при золочении. Плотность никеля 8900 кг/м³, а золота — 19 300 кг/м³.

853. Сравните затраты электроэнергии на получение электролитическим путем одинаковых масс алюминия и меди, если по нормам напряжение на ванне при получении алюминия в 14 раз больше, чем при рафинировании меди.

854. Каков расход энергии в кВт·ч на рафинирование 1 т меди, если напряжение на электролитической ванне по техническим нормам равно 0,4 в?

855. Какова сила тока насыщения при несамостоятельном газовом разряде, если ионизатор образует каждую секунду в одном кубическом сантиметре, площадь каждого из двух плоских параллельных электродов 100 см² и расстояние между ними 5 см?

856. Как изменится сила тока насыщения, если при неизменном действии ионизатора сблизить пластины?

857. Какое число пар ионов образует ионизатор за каждую секунду в одном кубическом сантиметре воздуха, если площадь каждой из пластин 500 см², расстояние между ними 4 см, а сила тока насыщения 16 а?

858. При какой напряженности поля начнется самостоятельный разряд в воздухе, если энергия ионизации молекул равна $2,4 \cdot 10^{-18}$ дж, а длина свободного пробега 5 мкм? Какова скорость электронов при ударе о молекулы?

859. Расстояние между электродами в трубке, наполненной парами ртути, 10 см. Какова средняя длина сво-

бодного пробега электрона, если самостоятельный разряд наступает при напряжении 600 в? Энергия ионизации паров ртути $1,7 \cdot 10^{-18}$ дж. Поле считать однородным.

860. Почему хорошо отполированный шар можно зарядить до более высокого потенциала, чем тело другой формы, но того же объема?

861. Плоский конденсатор зарядили до разности потенциалов, очень близкой к пробойному значению, но еще не достигающей его, и отсоединили от источника напряжения. Наступит ли пробой, если пластины начать сближать?

862. Плоский конденсатор подключен к источнику напряжением 6 кВ. При каком расстоянии между пластинами наступит пробой, если ударная ионизация воздуха начинается при напряженности поля 3 МВ/м?

863. Не изменяя расстояния между разрядниками электрофорной машины и поддерживая примерно постоянную частоту вращения, отключите при помощи соединительного стержня конденсаторы (лейденские банки). Объясните причину изменения характера разряда.

864. Пронаблюдайте разряд на индукционной катушке, одним из электродов которой является острие, а другим — плоскость. Почему разряд с острия идет не на середину, а на края плоскости?

865. Какой предельный заряд можно сообщить уединенному металлическому шару радиусом 2 см? Напряженность поля, при которой начинается ударная ионизация, равна 3 МВ/м. До какого потенциала он будет заряжен?

866. Диаметр одного шара в два раза больше диаметра другого. Сравните предельные заряды, которые можно сообщить шарам, и их потенциалы.

867. Зачем контактные ножи рубильников в цепях с сильными токами снабжают пружинами (рис. 113) или погружают в масло?

868. При перенапряжении между рогами разрядника (рис. 114) возникает плазменная дуга. Почему дуга перемещается вверх и затем гаснет?

§ 34. ТОК В ВАКУУМЕ. ТОК В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

869. При какой наименьшей скорости электрон может вылететь из серебра, если работа выхода $A_i = 6,9 \cdot 10^{-19}$ дж?

870. Электрон может выйти из вольфрама при наи-

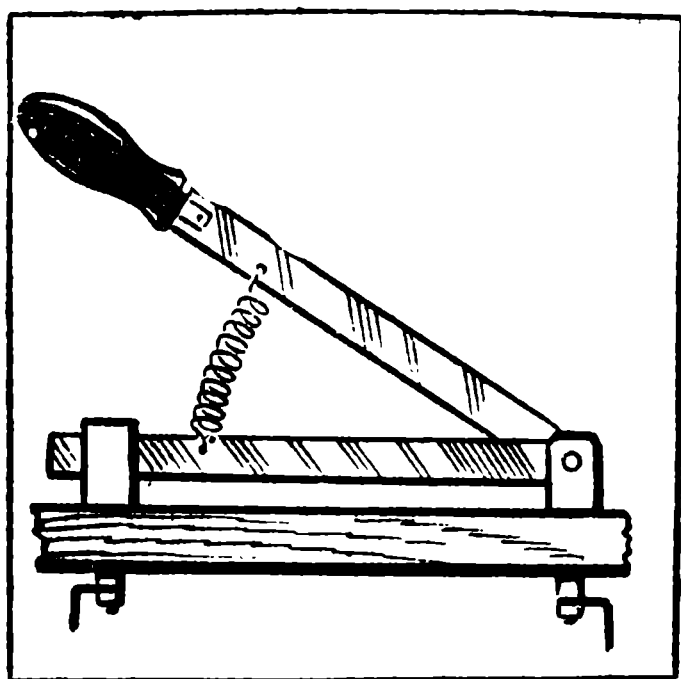


Рис. 113.

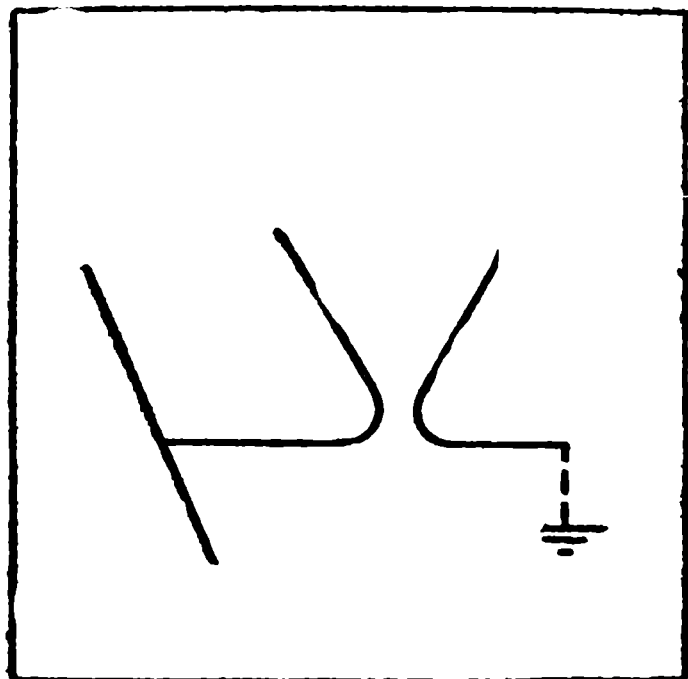


Рис. 114.

меньшей скорости около 1300 км/сек . Найти работу выхода (в дж и эв) для вольфрама.

871. Скорость электрона после выхода с поверхности катода, покрытого смесью окислов бария и стронция ($A_i = 1 \text{ эв}$), уменьшилась в два раза. Найти скорости электрона до и после выхода из металла.

872¹. В диоде электрон подходит к аноду со скоростью 8 Мм/сек . Найти анодное напряжение.

873. В телевизионном кинескопе ускоряющее анодное напряжение равно 16 кВ , а расстояние от анода до экрана составляет 30 см . За какое время электроны проходят это расстояние?

874. Расстояние между катодом и анодом диода равно 1 мм . Сколько времени движется электрон от катода к аноду при анодном напряжении 440 В ? Движение считать равноускоренным.

875. Значения силы тока в диоде в зависимости от анодного напряжения приведены в таблице.

$U (\text{В})$	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360
$I (\text{мА})$	0	20	60	115	190	270	360	460	570	610

¹ В этой и последующих задачах данного параграфа, если нет специальных оговорок, считать, что начальная скорость электрона равна нулю.

Если при решении задач, необходимо использовать удельный заряд электрона $\frac{e}{m}$, его значение следует взять из таблицы 1.

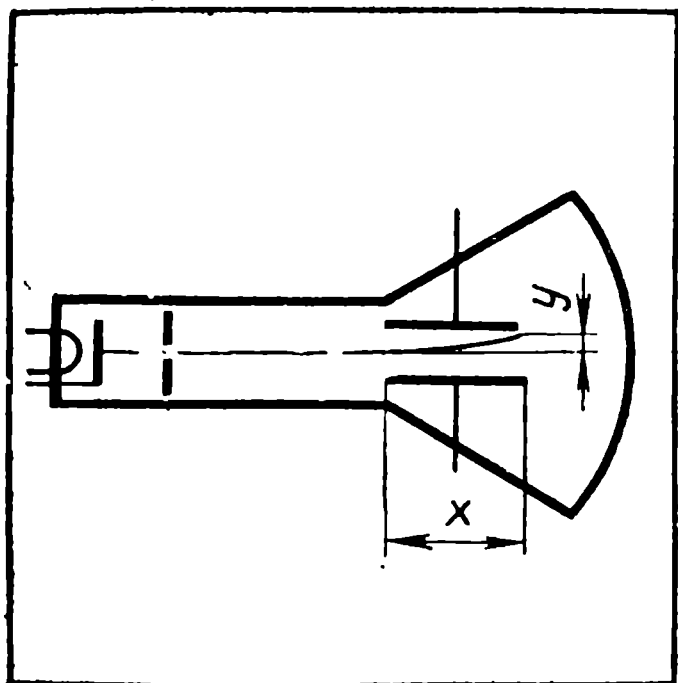


Рис. 115.

Постройте (желательно на миллиметровой бумаге) вольтамперную характеристику диода. По этой характеристике найдите сопротивление диода при силе тока 150 *ма*. Во сколько раз скорость электронов при достижении анода при силе тока 610 *ма* больше, чем при силе тока 20 *ма*?

876. В электроннолучевой трубке поток электронов с кинетической энергией $K=8$ *кэв* движется между

пластинами плоского конденсатора длиной $x=4$ *см*. Расстояние между пластинами $d=2$ *см*. Какое напряжение надо подать на пластины конденсатора, чтобы смещение электронного пучка на выходе из конденсатора оказалось равным $y=0,8$ *см*?

877. В электроннолучевой трубке поток электронов ускоряется полем с разностью потенциалов $U=5$ *кв* (рис. 115) и попадает в пространство между вертикально отклоняющими пластинами длиной $x=5$ *см*, напряженность поля между которыми $E=40$ *кв/м*. Найти вертикальное смещение луча y на выходе из пространства между пластинами.

878¹. Концентрация электронов проводимости в германии при комнатной температуре $n_e=3 \cdot 10^{19}$ *м⁻³*. Какую часть составляет число электронов проводимости от общего числа атомов? Плотность германия $\rho=5400$ *кг/м³*, молярная масса германия $M=0,073$ *кг/моль*.

879. Используя данные предыдущей задачи, найдите, во сколько раз увеличится концентрация электронов проводимости при введении в германий примеси мышьяка, составляющей по массе $10^{-5}\%$. Молярные массы мышьяка и германия считать одинаковыми.

880. Сколько процентов (по массе) индия необходимо ввести в германий, чтобы концентрация дырок была $n_{In}=10^{22}$ *м⁻³*? Концентрацию собственных носителей тока в германии считать пренебрежимо малой.

¹ При решении этой и последующих задач данного параграфа необходимо пользоваться таблицей Менделеева.

881. Докажите рассуждением, что соединение InAs (арсенид индия), в котором количества вещества (в молях) индия и мышьяка одинаковы, будет обладать проводимостью типа собственной проводимости элементов четвертой группы (Ge , Si). Какого типа будет проводимость при увеличении концентрации индия? мышьяка?

882. Для получения примесной проводимости нужного типа в полупроводниковой технике часто применяют фосфор, галлий, мышьяк, индий, сурьму. Какой из этих элементов можно ввести в качестве примеси в германий, чтобы получить электронную проводимость?

883. Термисторы используют для измерения скорости течения воды. На каком физическом явлении может быть основано такое использование термисторов?

884. Термистор типа ММТ-4 при 20°C имеет сопротивление 50 ком , а при 25°C — сопротивление $42,5\text{ ком}$. Найти средний температурный коэффициент сопротивления в данном интервале температур.

885. При какой температуре сопротивление термистора типа КМТ-4 окажется вдвое меньше, чем при 20°C , если средний температурный коэффициент сопротивления для этих условий равен $-0,05\text{ град}^{-1}$?

886. На рисунке 116 показана схема цепи, в которую включены термистор $ТС$ и резистор R сопротивлением 1 ком . При температуре 20°C амперметр показал 5 ма . После того как термистор опустили в горячую воду, амперметр стал показывать 10 ма . Какова температура горячей воды, если средний температурный коэффициент сопротивления равен $-0,04\text{ град}^{-1}$, а напряжение на концах цепи 20 в ?

887. На рисунке 117 приведены графики зависимости силы тока, идущего через фоторезистор, от приложен-

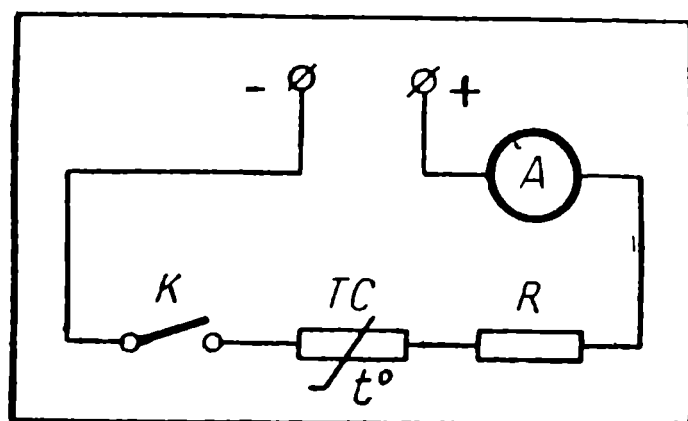


Рис. 116.

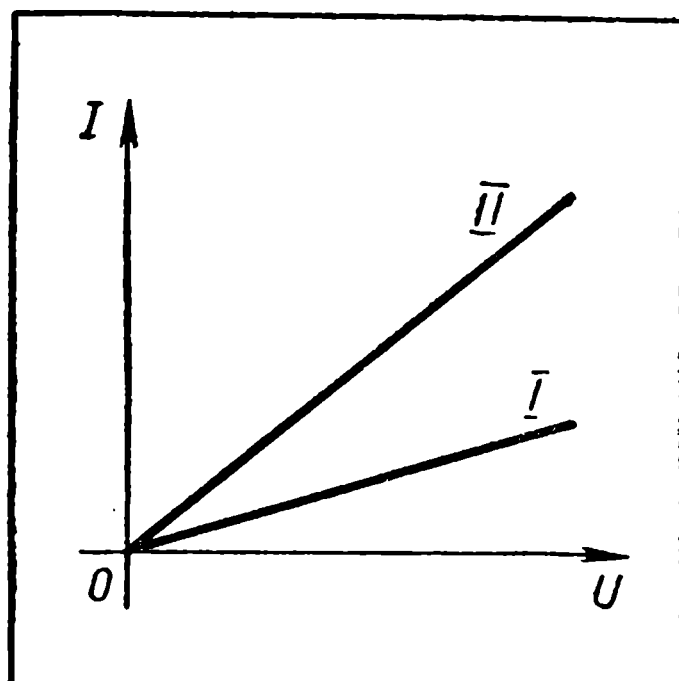


Рис. 117.

ного напряжения. Какой график относится к освещенному фоторезистору и какой — к находящемуся в темноте? Применим ли закон Ома к данному фоторезистору и при каких условиях? Во сколько раз сопротивление освещенного фоторезистора меньше затемненного?

888. Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление 25 ком, включили последовательно с резистором 5 ком. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи (при том же напряжении) увеличилась в 4 раза. Во сколько раз уменьшилось сопротивление фоторезистора?

Глава XV. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

§ 35. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКА. СИЛА ЛОРЕНЦА

889. В каком направлении повернется магнитная стрелка в контуре, обтекаемом током указанного на рисунке 118 направления?

890. Круглый виток провода свободно висит на подводящих проводах. По витку течет ток указанного на рисунке 119 направления. Как поведет себя виток, если перед ним поместить линейный магнит: а) обращенный южным полюсом к витку; б) обращенный северным полюсом к витку; в) расположенный параллельно плоскости витка южным полюсом справа?

891. Круговой проводник A закреплен, а круговой проводник B может вращаться вокруг оси (рис. 120). Как расположится проводник B , если по проводникам пропустить токи в направлениях, указанных на рисунке?

892. Пометьте знаками «+» и «—» полюсы источника тока, питающего соленоид, чтобы наблюдалось указанное на рисунке 121 взаимодействие.

893. На рисунке 122 представлены восемь случаев взаимодействия магнитного поля с током. Сформулируйте задачу для каждого из приведенных случаев и решите ее.

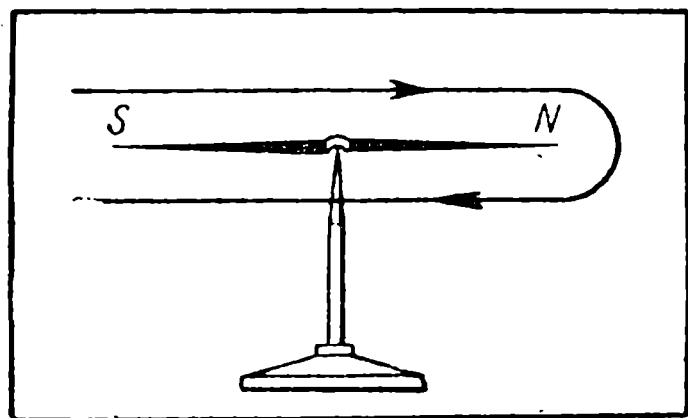


Рис. 118.

894. Определите расположение полюсов магнита (рис. 123).

895. В какую сторону сместится под действием магнитного поля электронный луч в вакуумной трубке, изображенной на рисунке 124?

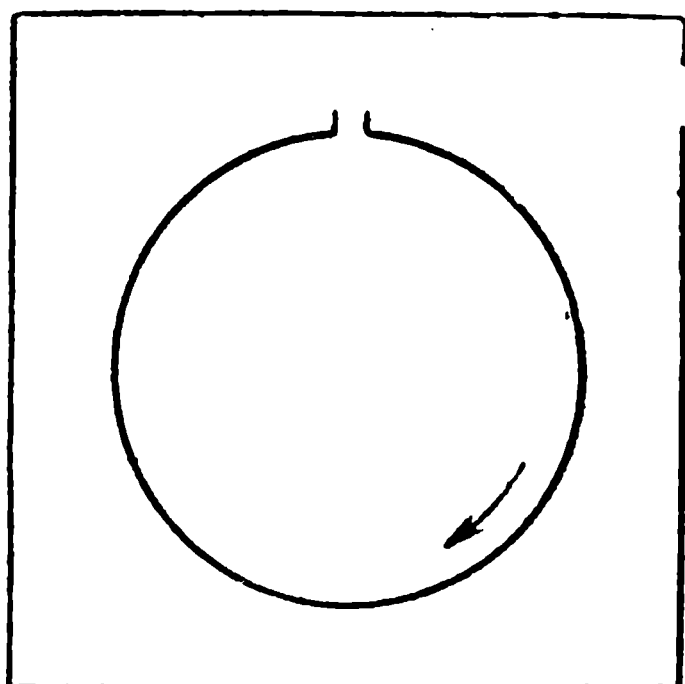


Рис. 119.

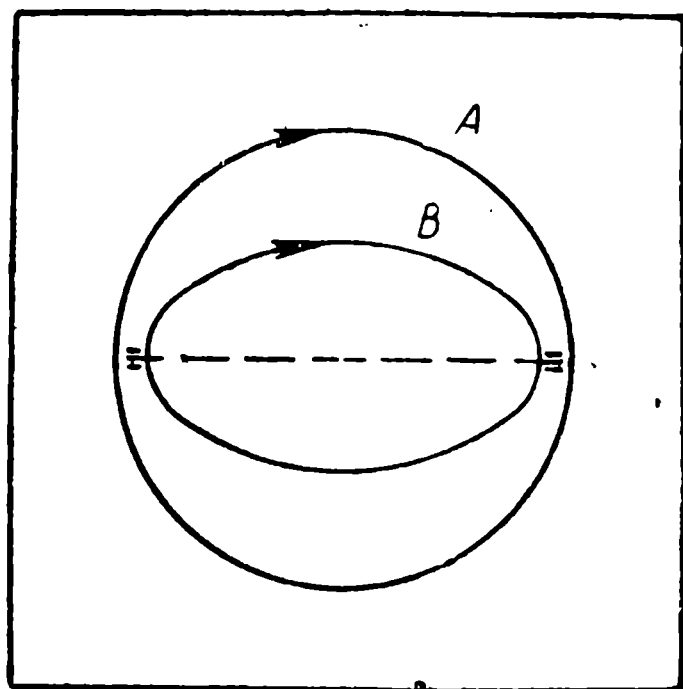


Рис. 120.

896. Если к точкам C и D (рис. 125) тонкого металлического листа, по которому проходит электрический ток, подключить чувствительный гальванометр, то в случае наличия магнитного поля (направление вектора магнитной индукции показано на рисунке) он покажет возникновение разности потенциалов. Объясните причину появления разности потенциалов между точками C и D . Укажите полярность этих точек (+ и -).

897. Какова индукция магнитного поля на расстоянии 5 см от длинного прямолинейного проводника с током 300 а (в воздухе)?

898. Какова сила тока в длинном прямолинейном проводнике, если на расстоянии 20 см от него в воздухе индукция магнитного поля оказалась равной 20 мкТл?

899. Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник, длина активной части которого 5 см, с током силой 25 а действует сила 50 мН? Поле и ток взаимно перпендикулярны.

900. С какой силой действует магнитное поле с индукцией 10 мТл на проводник, в котором сила тока 50 а, если длина активной части проводника 0,1 м? Поле и ток взаимно перпендикулярны.

901. Проводник, по которому течет ток силой 10 а, расположен перпендикулярно линиям индукции поля.

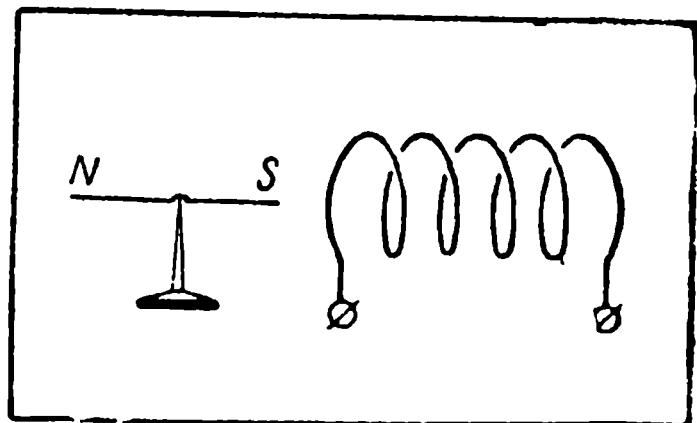


Рис. 121.

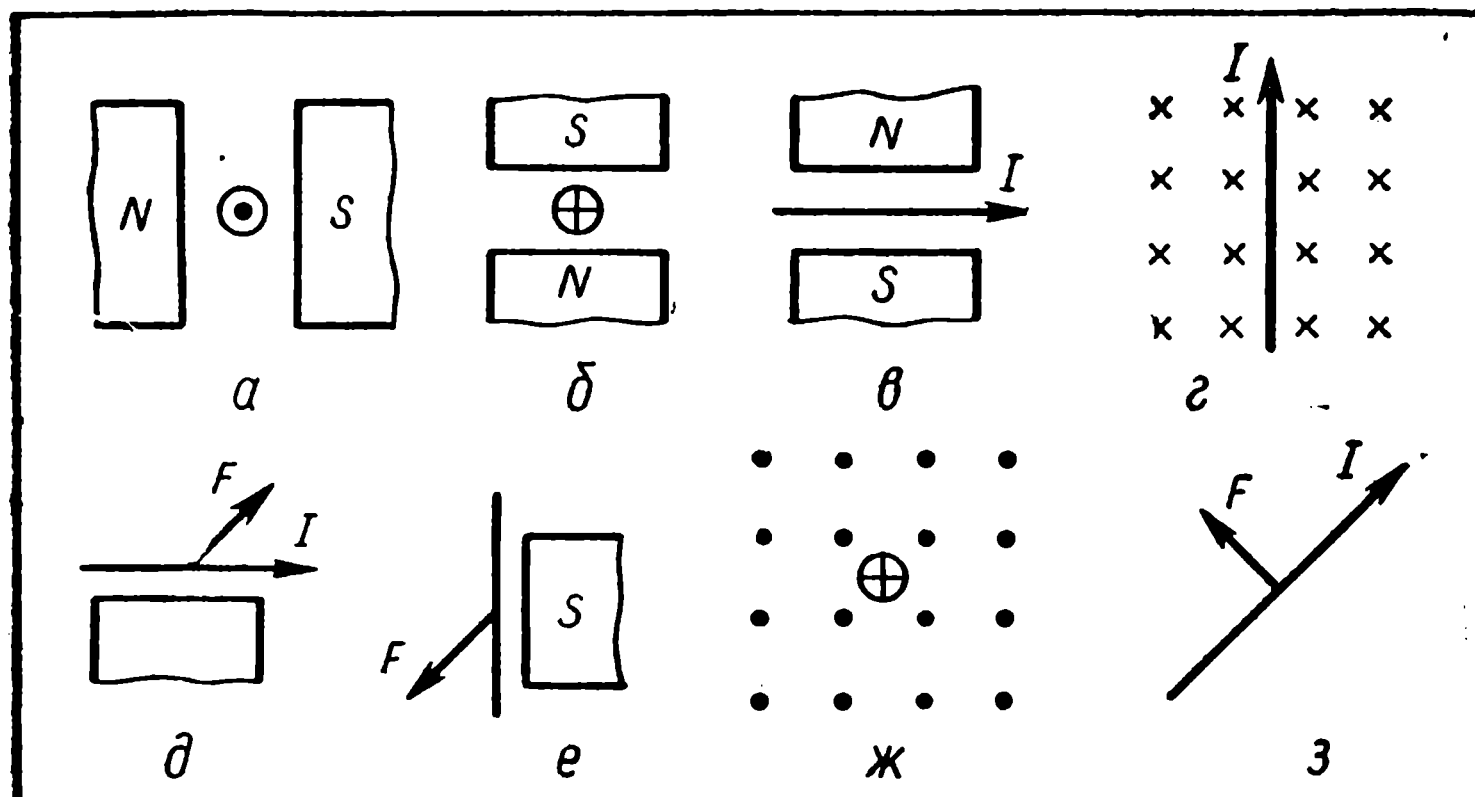


Рис. 122.

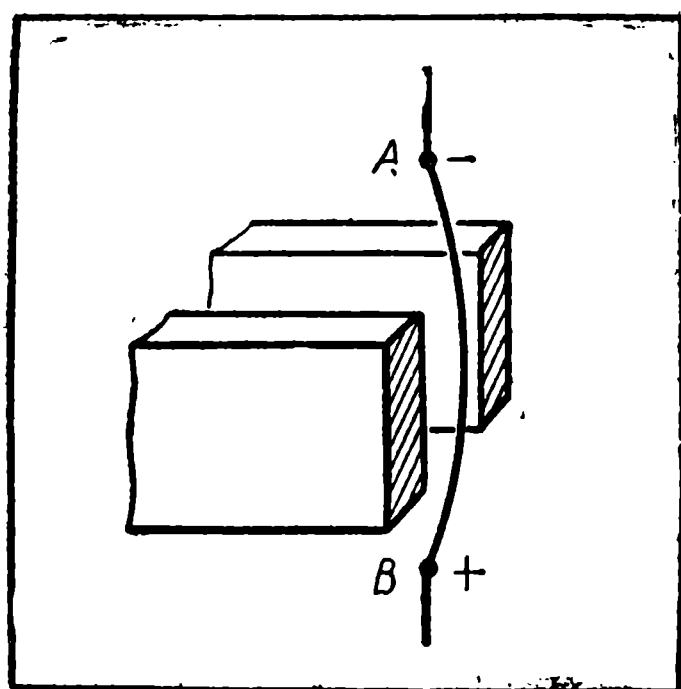


Рис. 123.

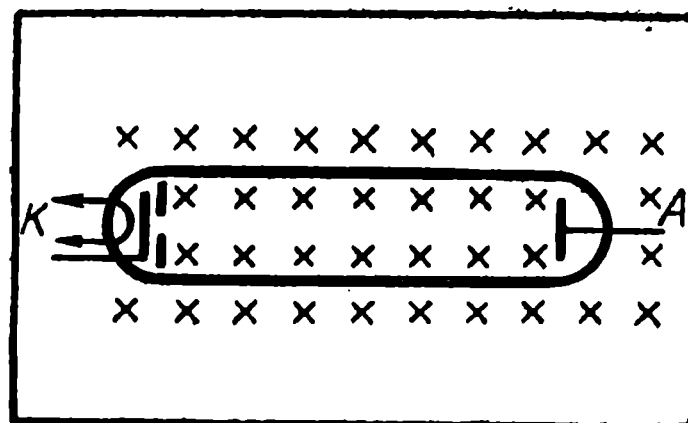


Рис. 124.

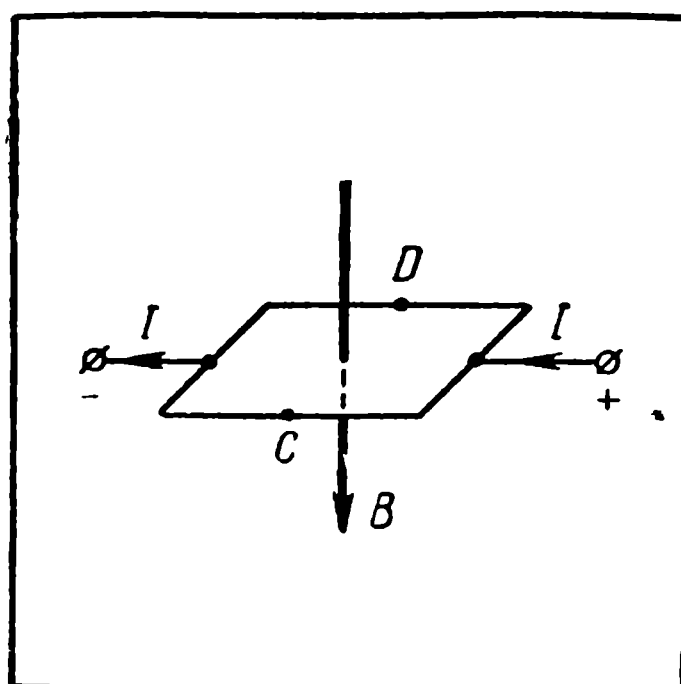


Рис. 125.

Какова индукция поля, если проводник оказался в состоянии равновесия? Масса 1 м проводника равна 5 г.

902. Проводник ab , длина которого l и масса m , подвешен на тонких проволочках. При прохождении по нему тока I он отклонился в однородном магнитном поле (рис. 126) так, что нити образовали угол α с вертикалью. Какова индукция магнитного

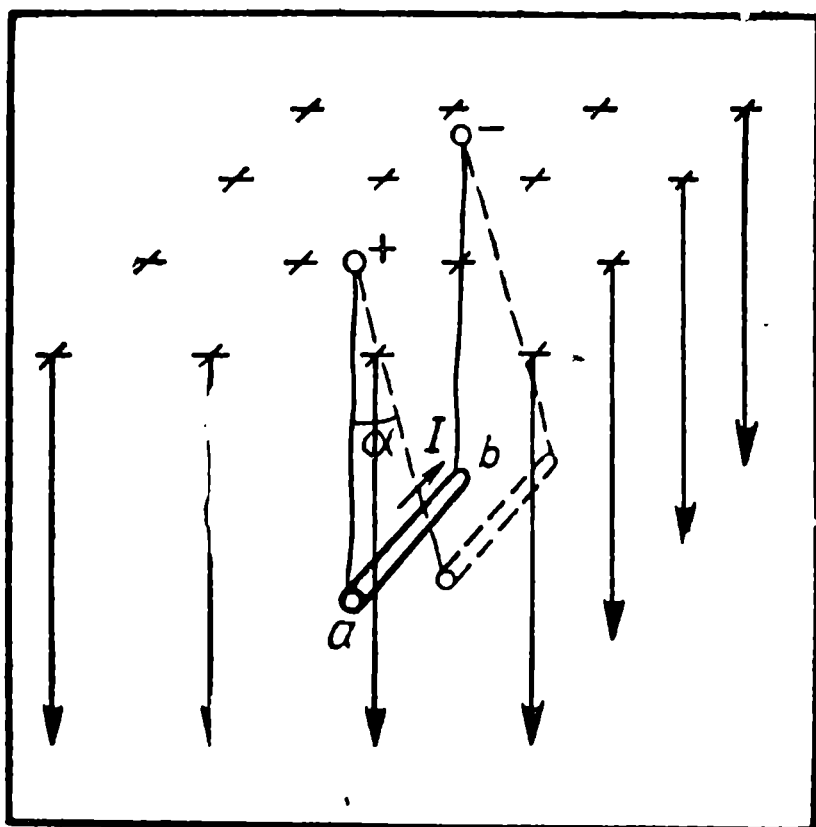


Рис. 126.

поля? При возможности определите таким способом среднюю индукцию магнитного поля подковообразного магнита.

903. В проводнике с длиной активной части 8 см сила тока равна 50 а. Он находится в однородном магнитном поле с индукцией 20 мТл. Найти совершенную работу, если проводник переместился на 10 см перпендикулярно силовым линиям.

904. Плоская прямоугольная катушка из 200 витков со сторонами 10 и 5 см находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,05 тл. Какой максимальный вращающий момент может действовать на катушку в этом поле, если сила тока в катушке 2 а?

905. С какой силой взаимодействуют два параллельных провода, в каждом из которых сила тока равна 300 а, если они находятся на расстоянии 5 см друг от друга? Длина каждого провода 50 м.

906. По двум параллельным проводникам протекают одинаковые токи. Расстояние между проводами 10 см. Определить силу тока в проводниках, если на метр длины каждого проводника действует сила 2 н.

907. В направлении, перпендикулярном линиям индукции, влетает в магнитное поле электрон со скоростью 10 Мм/сек. Найти индукцию поля, если электрон описал в поле окружность радиусом 1 см.

908. Протон в магнитном поле с индукцией 0,01 тл описал окружность $R=10$ см. Найти скорость протона.

909. В однородное магнитное поле с индукцией $B = 10$ мТл перпендикулярно линиям индукции влетает электрон с кинетической энергией $K = 30$ кэВ. Каков радиус кривизны траектории движения электронов в поле?

910. Протон и α -частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям. Сравните радиусы окружностей, которые описывают частицы, если у них одинаковы: а) скорости; б) энергии.

911. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 4$ мТл. Найти период T обращения электрона.

912. Однородные электрическое поле и магнитное поле расположены взаимно перпендикулярно. Напряженность электрического поля 1 кВ/м, а индукция магнитного поля 1 мТл. Какими должны быть направление и величина скорости электрона, чтобы траектория движения его оказалась прямолинейной?

§ 36. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ

913. На рисунке 127 приведены различные случаи электромагнитной индукции. Сформулируйте и решите задачу для каждого случая.

914. Будет ли в рамке $ABCD$ (рис. 128) возникать индукционный ток, если рамку: а) вращать относительно неподвижного проводника с током OO' , как показано на рисунке; б) вращать вокруг стороны AB ; в) вращать вок-

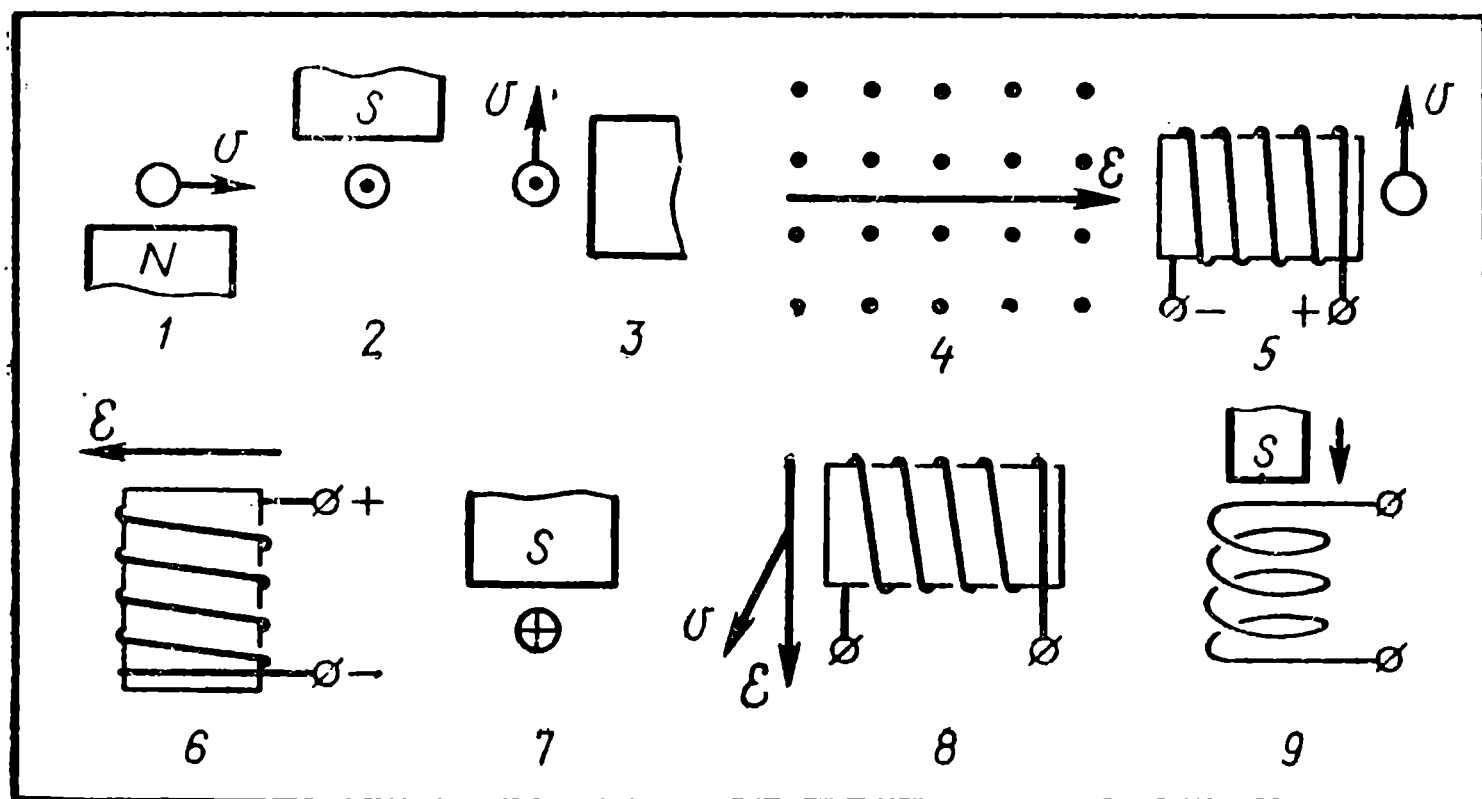


Рис. 127.

руг стороны BC ; г) двигать поступательно в вертикальном направлении; д) двигать поступательно в горизонтальном направлении?

915. Будет ли возникать индукционный ток в круговом витке, находящемся в однородном магнитном поле, если: а) перемещать виток поступательно; б) вращать виток вокруг оси, проходящей через его центр перпендикулярно плоскости витка; в) вращать виток вокруг оси, лежащей в его плоскости?

916. Поверхность полюса ротора мощного турбогенератора равна 10 м^2 , а индукция поля между поверхностью ротора и статора — $0,8 \text{ тл}$. Найдите полный магнитный поток, создаваемый ротором.

917. Какой магнитный поток пронизывает плоскую поверхность площадью 50 см^2 при индукции поля $0,4 \text{ тл}$, если эта поверхность: а) перпендикулярна вектору индукции поля; б) расположена под углом 45° к вектору индукции; в) расположена под углом 30° к вектору индукции?

918. Три одинаковых полосовых магнита падают в вертикальном положении одновременно с одной высоты. Первый падает свободно, второй во время падения проходит сквозь незамкнутый соленоид, третий — сквозь замкнутый соленоид. Сравнить время падения магнитов. Ответы обосновать на основании правила Ленца и закона сохранения энергии.

919. Определить направление индукционного тока в витке B (рис. 129) при замыкании и размыкании ключом K цепи витка A .

920. Объяснить принцип торможения трамвая, когда водитель, отключив двигатель D от контактной сети (рис. 130), переводит его в режим генератора (ключ K переводится из положения 1 в положение 2). Как зависит ускорение (быстрота торможения) трамвая: а) от величины нагрузки (сопротивления резистора R) при данной скорости движения трамвая; б) от скорости трамвая при данной нагрузке?

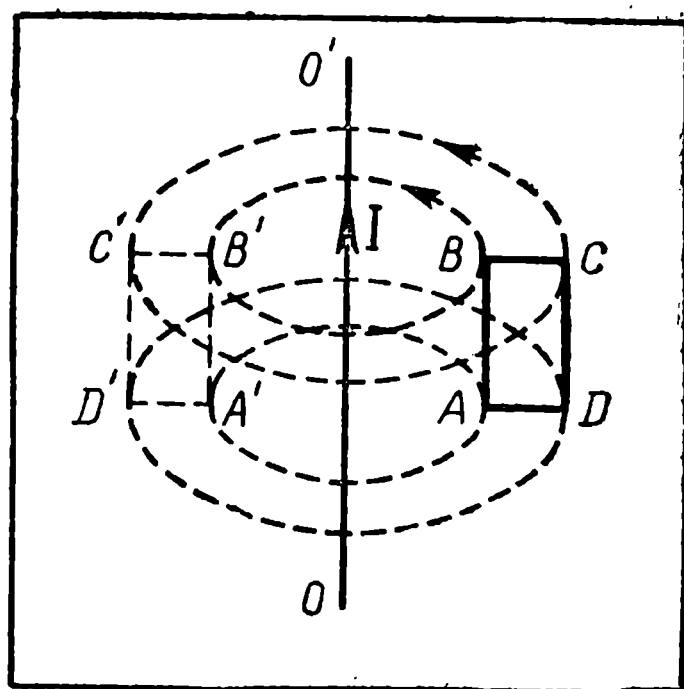


Рис. 128.

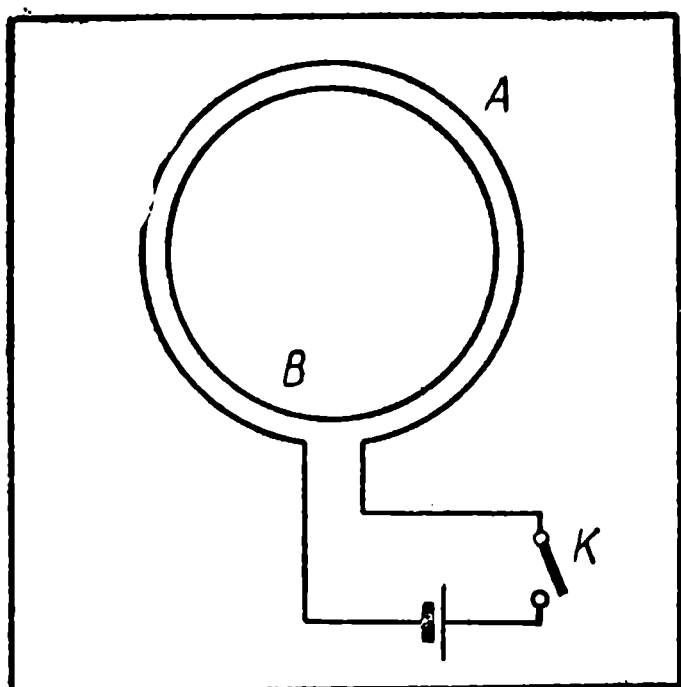


Рис. 129.

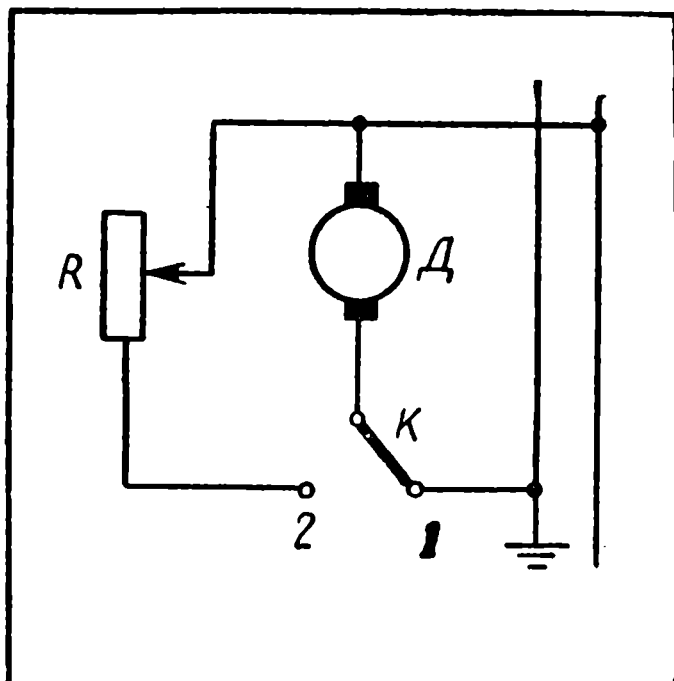


Рис. 130.

921. За 5 мсек в соленоиде, содержащем 500 витков провода, магнитный поток равномерно убывает с 7 до 3 мвб. Найти величину э. д. с. индукции в соленоиде.

922. Найти скорость изменения магнитного потока в соленоиде из 2000 витков при возбуждении в нем э. д. с. индукции 120 в.

923. Сколько витков провода должна содержать обмотка на стальном сердечнике с поперечным сечением 50 см^2 , чтобы в ней при изменении магнитной индукции от 0,1 до 1,1 тл в течение 5 мсек возбуждалась э. д. с. индукции 100 в?

924. Найти величину э. д. с. индукции в проводнике с длиной активной части 0,25 м, перемещающемся в однородном магнитном поле с индукцией 8 мтл со скоростью 5 м/сек под углом 30° к вектору магнитной индукции.

925. С какой скоростью надо перемещать проводник, длина активной части которого 1 м, под углом 60° к линиям индукции магнитного поля, чтобы в проводнике возбуждалась э. д. с. индукции 1 в? Индукция магнитного поля равна 0,2 тл.

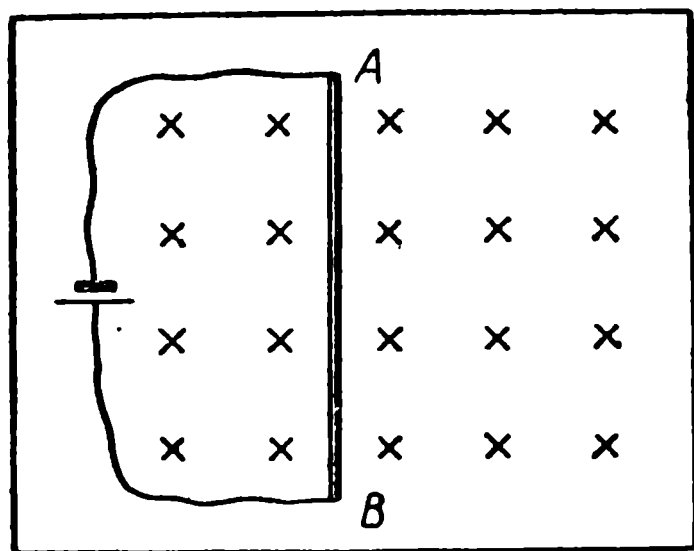


Рис. 131.

926. Проводник АВ (рис. 131) с длиной активной части 1 м и сопротивлением 2 ом находится в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,1 \text{ тл}$. Про-

водник подключен к источнику, э. д. с. которого равна 1 в (внутренним сопротивлением источника и сопротивлением подводящих проводов пренебречь). Какова сила тока в проводнике, если: а) проводник покоится; б) проводник движется вправо со скоростью 4 м/сек; в) движется влево с той же скоростью? В каком направлении и с какой скоростью надо перемещать проводник, чтобы через него не шел ток?

927. Если клеммы двух демонстрационных гальванометров соединить проводами и затем покачиванием одного из приборов вызвать колебание его стрелки, то и у другого прибора стрелка тоже начнет колебаться. Объясните опыт и при возможности проверьте.

928. Почему колебания стрелки компаса быстрее затухают, если корпус прибора латунный, и медленнее затухают, если корпус прибора пластмассовый?

929. Почему не рекомендуется проводить линии связи (телефонные, радиотрансляционные) по тем же столбам, на которых подвешена силовая линия переменного тока?

930. Какова индуктивность соленоида, если при силе тока 5 а через него проходит магнитный поток в 50 мвб?

931. Найти индуктивность проводника, в котором равномерное изменение силы тока на 2 а в течение 0,25 сек возбуждает э. д. с. самоиндукции 20 мв.

932. Какой величины э. д. с. самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита с индуктивностью 0,4 гн при равномерном изменении силы тока в ней на 5 а за 0,02 сек?

933. На рисунке 132 представлены три совершенно одинаковых соленоида, но второй и третий помещены на

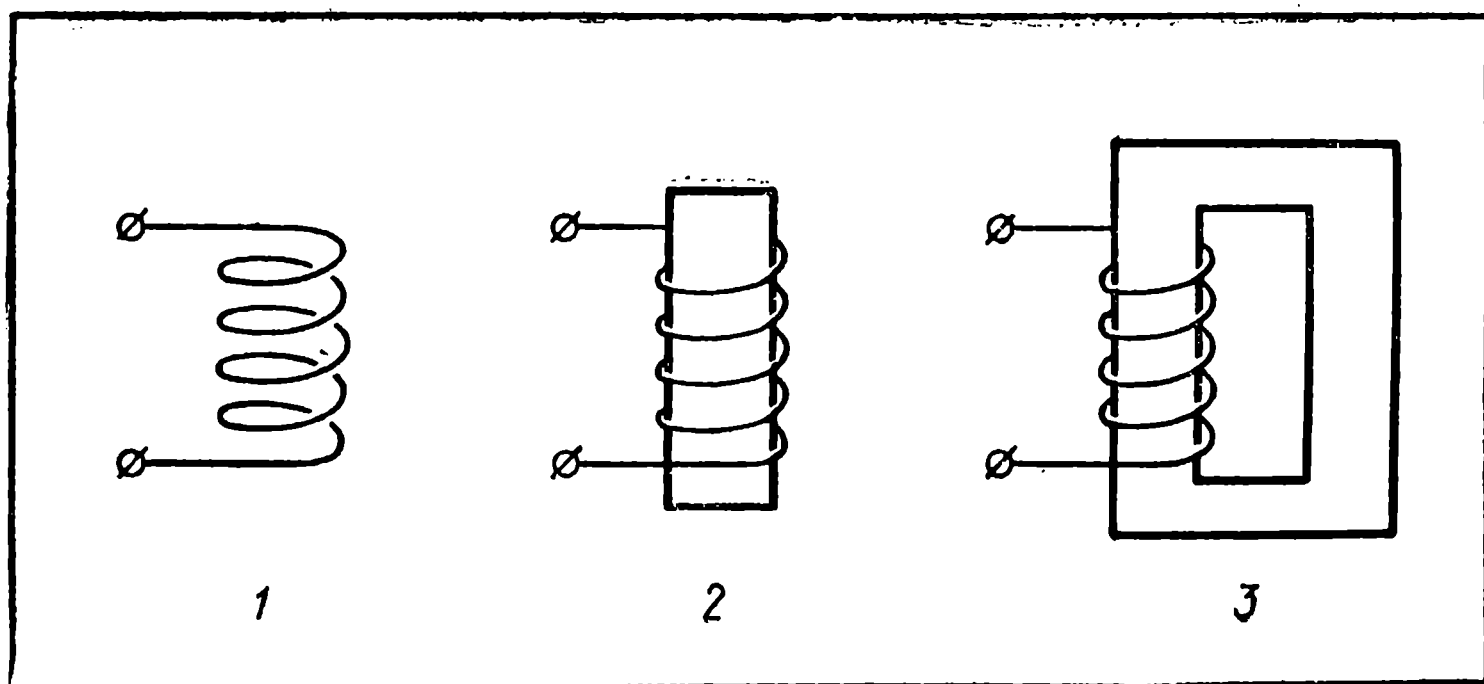


Рис. 132

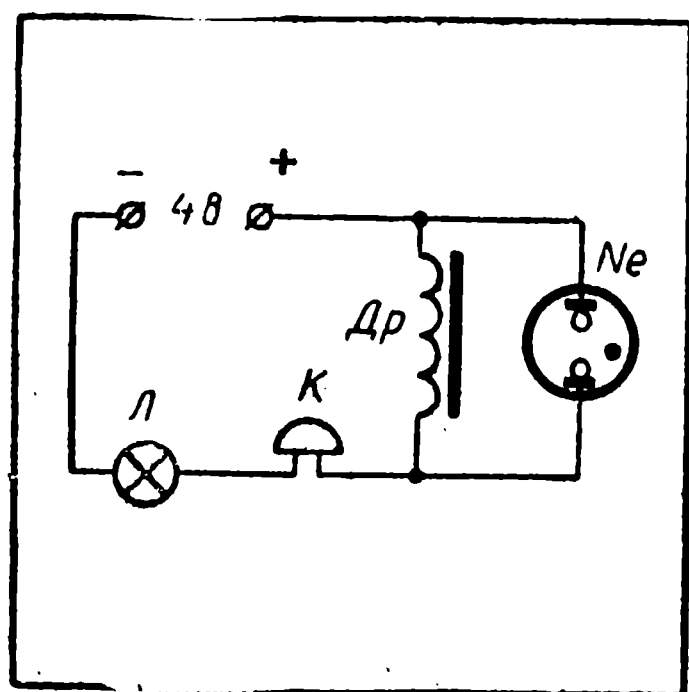


Рис. 133.

железные сердечники. У какого из соленоидов наибольшая и у какого наименьшая индуктивность?

934. Объясните, почему при касании пальцами руки выводов батареи от карманного фонарика нет болевых ощущений, но если батарею подключить к электрическому звонку, то во время работы звонка появляется ощущение сильных болевых «ударов» тока.

935. Почему отключение от питающей сети мощных электродвигателей производят плавно и медленно при помощи реостата?

936. В цепи, изображенной на рисунке 133, звонок K работает, лампа L не светит, неоновая лампа Ne светит. Дроссель $Др$ имеет большую индуктивность и оказывает малое сопротивление постоянному току. Если клеммы звонка замкнуть накоротко, то лампа L светит, а неоновая лампа гаснет. Объясните описанные явления.

937. В катушке с индуктивностью $0,6 \text{ гн}$ сила тока равна 20 а . Какова энергия магнитного поля этой катушки? Как изменится энергия поля, если сила тока уменьшится вдвое?

938. Какой должна быть сила тока в обмотке дросселя с индуктивностью $0,5 \text{ гн}$, чтобы энергия поля оказалась равной 10 дж ?

939. Найти энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока 10 а возникает магнитный поток $0,5 \text{ вб}$.

940. Найти плотность энергии однородного магнитного поля с индукцией (в вакууме) 16 мтл .

941. По графикам, приведенным на рисунке 134, найдите индукцию в чугуне, литой стали и листовой стали при намагничивающем поле, для которого в воздухе индукция равна: а) $1,5 \text{ мтл}$; б) 2 мтл ; в) $2,6 \text{ мтл}$.

942. Внутри соленоида без сердечника индукция поля $B_0 = 2 \text{ мтл}$. Каков магнитный поток в сердечнике из листовой стали с поперечным сечением 100 см^2 , на который надели соленоид? Используйте при решении график, приведенный на рисунке 134.

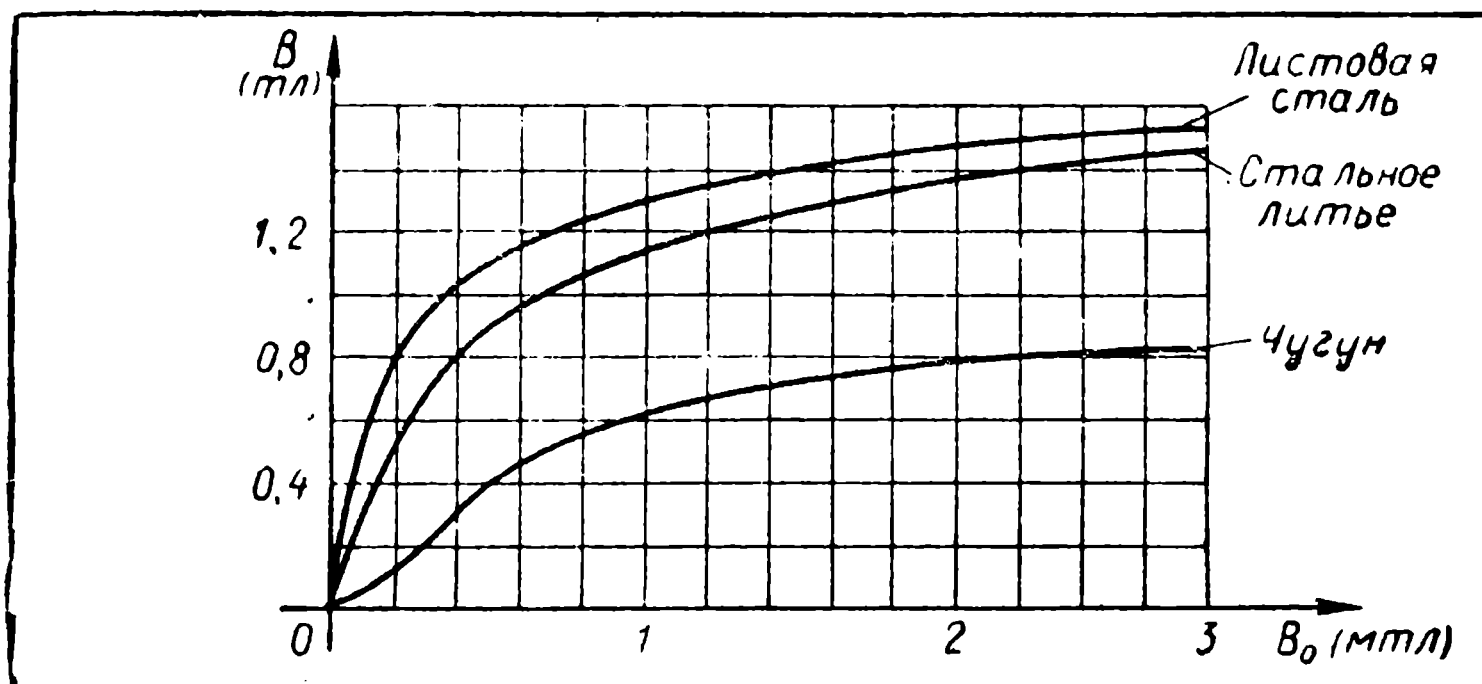


Рис. 134.

943. Соленоид с чугунным сердечником, имеющий поперечное сечение 20 см^2 , пронизывается магнитным потоком 1 мвб . Найдите величину магнитной индукции в чугуне.

944. В однородное магнитное поле с индукцией в воздухе 2 мТл внесен стальной брусок с поперечным сечением 9 см^2 . Найдите величину магнитного потока в бруске.

Глава XVI. КОЛЕБАНИЯ

§ 37. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

945. Шарик массой 100 г, закрепленный на пружине с жесткостью 0,1 кН/м (рис. 135), совершает колебания. Найти ускорение шарика при смещениях 4 см, 0 см, —2 см. В какой точке шарик движется с ускорением 30 м/сек²?

946. Математический маятник длиной 1 м совершает колебания с амплитудой 2 см. Найдите тангенциальные ускорения маятника в крайних положениях и в положении равновесия.

947. Материальная точка совершает незатухающие гармонические колебания. Какие из величин, характеризующих это движение (смещение, амплитуда, период, частота, циклическая частота, фаза, скорость, ускорение), являются постоянными и какие — переменными?

948. Амплитуда незатухающих колебаний точки струны 1 мм, частота 1 кГц. Какой путь пройдет точка за 2 сек?

949. Диаметр ведущих колес паровоза 1,5 м, скорость движения его 72 км/ч. Определите период и частоту колебаний поршня паровой машины паровоза.

950¹. Уравнение движения имеет вид: $x = 0,06 \cos 100 \pi t$. Каковы амплитуда, частота и период колебаний?

951. При каких фазах смещение по модулю равно половине амплитуды?

952. По графику, приведенному на рисунке 136: а) найти амплитуду, период, частоту и циклическую частоту колебаний; б) написать уравнение зависимости $x = f(t)$;

¹ В этой и последующих задачах данного параграфа, если нет специальных оговорок, считать, что: а) колебательное движение задается уравнением $x = x_0 \cos \omega t$; б) все величины заданы в единицах СИ; в) движение изучается в пределах одного периода.

в) найти смещение колеблющейся точки при фазах $\frac{\pi}{2}$ и $\frac{2\pi}{3}$; г) найти смещение по истечении 0,1 сек и 0,4 сек с момента начала отсчета времени.

953. Амплитуда колебаний 10 см, а частота 0,5 гц. Написать уравнение зависимости $x=f(t)$ и построить его график. Найти фазу и смещение через 1,5 сек. Определить, через сколько времени смещение будет 7,1 см.

954. При фазе $\frac{\pi}{3}$ смещение было равно 1 см. Найти амплитуду колебаний и смещение при фазе $\frac{3\pi}{4}$.

955. Сравнить время прохождения колеблющейся точкой первой и второй половины амплитуды.

956. Путь, равный амплитуде, колеблющаяся точка проходит за четверть периода. Найти отношение путей, которые проходит точка за первую и вторую половины этого времени.

957. Амплитуда колебаний концов ножек камертона 5 мм, а частота 100 гц. Найдите наибольшее значение ускорения.

958. Колебательное движение точки описывается уравнением $x=0,05 \cos 20 \pi t$. Найдите наибольшее ускорение и ускорение через $\frac{1}{60}$ сек.

959. Найти массу груза, который на пружине с жесткостью 250 н/м делает 20 колебаний за 16 сек.

960. Во сколько раз изменится частота колебаний автомобиля на рессорах после принятия груза, равного массе порожнего автомобиля?

961. Груз, подвешенный на длинном резиновом жгуте, совершал колебания с периодом T . Во сколько раз изменится период колебаний, если отрезать $\frac{3}{4}$ длины жгута

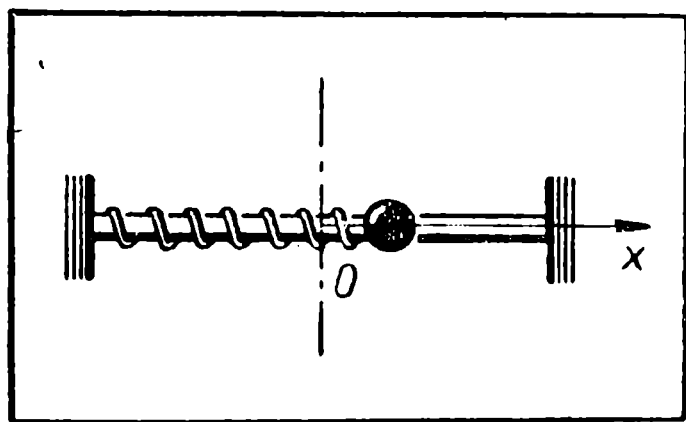


Рис. 135.

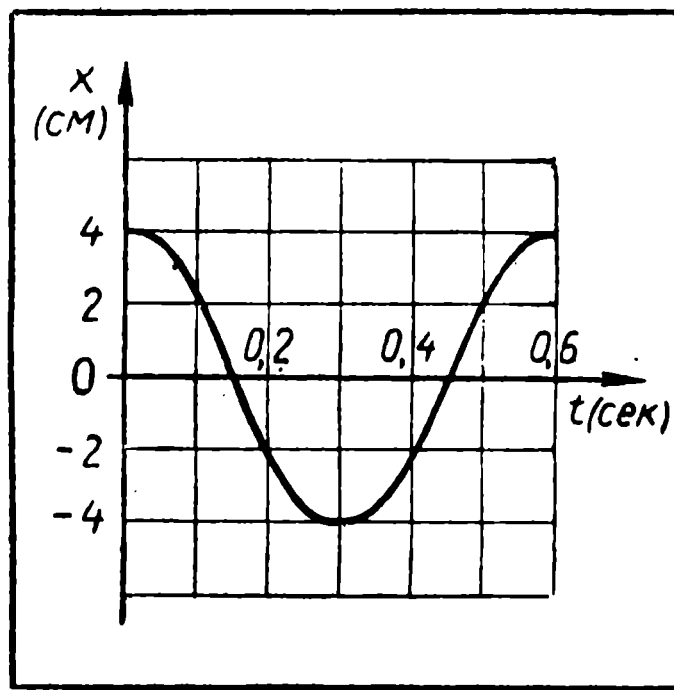


Рис. 136.

и подвесить на оставшуюся часть тот же груз? При возможности проверьте ответ на опыте.

962. Подвесьте к пружине или резиновому жгуту груз и измерьте удлинение x . Рассчитайте период колебаний этого груза (масса неизвестна) и проверьте ответ на опыте.

963. Груз массой 1 кг , подвешенный к пружине с жесткостью 100 н/м , совершает колебания с амплитудой 10 см . Написать уравнение движения груза: $x=f(t)$. Написать формулу, выражающую зависимость изменения силы упругости от времени $F=f(t)$. Найти наибольшую величину силы упругости и значение силы упругости через $1/12$ периода.

964. Какое значение получил для ускорения свободного падения учащийся при выполнении лабораторной работы, если маятник длиной 80 см совершил за 3 мин 100 колебаний?

965. Как относятся длины математических маятников, если за одно и то же время один из них совершает 10 , а второй 30 колебаний?

966. Как изменится ход часов с маятником на металлическом стержне: а) при повышении температуры; б) при поднятии на гору; в) при перемещении от полюса к экватору?

967. За сколько времени минутная стрелка земных часов с маятником, перенесенных на Луну, сделает там полный оборот по циферблату, если ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле?

968. За одно и то же время один математический маятник делает 50 колебаний, а второй 30 . Найти их длины, если один из них на 32 см короче другого.

969. Математический маятник длиной $2,5\text{ м}$ и массой $0,5\text{ кг}$ совершает колебания с амплитудой 10 см . Написать уравнение движения: $x=f(t)$. Выразить зависимость тангенциальной составляющей силы от времени: $F_x=f(t)$. Найти максимальную величину этой силы и ее значение через четверть периода.

970. Груз массой 400 г совершает колебания на пружине с жесткостью 250 н/м . Амплитуда колебаний 15 см . Найдите частоту, полную механическую энергию колебаний и наибольшую скорость движения груза.

971. Струна совершает колебания с частотой 200 гц . Амплитуда колебаний середины струны 2 мм . Найдите наибольшую скорость и ускорение движения середины струны.

972. Материальная точка массой m колеблется с частотой ν и амплитудой x_0 . Найти зависимость потенциальной и кинетической энергии точки от времени: $\Pi = f(t)$ и $K = f(t)$. Какова полная механическая энергия колебаний? Полученными результатами рекомендуется пользоваться при решении последующих задач.

973. Во сколько раз изменилась полная механическая энергия колеблющегося маятника при уменьшении его длины в 3 раза и увеличении амплитуды в 2 раза?

974. Человек массой 80 кг качается на качелях. Амплитуда его колебания 1 м. За 1 мин он совершает 15 колебаний. Найти кинетическую и потенциальную энергию через $1/12$ периода.

975. Груз, подвешенный на пружине с жесткостью 1 кН/м, колеблется с амплитудой 2 см. Найти кинетическую и потенциальную энергию при фазе $\frac{\pi}{3}$.

976. Пружинный маятник вывели из положения равновесия и отпустили. Через какое время (в долях периода) кинетическая энергия колеблющегося тела будет равна потенциальной энергии пружины?

977. Мальчик несет на коромысле ведро с водой, период собственных колебаний которых 0,8 сек. При какой скорости движения вода начнет особенно сильно выплескиваться, если длина шага мальчика 60 см?

978. На некоторых участках дороги встречаются расположенные на приблизительно одинаковых расстояниях выбоины (это обычно отмечается соответствующим дорожным знаком). Водитель вел автомобиль по такому участку один раз порожним, а другой раз — нагруженным. Сравнить скорости движения машины, при которых наступит резонансное раскачивание на рессорах.

979. Подвесьте на нити массивный груз и раскачайте его «дуновением». Объясните явление.

980. Как раскачать стрелку заряженного электрометра, не имея заряженного тела? Проверьте на опыте и объясните явление.

§ 38. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

981. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью 800 пФ и катушку индуктивностью 2 мкГн. Каков период собственных колебаний контура?

982. Каков диапазон частот собственных колебаний в контуре, если его индуктивность можно изменять в пределах от 0,1 до 10 мкГн, а емкость — в пределах от 50 до 5000 пФ?

983. Какой величины индуктивность надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости конденсатора 50 пФ получить частоту свободных колебаний 10 МГц?

984. Рамка площадью 200 см² вращается с частотой 10 об/сек в однородном магнитном поле с индукцией 10 мТл. Написать формулу зависимости э. д. с. от времени: $e = f(t)$. За начало отсчета времени принять момент, когда плоскость рамки перпендикулярна силовым линиям; все величины выразить в единицах СИ.

985. Сколько витков имеет рамка площадью 500 см², если при вращении ее с частотой 20 об/сек в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл амплитудное значение э. д. с. индукции равно 63 В?

986. По графику (рис. 137) найдите амплитудное значение переменной э. д. с., ее период и частоту. Запишите формулу изменения э. д. с. со временем.

987. Изменение силы тока задано уравнением $i = 5 \sin 200\pi t$. Укажите амплитуду силы тока, частоту и период колебаний, а также силу тока для фазы $\pi/6$.

988. Амплитудное значение э. д. с. синусоидального тока, изменяющегося с частотой 50 Гц, равно 200 В. Каковы мгновенные значения э. д. с. через 2,5 мсек, 4 мсек, 5 мсек?

989. Через $1/12$ периода мгновенное значение синусоидальной э. д. с. равно 150 В. Каково значение э. д. с. для фазы $0,2\pi$?

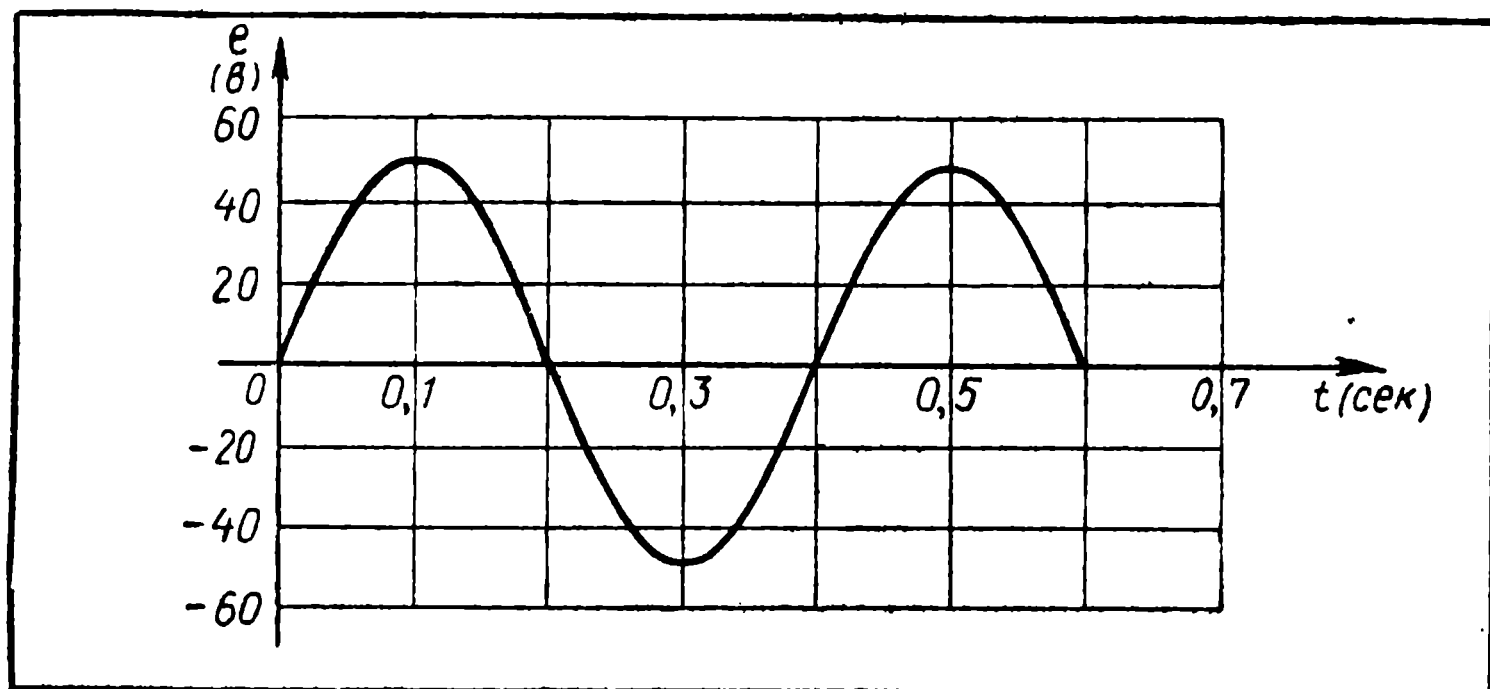


Рис. 137.

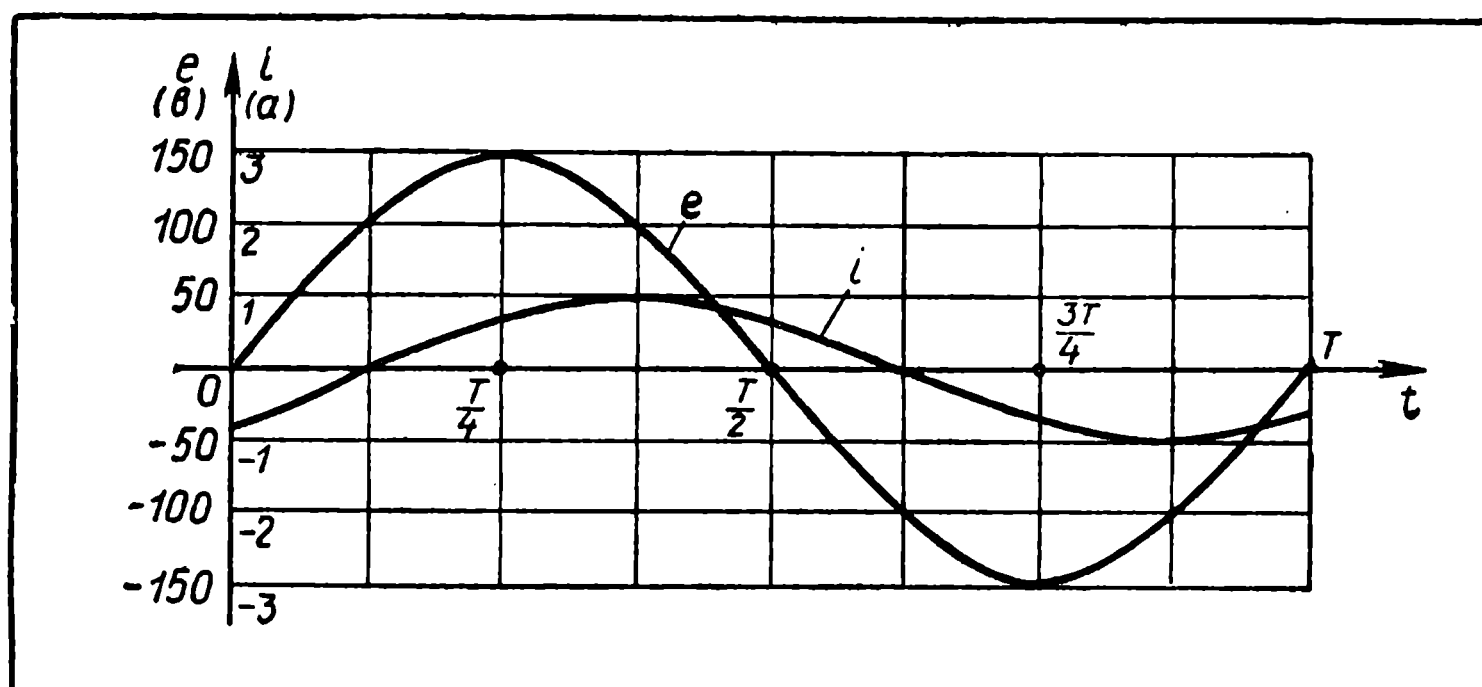


Рис. 138.

990. По графикам, приведенным на рисунке 138, найти разность фаз между э. д. с. и силой тока и написать уравнения зависимостей $e=f(t)$ и $i=f(t)$. Частота тока 50 гц.

991. Каковы амплитудные значения напряжения в сетях переменного тока с действующими напряжениями 220 и 380 в?

992. На какое напряжение надо рассчитывать изоляторы линии передачи, если действующее напряжение 430 кв?

993. Неоновая лампа светит, когда напряжение выше 80 в. Сколько времени в течение периода светит каждый электрод лампы, если она включена в сеть переменного тока с действующим напряжением 220 в?

994. Каково индуктивное сопротивление проводника с индуктивностью 0,2 гн при частоте тока 50 гц? 400 гц?

995. Как изменится накал лампы, если в соленоид, включенный последовательно с лампой, медленно вводить железный сердечник?

996. Катушка индуктивности с ничтожно малым активным сопротивлением включена в цепь переменного тока с частотой 50 гц. При напряжении 125 в сила тока равна 2,5 а. Какова индуктивность катушки?

997. Проводник имеет активное сопротивление 15 ом и индуктивность 63 мгн. Найдите полное сопротивление проводника в сети переменного тока с частотой 50 гц

998. Каковы показания приборов в цепи, схема которой представлена на рисунке 139, если $R=8$ ом, $L=48$ мгн, а вольтметр V_3 показывает 34 в?

999. Каково сопротивление конденсатора емкостью 4 мкф в сетях с частотой переменного тока 50 и 400 гц?

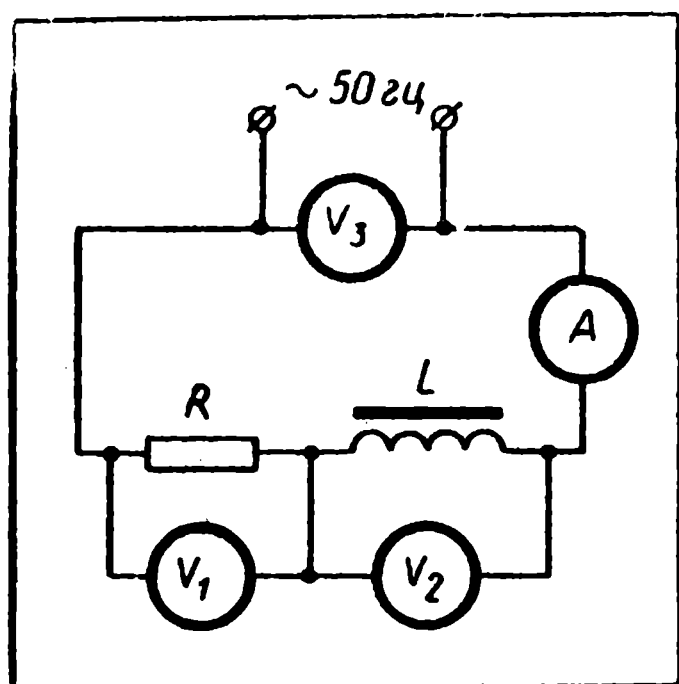


Рис. 139.

активное сопротивление $150\ \Omega$ и конденсатор емкостью $16\ \mu\text{Ф}$. Найдите полное сопротивление цепи, силу тока в ней, напряжение на зажимах активного сопротивления и конденсатора.

1003. В цепи, приведенный на рисунке 140, приборы показывают: $I=1\ \text{А}$, $U_1=120\ \text{В}$, $U_2=160\ \text{В}$. Найдите емкость конденсатора C и напряжение в сети U .

1004. В сеть переменного тока стандартной частоты включили последовательно полностью введенный реостат сопротивлением $240\ \Omega$ и два параллельно соединенных конденсатора емкостью по $16\ \mu\text{Ф}$ каждый. Во сколько раз изменится сила тока в цепи, если один из конденсаторов отключить? Какую часть реостата надо вывести, чтобы добиться прежней силы тока?

1005. На рисунке 141 представлена схема цепи, питае-

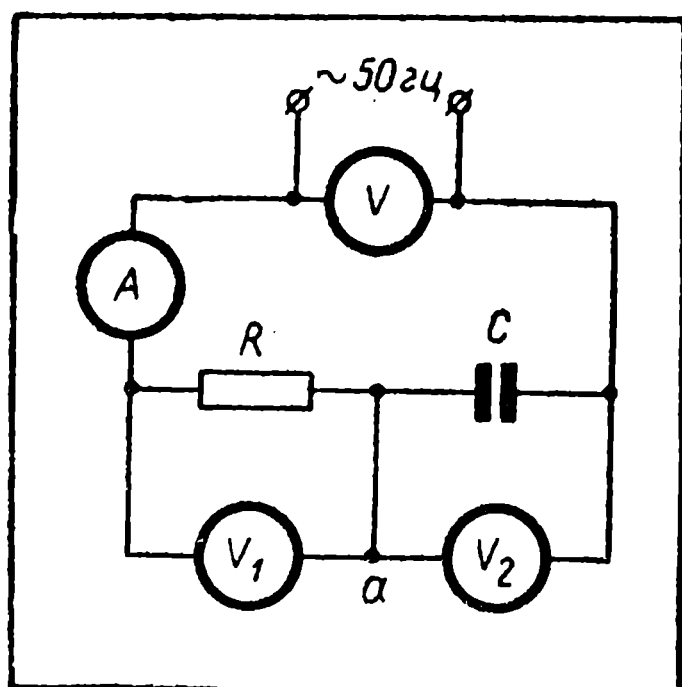


Рис. 140.

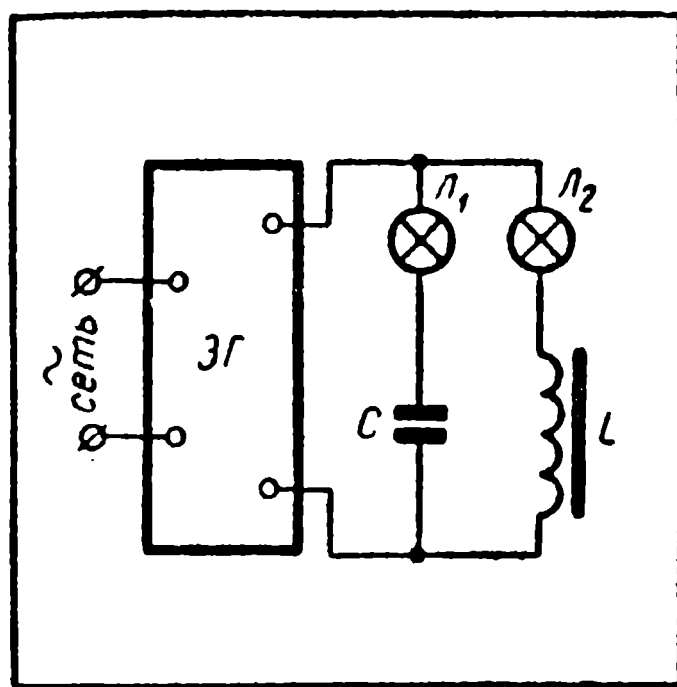


Рис. 141.

мой звуковым генератором 3Г, от которого можно получить переменный ток в диапазоне частот от 20 до 150 гц. При некоторой частоте обе лампы L_1 и L_2 горят одинаково. Как изменится режим работы ламп, если частоту питающего цепь тока увеличить? уменьшить?

1006. В цепь переменного тока включены последовательно активное сопротивление 15 ом, индуктивное сопротивление 30 ом и емкостное сопротивление 22 ом. Каково полное сопротивление цепи?

1007. В сеть напряжением 36 в и частотой 1000 гц последовательно включены активное сопротивление 4 ом, индуктивность 2 мгн и емкость 8 мкф. Определите силу тока в цепи и напряжение на зажимах активного сопротивления, индуктивности и емкости.

1008. В цепь переменного тока с частотой 50 гц включены последовательно резистор ($R=21$ ом), катушка ($L=70$ мгн) и конденсатор ($C=82$ мкф). Каковы силы тока в цепи, напряжение на резисторе, напряжение на катушке и напряжение в сети, если напряжение на конденсаторе 310 в?

1009. В цепь переменного тока с частотой 400 гц включена катушка с индуктивностью 0,1 гн. Какой емкости конденсатор надо включить в эту цепь, чтобы осуществился резонанс?

1010. В цепь включены конденсатор емкостью 2 мкф и катушка с индуктивностью 0,05 гн. При какой частоте тока в этой цепи будет резонанс?

1011. В сеть стандартной частоты включены последовательно лампочка, конденсатор емкостью 20 мкф и катушка, которая без сердечника имеет индуктивность 0,1 гн, а при полностью введенном сердечнике 1 гн. Как изменяется накал лампы по мере введения в катушку сердечника?

1012. В сеть переменного тока стандартной частоты включены последовательно лампочка, катушка с индуктивностью 1 гн и конденсатор емкостью 5 мкф. Как изменится накал лампы, если к конденсатору подключить параллельно второй конденсатор такой же емкости, а затем третий?

1013. В сеть переменного тока стандартной частоты с напряжением 210 в включены последовательно активное сопротивление 40 ом и катушка с индуктивностью 0,2 гн. Найдите силу тока в цепи. Какой емкости конденсатор надо включить в цепь, чтобы сдвиг фаз оказался равным нулю? Определите силу тока в этом случае.

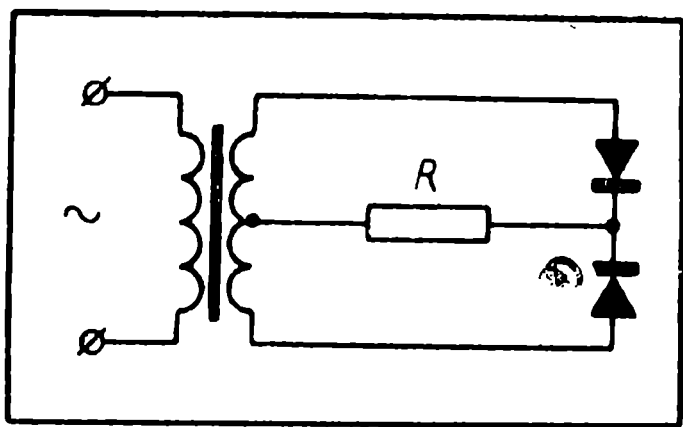


Рис. 142.

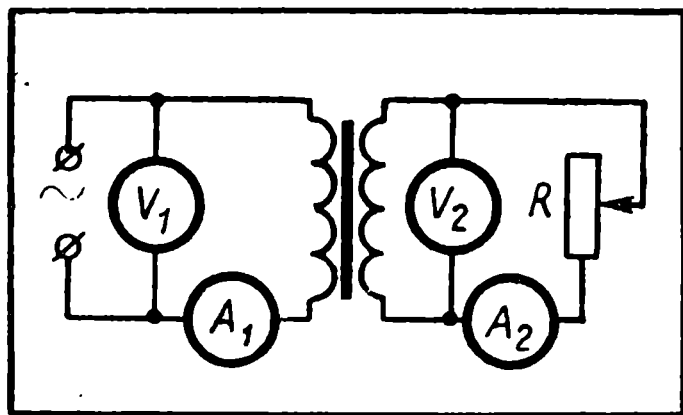


Рис. 143.

1014. Определить коэффициент мощности и сдвиг фаз между напряжением и током, если вольтметр, подключенный к электродвигателю, показал 220 в, амперметр—10 а, а ваттметр — 2 кВт.

1015. Напряжение и ток в катушке изменяются в зависимости от времени так: $u = 220 \sin 100\pi t$; $i = 6 \sin(100\pi t - \frac{\pi}{3})$. Найти потребляемую мощность.

1016. Как изменяется коэффициент мощности с увеличением частоты, если нагрузка индуктивная? емкостная?

1017. Генератор переменного тока имеет на роторе 6 пар полюсов. Какой должна быть частота вращения ротора, чтобы генератор вырабатывал ток стандартной частоты.

1018. Ротор генератора имеет 50 пар полюсов и вращается с частотой 2400 об/мин. Какой частоты э. д. с. возбуждается в этом генераторе?

1019. Почему при недогрузке трансформаторов их коэффициент мощности и к. п. д. низки?

1020. Трансформатор кенотронного выпрямителя повышает напряжение с 220 до 660 в и содержит в первичной обмотке 840 витков. Каков коэффициент трансформации? Сколько витков содержится во вторичной обмотке? В какой обмотке провод большего сечения?

1021. Объясните работу двухполупериодного выпрямителя по рисунку 142.

1022. Трансформатор включен в сеть (рис. 143). Как изменятся показания приборов при увеличении полезной нагрузки (уменьшении сопротивления R)?

Глава XVII. ВОЛНЫ

§ 39. МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ. ЗВУК

1023. Рыболов заметил, что за 10 сек поплавков совершил на волнах 20 колебаний, а расстояние между сосед-

ними горбами волны 1,2 м. Какова скорость распространения волн?

1024. На озере в безветренную погоду с лодки бросили тяжелый якорь. От места бросания якоря пошли волны. Человек, стоящий на берегу, заметил, что волна дошла до него через 50 сек, расстояние между соседними горбами волны 0,5 м, а за 5 сек было 20 всплесков о берег. Как далеко от берега находилась лодка?

1025. На поверхности воды распространяется волна со скоростью 2,4 м/сек при частоте колебаний 2 гц. Какова разность фаз в точках, лежащих на одном луче и отстоящих друг от друга на 10, 60, 90, 120 и 140 см?

1026. Движение некоторой точки волны описывается уравнением $x = 0,05 \cos 2\pi t$. Написать уравнения движения точек, лежащих на луче, вдоль которого распространяется волна, и отстоящих от заданной на 15 и 30 см. Скорость распространения волны 0,6 м/сек.

1027. Расстояние между гребнями волн в море 5 м. При встречном движении катера волна за 1 сек ударяет о корпус катера 4 раза, а при попутном — 2 раза. Найти скорости катера и волны.

1028. Найти скорость распространения волны в струне, если длина струны 0,5 м, а собственная частота основного тона равна 500 гц.

1029. Найти период и частоту второго обертона струны длиной 60 см, если скорость распространения волн 400 м/сек.

1030¹. Когда наблюдатель воспринимает по звуку, что самолет находится в зените, он видит его под углом $\alpha = 73^\circ$ к горизонту. С какой скоростью летел самолет?

1031. Наблюдатель, стоящий у прямолинейного участка железной дороги, увидел пар над свистком идущего вдали паровоза и через 3 сек услышал звук. Через 1 мин поезд прошел мимо наблюдателя. Какова скорость поезда?

1032. Из орудия произвели выстрел под углом 26° к горизонту. Артиллерист услышал звук разрыва снаряда через 44 сек после выстрела. Какова горизонтальная дальность полета снаряда, если его начальная скорость 800 м/сек?

1033. При измерении глубины моря под кораблем при помощи эхолота оказалось, что моменты отправления и

¹ Если нет специальных оговорок, считать скорость звука в воздухе 340 м/сек, а в воде 1400 м/сек.

приема ультразвука разделены промежутком времени 0,6 сек. Какова глубина моря под кораблем?

1034. Как изменится звучание тона «до» в третьей октаве (частота колебаний 261 гц), записанного на пластинке при частоте вращения диска 33 об/мин, если проигрыватель по ошибке поставлен в положение «45 об/мин»?

1035. Какая из величин и во сколько раз изменится при переходе звука из воздуха в воду: частота или длина волны?

1036. Каково расстояние между узлами стоячей волны при скорости звука 342 м/сек и частоте колебаний 440 гц?

1037. При опытном определении длины звуковой волны методом резонанса первое усиление звука камертона было получено при длине столба воздуха, равной 33 см. Какова скорость звука в воздухе, если частота колебаний камертона 260 гц?

1038. Изменится ли громкость звучания камертона, укрепленного на ящике, при изменении температуры? Амплитуду колебания ножек камертона считать неизменной.

1039. Два когерентных источника волн колеблются в одинаковых фазах. Каков результат интерференции на прямой, перпендикулярной к середине отрезка, соединяющего источники? Каким будет результат интерференции, если источники колеблются в противофазах?

1040. Разность хода двух когерентных волн с одинаковыми амплитудами равна 8 см, а длина волны 4 см. Каков результат интерференции?

1041. Разность хода двух когерентных волн с одинаковыми амплитудами колебаний равна 15 см, а длина волны — 10 см. Каков результат интерференции этих волн?

1042. Два когерентных источника звука колеблются в одинаковых фазах. В точке, отстоящей от первого источника на 2 м, а от второго на 2,5 м, звук не слышен. Определить частоту колебаний источников.

§ 40. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

1043. Можно ли выбрать такую систему отсчета, в которой бы обнаруживалась только электрическая составляющая $\vec{E}$ электромагнитного поля электронного луча? только магнитная составляющая $\vec{B}$?

1044. Помещая перед генератором электромагнитных волн металлический лист, получили стоячую волну. Расстояние между пучностями равно 15 см. Определить частоту генератора.

1045. Ручной настройкой радиоприемника мы изменяем площадь пластин воздушного конденсатора переменной емкости в приемном колебательном контуре. Как изменяется площадь пластин при переходе на прием станции, ведущей передачу на более длинных волнах?

1046. В каком диапазоне длин волн может работать приемник, если емкость конденсатора в его колебательном контуре плавно изменяется от 50 до 500 *пф*, а индуктивность катушки постоянна и равна 20 *мкгн*?

1047. Сколько колебаний происходит в электромагнитной волне с длиной волны 30 *м* в течение одного периода звуковых колебаний с частотой 200 *гц*?

1048. На каком расстоянии от антенны радиолокатора находится объект, если отраженный от него радиосигнал возвратился обратно через 200 *мксек*?

1049. Найти глубину разведки по поверхности моря каждого из радиолокаторов корабля, если один из них расположен на высоте 8 *м* над уровнем моря, второй — на высоте 15 *м*, а третий — на высоте 25 *м*?

1050. Высота излучающей антенны телецентра 300 *м* над уровнем земли, а высота приемной антенны телевизионного приемника 100 *м*. На какое расстояние можно удалить телевизионный приемник от излучающей антенны для уверенного приема телепередач?

1051. Какой должна быть максимальная частота импульсов радиолокатора при разведывании им целей на расстояниях не менее 30 *км* от него?

1052. Радиолокатор работает на волне 15 *см* и дает 4000 импульсов в секунду. Длительность каждого импульса 2 *мксек*. Сколько колебаний содержится в каждом импульсе и какова наибольшая глубина разведки локатора?

Глава XVIII. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

§ 41. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТА

1053. С помощью электрической лампочки получите на стене тень от какого либо предмета. Закройте лампочку кусочком той же бумаги или ткани. Как изменилась картина на экране? Объясните явление.

1054. Диаметр источника света 20 см, расстояние его до экрана 2 м. На каком наименьшем расстоянии от экрана нужно поместить мячик диаметром 8 см чтобы он совершенно не отбрасывал тени на экран, а давал только полутень? Прямая, проходящая через центры источника света и мячика, перпендикулярна плоскости экрана.

1055. Сравните скорость движения горизонтально летящего самолета со скоростью перемещения его тени по горизонтальной поверхности земли, считая солнечные лучи параллельными.

1056. Освещенное солнцем дерево отбрасывает тень длиной 40 м, а человек ростом 1,6 м — длиной 4 м. Найти высоту дерева.

1057. Как в солнечный день определить высоту вертикально стоящего предмета (телеграфный столб, дерево и т. д.), имея в своем распоряжении рулетку? Дайте решение в общем виде, используя содержание предыдущей задачи. Прodelайте это на опыте.

1058. Зная свой рост h и измерив длину тени l , определите угловую высоту α Солнца над горизонтом в данный момент.

1059. На какой высоте находится лампа над горизонтальной поверхностью стола, если тень от вертикально поставленного на стол карандаша длиной 15 см оказалась равной 10 см? Расстояние от основания карандаша до основания перпендикуляра, опущенного из центра лампы на

поверхность стола, равна 90 см. Измерьте таким способом высоту над полом какой-либо лампы.

1060. На какой высоте висит уличный фонарь, если тень от вертикально поставленной палки высотой 0,9 м имеет длину 1,2 м, а при перемещении палки на 1 м от фонаря вдоль направления тени длина тени сделалась равной 1,5 м? Определите таким способом, на какой высоте расположен источник света, считая, что непосредственное измерение расстояния до источника света (по горизонтали) недоступно.

1061. Окно имеет форму прямоугольника шириной 1,2 м и высотой 2 м. Какими геометрическими фигурами может быть часть пола, освещенная солнечными лучами? При каких условиях освещенная часть пола будет квадратом? Считать солнечные лучи параллельными.

1062. Для измерения угла наклона откосов железнодорожной насыпи были произведены следующие измерения. Шест длиной 2 м, поставленный вертикально у основания насыпи, отбросил на ее откос тень длиной 2 м. Длина тени, отбрасываемой тем же шестом на горизонтальную поверхность, равна 4 м. Каков угол наклона откоса насыпи, если измерения производились в тот момент, когда вертикальная плоскость, проведенная через Солнце и шест, перпендикулярна направлению железной дороги?

1063. В какие дни вертикальный столб высотой h , освещаемый Солнцем, имеет в Москве в полдень наибольшую и наименьшую длины тени l ? Найти длины теней в эти дни. Географическая широта Москвы $\varphi = 56^\circ$, угол наклона плоскости экватора к плоскости эклиптики $\delta = 23,5^\circ$.

§ 42. ФОТОМЕТРИЯ

1064. Найти полный световой поток, испускаемый источником, у которого сила света 100 св.

1065. Внутри телесного угла, равного 0,5 стер, распространяется световой поток, равный 2 лм. Какова сила света точечного источника, помещенного в его вершине?

1066. На клейме электрической лампы написано: «96 вт; 1300 лм». Какова потребляемая мощность на 1 св при нормальном режиме работы лампы?

1067. Вычислить, какой световой поток проходит через поверхность в 20 см^2 , отстоящую на 5 м от точечного источника света в 100 св, считая, что лучи падают перпендикулярно к поверхности.

1068. На поверхность книги, освещенной солнечными лучами, перпендикулярными к ее поверхности, падает световой поток в 40 лм. Какой будет световой поток, если книгу отклонить на 30° ?

1069. Световой поток в 0,02 лм падает перпендикулярно на площадку в 5 см^2 . Какова ее освещенность?

1070. На какой высоте над токарным станком надо поместить лампу 75 св, чтобы были соблюдены нормы освещенности детали (40—60 лк)?

1071. Перегоревшую лампу 75 св заменили лампой 25 св и приблизили ее к освещаемой поверхности, уменьшив расстояние в три раза. Была ли достигнута прежняя освещенность поверхности?

1072. На какой угол надо отклонить площадку, чтобы ее освещенность уменьшилась вдвое по сравнению с освещенностью площадки при перпендикулярном падении лучей?

1073. Над поверхностью парты, наклоненной к горизонту под углом 20° , на высоте 2 м висит лампа 200 св. Какова освещенность поверхности парты, создаваемая этой лампой?

1074. Фонарь для освещения улицы силой света 500 св висит на столбе на высоте 3 м от поверхности земли. Найти освещенность поверхности земли на расстоянии 4 м от основания столба.

1075. Определите приблизительно освещенность вашей тетради на письменном столе, когда комната освещается только одной лампой. Световую отдачу лампы считать равной 1 св/вт.

1076. Над полом расположены две лампы по 100 св (рис. 144). Найти освещенность в точке C. $S_1A=2 \text{ м}$, $S_2B=1 \text{ м}$, $AB=3 \text{ м}$, $CB=1 \text{ м}$.

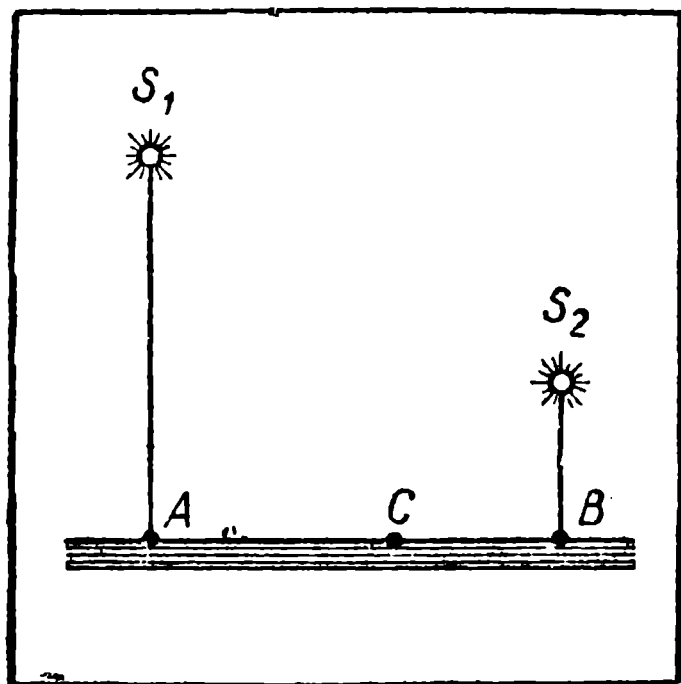


Рис. 144.

1077. Лампа 50 св висит над серединой стола на высоте 1,2 м. Размеры стола $1 \times 2 \text{ м}$. В каких точках стола освещенность наибольшая, в каких — наименьшая? Определить освещенность в этих точках.

1078. Сравнить освещенность горизонтальной поверхности земли и верти-

кальной стены дома, выходящей на юг в Москве, в полдень для дня летнего солнцестояния. Географическая широта Москвы $\varphi = 56^\circ$. Угол наклона плоскости экватора к плоскости эклиптики $\delta = 23,5^\circ$.

§ 43. ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА. ЗЕРКАЛА

1079. Лучи, идущие от точечного источника света, отражаются от плоского зеркала. Доказать, что отраженные лучи идут расходящимся пучком.

1080. Человек, идущий по шоссе, увидел в защитном стекле встречного автомобиля Солнце. Под каким углом к горизонту наклонено стекло, если высота Солнца над горизонтом 18° , а попадающий в глаз человека отраженный луч направлен горизонтально? Солнце, автомобиль и человек расположены в вертикальной плоскости.

1081. Начертите два взаимно перпендикулярных зеркала AO и OB , луч CD , падающий на зеркало OB , и направления DE и EF дальнейшего хода этого луча. Докажите, что луч EF параллелен лучу CD при любом угле падения луча CD .

1082. Как при помощи двух плоских зеркал можно проводить наблюдения из-за укрытия? При возможности изготовьте такой прибор (зеркальный перископ).

1083. На рисунке 145 изображен автобус в плане. В точке A находится шофер, в точке C — дверь для входа пассажиров в автобус. Через точку B проходит вертикальная ось, вокруг которой может вращаться плоское зеркало DE . Найдите построением, как надо расположить зеркало DE , чтобы шофер мог видеть входящих в автобус пассажиров.

1084. Человек, стоящий на берегу озера, видит в гладкой поверхности воды изображение Солнца. Как будет перемещаться это изображение при удалении человека от озера? Солнечные лучи считать параллельными.

1085. Используя условие предыдущей задачи, найдите, насколько должен человек наклониться (понижить уровень глаз), чтобы изображение Солнца в воде приблизилось к берегу на 80 см, если высота Солнца над горизонтом 25° .

1086. Человек смотрится в зеркало, подвешенное вертикально. Будет ли изменяться величина видимой в зеркале части тела человека по мере удаления его от зеркала? Ответ пояснить построением и проверить на опыте.

1087. На какой высоте h находится аэростат A , если с башни высотой H он виден под углом α над горизонтом,

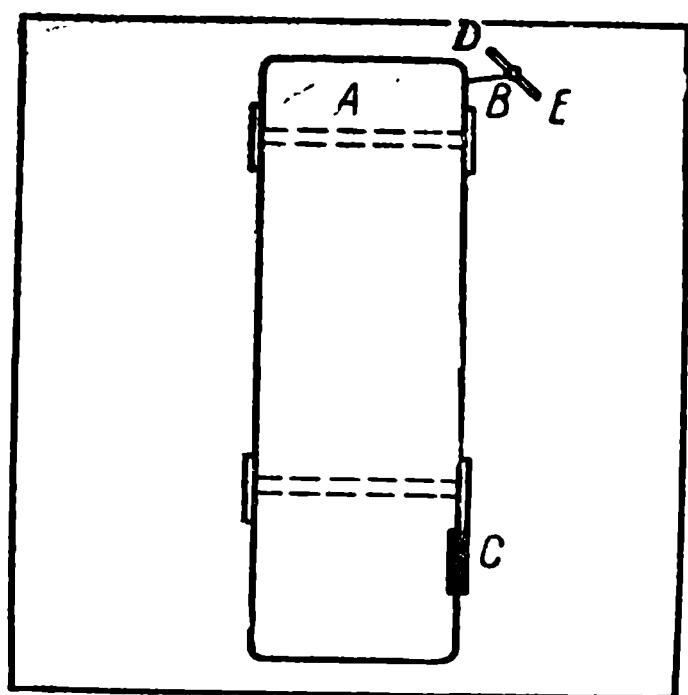


Рис. 145.

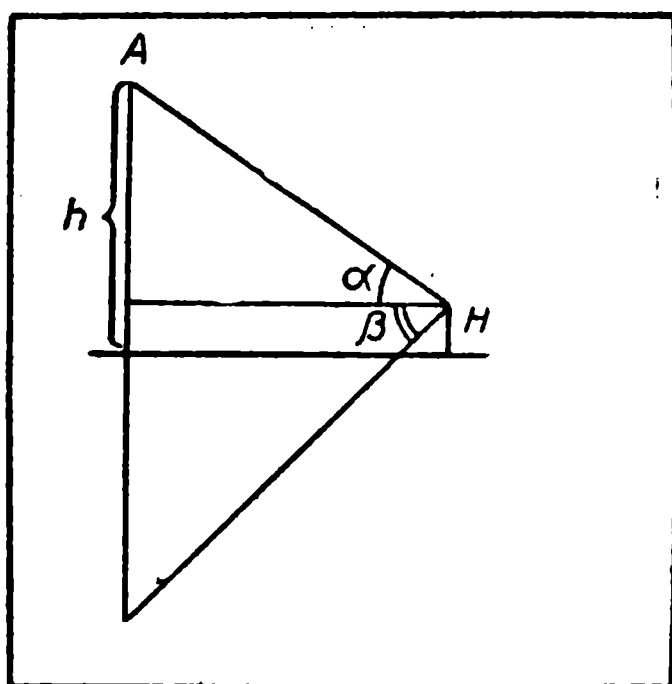


Рис. 146.

а его изображение в озере видно под углом β под горизонтом (рис. 146)?

1088. Лампочка, устанавливаемая в автомобильной фаре, имеет две нити накала питаемые независимо друг от друга. Нить накала, дающая так называемый «дальний свет», помещена в фокусе вогнутого зеркала, а нить накала, дающая «ближний свет», расположена ближе к зеркалу и немного выше первой нити. Чем отличаются световые пучки «ближнего» и «дальнего» света?

1089. Почему в настоящее время на транспорте применяют не плоские, а выпуклые зеркала?

1090. Построить дальнейший ход луча SA после отражения от сферического зеркала (рис. 147). Оптический центр зеркала находится в точке C.

1091. Как изменяется размер изображения предмета в выпуклом зеркале по мере удаления предмета от зеркала?

1092. Как определить в солнечный день радиус кривизны вогнутого зеркала?

1093. Найти фокусное расстояние вогнутого зеркала (рис. 148), если $OA = 2$ см, $BC = 20$ см.

1094. Выпуклое зеркало диаметра d , направленное на Солнце, дало на экране, расположенном на расстоянии l от зеркала, светлый круг диаметром D . Найти радиус кривизны зеркала.

1095. Перед вогнутым зеркалом с фокусным расстоянием 8 см помещена свеча на расстоянии 12 см. Высота пламени свечи 3 см. Где надо поместить экран, чтобы получить четкое изображение свечи? Какова высота изображения пламени?

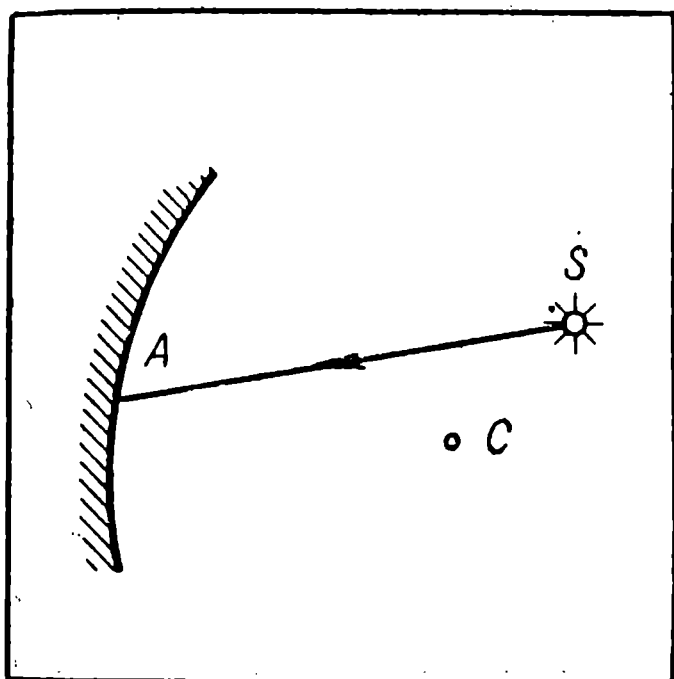


Рис. 147.

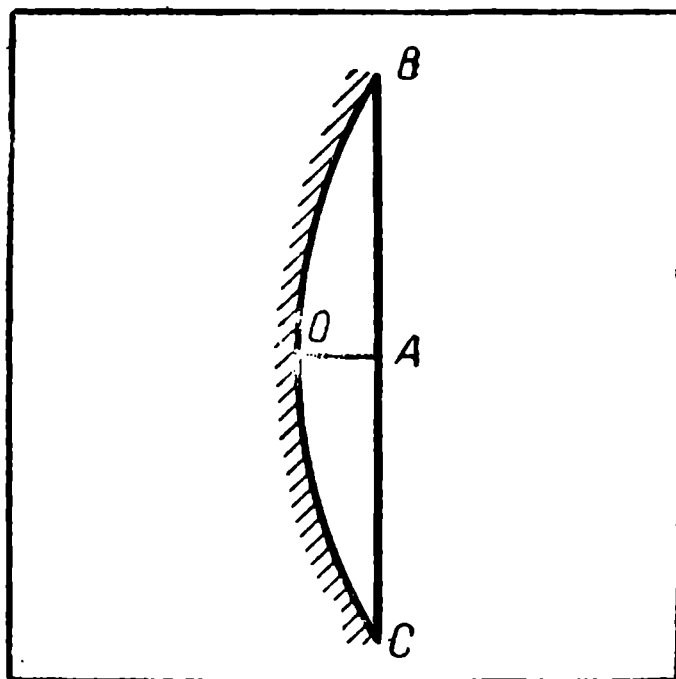


Рис. 148.

1096. На каком расстоянии от вогнутого зеркала, радиус кривизны которого 40 см , надо поставить предмет, чтобы получить: а) действительное изображение, увеличенное в 2 раза; б) мнимое изображение, увеличенное в 2 раза?

1097. При помощи вогнутого зеркала на экране получено в два раза уменьшенное изображение предмета. Расстояние между предметом и экраном 60 см . Найти радиус кривизны зеркала.

1098. Предмет находится на расстоянии $5 F$ от вогнутого зеркала. На каком расстоянии от зеркала получится изображение предмета и какова его высота по сравнению с высотой предмета?

1099. Предмет находится на расстоянии 40 см перед выпуклым зеркалом, имеющим радиус кривизны 20 см . Сравнить размеры изображения и предмета.

§ 44. ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА. ПОЛНОЕ ОТРАЖЕНИЕ

1100. Почему, сидя у горящего костра, мы видим предметы, расположенные по другую сторону костра, колеблющимися?

1101. Почему, измеряя угловую высоту небесного тела над горизонтом, мы находим ее большей, чем она есть в действительности?

1102¹. Водолазу, находящемуся под водой, солнечные

¹ В этой и последующих задачах данного параграфа, если нет специальных оговорок, второй средой является воздух, абсолютный показатель преломления для которого считать равным 1.

лучи кажутся падающими под углом 60° к поверхности воды. Какова угловая высота Солнца над горизонтом?

1103. На какой угол отклонится луч от первоначального направления, упав под углом 45° на поверхность стекла? на поверхность алмаза?

1104. Луч падает на поверхность воды под углом 40° . Под каким углом должен упасть луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления оказался таким же?

1105. В каких случаях угол падения равен углу преломления?

1106. На какой угол отклонится луч от первоначального направления, выходя в воздух из стекла, если угол падения этого луча равен 30° ?

1107. Положите осколок стекла на текст книги так, чтобы он закрывал часть выбранной строки. Смотрите на строку под разными углами. Опишите явление и объясните его, сделав пояснительный чертеж.

1108. Луч переходит из воды в стекло. Угол падения равен 35° . Найти угол преломления.

1109. Под каким углом должен падать луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления был в два раза меньше угла падения?

1110. Под каким углом должен упасть луч на стекло, чтобы преломленный луч оказался перпендикулярным к отраженному?

1111. Найти угол падения луча на поверхность воды, если известно, что он больше угла преломления на 10° .

1112. Найти угол падения луча на поверхность стекла, если угол между преломленным и отраженным лучами составляет 120° .

1113. Возьмите неглубокую чайную чашку, поставьте на стол и положите на ее дно монету. После этого отойдите от стола так, чтобы край чашки закрывал монету. Теперь не меняя положения головы, попросите товарища налить в чашку воды. Монета станет снова видна. Сделайте чертеж, объясните явление.

1114. Мальчик старается попасть палкой в предмет, находящийся на дне ручья глубиной 40 см. На каком расстоянии от предмета палка попадет в дно ручья, если мальчик, точно нацелившись, двигает палку под углом 45° к поверхности воды?

1115. В дно водоема глубиной 2 м, вбита свая, на 0,5 м выступающая из воды. Найти длину тени от сваи на дне водоема при угле падения лучей 30° .

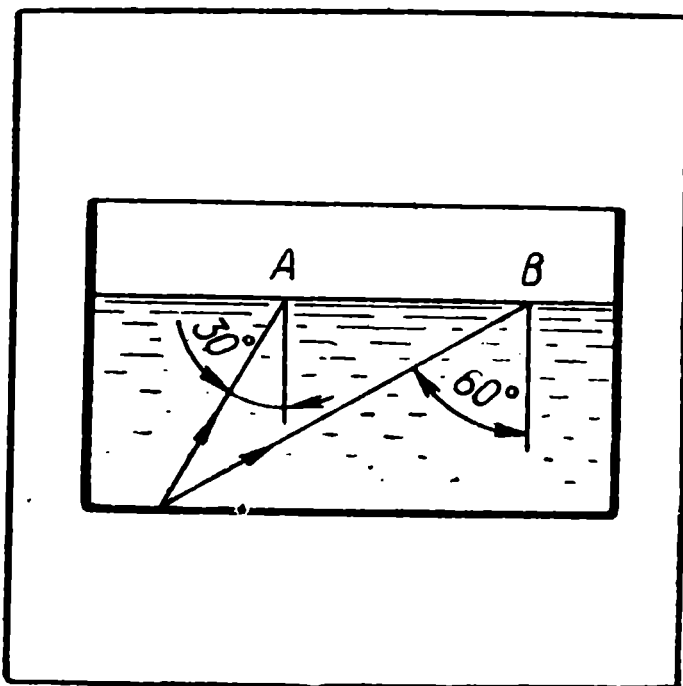


Рис. 149.

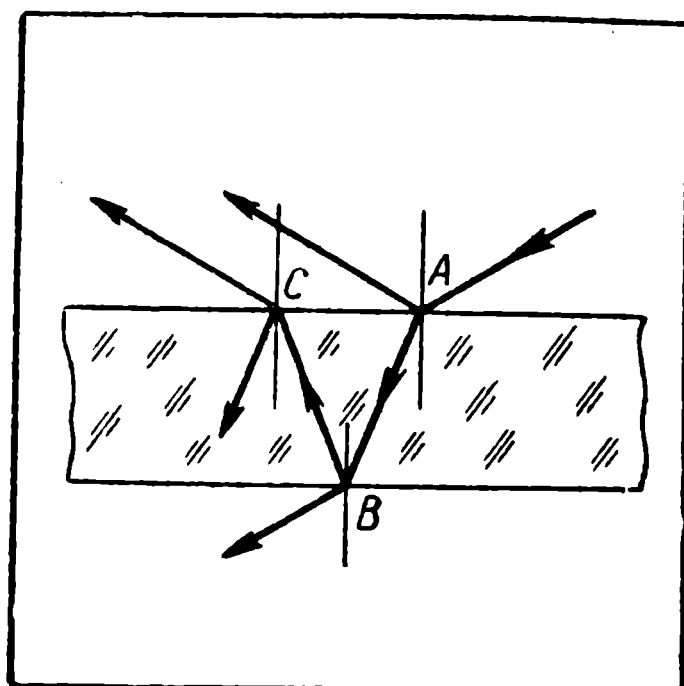


Рис. 150.

1116. Начертить дальнейший ход лучей, падающих в точки A и B от источника, находящегося на дне сосуда (рис. 149), в который налита вода.

1117. Вычислить предельные углы полного отражения для стекла и алмаза.

1118. Предельный угол полного отражения для некоторого вещества оказался равным 38° . Найти показатель преломления этого вещества.

1119. Почему стекло, истолченное в порошок, непрозрачно?

1120. Луч падает под углом 60° на стеклянную пластинку толщиной 2 см с параллельными гранями. Определить величину смещения луча, вышедшего из пластинки.

1121. Найти смещение a луча, проходящего через прозрачную пластинку с параллельными гранями, если угол падения луча α , угол преломления γ , а толщина пластинки d .

1122. Может ли луч, пройдя сквозь пластинку с параллельными гранями, сместиться так, чтобы расстояние между ним и его первоначальным направлением было больше толщины пластинки?

1123. Луч падает под углом 40° на стеклянную пластинку с параллельными гранями в точку A (рис. 150). После преломления он достигает точки B . Здесь он частично преломляется и частично отражается в направлении BC . В точке C он вновь отчасти отражается, отчасти преломляется. Найти длину пути луча ABC в стекле. Толщина пластинки $0,5\text{ см}$.

1124. В сосуде с водой находится полая призма, скле-

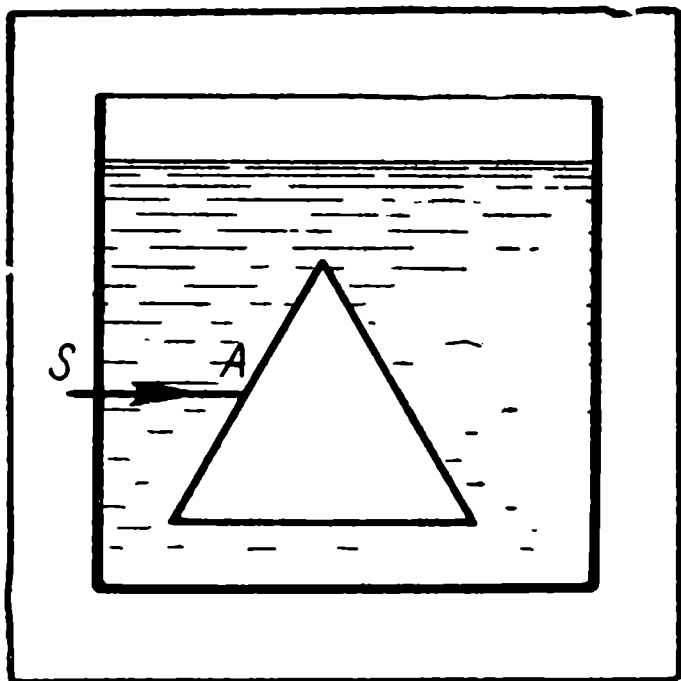


Рис. 151.

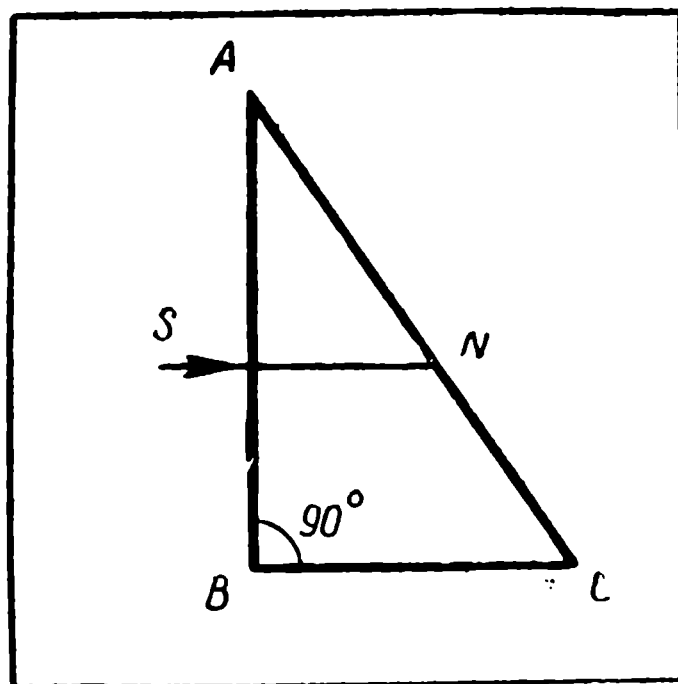


Рис. 152.

енная из стекла (внутри воздух) (рис. 151). Начертить дальнейший ход луча SA (указать лишь общий характер хода луча, не производя вычислений).

1125. Луч SN падает на прямоугольную стеклянную призму BAC (рис. 152) перпендикулярно грани AB . Произойдет ли преломление луча на грани AC в точке его падения N или он испытает полное отражение? Принять, что $\angle BAC = 30^\circ$.

1126. При каком наименьшем значении преломляющего луча A стеклянной призмы BAC (рис. 152) луч SN будет претерпевать полное отражение?

1127. Луч падает под углом 50° на боковую грань треугольной призмы, в основании которой лежит правильный треугольник. Показать ход лучей в призме и вычислить угол преломления луча при выходе его из призмы. Показатель преломления вещества призмы $n = 1,5$.

1128. Луч света падает на треугольную стеклянную призму под углом 36° . Преломляющий угол призмы 40° . Под каким углом луч выйдет из призмы? На какой угол он отклонится от первоначального направления?

§ 45. ЛИНЗЫ. ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

1129. Оптическая сила собирающей симметричной линзы с радиусами кривизны поверхностей по 50 см оказалась равной 2 дптр . Каков показатель преломления стекла линзы?

1130. Докажите, что: а) для симметричной собирающей линзы, изготовленной из стекла с показателем преломления $1,5$, фокусное расстояние равно радиусу кривизны.

визны сферических поверхностей линзы; б) для плоско-выпуклой собирательной линзы, изготовленной из такого же стекла, фокусное расстояние равно удвоенному радиусу кривизны ее выпуклой поверхности.

1131. Из стекла с показателем преломления 1,54 требуется изготовить двояковыпуклую линзу с фокусным расстоянием 10 см. Каковы должны быть радиусы кривизны поверхностей линзы, если известно, что один из них в полтора раза больше другого?

1132. Из стекла с показателем преломления 1,5 требуется изготовить выпукло-вогнутую собирательную линзу с фокусным расстоянием 24 см. Каковы должны быть радиусы кривизны сферических поверхностей линзы, если один из них больше другого в два раза?

1133. Объясните, почему оптический центр плоско-выпуклой и плоско-вогнутой линз лежит в точках пересечения их сферических поверхностей с главной оптической осью.

1134. Пользуясь только линейкой, покажите ход произвольного луча, падающего из заданной точки S на собирательную линзу с известным фокусным расстоянием.

1135. На всю поверхность собирающей линзы, имеющей диаметр D и фокусное расстояние F , направлен пучок лучей, параллельных главной оптической оси. На каком расстоянии L от линзы надо поставить экран, чтобы на нем получился светлый круг диаметром d ?

1136. Фотограф правильно рассчитал выдержку и наводку на резкость. Во время фотографирования на объектив села муха. Как это отразится на качестве снимка?

1137. При помощи детского фильмоскопа на экране получили четкое изображение кадра. Как изменится изображение, если закрыть рукой верхнюю половину объектива? При возможности проверьте решение опытным путем.

1138. Свеча находится на расстоянии 12,5 см от собирательной линзы, оптическая сила которой равна 10 дптр. На каком расстоянии от линзы получится изображение и каким оно будет?

1139. Определить радиусы кривизны собирательной линзы, изготовленной из стекла с показателем преломления 1,5, если известно, что один радиус кривизны вдвое больше другого, а действительное изображение предмета, поставленного на расстоянии 25 см от линзы, оказалось на расстоянии 1 м от нее.

1140. Расстояние от предмета до экрана 90 см. Где надо поместить между ними собирательную линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы получить на экране отчетливое изображение предмета?

1141. Определить, каких размеров получится изображение на экране предмета высотой 12 мм, если его поместить на расстоянии $1,75 F$ от линзы.

1142. Предмет помещен на расстоянии $4 F$ от линзы. Во сколько раз изображение его на экране меньше самого предмета?

1143. Фокусное расстояние объектива фотоаппарата «Киев» равно 5 см, а аппарата «Смена-4» — 4 см. Какой из этих аппаратов дает более крупное изображение объекта, фотографируемого с одного и того же расстояния?

1144. На каком расстоянии от собирательной линзы с фокусным расстоянием 12 см надо поставить предмет, чтобы его действительное изображение было втрое больше самого предмета?

1145. Объектив аппарата имеет фокусное расстояние 5 см. На каком расстоянии от объектива должен быть помещен предмет, чтобы снимок получился в $\frac{1}{9}$ натуральной величины?

1146. С помощью фотоаппарата «Зенит», дающего снимки 24×36 мм, фотографируют здание Московского университета. Высота здания 210 м. На каком наименьшем расстоянии следует встать фотографу, чтобы все здание (по высоте) уместилось на пленке? Фокусное расстояние объектива аппарата 5 см.

1147. Расстояние от предмета до экрана равно 3 м. Какой оптической силы надо взять линзу и где следует ее поместить, чтобы получить изображение предмета, увеличенное в 5 раз?

1148. Велосипедист движется со скоростью 5 м/сек. Его фотографируют с помощью фотоаппарата, фокусное расстояние объектива которого равно 10 см. Определить наибольшую допустимую экспозицию при условии, что размытость изображения на снимке не должна превышать 0,1 мм. Расстояние от аппарата до велосипедиста 5 м. В момент фотографирования оптическая ось объектива аппарата перпендикулярна к траектории движения велосипедиста.

1149. Предмет, сфотографированный с расстояния d_1 , получился на пленке высотой h_1 , а при фотографировании с расстояния d_2 высота изображения h_2 . Найдите оптическую силу объектива.

1150. Экран находится на расстоянии l от горящей свечи. Помещая между свечой и экраном собирательную линзу, можно получить резкое изображение свечи на экране при двух положениях линзы, удаленных друг от друга на расстояние a . Показать, что в этом случае для нахождения главного фокусного расстояния линзы можно пользоваться формулой

$$F = \frac{l^2 - a^2}{4l}.$$

1151. Используя условия задачи 1150, докажите, что отношение высот изображения пламени при двух положениях линзы равно $\left(\frac{l-a}{l+a}\right)^2$.

1152. Рассматривая предмет в собирательную линзу и располагая его на расстоянии 4 см от нее, получают его мнимое изображение, в 5 раз большее самого предмета. Какова оптическая сила линзы?

1153. Выразить линейное увеличение Γ в зависимости от фокусного расстояния линзы F и расстояния d предмета от линзы для случаев: а) $d > F$; б) $d < F$.

1154. На каком расстоянии перед рассеивающей линзой с оптической силой -2 дптр надо поставить предмет, чтобы его мнимое изображение получилось посередине между линзой и ее мнимым фокусом?

1155. На каком расстоянии от рассеивающей линзы с оптической силой -4 дптр надо поместить предмет, чтобы его мнимое изображение получилось в 5 раз меньше самого предмета?

1156. Определить оптическую силу рассеивающей линзы, если известно, что предмет, помещенный перед ней на расстоянии 40 см, дает мнимое изображение, уменьшенное в 4 раза.

1157. Предмет находится перед рассеивающей линзой на расстоянии mF , где F — ее фокусное расстояние. На каком расстоянии от линзы получится мнимое изображение и во сколько раз оно будет меньше самого предмета?

1158. На расстоянии 25 см от собирающей линзы 1 (рис. 153) с фокусным расстоянием 40 см помещен предмет AB высотой 2 см. Собирающая линза 2 с фо-

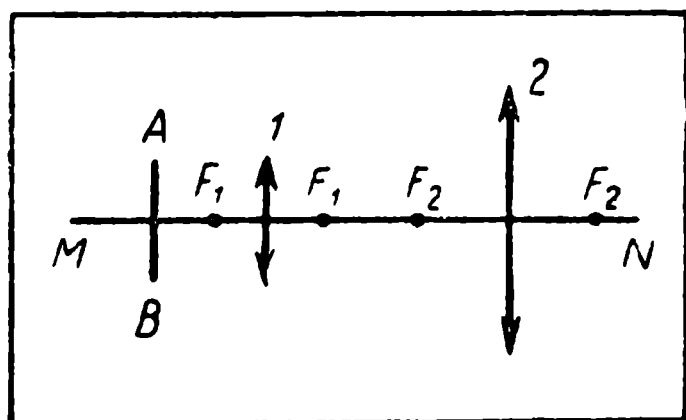


Рис. 153.

кусным расстоянием 40 см расположена на расстоянии 1,5 м от первой. Оптические оси линз совпадают. На каком расстоянии от второй линзы получится изображение предмета, даваемое этими линзами? Какова высота изображения?

1159. Попросите своего товарища перевести взгляд с какого-либо светлого, хорошо освещенного предмета на темный, слабо освещенный. Наблюдайте, как изменился диаметр зрачка. Объясните явление.

1160. На каком расстоянии от глаза при внимательном рассмотрении своего лица следует человеку с нормальным зрением держать плоское зеркало?

1161. В чистом воздухе при умеренном освещении для нормального глаза предельный угол зрения равен $40''$. На каком расстоянии прекращается видимость черного кружка диаметром 10 см, расположенного на белом фоне перпендикулярно лучу зрения?

1162. Как близко могут находиться друг от друга деления измерительного прибора, чтобы ученик, сидящий на последней парте на расстоянии 8 м от стола, отчетливо различал их? Предельный угол зрения считать равным $2'$.

1163. Как отличить очки для дальнозорких от очков для близоруких?

1164. Как в комнате, освещенной электрической лампочкой, определить, какая из двух собирательных линз очков имеет большую оптическую силу? При возможности выполните это практически.

1165. Ученик, имеющий очки с собирательными стеклами, получил на полу при помощи правой линзы четкое изображение лампочки, висящей под потолком, расположив очки на высоте 60 см над полом. Для того чтобы получить резкое изображение лампочки при помощи левой линзы, ему пришлось опустить очки на 14 см. Какова оптическая сила левой линзы, если оптическая сила правой линзы равна 2 дптр?

1166. Определить оптическую силу лупы, дающей четырехкратное увеличение.

1167¹. Найти увеличение микроскопа, имеющего объектив с фокусным расстоянием 5 мм, окуляр с фокусным расстоянием 20 мм и тубус длиной 240 мм.

¹ В формулу увеличения микроскопа входит величина δ — длина тубуса. Под этой величиной следует понимать расстояние от заднего фокуса объектива до переднего фокуса окуляра.

1168. Микроскоп увеличивает в 400 раз. Фокусное расстояние его объектива 4 мм. Препарат лежит на 0,1 мм дальше фокуса объектива. Вычислить длину тубуса и фокусное расстояние окуляра.

Глава XIX. СВЕТОВЫЕ ВОЛНЫ

§ 46. СКОРОСТЬ СВЕТА. ДИСПЕРСИЯ СВЕТА

1169. Расстояние от Солнца до Земли составляет $1,5 \cdot 10^8$ км. Сколько времени идет свет от Солнца до Земли?

1170. В теории относительности время иногда удобно условно измерять в метрах: 1 м — это время, за которое свет проходит в вакууме отрезок в 1 м. Выразить это время в секундах.

1171. В известном опыте Физо по определению скорости света расстояние между колесом, имеющим $N=24$ зубца, и зеркалом равно $l=8,6$ км. Найдите частоту вращения колеса ν при наблюдении первого исчезновения света

1172. Зная скорость света в вакууме, вычислить скорость света в воде и стекле.

1173. Найти относительный показатель преломления луча при переходе его из воды в стекло и при переходе луча в обратном направлении.

1174. Какие частоты колебаний соответствуют крайним красным ($\lambda=0,76$ мкм) и крайним фиолетовым ($\lambda=0,4$ мкм) лучам видимой части спектра?

1175. Сколько длин волн монохроматического излучения с частотой 400 ТГц укладывается на отрезке в 1 м?

1176. Какова скорость света в воде, если при частоте 440 ТГц длина волны равна 0,51 мкм?

1177. Показатель преломления воды для света с длиной волны в вакууме 0,76 мкм равен 1,329, а для света с длиной волны 0,4 мкм он равен 1,344. Для каких лучей скорость света в воде больше?

1178. Вода освещена красным светом, для которого длина волны в воздухе 0,7 мкм. Какой будет длина волны в воде? Какой цвет видит человек, открывший глаза под водой?

1179. Для данного света длина волны в воде 0,46 мкм. Какова длина волны в воздухе?

1180. На белой бумаге наклеены красные буквы. Каким светом надо осветить бумагу, чтобы буквы перестали быть видимыми?

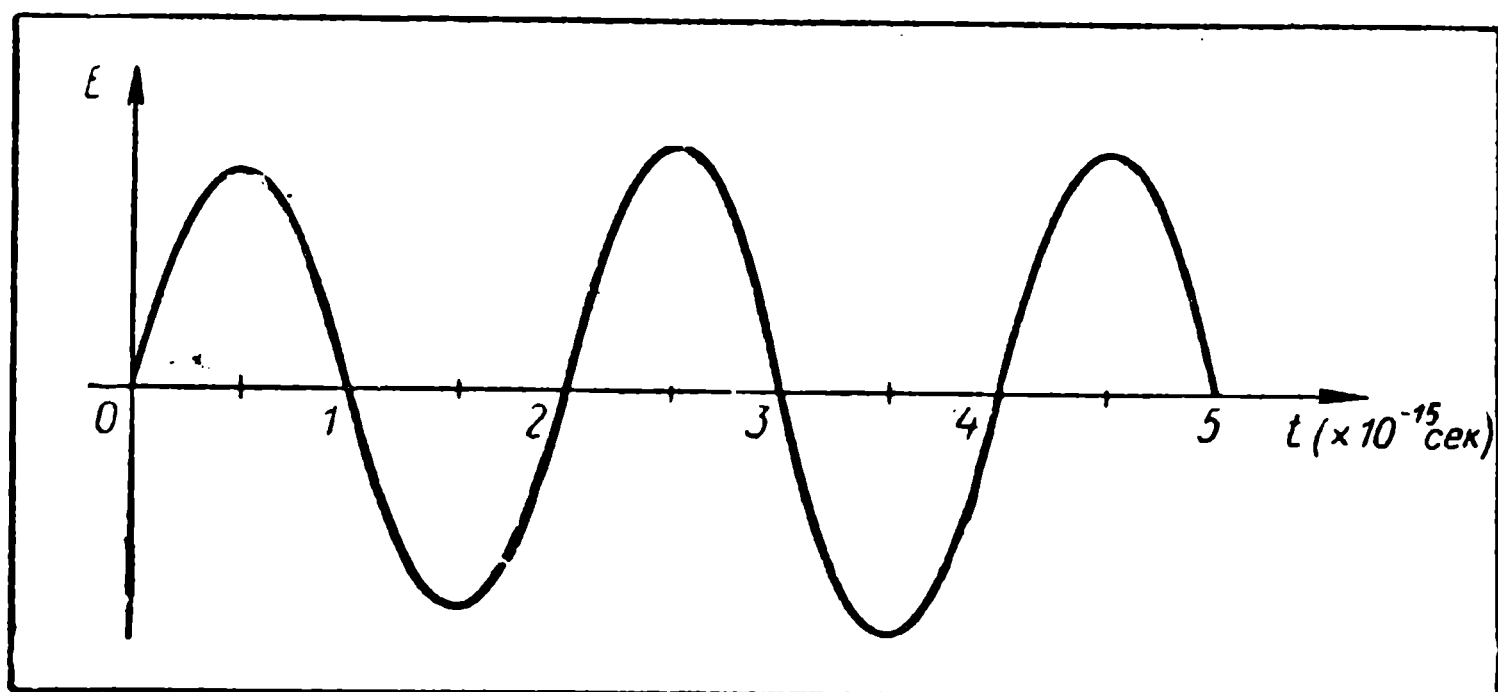


Рис. 154.

1181. Какими будут казаться красные буквы, если их рассматривать через зеленое стекло?

1182. Через призму смотрят на большую белую стену. Будет ли эта стена окрашена в цвета спектра?

1183. На черную классную доску наклеили горизонтально полоску белой бумаги. Как окрасятся верхний и нижний края этой полоски, если на нее смотреть сквозь призму, обращенную преломляющим ребром вверх?

1184. На рисунке 154 дан график изменения напряженности электрического поля электромагнитной волны в зависимости от времени для данной точки пространства (луча). Найти частоту и длину волны.

1185. На рисунке 155 дан график распределения напряженности электрического поля электромагнитной вол-

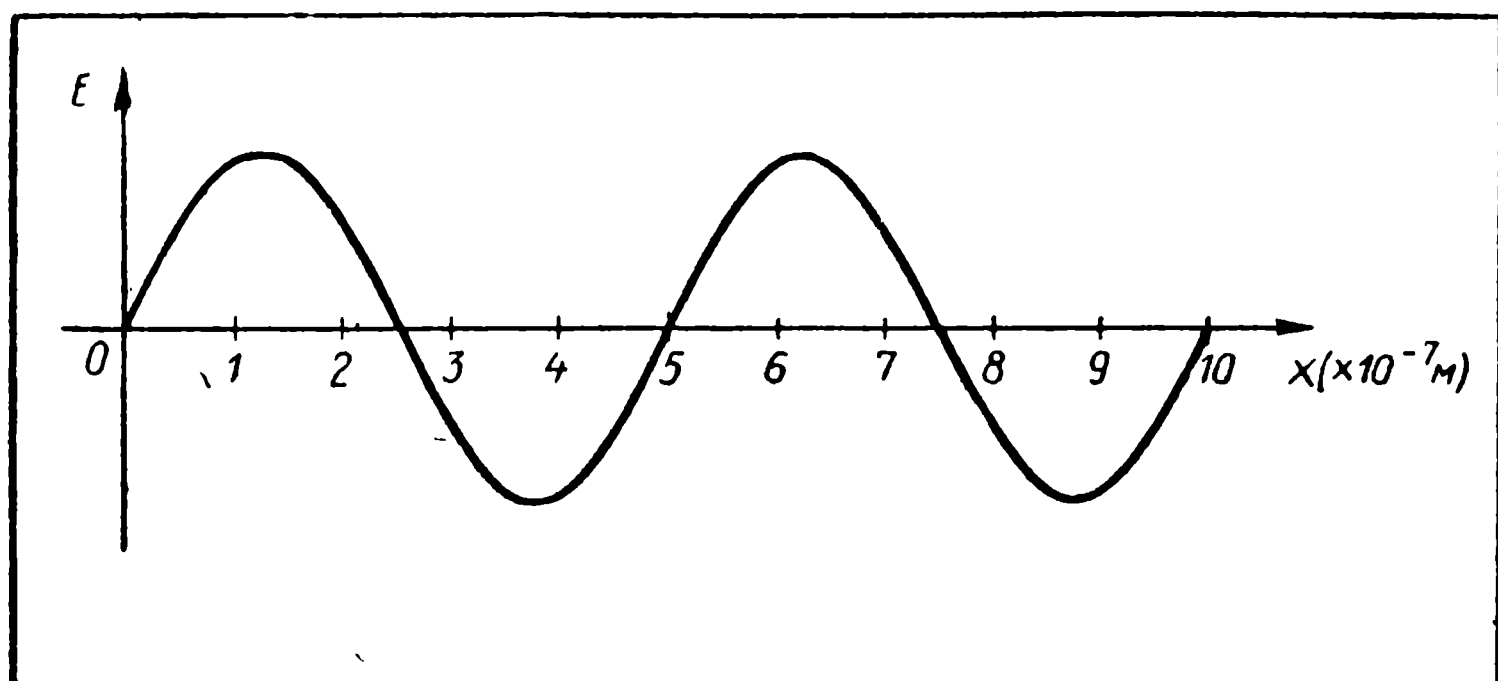


Рис. 155.

ны по заданному направлению (лучу) в данный момент времени. Найти частоту колебаний.

§ 47. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ, ДИФРАКЦИЯ, ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

1186. Два когерентных источника белого света S_1 и S_2 освещают экран AB , плоскость которого параллельна направлению S_1S_2 (рис. 156). Докажите, что на экране в точке O , лежащей на перпендикуляре, опущенном из середины отрезка S_1S_2 , будет максимум освещенности.

1187. Для получения на экране MN (рис. 157) интерференционной картины пользуются иногда следующей установкой. Источник света S помещают над поверхностью плоского зеркала A на малом расстоянии от него. Объясните причину возникновения системы когерентных световых волн.

1188. Два когерентных источника S_1 и S_2 (рис. 156) испускают монохроматический свет с длиной волны 600 нм . Определить, на каком расстоянии от точки O будет первый максимум освещенности, если $OC=4\text{ м}$ и $S_1S_2=1\text{ мм}$.

1189. Расстояние на экране (рис. 156) между двумя соседними максимумами освещенности равно $1,2\text{ мм}$. Определить длину волны света, испускаемого когерентными источниками S_1 и S_2 , если $OC=2\text{ м}$, $S_1S_2=1\text{ мм}$.

1190. Как изменится интерференционная картина на экране AB (рис. 156), если: а) не изменяя расстояния между источниками света, удалить их от экрана; б) не изменяя расстояния до экрана, сближать источники света; в) источники света будут испускать свет с меньшей длиной волны?

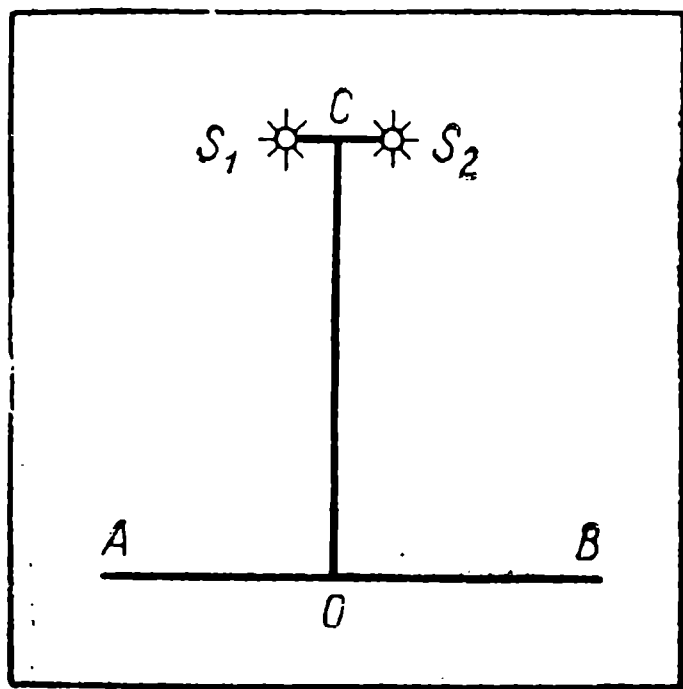


Рис. 156.

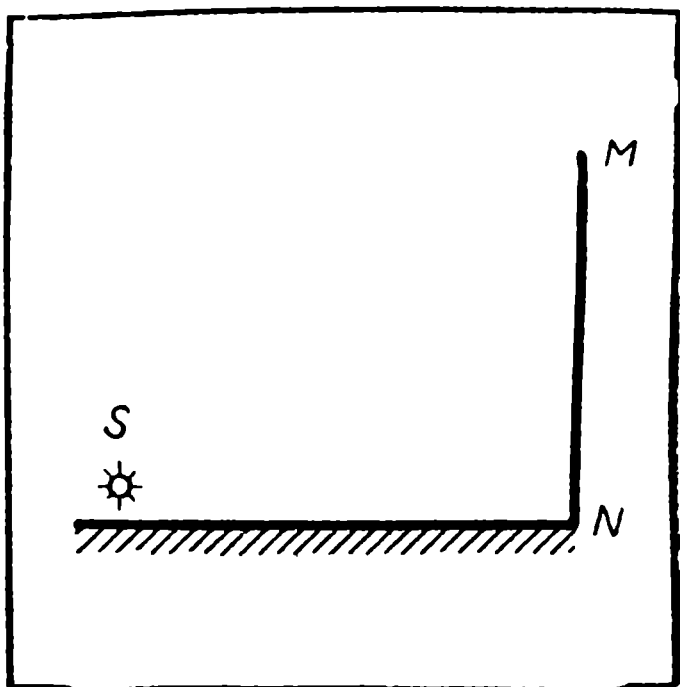


Рис. 157.

1191. На поверхности воды образовалась тонкая керосиновая пленка. Если освещать пленку монохроматическим рассеянным светом, то ее поверхность будет казаться наблюдателю в некоторых местах темной, а в некоторых—светлой. При освещении же белым светом наблюдается радужная окраска пленки. Почему так изменяется результат интерференции?

1192. Между двумя шлифованными стеклянными пластинами попал волос, вследствие чего образовался воздушный клин. Почему в отраженном свете можно наблюдать интерференционную картину?

1193. Почему при наблюдении на экране интерференционной картины от тонкой мыльной пленки, полученной на вертикально расположенном каркасе, в отраженном монохроматическом свете расстояние между интерференционными полосами в верхней части меньше, чем в нижней?

1194. Почему в центральной части спектра, полученного на экране при освещении дифракционной решетки белым светом, всегда наблюдается белая полоса?

1195. В школе есть дифракционные решетки, имеющие 50 и 100 штрихов на 1 мм. Какая из них даст на экране более широкий спектр при прочих равных условиях?

1196. Как изменяется картина дифракционного спектра при удалении экрана от решетки?

1197. Дифракционная решетка содержит 120 штрихов на 1 мм. Найти длину волны монохроматического света, падающего на решетку, если угол между двумя спектрами первого порядка равен 8° .

1198. Определить угол отклонения лучей зеленого света ($\lambda = 0,55$ мкм) в спектре первого порядка, полученном с помощью дифракционной решетки, период которой 0,02 мм.

1199¹. Для определения периода решетки на нее направили световой пучок через красный светофильтр, пропускающий лучи с длиной волны 0,76 мкм. Каков период решетки, если на экране, отстоящем от решетки на 1 м, расстояние между спектрами первого порядка равно 15,2 см?

1200. Какова ширина всего спектра первого порядка (длины волн заключены в пределах от 0,38 до 0,76 мкм), полученного на экране, отстоящем на 3 м от дифракционной решетки с периодом 0,01 мм?

¹ В задачах 1199—1200 можно синусы углов заменить их тангенсами, так как эти углы малы.

1201. Свет, отраженный от поверхности воды, является частично поляризованным. Как убедиться в этом, имея поляроид?

1202. Если смотреть на спокойную поверхность неглубокого водоема через поляроид и постепенно поворачивать его, то при некотором положении поляроида дно водоема будет лучше видно. Объясните явление.

Глава XX. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ¹

§ 48. ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ВРЕМЕНИ И РАССТОЯНИЯ. РЕЛЯТИВИСТСКИЙ ЗАКОН СЛОЖЕНИЯ СКОРОСТЕЙ

1203. Во сколько раз замедляется ход собственного времени при скорости движения $270\,000\text{ км/сек}$?

1204. Во сколько раз увеличивается продолжительность существования в ЛСО нестабильной частицы, если она движется со скоростью $0,99\text{ с}^2$?

1205. Космическая частица движется со скоростью $0,95\text{ с}$. Какой промежуток времени соответствует одной микросекунде «собственного времени» частицы?

1206. В синхроциклотроне получен пучок π -мезонов (π -мезон — это нестабильная частица с периодом полураспада 18 нсек), имеющих скорость $0,6\text{ с}$. За какое время распадается половина мезонов и какой путь они успеют пройти за это время?

1207. Сколько времени для жителя Земли и для космонавтов займет космическое путешествие до звезды на ракете, летящей со скоростью $0,99\text{ с}$? Расстояние (для земного наблюдателя) до звезды равно 40 световым годам.

1208. В верхних слоях атмосферы рождается нестабильная частица, движущаяся со скоростью $0,98\text{ с}$. До распада она успевает пролететь 400 м . Каково время жизни частицы в ЛСО и ССО?

1209. Какова длина метрового стержня, движущегося со скоростью $0,6\text{ с}$?

¹ В задачах этой главы система отсчета, принятая за неподвижную, названа лабораторной системой отсчета (сокращенно: ЛСО). Система же отсчета, связанная с движущимся телом, названа собственной системой отсчета (ССО). Если нет специальных оговорок, все физические величины (скорость, время и т. д.) даны в ЛСО.

² Скорость указана в долях скорости света c в вакууме.

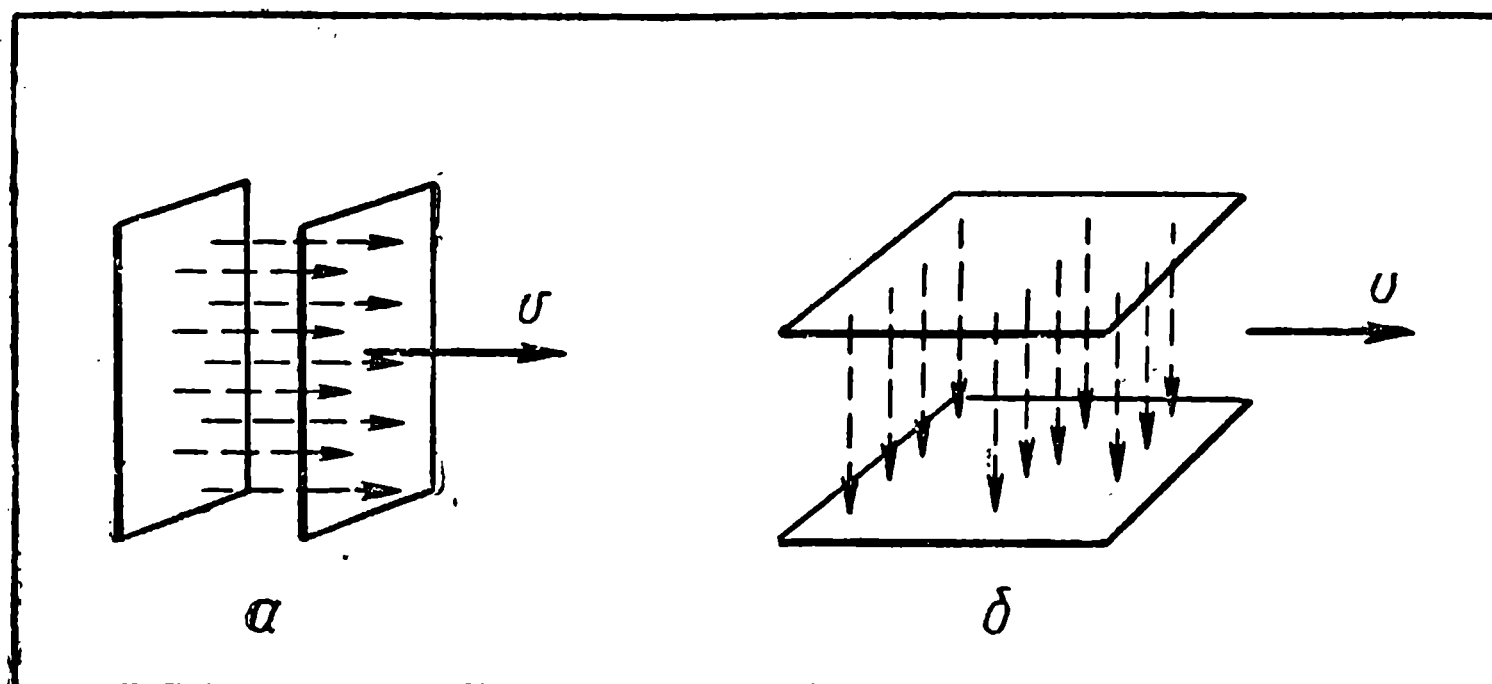


Рис. 158.

1210. При какой скорости движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 25%?

1211. Отношение сторон прямоугольника равно 2:1. С какой скоростью (в долях скорости света) и в каком направлении должен двигаться прямоугольник, чтобы «неподвижному» наблюдателю он казался квадратом?

1212. По одной прямой движутся две частицы с одинаковыми скоростями, равными $0,75c$. Промежуток времени между ударами частиц в мишень оказался равным 1 нсек . Каково расстояние между частицами в полете в ЛСО и ССО?

1213. Плоский конденсатор, между обкладками которого напряженность электрического поля в ССО равна $E_{\text{собст.}}$, движется со скоростью u . Найти напряженность поля $E_{\text{лаб.}}$ в ЛСО для случаев: а) напряженность поля параллельна направлению движения (рис. 158, а); б) напряженность поля перпендикулярна направлению движения (рис. 158, б).

1214. Две ракеты движутся с одинаковыми (по модулю) скоростями по очень близко расположенным параллельным курсам. Первая ракета приближается к наблюдателю, а вторая удаляется. В момент встречи (считать в одной точке) на них вспыхнули лампочки. Какую вспышку наблюдатель увидит раньше?

1215. Элементарная частица нейтрино движется со скоростью света c . Наблюдатель движется навстречу нейтрино со скоростью u . Какова скорость нейтрино в системе отсчета, связанной с наблюдателем?

1216. Две нейтральные частицы, расстояние между которыми $l=10$ м, летят навстречу друг другу со скоростями $v=0,6$ с. Через сколько времени произойдет соударение?

1217. Два сверхзвуковых самолета летят навстречу друг другу со скоростями 400 и 500 м/сек. Какова скорость каждого из этих самолетов в системе отсчета, связанной с другим самолетом? Какую надо было бы внести поправку, если учитывать релятивистский эффект?

1218. На ракете, летящей со скоростью 0,9 с, установлен ускоритель, сообщаящий частицам скорость 0,8 с относительно ракеты (по направлению ее движения). Найти скорость частиц в системе отсчета, связанной с «неподвижными» звездами.

1219. Решить предыдущую задачу для случая, когда частицы движутся в противоположную сторону.

§ 49. ЗАВИСИМОСТЬ МАССЫ ОТ СКОРОСТИ. СВЯЗЬ МЕЖДУ МАССОЙ И ЭНЕРГИЕЙ

1220. Какова масса протона (в а. е. м.), летящего со скоростью $2,4 \cdot 10^8$ м/сек? Массу покоя протона считать равной 1 а. е. м.

1221. На сколько увеличится масса α -частицы (в а. е. м.) при увеличении ее скорости от 0 до 0,9 с? Полагать массу покоя α -частицы равной 4 а. е. м.

1222. При какой скорости масса движущегося тела возрастает в два раза?

1223. С какой скоростью должен лететь протон ($m_0=1$ а. е. м.), чтобы его масса равнялась массе покоя α -частицы ($m_0=4$ а. е. м.)?

1224. При движении с некоторой скоростью продольные размеры тела уменьшились в два раза. Во сколько раз изменилась масса тела?

1225. Когда тело пришло в движение, его масса увеличилась на 10%. На сколько процентов уменьшилась длина тела в направлении движения?

1226. Во сколько раз изменяется плотность тела при его движении со скоростью 0,8 с?

1227. Заполните все графы приведенной таблицы¹.

¹ Этой таблицей надо пользоваться при решении последующих задач.

	<i>а. е. м.</i>	<i>кг</i>	<i>дж</i>	<i>Мэв</i>
1 <i>а. е. м.</i>	1			
1 <i>кг</i>		1		
1 <i>дж</i>			1	
1 <i>Мэв</i>				1

1228. Выразить в киловатт-часах энергию, эквивалентную массе 1 г.

1229. Солнце излучает в пространство каждую секунду около $3,75 \cdot 10^{26}$ дж. На сколько в связи с этим уменьшается ежесекундно масса Солнца?

1230. На сколько изменяется масса 1 кг льда при плавлении?

1231. На сколько отличается масса покоя продуктов сгорания 1 кг каменного угля от массы покоя веществ, вступающих в реакцию?

1232. Во сколько раз масса протона, имеющего кинетическую энергию 10^{10} Мэв, больше массы покоящегося протона?

1233. Во сколько раз увеличивается масса электрона при прохождении им разности потенциалов 10^6 в?

1234. Найти кинетическую энергию электрона (в Мэв), движущегося со скоростью 0,6 с.

1235. Какова ускоряющая разность потенциалов, если электрон приобрел скорость 0,9 с?

1236. Какую скорость приобретает электрон, пройдя из состояния покоя в ускоряющем электрическом поле расстояние между точками с разностью потенциалов 150 кв?

1237. Какова кинетическая энергия протона, если его масса больше массы покоя на величину, составляющую 5% от массы покоя?

1238. Кинетическая энергия нестабильной частицы равна 35 Мэв. Во сколько раз увеличится время жизни частицы, если ее масса покоя равна 0,15 а. е. м.?

Глава XXI. ИЗЛУЧЕНИЕ. СВЕТОВЫЕ КВАНТЫ

§ 50. ВИДЫ ИЗЛУЧЕНИЯ. СПЕКТРЫ. РЕНТГЕНОВСКИЕ ЛУЧИ

1239. К какому виду излучения (тепловому или люминесцентному) относится свечение: а) раскаленной отливки металла; б) лампы дневного света; в) звезд; г) некоторых глубоководных рыб?

1240. Чем вызвана и к какому виду относится люминесценция в следующих случаях: а) свечение экрана телевизора; б) свечение газа в рекламной трубке; в) свечение стрелки компаса, покрытого люминесцентным веществом (люминофором); г) свечение планктона в море.

1241. Объясните причину свечения люминофора, которым покрыт стеклянный баллон лампы дневного света.

1242. Для обнаружения поверхностных дефектов (микроскопические трещины, царапины и т. д.) в изделиях пользуются люминесцентной дефектоскопией. На изделие наносится тонкий слой керосино-масляного раствора люминесцентного вещества, излишки которого затем удаляются. Изделие освещают ультрафиолетовым светом. Объясните этот метод.

1243. На рисунке 159 даны графики распределения энергии в спектре нагретого тела при различных температурах T_1 и T_2 . По оси абсцисс отложены длины волн, а по оси ординат — энергия, соответствующая этим длинам волн. Какой из графиков соответствует более высокой температуре?

1244. Почему при уменьшении напряжения «световая отдача» ламп накаливания уменьшается и свечение приобретает красноватый оттенок?

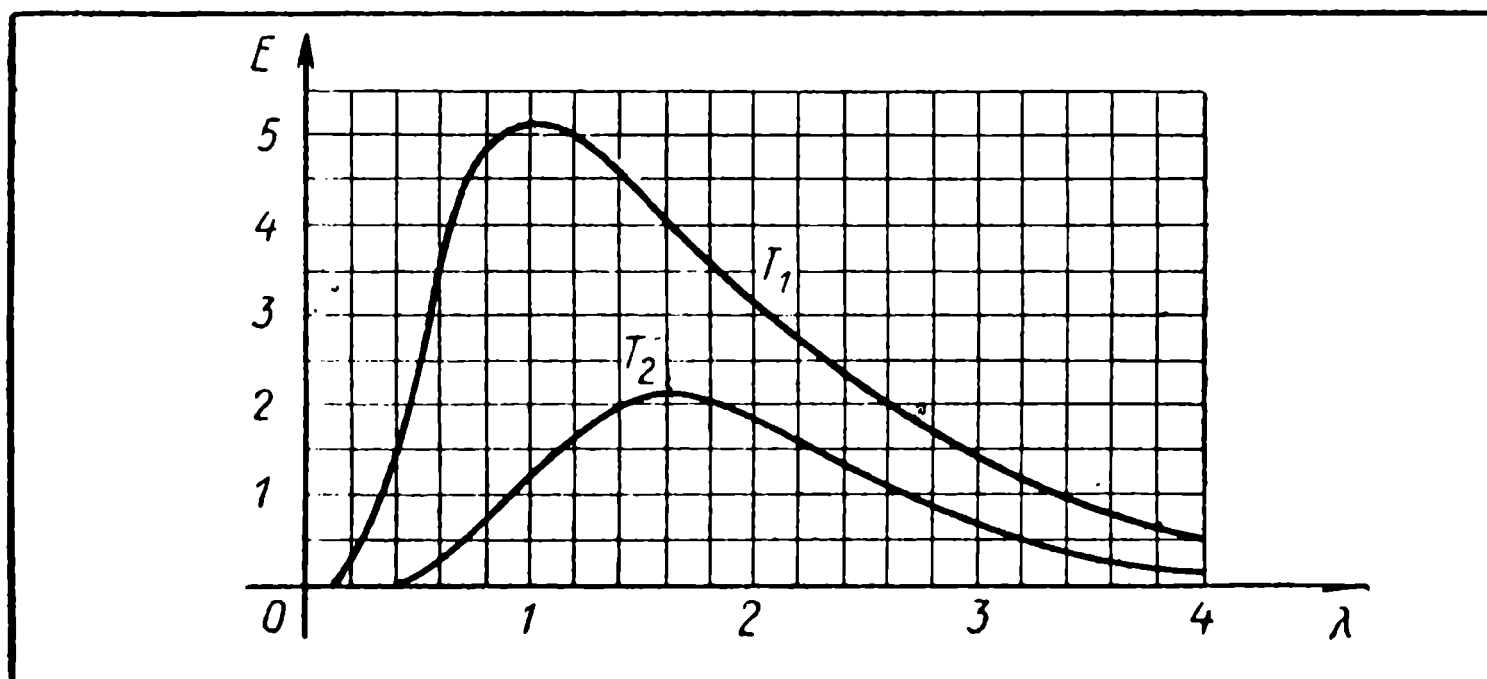


Рис. 159.

1245. Как изменяется цвет нагретого тела по мере увеличения его температуры?

1246. Длина волны, на которую приходится максимум энергии излучения, связана с абсолютной температурой излучающего тела обратной пропорциональной зависимостью $\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$ (где b — коэффициент, равный примерно $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{град}$). Используя эту формулу, найдите температуру наружных слоев Солнца, если известно, что максимум энергии излучения Солнца приходится на свет с длиной волны около $0,5 \text{ мкм}$.

1247. Используя условия предыдущей задачи, найдите, на какую длину волны приходится максимум теплового излучения человеческого тела (температура 37°C).

1248. Какое свойство инфракрасных лучей используют при сушке древесины, сена, овощей?

1249. На рисунке 160 показан график зависимости поглощения растениями солнечной радиации от длины волны излучения. Почему для выращивания растений при искусственном освещении применяют ртутные лампы, дающие спектр, богатый фиолетовыми и синими лучами? Почему с ртутными лампами надо сочетать также источники света с обычными лампами накаливания?

1250. В парниках ставят обыкновенное стекло, а колбы для ртутных медицинских ламп изготавливают из кварцевого стекла. Почему?

1251. Почему высоко в горах загорают особенно быстро?

1252. Всегда ли на рентгеновском снимке размеры изображения предмета больше его истинных размеров?

1253. Почему, перед тем как сделать рентгеновский снимок желудка, больному дают бариевую кашу?

1254. Какова кинетическая энергия электронов, достигающих анода рентгеновской трубки при анодном напряжении 100 кВ ?

1255. С какой скоростью достигают электроны анода рентгеновской трубки, работающей при напряжении 50 кВ ?

1256. Электроны достига-

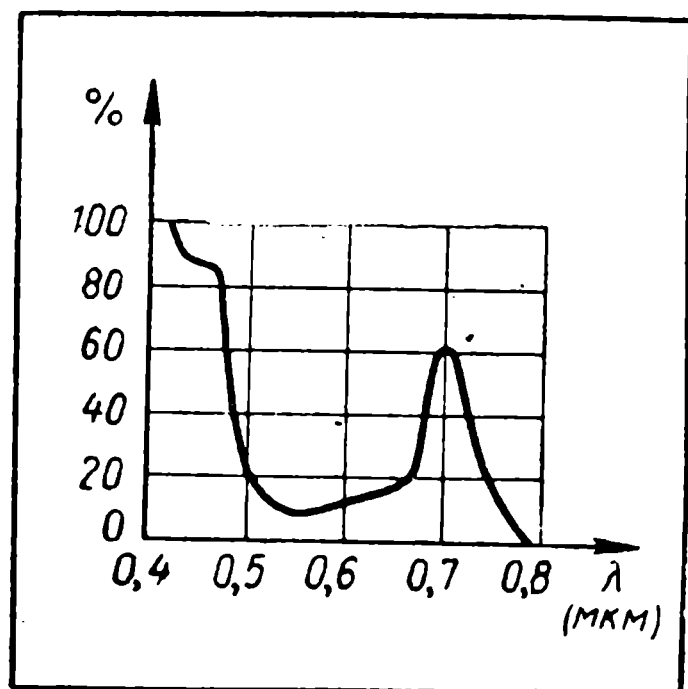


Рис. 160.

ют анода рентгеновской трубки, имея скорость $1,2 \cdot 10^5$ км/сек. Каково анодное напряжение?

1257. Решите задачи 1255 и 1256 с учетом релятивистской поправки и найдите процент ошибки при расчете, произведенном по классическим формулам.

§ 51. ФОТОЭФФЕКТ. ФОТОНЫ

1258. Определите энергию фотонов, соответствующих наиболее длинным ($\lambda = 0,76$ мкм) и наиболее коротким ($\lambda = 0,4$ мкм) волнам видимой части спектра.

1259. К какому виду следует отнести лучи, энергия фотонов которых равна $2 \cdot 10^{-17}$, $4 \cdot 10^{-19}$, $3 \cdot 10^{-23}$ Дж?

1260. Определить длину волны лучей, кванты которых имеют такую же энергию, что и электрон, пролетевший разность потенциалов 4,1 в.

1261. Предполагая, что средняя частота излучения, испускаемого 25-ваттной электрической лампой, равна приблизительно $2,5 \cdot 10^{14}$ гц, найти число испускаемых ею фотонов за 1 сек.

1262. Источник света мощностью в 100 вт испускает $5 \cdot 10^{20}$ фотонов за 1 сек. Найти среднюю длину волны излучения.

1263. Тренированный глаз, длительно находящийся в темноте, воспринимает свет с длиной волны 0,5 мкм при мощности не менее $2,1 \cdot 10^{-17}$ вт. Сколько фотонов попадает в этом случае на сетчатку за 1 сек?

1264. Световая отдача лампочки накаливания, потребляющей мощность 50 вт, равна 5%, а средняя частота излучаемого видимого света $6 \cdot 10^{14}$ гц. Сколько фотонов попадает за 1 сек в глаз человека, стоящего в 100 м от лампы, если считать, что лампа излучает равномерно по всем направлениям? Поглощением света в воздухе пренебречь. Площадь зрачка 4 мм².

1265. Чем более высокое напряжение прикладывается к рентгеновской трубке, тем более «жесткие» (т. е. с более короткими волнами) лучи испускает она. Почему?

1266. Изменится ли «жесткость» излучения рентгеновской трубки, если, не меняя анодного напряжения, изменить накал нити катода?

1267. Под каким напряжением работает рентгеновская трубка, если самые «жесткие» лучи в рентгеновском спектре этой трубки имеют частоту 10^{19} гц?

1268. Какова минимальная длина волны рентгеновского излучения, если анодное напряжение трубки 20 кв?

1269. Для определения минимальной длины волны в рентгеновском спектре пользуются формулой $\lambda = \frac{1,23}{U}$ (где λ — минимальная длина волны, выраженная в нанометрах, U — напряжение на трубке в киловольтах). Выведите эту формулу.

1270. Рентгеновская трубка, работающая под напряжением 50 кВ и токе 2 мА, излучает $5 \cdot 10^{13}$ фотонов в секунду. Считая среднюю длину волны излучения равной 10^{-4} мкм, найти к. п. д. трубки, т. е. сколько процентов мощность рентгеновского излучения составляет от мощности потребляемого тока.

1271. Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для серебра равна 0,26 мкм. Определить работу выхода в джоулях.

1272. Определите красную границу фотоэффекта для калия, если работа выхода равна 2 эВ.

1273. Работа выхода цинка равна $5,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Возникнет ли фотоэффект под действием излучения, имеющего длину волны 0,45 мкм?

1274. На рисунке 161 дан график чувствительности селенового фотоэлемента. Возникнет ли в цепи фотоэлемента электрический ток, если на фотоэлемент направить излучение с энергией каждого кванта $2 \cdot 10^{-19}$ Дж?

1275. Какую максимальную скорость могут получить вырванные из калия электроны при облучении его фиолетовым светом с длиной волны 0,42 мкм? Работа выхода для калия равна 2 эВ.

1276. Какой частоты свет следует направить на поверхность платины, чтобы максимальная скорость фото-

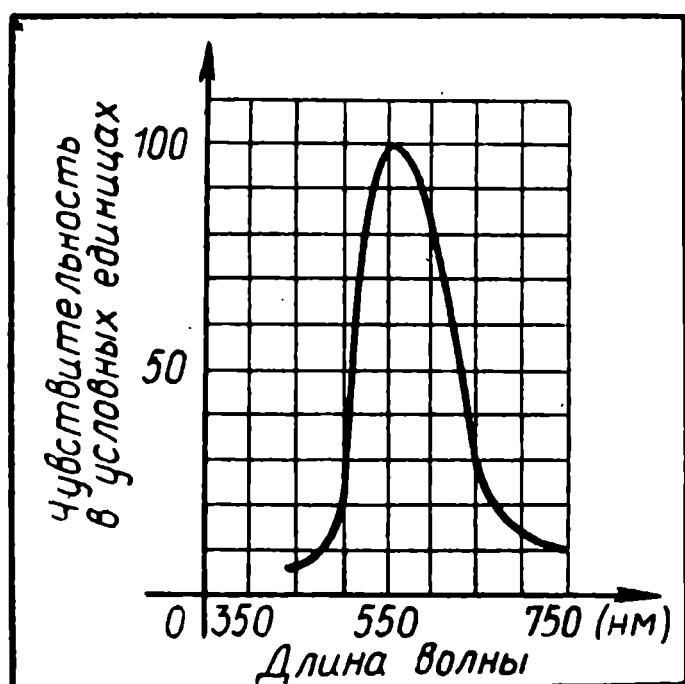


Рис. 161.

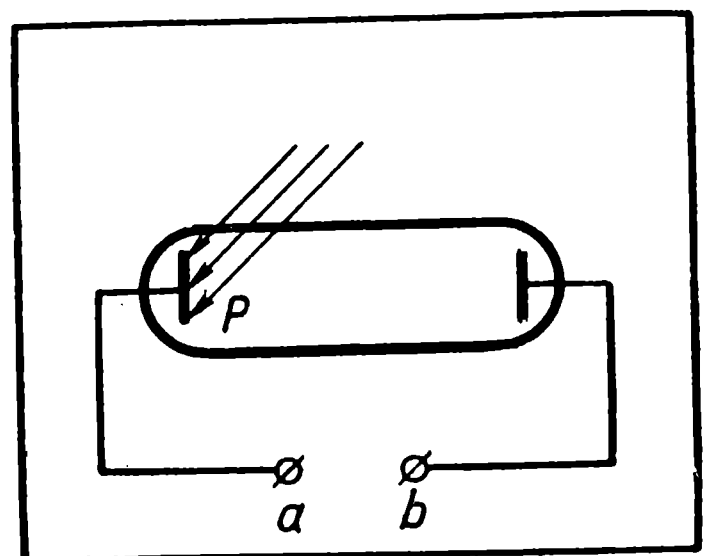


Рис. 162.

электронов была равна 3000 км/сек ? Работа выхода для платины равна $6,3 \text{ эв}$.

1277. Какой длины волны следует направить лучи на поверхность цинка, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была равна 2000 км/сек ? Красная граница фотоэффекта для цинка равна $0,35 \text{ мкм}$.

1278. Какую максимальную скорость имеют электроны, вырванные из натрия светом с длиной волны $0,5 \text{ мкм}$? Красная граница фотоэффекта для натрия равна $0,68 \text{ мкм}$.

1279. Какую наименьшую разность потенциалов надо приложить к зажимам a и b (рис. 162), чтобы электроны, вырванные ультрафиолетовыми лучами с длиной волны $0,1 \text{ мкм}$ из вольфрамовой пластинки P (работа выхода для вольфрама $4,5 \text{ эв}$), не могли создать тока в цепи?

1280. Найти массу фотонов излучений с длиной волны 1 мкм и 1 нм .

1281. Найти массу и импульс фотонов для инфракрасных ($\nu = 10^{12} \text{ гц}$) и рентгеновских ($\nu = 10^{18} \text{ гц}$) лучей.

1282. Найти длину волны и частоту излучения, масса фотонов которого равна массе покоя электрона. Какого типа это излучение?

1283. При радиоактивном распаде ядер обычно наблюдаются γ -кванты с энергиями от 10 кэв до 5 Мэв . Найти соответствующие границы для массы и импульса этих γ -квантов.

1284. Сравните давления света, производимые на идеально белую и идеально черную поверхности при прочих равных условиях.

АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Глава XXII. АТОМНАЯ ФИЗИКА

§ 52. СПЕКТРАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ. МОДЕЛЬ АТОМА ПО БОРУ

1285. Найти (с точностью до двух значащих цифр) значение постоянной R в формуле Бальмера, зная, что наименьшая частота излучения в видимой части спектра водорода равна $4,6 \cdot 10^{14}$ гц.

1286. Наибольшая длина волны излучения в видимой части спектра водорода $0,66$ мкм. Пользуясь формулой Бальмера, найдите длины волн ближайших трех линий в видимой части спектра водорода.

1287. Рассчитать, на какое наименьшее расстояние α -частица, имеющая скорость $1,9 \cdot 10^7$ м/сек, может приблизиться к ядру атома золота, двигаясь по прямой, проходящей через центр ядра. Масса α -частицы $6,6 \cdot 10^{-27}$ кг, заряд α -частицы $3,2 \cdot 10^{-19}$ к, заряд ядра золота $1,3 \cdot 10^{-17}$ к.

1288. На какие стационарные орбиты переходят электроны в атоме водорода при испускании видимых лучей? ультрафиолетовых? инфракрасных?

1289. При облучении атома водорода электроны перешли с первой стационарной орбиты на третью, а при возвращении в исходное состояние они переходили сначала с третьей орбиты на вторую, а затем со второй на первую. Охарактеризуйте энергию квантов, поглощенных и излученных атомами.

1290. При переходе электронов в атомах водорода с третьей стационарной орбиты на вторую излучаются фотоны, соответствующие длине волны $0,652$ мкм (красная линия водородного спектра). Какую энергию теряет при этом атом водорода?

1291. При переходе электронов в атомах водорода с четвертой стационарной орбиты на вторую излучаются фотоны с энергией $4,04 \cdot 10^{-19}$ дж (зеленая линия водородного спектра). Определить длину волны этой линии спектра.

1292. При облучении паров ртути электронами энергия атома ртути увеличивается на $4,9$ эв. Какова длина волны излучения, которое испускают атомы при переходе в невозбужденное состояние?

1293. Для однократной ионизации атома кислорода необходима энергия около 14 эв, а для двукратной — 49 эв. Найти минимальную частоту излучения, которое может вызвать однократную и двукратную ионизацию.

Глава XXIII. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА

§ 53. МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ. РАДИОАКТИВНОСТЬ. СОСТАВ ЯДРА

1294. Как должна быть направлена индукция магнитного поля, чтобы наблюдалось указанное на рисунке 163 отклонение частиц?

1295. На рисунке 164 изображен трек электрона в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле. В каком направлении двигался электрон, если линии индукции поля идут от нас?

1296. Вывести формулу для определения удельного заряда $\frac{e}{m}$ частицы, если известна ее скорость v , радиус кривизны трека в камере Вильсона r и индукция магнитного поля B (см. рис. 164).

1297. Чем объясняется, что счетчик Гейгера регистрирует возникновение ионизированных частиц и тогда, когда поблизости от него нет радиоактивного препарата?

1298. Почему радиоактивные препараты хранят в толстостенных свинцовых контейнерах?

1299. Каковы преимущества кобальтовой пушки перед рентгеновской установкой при обнаружении внутренних дефектов изделий?

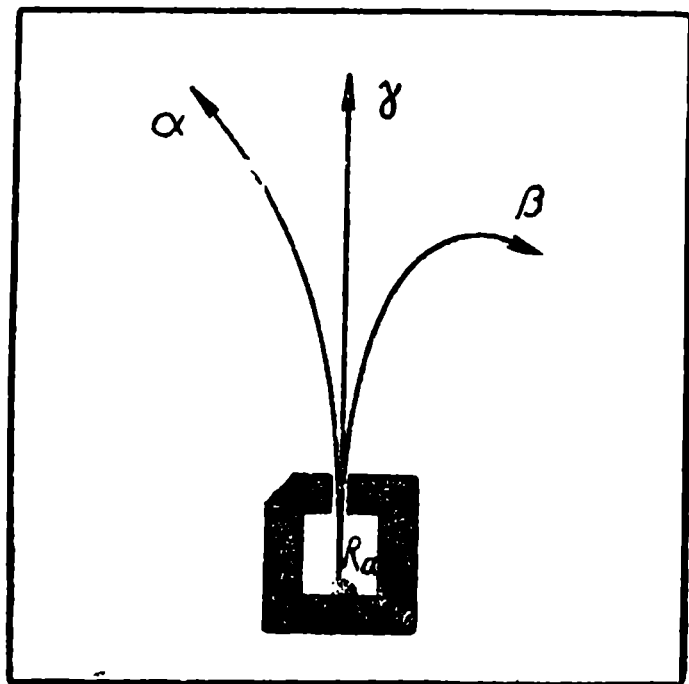


Рис. 163.

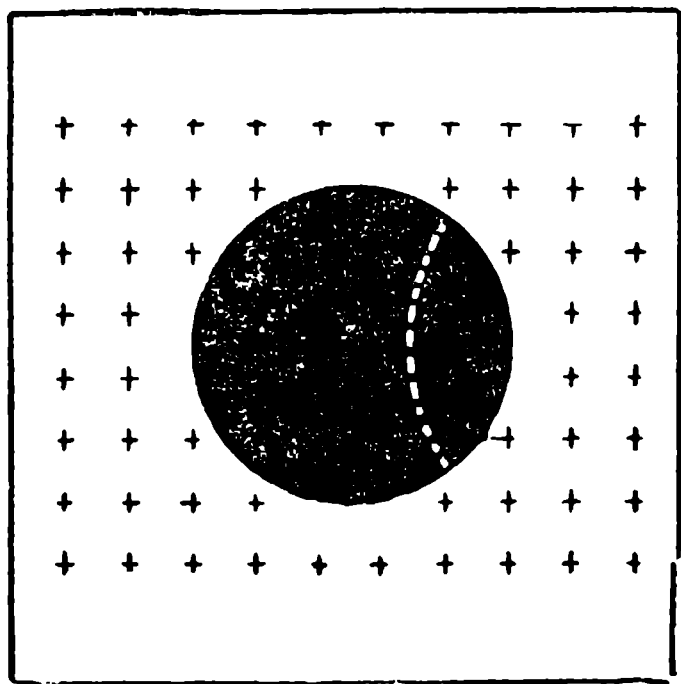


Рис. 164.

1300. Где больше длина пробега α -частицы: у поверхности земли или в верхних слоях атмосферы?

1301. Какая доля радиоактивных ядер некоторого элемента распадается за время, равное половине периода полураспада?

1302. Сколько процентов радиоактивных ядер кобальта останется через месяц, если период полураспада равен 71 дню?

1303. Активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза за 8 дней. Найти период полураспада.

1304. Каков состав ядер натрия ($_{11}\text{Na}^{23}$), фтора ($_{9}\text{F}^{19}$), серебра ($_{47}\text{Ag}^{107}$), кюрия ($_{96}\text{Cm}^{247}$), менделевия ($_{101}\text{Mv}^{256}$)?

1305. Каков состав изотопов неона $_{10}\text{Ne}^{20}$, $_{10}\text{Ne}^{21}$ и $_{10}\text{Ne}^{22}$?

1306. Атомная масса хлора 35,5. Хлор имеет два изотопа: $_{17}\text{Cl}^{35}$ и $_{17}\text{Cl}^{37}$. Сравнить их процентное содержание.

1307. Атомная масса лития 6,93. Литий имеет два изотопа: $_{3}\text{Li}^6$ и $_{3}\text{Li}^7$. Определить их процентное содержание.

§ 54. ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ

1308. Как изменяются массовое число и порядковый номер элемента при α -распаде? при β -распаде?

1309. Изменяются ли массовое число, масса и порядковый номер элемента при испускании ядром γ -кванта?

1310. Как изменяются массовое число и номер элемента при выбрасывании из ядра протона? нейтрона? позитрона?

1311. Напишите ядерную реакцию, происходящую при бомбардировке алюминия ($_{13}\text{Al}^{27}$) α -частицами и сопровождающуюся выбиванием протона.

1312. Напишите ядерную реакцию, происходящую при бомбардировке бора ($_{5}\text{B}^{11}$) α -частицами и сопровождающуюся выбиванием нейтронов.

1313. При бомбардировке ядер изотопа бора $_{5}\text{B}^{10}$ нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается α -частица. Напишите реакцию.

1314. При бомбардировке ядер азота ($_{7}\text{N}^{14}$) нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается протон. Напишите реакцию. Полученное ядро изотопа углерода называется β -радиоактивным. Напишите происходящую при этом реакцию.

1315. При бомбардировке ядер железа ($_{26}\text{Fe}^{56}$) нейтронами образуется β -радиоактивный изотоп марганца

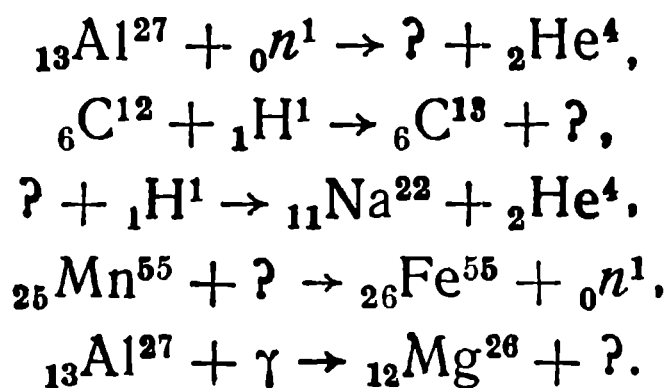
с атомной массой 56. Напишите реакцию получения искусственно радиоактивного марганца и реакцию происходящего с ним β -распада.

1316. При бомбардировке изотопа бора ${}^5_5\text{B}^{10}$ α -частицами образуется изотоп азота ${}^7_7\text{N}^{13}$. Какая при этом выбрасывается частица?

1317. Изотоп азота ${}^7_7\text{N}^{13}$ является радиоактивным, дающим позитронный распад. Напишите реакцию.

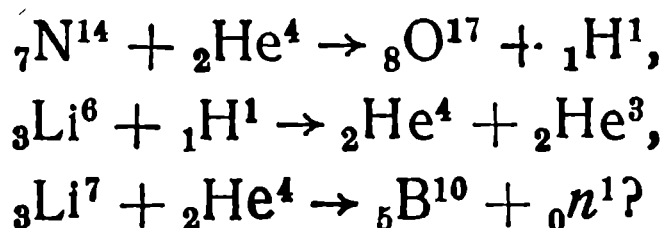
1318. В урановых котлах происходят следующие ядерные реакции. Ядро урана ${}^{92}_{92}\text{U}^{238}$ захватывает нейтрон и превращается в тяжелый изотоп ${}^{92}_{92}\text{U}^{239}$, испуская γ -квант. Этот изотоп урана β -радиоактивен. Напишите реакцию его распада, в результате которого получается новый элемент — нептуний. Нептуний в свою очередь претерпевает β -распад, превращаясь в новый элемент — плутоний. Напишите реакцию получения плутония.

1319. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:



§ 55. ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ ЯДЕР. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ ¹

1320. Выделяется или поглощается энергия при следующих ядерных реакциях:



1321. Вычислить энергию связи ядра дейтерия ${}^2_1\text{H}^2$ (в Мэв).

1322. Найти энергию связи ядра алюминия ${}^{27}_{13}\text{Al}^{27}$.

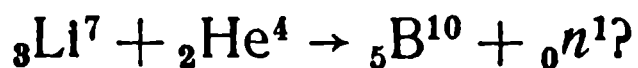
1323. Найти энергию связи, приходящуюся на один нуклон в ядрах ${}^7_3\text{Li}^7$, ${}^{16}_8\text{O}^{16}$.

1324. Какая минимальная энергия необходима для расщепления ядра азота ${}^{14}_7\text{N}^{14}$ на протоны и нейтроны?

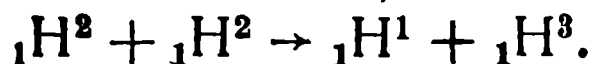
¹ При расчетах рекомендуется пользоваться таблицей, полученной при решении задачи 1227, а ответ давать с точностью до двух значащих цифр.

1325. Ядро ${}_3\text{Li}^7$, захватывая протон, распадается на две α -частицы. Определить сумму кинетических энергий этих частиц. Кинетической энергией протона пренебречь.

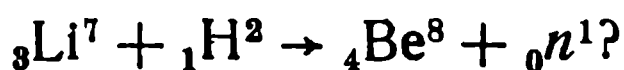
1326. Какую минимальную энергию должна иметь α -частица для осуществления ядерной реакции



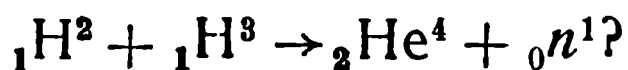
1327. Вычислить энергию, выделяющуюся при ядерной реакции



1328. Какая энергия выделяется при ядерной реакции.

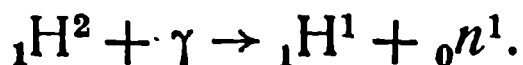


1329. Какая энергия выделяется при термоядерной реакции



1330. Используя результат предыдущей задачи, найти, какая энергия выделяется при синтезе 0,4 г дейтерия и 0,6 г трития. Суммарную массу ${}_1\text{H}^2$ и ${}_1\text{H}^3$ округлить до 5 а. е. м.

1331. Найти наименьшую энергию γ -кванта, необходимую для осуществления следующей реакции:



1332. Гамма-квант ($\lambda = 5 \cdot 10^{-13}$ м) превратился в пару позитрон — электрон. Определить сумму кинетических энергий образовавшихся частиц.

1333. Поглощая фотон γ -излучения ($\lambda = 4,7 \cdot 10^{-13}$ м), дейтрон распадается на протон и нейтрон. Вычислить суммарную кинетическую энергию образовавшихся частиц.

1334. При делении одного ядра ${}_{92}\text{U}^{235}$ на два осколка выделяется около 200 Мэв энергии. Какое количество энергии освобождается при «сжигании» в ядерном реакторе 1 г этого изотопа? Какое количество каменного угля нужно сжечь для получения такого же количества энергии?

1335. Какова электрическая мощность атомной электростанции, расходующей в сутки 220 г изотопа ${}_{92}\text{U}^{235}$ и имеющей к. п. д. 25%?

ПОВТОРИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

1336. Автомобиль и велосипедист движутся навстречу друг другу со скоростями соответственно 20 и 5 м/сек. Расстояние между ними в начальный момент времени равно 250 м. Напишите уравнения их движения, т. е. зависимости $x=f(t)$. Изобразите эти зависимости в виде двух графиков на одном чертеже. Систему отсчета свяжите с землей. Считать, что положение автомобиля при $t=0$ совпадает с началом отсчета, а ось x направлена в ту же сторону, что и скорость движения автомобиля.

Графически и аналитически найдите: а) место и время встречи машин; б) расстояние между ними через 5 сек; в) какая из машин раньше пройдет сотый метр и на сколько раньше; г) где находился автомобиль в тот момент, когда велосипедист проходил точку с координатой 225 м; д) когда велосипедист проходил точку, в которой автомобиль был через 7,5 сек после начала движения; е) в какие моменты времени расстояние между ними было 125 м; ж) какую точку автомобиль прошел раньше велосипедиста на 12,5 сек.

1337. На рисунке 165 показана траектория движения материальной точки. Написать уравнение траектории $y=f(x)$ в данной системе отсчета. Выразить аналитически зависимость координат движущейся точки от времени: $y=f(t)$, $x=f(t)$, приняв, что при $t=0$ точка занимает положение A и что движется она вправо со скоростью 5 м/сек. Найти координаты точки и пройденный путь через 10 сек после начала движения.

1338. Расстояние s необходимо проехать на лодке туда и обратно один раз по реке, скорость течения которой v_1 , а другой раз по озеру. Скорость лодки относительно воды оба раза v_2 . Докажите, что движение по реке при любых значениях v_1 и v_2 всегда занимает больше времени, чем по озеру.

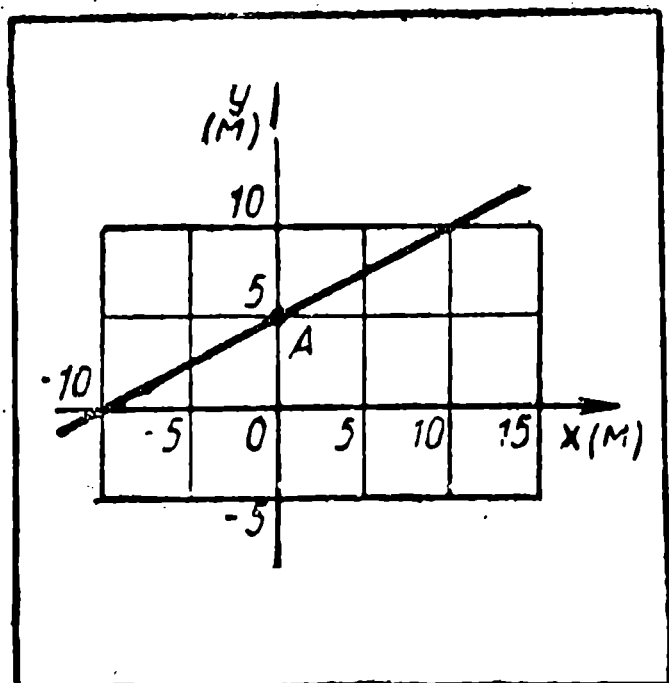


Рис. 165.

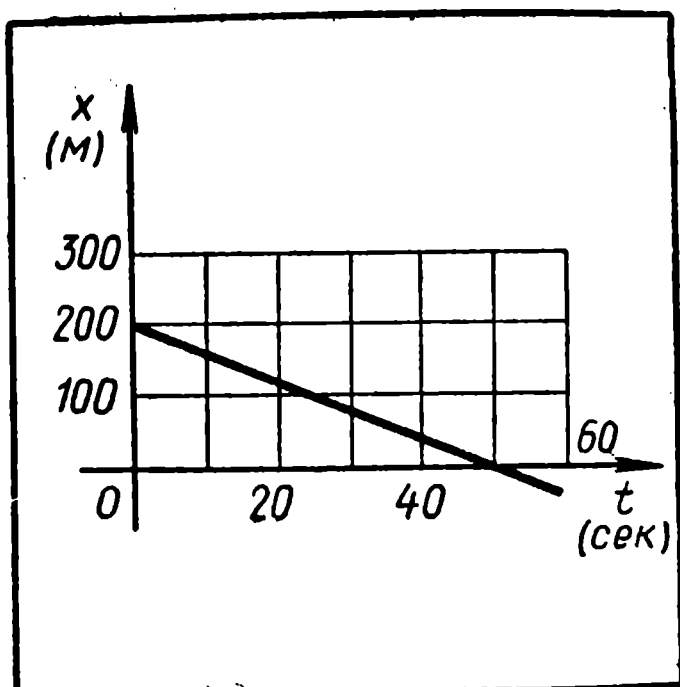


Рис. 166.

1339. На рисунке 166 изображен график движения второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем. Написать уравнения движений и построить графики в системе отсчета, связанной с землей (начало координат расположить в месте нахождения первого автомобиля в начальный момент времени), если скорость первого автомобиля относительно земли: а) направлена по оси x и равна 2 м/сек ; б) направлена по оси x и равна 6 м/сек ; в) направлена в сторону, противоположную оси x , и равна 2 м/сек . Описать картину движения в каждом случае.

1340. Из двух точек, расстояние между которыми 10 м , одновременно в одном направлении начали движение две материальные точки. Первая движется из состояния покоя с ускорением $0,2 \text{ м/сек}^2$, вторая движется вслед за первой равномерно со скоростью v . Построить на одном чертеже графики зависимостей $x_1=f(t)$ и $x_2=f(t)$, учитывая, что при $t=0$ координаты точек имеют следующие значения: $x_1=10 \text{ м}$, $x_2=0$. Исследовать, как меняется смысл задачи в зависимости от значения скорости v второго тела.

1341. Сколько времени свободно падало тело, если за последнюю секунду оно прошло такое же расстояние, какое оно прошло за все предыдущее время падения?

1342. В тот момент, когда первое тело начало свободно падать с высоты 80 м над поверхностью земли, второе тело бросили вертикально вверх с поверхности земли со скоростью: а) 40 м/сек ; б) 20 м/сек . Написать уравнения зависимостей $x_1=f(t)$ и $x_2=f(t)$, приняв за начало отсче-

та поверхность земли и направив ось x вертикально вверх. Найти место и время встречи тел. Ответы пояснить графически.

1343. Волчок, вращаясь с частотой 60 об/сек, свободно падает с высоты 1,5 м. Сколько оборотов сделает он за время полета?

1344. Определить массу льдины, плавающей в пресной воде, если объем выступающей над поверхностью части равен 2 дм³.

1345. Какова должна быть масса пробкового поплавка для удочки, чтобы под действием свинцового груза массой 2 г он погружался в воду на три четверти своего объема? Плотность пробки 200 кг/м³.

1346. На одной чашке весов находится сосуд с водой, а на другой чашке — штатив, на котором подвешена гиря; при этом весы находятся в равновесии (рис. 167). Если, удлинив нить, погрузить гирю в воду, то равновесие нарушится. Какой груз надо положить на правую чашку весов, чтобы восстановить равновесие?

1347. Стальную отливку массой m поднимают из воды при помощи троса, жесткость которого равна k , с ускорением a . Плотность стали ρ_1 , плотность воды ρ_2 . Найти удлинение троса x . Сопротивлением воды пренебречь.

1348. Найти силу натяжения нити в момент, указанный на рисунке 168, если масса груза равна 100 г, скорость 2 м/сек, угол $\alpha = 60^\circ$. Длина нити 40 см.

1349. С каким ускорением движется система грузов (рис. 169) и какова сила натяжения нити, если $m = 2$ кг, $\alpha = 30^\circ$, $\mu = 0,2$? Решить задачу при следующих значениях M : а) 0,2 кг; б) 0,8 кг; в) 1 кг; г) 1,2 кг; д) 2 кг.

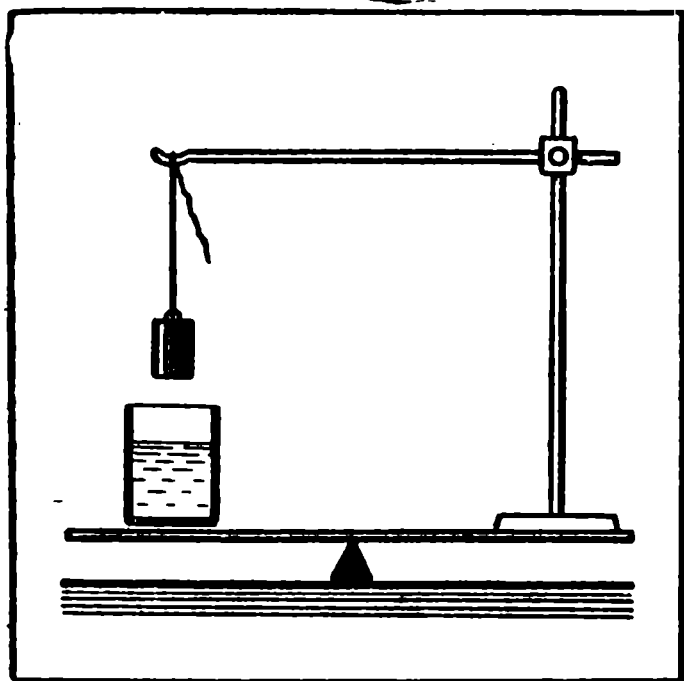


Рис. 167.

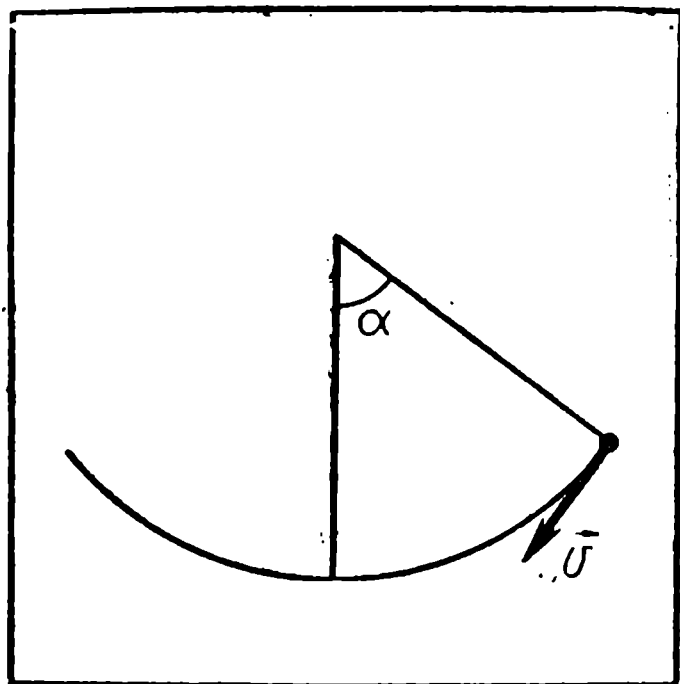


Рис. 168.

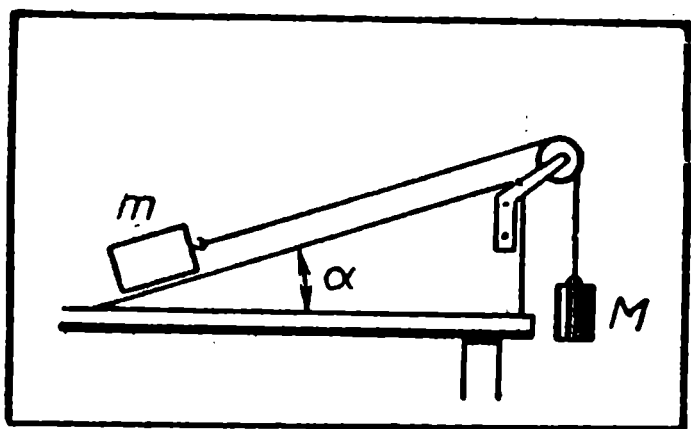


Рис. 169.

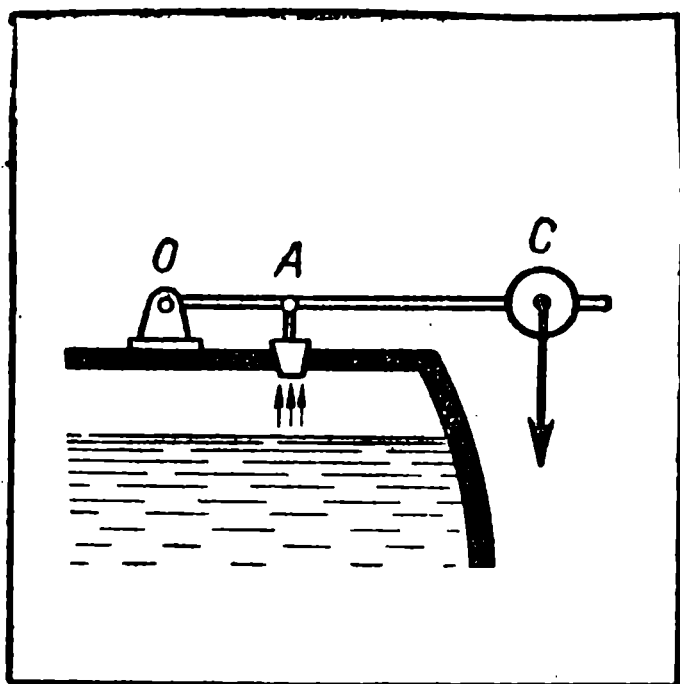


Рис. 170.

1350. Положите поочередно спичечный коробок на ученическую линейку разными гранями. Медленно приподнимайте линейку за один из концов, образуя наклонную плоскость. Выведите в общем виде условие, при выполнении которого коробок будет скользить, а также условие опрокидывания коробка. Проверьте эти условия на опыте. Высота коробка h , длина ребра, параллельного наклонной плоскости, равна l , а коэффициент трения μ .

1351. При каком угле наклонной плоскости достигает ее основания кратчайшее время, если не учитывать трение? При длине наклонной плоскости l на горизонтальной поверхности считать не-

менной, а длину наклонной плоскости соответственно изменяющейся.

1352. Предохранительный клапан парового котла (рис. 170) должен открываться при давлении 1 Мн/м^2 . Площадь закрываемого клапаном отверстия равна 4 см^2 , а расстояние центра клапана A до оси O составляет 3 см . На каком расстоянии от оси надо поместить подвижный груз C массой 3 кг , если горизонтальный стержень имеет массу $1,5 \text{ кг}$, а его центр тяжести находится в 20 см от оси O ?

1353. Движение материальной точки описывается уравнением $x = 5 - 8t + 4t^2$. Приняв ее массу равной 2 кг , найти импульс через 2 сек и через 4 сек после начала отсчета времени.

1354. Импульс тела равен $8 \text{ кг} \cdot \text{м/сек}$, а кинетическая энергия 16 Дж . Найти массу и скорость тела.

1355. Автомобиль массой $1,8 \text{ т}$ трогается с места и идет в гору с подъемом $0,02$. На пути 100 м он развивает скорость $32,4 \text{ км/ч}$. Определить среднюю полезную мощность

на этом участке, если коэффициент сопротивления равен 0,05.

1356. Начальная скорость пули 600 м/сек, ее масса 10 г. Под каким углом к горизонту она вылетела из дула ружья, если ее кинетическая энергия в высшей точке траектории равна 450 Дж?

1357. Предмет массой m качают на нити в вертикальной плоскости. На сколько сила натяжения нити в нижней точке будет больше, чем в верхней? Для

определения скоростей предмета в нижней и верхней точках применить закон сохранения энергии.

1358. Из сосуда откачивают воздух при помощи разрежающего насоса. Сколько качаний надо сделать, чтобы уменьшить давление в 10 раз, если объем рабочей части цилиндра насоса в 20 раз меньше объема сосуда? Процесс изотермический.

1359. Внутри замкнутого цилиндра, наполненного воздухом, находится шарик радиусом 2 см и массой 3 г. Какое давление необходимо создать внутри цилиндра, чтобы шарик находился во взвешенном состоянии, если температура поддерживается 17°C?

1360. Найти плотность смеси азота и кислорода, если масса азота составляет 70% от общей массы газа. Температура смеси 7°C, давление 0,1 Мн/м².

1361. Шарик, подвешенный на нити длиной l (рис. 171), отвели в положение B и отпустили. После удара о стенку шарик отклонился до положения C ($\angle AOC = \alpha$). На сколько градусов нагреется шарик, если k % потерянной механической энергии перешла во внутреннюю энергию шарика? Удельную теплоемкость c вещества шарика считать известной.

1362. Два свинцовых шара одинаковой массы движутся со скоростями v и $2v$ навстречу друг другу. Определить повышение температуры Δt шаров в результате неупругого удара. Удельную теплоемкость c свинца считать известной.

1363. С какой наименьшей скоростью должна лететь свинцовая дробинка, чтобы при ударе о препятствие она

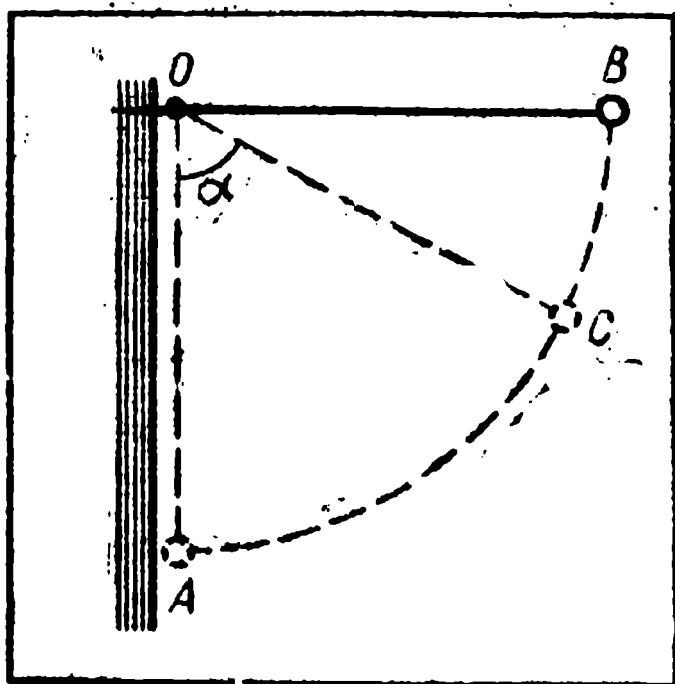


Рис. 171.

расплавилась? Считать, что 80% кинетической энергии превратилось во внутреннюю энергию дробинки, а температура дробинки до удара была 127°C .

1364. Автомобиль массой 8 т трогается с места на подъеме, равном 0,04, и, двигаясь равноускоренно, за 20 сек проходит 200 м. Найти расход бензина (в литрах) на этом участке, если коэффициент трения 0,06, к. п. д. 20%, а плотность бензина 700 кг/м^3 .

1365. Во сколько раз изменится частота колебаний маленького шарика, подвешенного на очень тонкой проволоке с коэффициентом линейного расширения α , при изменении температуры от 0 до $t^{\circ}\text{C}$?

1366. Стальная проволока длиной 5 м при температуре 10°C натянута горизонтально и закреплена своими концами между двумя неподвижными опорами. С какой силой будет действовать проволока в точках закрепления на опоры, если температура упала до -10°C , а жесткость проволоки 220 кН/м ?

1367. Положительно заряженный шарик массой 18 г и плотностью вещества 1800 кг/м^3 находится во взвешенном состоянии в жидком диэлектрике плотностью 900 кг/м^3 . В диэлектрике имеется однородное электрическое поле напряженностью 450 в/м , направленное вертикально вверх. Найдите заряд шарика.

1368. Заряды 40 и -10 нКл расположены на расстоянии 10 см друг от друга. Какой надо взять третий заряд и где следует его поместить, чтобы система находилась в равновесии? Будет ли равновесие устойчивым или неустойчивым?

1369. Шарик массой m , несущий заряд q , свободно падает в однородном электрическом поле напряженностью E , направленной параллельно поверхности земли. Каково движение шарика? Написать уравнение траектории $y=f(x)$, направив ось x горизонтально по полю, а ось y вертикально вниз.

1370. Математический маятник, представляющий собой металлический шарик массой m , подвешенный на длинной нити, совершает колебания. Как изменится характер этих колебаний, если шарiku сообщить заряд q и поместить в однородное горизонтально направленное электрическое поле напряженностью E ?

1371. Медный и алюминиевый проводники имеют одинаковые массы и сопротивления. Какой проводник длиннее и во сколько раз?

1372. При увеличении сопротивления внешней цепи от 3 до 10,5 ом к. п. д. источника возрастает вдвое. Найдите внутреннее сопротивление источника тока.

1373. Найти внутреннее сопротивление и э. д. с. источника тока, если при силе тока 30 а мощность во внешней цепи равна 180 вт, а при силе тока 10 а эта мощность равна 100 вт.

1374. Шесть одинаковых элементов соединены по два последовательно в три параллельные группы. Во сколько раз изменятся сила тока во внешней цепи, полезная мощность и к. п. д. цепи, если эти элементы соединить по три последовательно в две параллельные группы? В обоих случаях внешнее сопротивление в 5 раз больше внутреннего сопротивления одного элемента.

1375. Элемент с внутренним сопротивлением r и э. д. с. $\mathcal{E}$ замкнут на три лампочки с сопротивлением $3r$ каждая, соединенные последовательно. Во сколько раз изменятся сила тока в цепи, напряжение на зажимах батареи и полезная мощность, если лампочки соединить параллельно?

1376. По трубчатому медному проводнику длиной 35 м, наружным диаметром 14 мм и внутренним диаметром 10 мм пропускают электрический ток 2000 а. Для охлаждения этого проводника по трубке пропускают холодную воду. Каков расход охлаждающей воды за 1 мин, если температура воды на входе 12°C , на выходе 40°C ?

1377. Сколько электроэнергии надо затратить для получения 2,5 л водорода при температуре 25°C и давлении 750 мм рт. ст., если электролиз ведется при напряжении 5 в и к. п. д. установки 75%?

1378. Троллейбус массой 10 т трогается с места на горизонтальном пути и, двигаясь равноускоренно, приобретает через 10 сек скорость 36 км/ч. Каков к. п. д. троллейбуса, если двигатель работает под напряжением 500 в и потребляет ток 200 а? Коэффициент сопротивления движению равен 0,05.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Основные физические постоянные

Скорость света в вакууме	$c = 2,998 \cdot 10^8$ м/сек
Гравитационная постоянная	$\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11}$ м ³ /(кг·сек)
Число Авогадро	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,31$ дж/(моль·град)
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ дж/град
Постоянная Фарадея	$F = 9,65 \cdot 10^4$ к/моль
Элементарный заряд	$e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ к
Удельный заряд электрона	$e/m = 1,76 \cdot 10^{11}$ к/кг
Атомная единица массы ($\frac{1}{12}$ массы атома нуклида C ¹²)	1 а. е. м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг = 931 Мэв
Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ ф/м
Магнитная постоянная	$\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6}$ гн/м
Постоянная Планка ,	$h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ дж·сек = = $4,14 \cdot 10^{-15}$ эв·сек $\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,054 \cdot 10^{-34}$ дж·сек = = $6,59 \cdot 10^{-16}$ эв·сек

2. Физические свойства наиболее распространенных веществ
ТВЕРДЫЕ ТЕЛА

Вещество \ Величина	Плотность, × 10 ³ кг/м ³	Удельная теплоемкость, кдж/(кг·град)	Коэффициент линейного расширения, × 10 ⁻⁶ град ⁻¹	Температура плавления, °С	Удельная теплота плавления, кдж/кг	Удельное сопротивление, × 10 ⁻⁸ ом·м или × 10 ⁻³ ом·мм ² /м	Температурный коэффициент сопротивления, град ⁻¹
Алюминий	2,7	0,88	2,6	660	380	2,8	0,04
Лед	0,90	2,1	—	0	330	—	—
Медь	8,9	0,38	1,7	1083	180	1,7	0,04
Олово	7,3	0,23	2,1	232	59	—	—
Свинец	11,3	0,13	2,9	327	25	21	0,04
Серебро	10,5	0,21	1,9	960	87	1,6	0,04
Сталь	7,8	0,46	0,9	1400	82	12	0,06

ЖИДКОСТИ.

Вещество \ Величина	Плотность, $\times 10^3 \text{ кг/м}^3$	Удельная теплоем- кость, $\text{кдж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$	Коэффициент объем- ного расширения, $\times 10^{-3} \text{ град}^{-1}$	Коэффициент поверх- ностного натяжения, $\times 10^{-2} \text{ н/м}$	Температура кипения при нормальном давлении, $^{\circ}\text{C}$	Удельная теплота па- рообразования при нормальном давлении, Мдж/кг
Вода	1,0	4,2	0,15	7,2	100	2,3 (при 100°C)
Керосин	0,80	2,1	1,0	2,4	—	—
Нефть	0,80	—	1,0	—	—	—
Ртуть	13,6	0,13	0,18	47	357	0,29 (при 357°C)
Спирт	0,79	2,4	1,1	2,1	78	0,85 (при 78°C)

ГАЗЫ

Вещество \ Величина	Плотность при нормаль- ных условиях, кг/м^3	Удельная теплоемкость при постоян- ном давлении, $\text{кдж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$	Температура конденсации при нормаль- ном давлении, $^{\circ}\text{C}$
Азот	1,25	1,0	—196
Водород	0,09	14	—253
Воздух	1,29	1,0	—
Кислород	1,43	0,92	—183
Углекислый газ	1,98	—	—

3. Удельная теплота сгорания топлива, Мдж/кг

Бензин	46	Керосин	46
Дерево	10	Нефть	46
Дизельное топливо	42	Спирт	29
Каменный уголь	29	Условное топливо	29

4. Давление (мм рт. ст.) и плотность (г/м³) насыщающих паров воды

Темпера- тура	Давление	Плотность	Темпе- ратура	Давление	Плотность
—10	1,95	2,14	11	9,8	10,0
—9	2,13	2,33	12	10,5	10,7
—8	2,32	2,54	13	11,2	11,4
—7	2,53	2,76	14	12,0	12,1
—6	2,76	2,99	15	12,8	12,8
—5	3,01	3,24	16	13,6	13,6
—4	3,28	3,51	17	14,5	14,5
—3	3,57	3,81	18	15,5	15,4
—2	3,88	4,13	19	16,5	16,3
—1	4,22	4,47	20	17,5	17,3
0	4,58	4,84	21	18,7	18,3
1	4,9	5,2	22	19,8	19,4
2	5,3	5,6	23	21,1	20,6
3	5,7	6,0	24	22,4	21,8
4	6,1	6,4	25	23,8	23,0
5	6,6	6,8	26	25,2	24,4
6	7,0	7,3	27	26,7	25,8
7	7,5	7,8	28	28,4	27,2
8	8,0	8,3	29	30,0	28,7
9	8,6	8,8	30	31,8	30,3
10	9,2	9,4			

5. Диэлектрические проницаемости веществ

Вода	81	Парафин	2,1
Керосин	2,1	Слюда}	6
Масло	2,5	Стекло	7

6. Удельные сопротивления ρ ($\times 10^{-8}$ ом·м или $\times 10^{-2}$ ом·мм²/м) и температурные коэффициенты сопротивления α (град⁻¹) некоторых металлов и сплавов

Вещество	ρ	α
Вольфрам	5,5	0,005
Латунь	7,1	0,001
Никелин	42	0,0001
Нихром	110	0,0001

7. Электрохимические эквиваленты , мг/к

Серебро	1,118	Цинк	0,34
Медь	0,33	Водород	0,00144
Алюминий	0,093	Кислород	0,0829
Никель	0,30	Хром	0,18
Натрий	0,238		

8. Показатели преломления (средние для видимых лучей)

Алмаз	2,4
Вода	1,3
Стекло	1,6

9. Масса покоя элементарных частиц

Частица	Масса (кг)	Масса (а.е.м.)	Масса (Мэв)
Электрон	$9,11 \cdot 10^{-31}$	0,00055	0,511
Протон	$1,672 \cdot 10^{-27}$	1,00728	938,3
Нейтрон	$1,675 \cdot 10^{-27}$	1,00866	939,6

10. Массы некоторых нуклидов ¹ , а. е. м.

Изотоп	Масса нейтрального атома	Изотоп	Масса нейтрального атома
₁ H ¹ Водород	1,00783	₄ Be ⁸ Бериллий	8,00531
₁ H ² Дейтерий	2,01410	₅ B ¹⁰ Бор	10,01294
₁ H ³ Тритий	3,01605	₇ N ¹⁴ Азот	14,00307
₂ He ³ Гелий	3,01602	₈ O ¹⁶ Кислород	15,99491
₂ He ⁴ Гелий	4,00260	₈ O ¹⁷ Кислород	16,99913
₃ Li ⁶ Литий	6,01513	₁₃ Al ²⁷ Алюминий	26,98146
₃ Li ⁷ Литий	7,01601		

¹ Для нахождения массы ядра необходимо вычесть суммарную массу электронов

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧ

периоды	I	II	III	IV	V
1	{H}				
2	Li ³ _{6.939} ЛИТИЙ	Be ⁴ _{9.0122} БЕРИЛЛИЙ	5 _{10.811}	B ⁶ _{12.01115} БОР	C ⁷ _{14.0067} УГЛЕРОД
3	Na ¹¹ _{22.9898} НАТРИЙ	Mg ¹² _{24.305} МАГНИЙ	13 _{26.9815} АЛЮМИНИЙ	14 _{26.086} КРЕМНИЙ	15 _{30.9738} ФОСФОР
4	K ¹⁹ _{39.102} КАЛИЙ	Ca ²⁰ _{40.08} КАЛЬЦИЙ	Sc ²¹ _{44.956} СКАНДИЙ	Ti ²² _{47.90} ТИТАН	V ²³ _{50.942} ВАНАДИЙ
	29 _{63.546} Cu МЕДЬ	30 _{65.37} Zn ЦИНК	31 _{69.72} Ga ГАЛЛИЙ	32 _{72.59} Ge ГЕРМАНИЙ	33 _{74.9216} As АРСЕН
5	Rb ³⁷ _{85.47} РУБИДИЙ	Sr ³⁸ _{87.62} СТРОНЦИЙ	Y ³⁹ _{88.905} ИТРИЙ	Zr ⁴⁰ _{91.22} ЦИРКОНИЙ	Nb ⁴¹ _{92.906} НИОБИЙ
	47 _{107.868} Ag СЕРЕБРО	48 _{112.40} Cd КАДМИЙ	49 _{114.82} In ИНДИЙ	50 _{118.69} Sn ОЛОВО	51 _{121.75} Sb СУРЬМА
6	Cs ⁵⁵ _{132.905} ЦЕЗИЙ	Ba ⁵⁶ _{137.34} БАРИЙ	La ⁵⁷ _{138.91} ЛАНТАН	Hf ⁷² _{178.49} ГАФНИЙ	Ta ⁷³ _{180.948} ТАНТАЛ
	79 _{196.967} Au ЗОЛОТО	80 _{200.59} Hg РУТУТЬ	81 _{204.37} Tl ТАЛЛИЙ	82 _{207.19} Pb СВИНЕЦ	83 _{208.980} Bi ВИСМУТ
7	Fr ⁸⁷ _[223] ФРАНЦИЙ	Ra ⁸⁸ _[226] РАДИЙ	Ac ⁸⁹ _[227] АКТИНИЙ	Ku ¹⁰⁴ _[260] КУРЧАТОВИЙ	105

* Л А Н Т А Н О И Д Ы

Ce ⁵⁸ _{140.12} ЦЕРИЙ	Pr ⁵⁹ _{140.907} ПРАЗЕОДИМ	Nd ⁶⁰ _{144.24} НЕОДИМ	Pm ⁶¹ _[147] ПРОМЕТИЙ	Sm ⁶² _{150.35} САМАРИЙ	Eu ⁶³ _{151.96} ЕВРОПИЙ	Gd ⁶⁴ _{157.25} ГАДОЛИНИЙ
Tb ⁶⁵ _{158.924} ТЕРБИЙ	Dy ⁶⁶ _{162.50} ДИСПРОЗИЙ	Ho ⁶⁷ _{164.930} ГОЛЬМИЙ	Er ⁶⁸ _{167.26} ЭРБИЙ	Tm ⁶⁹ _{168.934} ТУЛИЙ	Yb ⁷⁰ _{173.04} ИТТЕРБИЙ	Lu ⁷¹ _{174.967} ЛЮТЕЦИЙ

СКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

VI	VII	VIII		
	1 1.00797 H ВОДОРОД	2 4.0026 He ГЕЛИЙ	Обозначение элемента Атомный номер Li 3 6.939 Атомная масса ЛИТИЙ	
8 15.9994 O КИСЛОРОД	9 18.9984 F ФТОР	10 20.179 Ne НЕОН		
16 32.064 S СЕРА	17 35.453 Cl ХЛОР	18 39.948 Ar АРГОН		
Cr 24 51.996 ХРОМ	Mn 25 54.9380 МАРГАНЕЦ	Fe 26 55.847 ЖЕЛЕЗО	Co 27 58.9332 НОБАЛЬТ	Ni 28 58.71 НИКЕЛЬ
34 78.96 Se СЕЛЕН	35 79.904 Br БРОМ	36 83.80 Kr КРИПТОН		
Mo 42 95.94 МОЛИБДЕН	Tc 43 [99] ТЕХНЕЦИЙ	Ru 44 101.07 РУТЕНИЙ	Rh 45 102.905 РОДИЙ	Pd 46 106.4 ПАЛЛАДИЙ
52 127.60 Te ТЕЛЛУР	53 126.9044 I ИОД	54 131.30 Xe КСЕНОН		
W 74 183.85 ВОЛЬФРАМ	Re 75 186.2 РЕНИЙ	Os 76 190.2 ОСМИЙ	Ir 77 192.2 ИРИДИЙ	Pt 78 195.09 ПЛАТИНА
84 [210]* Po ПОЛОНИЙ	85 [210] At АСТАТ	86 [222] Rn РАДОН		

В квадратных скобках приведены массовые числа наиболее устойчивых (или лучше изученных*) изотопов

А Н Т И Н О И Д Ы

Th 90 232.038 ТОРИЙ	Pa 91 [231] ПРОТАКТИНИЙ	U 92 238.03 УРАН	Np 93 [237] НЕПТУНИЙ	Pu 94 [244] ПЛУТОНИЙ	Am 95 [243] АМЕРИЦИЙ	Cm 96 [247] КЮРИЙ
Bk 97 [247] БЕРКЛИЙ	Cf 98 [252]* КАЛИФОРНИЙ	Es 99 [264] ЭЙНШТЕИНИЙ	Fm 100 [257] ФЕРМИЙ	Md 101 [257] МЕНДЕЛЕВИЙ	(No) 102 [255] (НОБЕЛИЙ)	(Lr) 103 [256] (ЛОУРЕНСИЙ)

12. Таблицы значений синусов и тангенсов для углов 0—90°

Градусы	Синусы	Тангенсы	Градусы	Синусы	Тангенсы	Градусы	Синусы	Тангенсы
0	0,0000	0,0000	31	0,5150	0,6009	61	0,8746	1,804
1	0,0175	0,0175	32	0,5299	0,6249	62	0,8829	1,881
2	0,0349	0,0349	33	0,5446	0,6494	63	0,8910	1,963
3	0,0523	0,0524	34	0,5592	0,6745	64	0,8988	2,050
4	0,0698	0,0699	35	0,5736	0,7002	65	0,9063	2,145
5	0,0872	0,0875	36	0,5878	0,7265	66	0,9135	2,246
6	0,1045	0,1051	37	0,6018	0,7536	67	0,9205	2,356
7	0,1219	0,1228	38	0,6157	0,7813	68	0,9272	2,475
8	0,1392	0,1405	39	0,6293	0,8098	69	0,9336	2,605
9	0,1564	0,1584	40	0,6428	0,8391	70	0,9397	2,747
10	0,1736	0,1763	41	0,6561	0,8693	71	0,9455	2,904
11	0,1908	0,1944	42	0,6691	0,9004	72	0,9511	3,078
12	0,2079	0,2126	43	0,6820	0,9325	73	0,9563	3,271
13	0,2250	0,2309	44	0,6947	0,9657	74	0,9613	3,487
14	0,2419	0,2493	45	0,7071	1,0000	75	0,9659	3,732
15	0,2588	0,2679	46	0,7193	1,036	76	0,9703	4,011
16	0,2756	0,2867	47	0,7314	1,072	77	0,9744	4,331
17	0,2924	0,3057	48	0,7431	1,111	78	0,9781	4,705
18	0,3090	0,3249	49	0,7547	1,150	79	0,9816	5,145
19	0,3256	0,3443	50	0,7660	1,192	80	0,9848	5,671
20	0,3420	0,3640	51	0,7771	1,235	81	0,9877	6,314
21	0,3584	0,3839	52	0,7880	1,280	82	0,9903	7,115
22	0,3746	0,4040	53	0,7986	1,327	83	0,9925	8,114
23	0,3907	0,4245	54	0,8090	1,376	84	0,9945	9,514
24	0,4067	0,4452	55	0,8192	1,428	85	0,9962	11,43
25	0,4226	0,4663	56	0,8290	1,483	86	0,9976	14,30
26	0,4384	0,4877	57	0,8387	1,540	87	0,9986	19,08
27	0,4540	0,5095	58	0,8480	1,600	88	0,9994	28,64
28	0,4695	0,5317	59	0,8572	1,664	89	0,9998	57,29
29	0,4848	0,5543						
30	0,5000	0,5774	60	0,8660	1,732	90	1,0000	∞

1. а — можно; б, в — нельзя.
2. а, б, д — можно; в, г — нельзя.
3. В случаях б и в.
4. $O(0, 0)$; $B(0, 60 \text{ м})$; $C(80 \text{ м}, 60 \text{ м})$;
 $D(80 \text{ м}, 0)$; $E(20 \text{ м}, 40 \text{ м})$;
 $K(-5 \text{ м}, 20 \text{ м})$; $L(-10 \text{ м}, -10 \text{ м})$; $M(30 \text{ м}, -5 \text{ м})$.
5. $x=1100 \text{ м}$, $y=600 \text{ м}$, $z=800 \text{ м}$.
7. Путь автомобиля больше. Перемещения одинаковы.
9. Путь.
10. 3 м, 1 м.
11. $\frac{2\pi}{3} \text{ м}$, 2 м; $\pi \text{ м}$, $2\sqrt{2} \text{ м}$;
 $2\pi \text{ м}$, 4 м; $3\pi \text{ м}$, $2\sqrt{2} \text{ м}$; $4\pi \text{ м}$, 0.
12. $A(4 \text{ м}, 0)$; $B(4 \text{ м}, 2 \text{ м})$; $C(-2 \text{ м}, 0)$; $D(0, 3 \text{ м})$; $E(3 \text{ м}, -4 \text{ м})$.
13. $A(20 \text{ м}, 30 \text{ м})$; $B(60 \text{ м}, 0)$; 50 м; 40 м; -30 м.
14. $A(2 \text{ м}, 2 \text{ м})$; $D(6 \text{ м}, 2 \text{ м})$; 20 м; 4 м; 4 м; 0.
15. $4\sqrt{2} \text{ м}$; 4 м; -4 м.
16. 700 км; 500 км.
17. 2,8 км.
18. 620 м.
19. $x_1=400+20t$; $x_2=200-15t$;
 $x_3=-300-10t$; $x_4=0$; $x_5=800$;
 а) 500 м; б) 50 м, 150 м;
 в) 30 сек; г) -20 сек; д) 500 м.
22. 50 м; 10 сек.
23. $x_1=20+2t$; $x_2=-20+4t$;
 $x'_1=2t$; $x'_2=-40+4t$.
24. $x_1=200+10t$; $x_2=20t$; 400 м; 20 сек.
25. $y=-3+2x$; $x=2 \text{ м}$, $y=1 \text{ м}$;
 $\sqrt{5} \text{ м/сек}$.
26. а) Точка; б) окружность;
 в) циклоида (сложная кривая).
27. Окружность.
28. а) Точка; б) окружность;
 в) винтовая линия.
29. В системе отсчета, связанной с центром Земли и «неподвижными» звездами.
30. В системе отсчета, связанной с центром Солнца и «неподвижными» звездами.
31. В системе отсчета, связанной с центром Венеры и «неподвижными» звездами.
32. Может, если относительно земли будет двигаться со скоростью, равной по модулю скорости эскалатора, но направленной в противоположную сторону.
33. 14 м/сек.
34. а) 6 м/сек; 0; б) 3 м/сек; -3 м/сек.
35. 40 сек.
36. 1 м/сек.
37. 150 м.
38. 2,5 км/ч, 17,5 км/ч.
39. 45 сек.
40. 450 м.
41. $x=2-0,4t$; 5 сек.
42. $x=400-10t$.
43. 17 см/мин.
44. 22 м/сек, 27° .
45. 200 м.
46. 0,5 см/мин.
47. 71° .
48. 23 км/ч.
49. 8,7 м/сек.
50. 3 м/сек; 5 м/сек; 4,1 м/сек.
51. 15 м/сек; 10 м/сек.
52. 1 м/сек; $\pi/2 \text{ м/сек}$.
53. 8,9 м/сек; 5,7 м/сек.
54. 1,2 м/сек; 2,5 м/сек.
55. 0,5 м/сек².
56. -50 м/сек².
57. 0,05 сек.

58. 50 сек.
 59. 10 м/сек.
 60. 20 сек.
 61. 4 м/сек.
 62. $v=20-0,25t$.
 63. 1 м/сек; 2,5 м/сек; 4 м/сек;
 0,5 м/сек²; $v=1+0,5t$.
 64. $v_1=1,25t$; $v_2=5+5t$; $v_3=20-4t$.
 65. $v=60-10t$; 30 м/сек; 0;
 —30 м/сек; первые 6 сек — за-
 медленное, затем 6 сек — ус-
 коренное.
 66. Сначала замедленное, затем ус-
 коренное при движении в об-
 ратном направлении.
 67. 2 : 1.
 68. 90 см.
 69. а) $s_1:s_2:s_3:s_4=1:4:9:16$;
 б) 5 м/сек²; в) 1 м/сек; 2 м/сек;
 3 м/сек; 4 м/сек.
 70. 10 сек.
 71. 9 сек.
 72. $t_2=t_1\sqrt{\frac{s_2}{s_1}}$.
 73. 1,2 м/сек²; 12 м/сек.
 74. 300 м/сек.
 75. В $\sqrt{2}$ раз.
 76. 6 м/сек.
 77. 300 м/сек; 75 000 м/сек².
 78. В 3 раза, в $\sqrt{3}$ раз.
 79. 54 м.
 80. $x=3t^2$; 300 м.
 81. $v=0,8t$; 6,4 м.
 82. Ускоренное; —5 м; 5 м.
 83. 0,4 м/сек²; 0; —0,4 м/сек²;
 14 м/сек; 10 м/сек; 6 м/сек.
 84. 2 м/сек; 8 м/сек.
 85. 800 м.
 86. 0,2 м/сек²; 15 м/сек.
 87. $x_1=400+20t-t^2$; $x_2=200-15t-0,5t^2$; $x_3=-300-10t-0,2t^2$.
 88. а) 0, влево, 0, —0,8 м/сек², ус-
 коренное; б) —200 м, вправо,
 16 м/сек, —3 м/сек², замедлен-
 ное; в) 800 м, влево, 0,6 м/сек,
 0, равномерное; г) —150 м;
 покой.
 89. а) $v_1=10+0,8t$ — ускоренное;
 б) $v_2=2-2t$ — замедленное,
 через 1 секунду ускоренное;
 в) $v_3=-4+4t$ — замедлен-
 ное, через 1 секунду ускорен-
 ное; г) $v_4=-1-12t$ — уско-
 ренное.
 90. $x_1=0,625t^2$; $x_2=5+2,5t^2$; $x_3=$
 $=20t-2t^2$.
 91. 8 м/сек; 0,8 м/сек²; —1,6 м/сек²;
 15 сек; 4 м/сек.
 92. 3,2 м/сек.
 93. 7,7 м/сек.
 94. 58 км/ч.
 95. 18 м; 6 сек.
 96. $x_1=2t+0,2t^2$;
 $x_2=80-4t$; 40 м; 10 сек; 45 м;
 120 м.
 97. $x_1=6,9+0,1t^2$; $x_2=2t+0,2t^2$;
 7,8 м; 3 сек.
 99. 10 м/сек².
 100. $v_1:v_2=2$; $h_1:h_2=4$.
 101. На Луне время падения в $\sqrt{6}$
 раз больше, а конечная ско-
 рость в $\sqrt{6}$ раз меньше.
 102. На Луне в 6 раз больше.
 103. 35 м.
 104. 0,07 сек.
 105. 4 сек.
 106. 15 м/сек; 1 сек.
 107. $v_0=\frac{h_2-h_1}{2h_1}\sqrt{2gh_1}$.
 108. 30 м/сек; 45 м.
 110. В 2 раза.
 111. В 6 раз.
 112. В 9 раз.
 113. 60 м; 20 м/сек.
 114. 40 м; 2 сек; 4 сек.
 115. $x=20t-5t^2$; а) 1 сек и 3 сек;
 б) 2 сек; в) не будет.
 116. а) $x=20t-5t^2$; б) $x=25+$
 $+20t-5t^2$; 5 сек.
 117. 36 м/сек.
 118. 6400 об/мин.
 119. 230 м/сек.
 120. 930 км.
 121. 7,8 км/сек.
 122. Уменьшается в 2 раза.
 123. 1:20.
 124. Нет.
 125. 0,5 м/сек².
 126. 20 м/сек.
 127. 6,2 м/сек².
 128. $3,2\cdot 10^5$ м/сек².
 129. а) 1:2; б) 2:1.
 130. 0,25 сек, 4 об/сек.
 131. 4π рад/сек.
 132. π рад/сек; 50π рад/сек;
 280π рад/сек; 3200 π рад/сек.
 133. π/30 рад/сек; π/1800 рад/сек;
 π/21 600 рад/сек.
 134. 50 сек.

135. 18 000 об.
 138. 5 рад/сек; 0,8 об/сек.
 139. 64 км/ч.
 140. 60 об/мин; 2π рад/сек
 141. 1200 об/мин.
 142. 350 м.
 143. 2 см/мин.
 144. $g = \frac{2\pi^2 \nu^2 h_2}{\varphi^2} = 9,4 \text{ м/сек}^2$.
 145. а) Притяжение к Земле и выталкивающее действие воды;
 б) притяжение к Земле компенсируется упругостью грунта и выталкивающим действием воды;
 в) притяжение к Земле и натяжение троса компенсируются выталкивающим действием воздуха.
 146. Притяжение к Земле компенсируется выталкивающим действием воздуха и сопротивлением воздуха.
 147. Притяжение Земли и натяжение нити компенсируются выталкивающим действием воздуха. Притяжение Земли не компенсирует выталкивающее действие воздуха.
 148. Нет, так как трение о шоссе и сопротивление воздуха ничем не компенсируются.
 149. При толчке — ускоренно, так как действие тепловоза превышает трение. При свободном качении — замедленно.
 150. Нет, так как ускорение каждого шарика становится больше, но их отношение остается прежним.
 151. Если масса полена больше, чем топора, то вниз обухом; если наоборот, то вниз поленом.
 152. 20 т.
 153. Ускорение второго шара в 8 раз больше. Нет, так как отношение ускорений не зависит от начальных условий.
 154. Ускорение стального в 1,4 раза больше.
 155. Одинаковы.
 156. 2 м/сек.
 157. 15 т.
 162. а) Равномерно, прямолинейно;
 б) прямолинейно, ускоренно;
 в) и г) криволинейно.
 163. 1. а) Покоится; б) прямолинейно (по горизонтали), ускоренно; в) вертикально вниз, ускоренно; г) вертикально вверх, ускоренно.
 2. а) Вертикально вверх, равномерно; б) криволинейно вверх; в) прямолинейно вверх, замедленно; г) прямолинейно вверх, ускоренно.
 3. а) Вертикально вниз, равномерно; б) криволинейно вниз; в) прямолинейно вниз, ускоренно; г) прямолинейно вниз, замедленно.
 164. 1 м/сек².
 165. 150 н.
 166. 0,8 м/сек².
 167. 2 т.
 168. 1,5 м/сек².
 169. 2 000 т.
 170. Легкового в 2 раза больше.
 171. 22 кг; 20 кг.
 172. 2,5 м/сек; 6,25 м.
 173. 250 н.
 174. 4 кн.
 175. 200 г.
 176. Не разорвется.
 177. Восемь, если закрепить второе полушарие к неподвижному предмету.
 178. Возрастает; такая же; убывает.
 179. Если выпустит, положение космонавта и предмета относительно корабля не изменится; если бросит, то придет в движение.
 180. В первом случае на борт и дно лодки действуют равные по модулю и противоположные по направлению силы. Во втором — только одна сила; вторая приложена к берегу.
 181. Так как сила, действующая на голову вверх, равна силе, действующей вниз, в плече.
 182. Чтобы избежать удара прикладом при отдаче.
 183. Не нарушится в обоих случаях.
 184. 50 н/м.
 186. 500 н/м.

187. Жесткость стальной в два раза больше.
188. 10 н/м.
189. 2 к.
190. Жесткость троса в 6 раз больше.
192. 1 см.
193. Порядка 1 н.
194. 10^{-7} н.
195. В 4 раза.
196. Девяти радиусам Земли.
197. В 550 раз.
198. 4,4 м/сек².
199. 660 н.
200. В 5,6 раза.
201. 3,8 м/сек².
202. 6 R Земли от центра Луны.
203. 8,5 м/сек².
204. Когда сила притяжения станет больше максимальной силы трения покоя, предмет придет в движение.
205. Во всех случаях сила трения покоя измеряется произведением массы контейнера на вектор ускорения автомобиля в системе отсчета «Земля».
- а) Равна нулю; б) по направлению скорости; в) равна нулю; г) по радиусу к центру дуги поворота; д) в сторону, противоположную скорости.
206. Обоим предметам сообщает ускорение относительно Земли сила трения покоя. Если $F_{\text{тр. пред.}} > m a$, то предмет получит ускорение, равное ускорению поезда, т. е. останется в покое относительно вагона.
207. При рывке сила трения покоя не может сообщить ускорение, равное ускорению бумаги.
208. $\mu = \frac{x}{l-x}$.
209. 500 кг.
210. 400 н.
211. 10 н; 2,5 н.
212. 9 н.
213. 6 см.
214. На Луне нет сопротивления атмосферы.
215. Так как сила сопротивления воды зависит от площади лобового сечения.
217. 210 н.
218. В 9 раз.
219. 23 м/сек.
220. 2 кн.
221. 720 н; 480 н; 480 н; 720 н.
222. 700 н.
223. 9,8 м/сек².
224. 600 н; 300 н.
225. 3,3 кн, 76° к земной вертикали.
226. Увеличится в 1,1 раза; под углом 22° к земной вертикали.
228. Положить тела на чашки весов и сообщить им ускорение. Тела поочередно подвесить к динамометру и сообщить одинаковые ускорения.
229. Да.
230. Все время.
231. Да, если пренебречь сопротивлением воздуха.
232. Так как на Луне нет атмосферы.
233. 20 м/сек.
234. 4 сек; 4 сек; 40 м; 80 м.
235. Одновременно.
236. 0,7 м.
237. 2 сек; 3 м/сек.
238. Время не изменится; дальность увеличится вдвое.
239. Увеличить в $\sqrt{2}$ раз.
240. В n^2 раз.
241. $2\sqrt{Hh} = 3$ м.
242. 0,55 сек; 4 м/сек; 0,1 сек; 40 м/сек².
243. 12 м/сек, 59° к горизонту.
244. 20 м.
245. $h = \Delta h/3$.
246. $x = 10t$; $y = 6 - 5t^2$; $y = 6 - 0,05 x^2$; $x = 10$ м, $y = 1$ м.
247. 180 м.
248. 4 н.
249. 60 м; 140 м.
250. В 3 раза; одинаково.
251. В 4 раза; в 4 раза.
252. а) 0,7 сек; б) 0,07 сек; в) 3,9 м/сек; г) 64°.
253. 16 м от стены дома.
254. 1,7 км/сек.
255. 7,3 км/сек.
256. $6 \cdot 10^{24}$ кг.
257. 7,7 км/сек; 95 мин.
259. $2 \cdot 10^{30}$ кг.
260. Увеличилось; уменьшилось.
261. 2,8 раза.
262. 0,61.
263. 2 кн; увеличится в 9 раз.
264. 0,4 н.

265. 20 м/сек².
 266. 35 кн.
 267. 5.
 268. 15 кн.
 269. 950 н.
 270. В верхней точке: а) 1,4 н вниз; б) 0; в) 12 н вверх. В нижней точке: а) 6,6 н; б) 8 н; в) 20 н.
 271. 20 н; 0,04.
 272. 3 сек.
 273. Нарушил.
 274. $a > 3$ м/сек²; не изменится.
 275. $0,16 < \mu < 0,2$.
 276. Уменьшить скорость.
 277. 8 м/сек; уменьшить в два раза.
 278. 40 м.
 279. 0,48.
 280. 2,5 л/сек².
 281. 5 кн.
 282. 0,18 л/сек².
 283. 21 кн.
 284. 0,04.
 285. 2 000 т.
 286. 0,6 м/сек².
 287. 2,5 кн; 0,5 кн.
 288. 3,2 кн.
 289. 5 см/сек²; 0; —2 см/сек².
 290. 3 м/сек.
 291. 3,3 м/сек².
 292. 6,3 сек.
 293. 2 м/сек²; 2,4 н.
 294. а) mg ; б) $2 mg$; в) $\frac{4}{3} mg$.
 295. 9,6 м/сек².
 296. 10 г.
 297. 8 кн; 16 кн; 32 кн.
 298. 0,2.
 299. $Q = \frac{(n-k) F}{n}$.
 300. 0,2 н.
 301. 0,2.
 302. Когда сумма силы тяжести и силы сопротивления станет равной по модулю выталкивающей силе.
 303. Скорость падения при установлении равномерного движения находится в прямой зависимости от массы падающего тела и в обратной от площади лобового сечения. Масса капли растет пропорционально кубу радиуса, а площадь — пропорционально квадрату.
 304. Стальной, так как масса стального шарика больше, а площа-

- ди лобового сечения одинаковы.
 305. Падающий ребром, так как площадь лобового сечения меньше.
 306. Полный, так как его масса больше, а площади лобового сечения одинаковы.
 307. Шарик.
 308. Монета упадет раньше.
 309. Упадут одновременно.
 310. 8,6 см.
 311. 72°.
 312. 18 м/сек.
 313. 20 м/сек; 22°.
 314. 1,3 м/сек.
 315. 1,4 об/сек.
 316. 2 н и 30 н не могут.
 317. 400 н.
 318. 500 н.
 319. 13 кн; 23° к горизонту.
 320. 5 н; 53° к силе 6 н.
 321. 100 н; 173 н.
 322. В случае а больше сила давления трактора, а в случае б — прицепа.
 323. 120 н; 200 н.
 324. 170 н; 340 н.
 325. 2 кн; 1,6 кн.
 326. 5,8 н; 11,6 н.
 327. 4 кн; 5,3 кн.
 328.
$$\frac{F}{2 \cos \frac{\alpha}{2}}$$

 329. В части С; одинакова; в частях А и В.
 330. Нет; увеличивается.
 331. 2,5 кн.
 332. В случае б сила должна быть меньше.
 333. $F = \frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$.
 334. 1,8 кн.
 335. 2,3 кн.
 336. 2,3 кн.
 337. 0,31.
 338. 8 н.
 339. $\mu = \frac{F_2 - F_1}{F_2 + F_1} \operatorname{tg} \alpha$.
 340. 3,5 н·м.
 341. 20 н·м; 20 н·м; 0.
 345. $M = mgl \sin \alpha$.
 346. 100 н.
 347. 3,1 м.
 348. 4 кн; 5 кн.

349. 4 кН; 5 кН.
 350. В 10 см от конца с большим грузом.
 351. 7 кН; 9 кН.
 352. 130 Н; 170 Н.
 353. 10 Н (сила направлена вверх); 360 Н.
 354. 170 Н; 260 Н под углом 72° к горизонту.
 355. 8,5 Н; 7,2 Н под углом 57° к вертикали.
 356. 2 Н по линии АВ; 4 Н вертикально вверх на расстоянии 5 см от точки В.
 358. $x = \frac{b}{2} \operatorname{tg} \alpha$.
 359. Вверх.
 360. На 20 см к другому концу.
 361. Часть В.
 362. В более тяжелом шаре на $\frac{1}{3} R$ от точки касания.
 363. 1,75 см от середины стержня в сторону большого шара.
 364. 11,4 см от конца стального стержня.
 365. 120 кг.
 366. 18,6 мм от края прямоугольной пластины, на оси симметрии.
 367. Решение видно на рисунке 172.

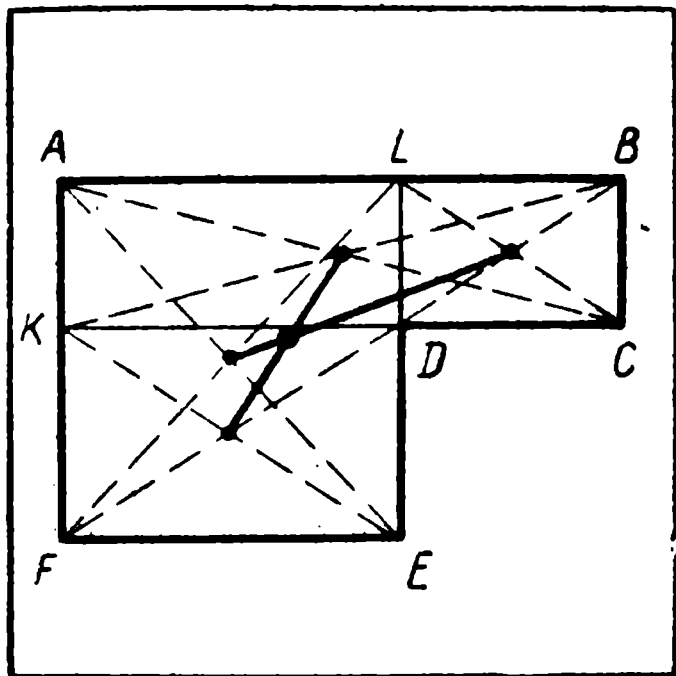


Рис. 172.

373. Свинцового больше в 1,5 раза.
 374. 10 м/сек.
 375. $2 \cdot 10^7$ кг·м/сек.
 376. 1 кг·м/сек; 2 кг·м/сек.

377. 2 кг·м/сек.
 378. а) 14 кг·м/сек; б) 20 кг·м/сек;
 в) 0.
 379. 0,2 м/сек.
 380. $v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}$.
 381. 1 м/сек по движению большого шара.
 382. На 0,04 м/сек.
 383. Не изменилась.
 384. 0,1 м/сек.
 385. 0,24 м/сек.
 386. 6 м/сек.
 387. 0,02 м/сек.
 388. а) 7,1 м/сек; 7,1 м/сек;
 б) 5 м/сек, 8,7 м/сек.
 389. Не совершает.
 390. 1,4 кдж.
 391. 4,3 кдж.
 392. 47 кдж.
 393. Неравные, так как пройденный путь неодинаков.
 394. 26 дж.
 395. 45 кдж.
 396. 99 кдж.
 397. 120 дж.
 398. 1:3.
 399. —5 дж; 5 дж; 0.
 400. а) —16 дж; 4 дж; —12 дж;
 б) —4 дж; 16 дж; 12 дж.
 401. 1 кдж.
 402. 21:17.
 403. 2 дж.
 404. 0,5 дж.
 405. 1,2 дж.
 406. $\frac{2kl}{\mu mg} = 10$.
 407. 400 кдж.
 408. 300 кдж.
 409. 6 Мдж.
 410. 1 Мдж; —0,2 Мдж; 0,8 Мдж.
 411. 20 Мвт.
 413. 4 м/сек.
 414. 0,6 квт.
 415. 2 400 квт.
 416. 1 м/сек.
 418. 10 квт.
 419. 32 дж; характеризует жесткость пружины; потенциальную энергию.
 420. 0,3 дж.
 421. Увеличится в 9 раз.
 422. В 3 раза.
 423. 6 м/сек.
 424. 20 дж.

425. 50 дж; 75 дж.
 426. 2,5 м.
 427. 20 дж; 2,5 дж.
 428. $v_0 = \sqrt{2gh}$.
 429. $v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$.
 430. 1,5 м.
 431. $mg(3 - 2\cos\alpha)$.
 432. 7 мг; мг.
 433. 10 м/сек.
 434. а) Увеличится в 2 раза; б) увеличится в $\sqrt{2}$ раз; в) уменьшится в $\sqrt{2}$ раз.
 435. 5 кН; 10 кН.
 436. При выстреле вертикально вверх меньше.
 437. $v = \sqrt{\frac{x(kx - 2mg)}{m}}$.
 438. $\mu = \frac{Fx}{2mgl}$.
 439. $F = \frac{mg(l+h)}{l} = 900$ кН.
 440. 10 м/сек.
 441. 640 м.
 442. 0,7; 0,03.
 443. Одинаковы.
 444. 38 дж.
 445. —35 дж.
 446. 10 Мдж.
 447. 30 н.
 448. 10 м/сек.
 449. $\mu = \frac{h}{b+l} = 0,03$.
 451. 25 квт.
 452. 1 кдж.
 453. 12 кдж; 67%.
 454. 88%.
 455. 0,3.
 457. Дроби в 100 раз больше.
 458. Уменьшится на $\frac{mv^2}{4} = 4,5$ дж.
 459. $v = \frac{x}{m} \sqrt{kM} = 150$ м/сек.
 460. а) 11:10; б) 11:1.
 461. 3 дж.
 462. 20 м/сек; 5 м/сек.
 463. 1 м/сек; —1 м/сек.
 465. 2v.
 467. 1,6 м/сек.
 468. 4,9 м/сек.
 469. 12 мин.
 470. 0,01 м³/сек.
 471. В 16 раз.

$$472. v_1 = d_2 \sqrt{\frac{2gl}{d_1^4 - d_2^4}};$$

$$v_1 = \frac{4V}{\pi d_1^2 t}.$$

475. Скорость воздуха относительно цилиндра справа меньше, чем слева. Поэтому давление воздуха справа больше.
 476. Против часовой стрелки.
 477. 10,3 м.
 478. 2 м³.
 479. 778 мм рт. ст.
 480. 33 см³.
 481. 100 кН/м².
 482. 4 кг.
 483. $\frac{V+nV_0}{V} \rho_0$.
 484. 0,14 кг/м³.
 485. 3,5 кг/м³.
 486. 75 кН/м².
 487. $\frac{n-1}{n+1} \cdot \frac{h}{2}$.
 488. 128 г.
 489. 12,3 см.
 490. 93°C.
 491. 1,8 см.
 492. 273°C.
 493. В 1,4 раза.
 494. 64 кН/м².
 495. 0,62 Мн/м²; 0,29 Мн/м²; 0,33 Мн/м².
 496. Вследствие увеличения упругости воздуха внутри мяча.
 497. Вследствие уменьшения давления воздуха внутри стакана при понижении температуры.
 498. 0,0036 град⁻¹.
 499. 454 кН/м².
 500. 127°C.
 501. 400°K.
 502. а) Не изменится; б) обратно пропорционально абсолютной температуре.
 506. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{\text{ctg } \alpha_1}{\text{ctg } \alpha_2}$.
 508. $3,32 \cdot 10^{-24}$ а; $1,66 \cdot 10^{-24}$ г.
 509. $1,4 \cdot 10^{22}$.
 510. $3,34 \cdot 10^{24}$.
 511. $\frac{N_A}{M}$; $\frac{\rho N_A}{M}$.
 512. $3,9 \cdot 10^{18}$.
 513. Около 10⁶.

514. 9,5 л.
 515. $1,67 \cdot 10^3$ Дж/град.
 516. $3,7 \cdot 10^7$ Дж/м³.
 517. Увеличился в 1,6 раза.
 518. 431°C.
 519. 8,2 Мн/м².
 520. 88 кг.
 521. 0,67 Мн/м².
 522. 180 кг/м³; 69°C.
 523. 1:14.
 524. 3,3 моль.
 525. 0,004 кг/моль.
 526. 2,7 ч.
 527. В 1,7 раза.
 528. $p_A > p_B$; $V_A < V_B$; $T_A > T_B$.
 529. Уменьшается.
 532. 100 кг/ч.
 533. 10 кДж/мин.
 534. Первое тело: 10°C; 120°C;
 ≈ 230 Дж/(кг·град)
 Второе тело: 40°C; 100°C;
 500 Дж/(кг·град).
 535. 53%.
 536. 8 мин.
 537. 2,17 кДж/(кг·град).
 538. 92 г; 58 г.
 539. С повышением температуры
 возрастает теплоотдача в ок-
 ружающую среду.
 540. $\Delta t = \frac{kg h}{100 c}$.
 541. 8°C.
 542. 65°C.
 543. 60 м/сек.
 544. 235 Дж.
 545. 168 Вт.
 546. Сжатый углекислый газ рас-
 ширяется, работа при расши-
 рении его совершается за счет
 внутренней энергии.
 547. Процесс адиабатный, при ади-
 абатном сжатии газа, темпера-
 тура его повышается.
 548. Вследствие понижения темпе-
 ратуры пары воды конденсиру-
 ются.
 549. 10°C.
 550. 5 моль.
 551. 7°C.
 552. 5 см; 1,5 кДж.
 553. 17 кДж; 43 кДж; 0,17 м°.
 554. $\frac{c_p M}{R}$.
 555. 200 кДж.
 556. 75 кДж, 252 кДж.
 557. 12,5 кДж; 44,2 кДж; 31,7 кДж.
 558. 3,3 мДж; 6,1 мДж.
 559. Рабочая смесь.
 560. 0,54 Мн/м².
 561. 0,6 кДж.
 562. 23%; 46 кДж, 14 кВт.
 563. 30%, 414 град.
 564. 42%, 24%.
 565. 29%.
 566. 0,76 кВт.
 567. 2 л.
 568. 37%, 63%.
 569. 1,1 нм.
 570. $6,9 \cdot 10^7$ км; в 200 раз.
 571. 0,28 нм.
 572. Молекулам нашатырного спир-
 та препятствует множество
 столкновений с молекулами
 воздуха.
 573. Вследствие диффузии молекул
 светильного газа через оболоч-
 ку воздушного шарика.
 574. Вследствие диффузии молекул
 купороса в желатине.
 575. Молекулы водорода диффун-
 дируют через пористую пере-
 понку быстрее, чем молекулы
 воздуха, так как скорость их
 больше. Поэтому давление в
 цилиндре В увеличивается. С
 течением времени concentra-
 ции газов в цилиндрах вырав-
 ниваются.
 577. Иглу N поместить над поверх-
 ностью ртути в сосуде А.
 578. $7,1 \cdot 10^9$ сек⁻¹.
 579. 60 нм.
 580. $5,6 \cdot 10^{-21}$ Дж; $7,7 \cdot 10^{-21}$ Дж;
 в 1,37 раза.
 581. 23,2 Дж.
 582. $6 \cdot 10^{-21}$ Дж; $2 \cdot 10^{26}$ м⁻³.
 583. 0,4 Мн/м²; $6,2 \cdot 10^{-21}$ Дж.
 584. $5,5 \cdot 10^{21}$ м⁻³; 22 н/м².
 585. 0,23 г.
 586. $7,2 \cdot 10^{25}$.
 587. 10^{11} .
 588. 10,6 м³.
 589. -5°C.
 590. 10^{22} .
 591. 1900 м/сек; $6,2 \cdot 10^{-21}$ Дж.
 592. В 4 раза.
 593. В $1,4 \cdot 10^9$ раза.
 594. 418 град.
 595. $2,3 \cdot 10^{25}$ м⁻³.
 596. 300 м/сек.
 597. 1,67 кг/м³.

598. $0,11 \text{ Мн/м}^2$.
 599. 700 м/сек.
 600. 38 г.
 601. $0,065 \text{ кг/моль.}$
 602. $v = \frac{\omega d}{a}$.
 603. Молекулы паров серебра имеют различные скорости движения.
 604. $3,6 \text{ град.}$
 605. 200 м/сек.
 606. Вода охлаждается вследствие испарения.
 607. Прорезиненная одежда препятствует испарению влаги с поверхности тела человека.
 608. Выдыхаемый воздух теплее поверхности руки и может ее нагреть. Если же струя воздуха быстро движется, на поверхности руки получается усиленное испарение влаги, что вызывает охлаждение.
 609. 89°С.
 610. $12 \text{ мин; } 0,15 \text{ г.}$
 611. 32 г.
 612. $2,4 \text{ Мдж/кг.}$
 613. $3,3 \text{ коп.}$
 614. 610 вт.
 615. Не изменится.
 616. Можно.
 617. Давление насыщающих водяных паров уравнивает внешнее атмосферное давление.
 618. Уровень воды в трубке опустится до ее уровня в сосуде.
 619. Для понижения температуры кипения.
 620. Прибавить $31,8 \text{ мм рт. ст.}$
 621. Конденсацией комнатных водяных паров при их охлаждении.
 622. Холодная труба покрыта каплями воды, горячая — сухая.
 623. С внутренней стороны.
 624. $0,12 \text{ Мн/м}^2$.
 625. $0,58 \text{ кг/м}^3$.
 626. У азота температура кипения ниже, чем у кислорода.
 627. $9,2 \text{ мм рт. ст.; } 60\%$.
 628. Повысится до 84% .
 629. 75% .
 630. Не выделится.
 631. $4,2 \text{ г/м}^3$.
 632. $8,62 \text{ г.}$
 633. 370 г.
 634. $7,8 \cdot 10^{24}$.
 635. $0,16 \text{ м}^3$.
 636. Вследствие давления поверхности пленки мыльного пузыря воздух из него выходит наружу.
 637. 4 н/м^2 ; $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Дж.}$
 638. Будут.
 639. Вследствие различия коэффициента поверхностного натяжения воды и раствора эфира в воде. В сторону чистой воды.
 640. Коэффициенты поверхностного натяжения растворов в воде КОН и NaOH зависят от концентрации. Поверхностное натяжение около кусочков калия и натрия вследствие этого быстро меняется, что и вызывает их перемещение.
 641. Силы поверхностного натяжения придают капле форму шара, а сила тяжести деформирует ее. С увеличением размера капли уменьшается кривизна поверхности ($1/R$), следовательно, и сила поверхностного натяжения. Вес капли при этом увеличивается.
 642. $2,4 \text{ мн; } 48 \text{ мкдж.}$
 643. Число капель спирта в 3,43 раза больше.
 644. $0,074 \text{ н/м.}$
 645. Уменьшится в 1,2 раза.
 646. $0,075 \text{ н/м.}$
 647. $1,02 \text{ см.}$
 648. Покровы некоторых насекомых, например водомерок, не смачиваются водой, и поэтому они могут ходить по поверхности воды.
 649. В первом случае поверхность не смачивается водой, во втором — смачивается.
 650. Смывать какое-либо вещество можно только такой жидкостью, которая его смачивает. Жиры не смачиваются водой, но смачиваются водными растворами мыла или щелочи, смачиваются они также и бензином. Смола не смачивается ни чистой водой, ни раствором мыла, ни бензином, но смачивается скипидаром.

651. Вследствие капиллярности.
652. Высота поднятия почвенной воды тем больше, чем меньше промежутки между частицами.
653. 1,5 см.
654. 820 кг/м³.
655. 4,7 мм.
656. 0,47 н/м.
657. Разность уровней жидкости в капиллярных трубках выражается формулой $\frac{2\sigma}{\rho g} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$ При нагревании коэффициент поверхностного натяжения уменьшается, следовательно, разность уровней уменьшится. Изменение плотности жидкости ничтожно мало.
658. 0,022 н/м.
659. 12 мг.
660. 7,3 см.
661. 4,7 см.
662. Следует обратить внимание на форму кристалла, нет кристаллов шарообразной формы.
663. В монокристалле вследствие анизотропии коэффициенты линейного расширения в различных направлениях могут быть различными.
664. Во время роста кристалла у его поверхности наблюдается уменьшение плотности раствора вследствие перехода растворенного вещества на кристалл. С уменьшением плотности эти части раствора поднимаются вверх.
665. В первом случае кристалл растворяется, во втором — будет расти.
666. 24 Мдж.
667. Не расплавится 6,6 кг.
668. 60 кдж/кг.
669. 0,57 кг.
670. 11%.
671. 63 г.
672. 177 г льда; 23 г воды.
673. 422 г; 78 г.
674. 0,28 кг.
675. В 8,6 раза больше для алюминия.
676. В 3,2 раза больше для алюминия.
677. Увеличивается.
678. Для увеличения диаметра отверстия.
679. Коэффициент линейного расширения меди больше, чем железа.
680. У инвара коэффициент расширения мал по сравнению с другими материалами, поэтому длина тел, изготовленных из инвара, мало изменяется при колебаниях температуры.
681. 4 см.
682. Увеличится на 0,6 мм. Уменьшится на 0,43 мм.
683. 7,5 мм.
684. $2 \cdot 10^{-5}$ град⁻¹.
685. 1100°C.
686. 910°C.
687. 370°C.
688. 19 см; 29 см.
689. 144 см².
690. 2,16 дм³.
691. 7,6 дм³.
692. $\Delta V = \frac{Q\beta}{c\rho}$.
693. 25 см³.
694. 33,6 кдж.
695. 245 мл.
696. Выльется.
697. 0,001 град⁻¹.
698. 0,16 кг.
699. В сосуде б останется без изменения, в сосуде а уменьшится, в сосуде в увеличится.
700. а) 4 мн, 3 мн; б) 4 мн, 1 мн.
701. 10¹¹.
702. Увеличить в 2 раза.
703. Увеличилась в 1,8 раза; уменьшилась в 1,25 раза.
704. У к а з а н и е. Обозначить меньший заряд q , а больший $(q + \Delta q)$ и сравнить силы взаимодействия.
705. $x = 1,25 r$.
706. В 5,8 раза.
707. Увеличить в 1,4 раза.
708. 1 см; неустойчивое.
709. В точке С в 4,5 раза больше.
710. $\frac{q^2}{\pi \epsilon_0 a^2}$.
711. а) Одинаковые; б) угол отклонения второго больше.

$$712. \varepsilon = \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \cdot \sin^2 \frac{\beta}{2}} = 1,8.$$

713. $\frac{7}{8}$.

714. 200 в/м.

715. 1,6 фн.

716. 2.

717. 20 см.

718. На прямой, соединяющей заряды, на расстоянии $\frac{1}{3} a$ от меньшего и $\frac{2}{3} a$ от большего; на той же прямой на расстоянии a от меньшего и $2 a$ от большего.

$$719. \frac{3q}{2\pi\epsilon_0 a^2}.$$

$$720. 9 \frac{\sigma}{\epsilon_0}.$$

721. 0,23 кв/м.

722. Увеличится в 2 раза; увеличится в 2 раза.

723. 90 кв/м.

724. 3° .

727. Положительным.

728. В первом.

729. Время увеличится; скорость уменьшится.

730. Сила притяжения больше.

731. Поднести заряженную палочку, коснуться рукой шара, убрать руку, убрать палочку. Коснуться заряженной палочкой шара.

733. Не останется.

734. В обоих случаях угол между листочками уменьшится.

735. При заземлении заряд одного знака с наэлектризованного тела стекает и сила притяжения увеличивается.

737. 12 мкдж.

738. $-0,5$ мкдж; 0,5 мкдж; -20 в.

739. -6 кв, 30 мкдж, -30 мкдж; -6 кв, -30 мкдж, 30 мкдж.

740. 30.

741. 15; увеличить в 2 раза.

742. $16 \cdot 10^{-18}$ Дж, $-16 \cdot 10^{18}$ Дж, $6 \cdot 10^6$ м/сек.

743. 4,2 Мв, 2,1 Мв/м.

744. 176 Гк/кг.

745. В 2 раза.

746. Внутри — уменьшились в 81 раз, вне — не изменились.

747. 0; 21,4 кв, 475 кв/м, 14,3 кв; 360 кв/м, 18 кв.

748. а) 580 кв/м, 36 кв;

б) 430 кв/м, 0.

749. 990 в/м.

750. Увеличится на 210 мкдж.

751. Увеличится на 4,5 мкдж.

752. 0.

753. Равноудаленные плоскости. Плоскость.

754. σ и E около руки увеличатся, φ одинаковы.

755. Одинаковы.

756. В; в точке С.

757. См. рис. 173.

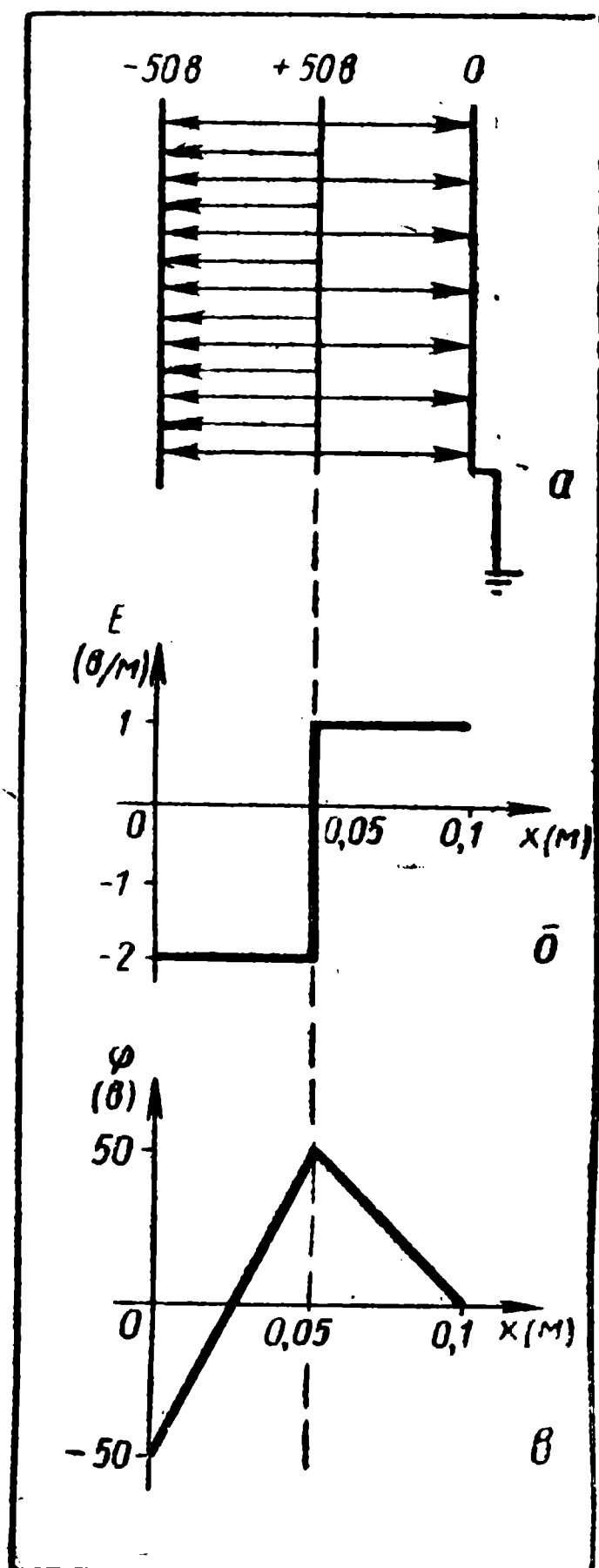


Рис. 173.

758. —100 в/м, 200 в/м.
759. Посередине между А и В. Положительный. У пластины А увеличилась (по модулю), у пластины В уменьшилась.
760. Уменьшится в $\frac{4}{3}$ раза.
761. 250 нк, 300 нк, 45 кв.
762. 100 нк, 300 нк, 10 кв.
763. $\frac{1}{8} q$, $\frac{1}{3} q$, $\frac{1}{2} q$.
764. ≈ 700 мкф.
765. Увеличится в 16 раз; увеличится в 4 раза.
766. $n = \frac{2\pi\epsilon_0 r m v^2}{e^2} \approx 10^8$.
767. 590 пф.
768. а) Уменьшаются; б) уменьшаются; в) увеличиваются.
769. $C_1 = \frac{C_2 U_2}{U_1 - U_2} = 1$ мкф.
770. 100 в.
771. 6.
772. Увеличилась в $\frac{\epsilon + 1}{2}$ раз, не изменился, уменьшилось в $\frac{\epsilon + 1}{2}$ раз. В заполненной части в ϵ раз больше.
773. 200 пф.
774. $U_1 = \frac{(d - d_1) U}{d} = 300$ в.
775. $C = \frac{2\epsilon_0 \epsilon S}{l(1 + \epsilon)}$.
776. 3 мкф, 1 мкф.
777. Емкость рассчитана правильно во всех случаях, напряжение — только в третьем случае.
778. Один: 12 мкф, 600 в. Параллельно: 24 мкф, 600 в; 36 мкф, 600 в. Последовательно: 6 мкф, 1200 в; 4 мкф, 1800 в. Смешанно: 4 мкф, 600 в; 8 мкф, 900 в.
779. 36 дж; 15 квт.
780. Потенциал будет больше. Емкость параллелепипеда меньше удвоенной емкости кубиков.
781. Потенциал каждой последующей пластины меньше.
782. 93 мдж/м³.
783. Уменьшится в 2,5 раза. Энергия расходуется на поляризацию диэлектрика. Увеличится в 2,5 раза. Энергия пополняется за счет источника тока.
784. а) Не изменится; уменьшится в 2 раза; не изменится; уменьшится в 2 раза; б) заряд, напряженность и энергия увеличатся в 2 раза; напряжение не изменится.
785. При параллельном в n^2 раз больше.
786. Уменьшится в 2 раза.
787. Уменьшилась в 4 раза, увеличилось в 2 раза, не изменилась, не изменилась.
788. $6 \cdot 10^{20}$.
789. 0,25 мм/сек.
790. 9,6 Ма/м².
791. 0,15 мм/сек.
792. В алюминиевом в 1,4 раза больше.
793. Уменьшается в 4 раза.
796. 0,1 Ма/м².
797. 28 мв/м.
798. 1:2:3.
799. Второй.
800. Лампочка не горит, вольтметр показывает примерно 2 в, амперметр — 0.
801. 2 ом; увеличится.
802. Увеличится в 2 раза.
804. Увеличится в $\frac{(n+1)^2}{n}$ раз.
805. $I_1 = I_2 = 10$ а, $U_1 = U_2 = 20$ в, $U_3 = 15$ в, $I_3 = 7,5$ а, $U_4 = U_5 = U_6 = 5$ в, $I_4 = I_5 = I_6 = 2,5$ а.
806. $r = 4 R$.
807. $r = \frac{2U_1 R}{3(U - 3U_1)} = 80$ ом.
808. Можно.
809. Увеличивается, так как уменьшается сопротивление всей спирали и увеличивается падение напряжения на незалитой части.
810. В 13 раз. 811. 75°C.
812. $\alpha = \frac{\rho_1 d_1 + \rho_2 d_2}{\rho_1 + \rho_2}$.
813. 0,004 град⁻¹.
814. 11%.
816. Уменьшается.
817. Чтобы ограничить мощность, не увеличивая габариты прибора.
818. Уменьшается в 4 раза; уменьшается несколько меньше, чем в 4 раза.
819. 240 вт.
820. Первой в 2,5 раза больше.

821. Увеличилась в 1,1 раза.
 822. 208 в; 170 вт.
 823. Уменьшится на 9%.
 824. 50 а.
 825. 50%.
 826. 25 мин; 6 мин.
 827. 53 г.
 828. Амперметра — увеличится, вольтметра — уменьшится.
 829. 5,5 а. 830. 4,5 в; 1 ом.
 831. 18 в; 2 ом.
 832. 4 в; 2 в.
 833. 32 в; 30 в.
 834. 20 а, 130 в, 120 в, 2,4 квт, 40 вт, 160 вт.
 835. 15 кг.
 836. 6 ом, 33%, 67%.
 837. $P=4I-I^2$; $\eta=1-0,25$ I.
 838. 20 в.
 839. $\frac{\epsilon_1 r_2 + \epsilon_2 r_1}{r_1 + r_2}$.
 840. Уменьшается; не изменяется.
 841. Увеличится.
 842. а), б) — не изменится; в), г), д), е), к) — увеличится; ж), з), и) — уменьшится.
 843. 26,7 ч.
 844. 1:8; 2:1.
 845. Одинаково; в ванне А больше.
 846. 12,4 л.
 847. 12:1.
 848. 0,3 мг/к.
 849. 0,62 мг/к.
 850. 17 мин.
 851. 37 (мкм/г)/(а/дм²).
 852. 19.
 853. Для алюминия в 50 раз больше.
 854. 330 квт·ч.
 855. 80 на.
 856. Уменьшится.
 857. $5 \cdot 10^7$ см⁻³·сек⁻¹.
 858. 3 мв/м; 2,3 мм/сек.
 859. 1,8 мм.
 860. У шара меньше кривизна.
 861. Не наступит.
 862. 2 мм.
 865. 130 нк, 60 кв.
 866. Заряд первого в 4 раза больше; потенциал первого в 2 раза больше.
 868. За счет конвекционных потоков; ввиду увеличения расстояния между электродами.
 869. 1,2 мм/сек.
 870. $7,7 \cdot 10^{-19}$ дж = 4,8 эв.

871. 660 км/сек, 330 км/сек.
 872. 180 в
 873. 4 нсек.
 874. 0,16 нсек.
 875. 1 ком; в 3 раза.
 876. $U = \frac{4dyK}{ex^2} = 3,2$ кв.
 877. $y = \frac{Ex^2}{4U} = 0,5$ см.
 878. $\frac{n_c M}{N_{Ar}} = 6,7 \cdot 10^{-10}$.
 879. 150 раз.
 880. $n = \frac{n_{In} M_{In}}{N_A \rho_{Ge}} = 3,6 \cdot 10^{-5}\%$.
 881. Дырочной; электронной.
 882. Фосфор, мышьяк, сурьма.
 883. Термистор надо окружить проволочной спиралью с током и погрузить в воду. С изменением скорости потока, изменяется теплоотдача и температура.
 884. $-0,03$ град⁻¹.
 885. 30°C.
 886. 37°C.
 887. Второй; применим при постоянном освещении; в 3 раза.
 888. 10 раз.
 889. N — за плоскость чертежа.
 890. а) Оттолкнется; б) притянется; в) повернется правой стороной витка к нам и притянется.
 891. Повернется так, чтобы плоскости совпадали, а токи были направлены одинаково.
 892. Справа «+».
 894. К читателю южный полюс.
 895. Вниз.
 896. Потенциал точки С больше, чем D.
 897. 1,2 мтл. 898. 20 а.
 899. 40 мтл.
 900. 50 мн.
 901. 5 мтл.
 902. $B = \frac{mg \operatorname{tg} \alpha}{H}$.
 903. 8 мдж.
 904. 0,1 н·м.
 905. 18 н.
 906. 1 ка.
 907. 5,6 мтл.
 908. 96 км/сек.
 909. $r = \frac{\sqrt{2mE}}{eB} = 5,8$ см.

910. а) Радиус α -частицы в 2 раза больше; б) одинаковы.
911. 8,9 нсек.
912. 1 мм/сек.
914. а), г) — не будет; б), в), д) — будет.
915. а), б) — не будет; в) — будет, за исключением случая, когда ось вращения параллельна силовым линиям.
916. 8 вб.
917. 2 мвб; 1,4 мвб; 1 мвб.
918. Первый и второй — одновременно; третий — позже.
919. При замыкании — по вращению часовой стрелки; при размыкании — против.
920. Ускорение увеличивается с уменьшением сопротивления и увеличением скорости.
921. 400 в.
922. 0,06 вб/сек.
923. 100 в.
924. 5 мв.
925. 5,8 м/сек.
926. а) 0,5 а, б) 0,7 а, в) 0,3 а. Влево со скоростью 10 м/сек.
930. 10 мгн.
931. 2,5 мгн.
932. 100 в.
933. У третьего наибольшая.
934. Во время разрыва цепи звонка прерывателем в обмотке электромагнита звонка возбуждается э. д. с. самоиндукции, во много раз превосходящая э. д. с. батарей.
936. Во время работы звонка прерывистый ток в цепи лампочки L невелик, но в моменты размыкания цепи в дросселе возбуждается э. д. с. индукции, достаточная для зажигания неоновой лампы. При замыкании контактов по цепи идет постоянный ток.
937. 120 дж, уменьшится в 4 раза.
938. 20 а.
939. 2,5 дж.
940. 100 дж/м³.
942. 14 мвб.
943. 0,5 тл.
944. 1,2 мвб.
945. —40 м/сек²; 0; 20 м/сек²; —3 см.
946. $\pm 0,2$ м/сек²; 0.
947. Постоянные: амплитуда; период, частота, циклическая частота.
948. 8 м.
949. 0,24 сек; 4,2 гц.
950. 6 см; 50 гц; 20 мсек.
951. $\pi/3$; $2\pi/3$; $4\pi/3$; $5\pi/3$.
952. а) 4 см, 0,6 сек, $\frac{5}{3}$ гц, $10\pi/3$ сек⁻¹;
б) $x = 0,04 \cos \frac{10\pi}{3} t$;
в) 0; —2 см; г) 2 см, —2 см.
953. $x = 0,1 \cos \pi t$; $3\pi/2$; 0; 0,25 и 1,75 сек.
954. 2 см; —1,4 см.
955. 2:1.
956. $(\sqrt{2}-1):1 = 0,4:1$.
957. 2 км/сек.
958. 200 м/сек²; —100 м/сек².
959. 4 кг.
960. Уменьшится в $\sqrt{2}$ раз.
961. Уменьшится в 2 раза.
962. $T = 2\pi \sqrt{\frac{x}{g}}$.
963. $x = 0,1 \cos 10t$; $F = -10 \cos 10t$; 10 н; —5 н.
964. 9,7 м/сек².
965. 9:1.
966. Будут отставать во всех случаях.
967. 2,5 часа.
968. 18 см; 50 см.
969. $x = 0,1 \cos 2t$; $F_x = -0,2 \cos 2t$; 0,2 н, 0.
970. 4 гц; 2,8 дж; 3,8 м/сек.
971. 2,5 м/сек; 3,2 км/сек².
972. $P = 2\pi^2 m v^2 x_0^2 \cos^2 2\pi v t$;
 $K = 2\pi^2 m v^2 x_0^2 \sin^2 2\pi v t$;
 $E = 2\pi^2 m v^2 x_0^2$.
973. Увеличилась в 12 раз.
974. 25 дж; 75 дж.
975. 150 мдж; 50 мдж.
976. $t = \frac{1}{8} T$; $\frac{3}{8} T$; $\frac{5}{8} T$; $\frac{7}{8} T$.
977. 2,7 км/ч.
978. Период собственных колебаний у груженой машины больше, и скорость, при которой наступит резонанс, меньше.
980. Подносить к шару электрометра руку с частотой собственных колебаний стрелки.
981. 0,25 мсек.
982. От 710 кгц до 71 Мгц.
983. 50 мкн.

984. $e(t) = 4\pi \cdot 10^{-5} \cos 20 \pi t$.
 985. 100.
 986. 50 в; 0,4 сек; 2,5 гц; $e = 50 \sin 5\pi t$.
 987. 5 а; 100 гц; 10 мсек; 2,5 а.
 988. 140 в; 190 в; 200 в.
 989. 180 в.
 990. $\pi/4$; $e(t) = 150 \sin 100 \pi t$;
 $i(a) = \sin(100\pi t - \pi/4)$.
 991. 310 в; 540 в;
 992. 610 кв.
 993. 8,3 мсек.
 994. 63 ом; 500 ом.
 995. Уменьшится.
 996. 0,16 гн.
 997. 25 ом.
 998. 2 а, 16 в, 30 в.
 999. 800 ом; 100 ом.
 1000. 160 гц.
 1001. 36 мкф.
 1002. 250 ом; 0,8 а; 120 в; 160 в.
 1003. 20 мкф; 200 в.
 1004. Уменьшится в 1,2 раза; 0,7.
 1005. L_1 будет гореть ярче, L_2 — слабее; L_1 будет гореть слабее, L_2 — ярче.
 1006. 17 ом.
 1007. 4,3 а, 17 в, 54 в, 86 в.
 1008. 8 а; 170 в; 180 в; 220 в.
 1009. 1,6 мкф.
 1010. 0,5 кгц.
 1011. Сначала увеличивается, при индуктивности 0,5 гн будет максимальным, затем уменьшается.
 1012. Увеличится; вновь уменьшится.
 1013. 2,8 а; 50 мкф; 5,3 а.
 1014. 0,91; 25° .
 1015. 330 вт.
 1016. Уменьшается; увеличивается.
 1017. 500 об/мин.
 1018. 2 кгц.
 1020. 1:3; 2520; в первичной.
 1022. I_2 увеличивается; U_2 уменьшается; I_1 увеличивается; U_1 практически не изменяется.
 1023. 2,4 м/сек.
 1024. 100 м.
 1025. $\pi/6$; π ; $3\pi/2$; 2π ; $7\pi/3$.
 1026. $x = 0,05 \sin 2\pi t$;
 $x = -0,05 \cos 2\pi t$.
 1027. 15 м/сек; 5 м/сек.
 1028. 500 м/сек.
 1029. 1 сек; 1 кгц.
 1030. 100 м/сек.
 1031. 17 м/сек.
 1032. 10 км.
 1033. 420 м.
 1034. 356 гц.
 1035. Длина волны увеличивается в 4,1 раза.
 1036. 39 см.
 1037. 343 м/сек.
 1038. Изменяется, так как частота основного тона воздушного столба в ящике зависит от скорости звука, а скорость зависит от температуры.
 1039. Усиление; ослабление.
 1040. Усиление.
 1041. Ослабление.
 1042. $(2n+1) \cdot 340$ гц,
 где $n=0, 1, 2, 3, \dots$.
 1043. Да; система отсчета должна двигаться со скоростью электронов; нет.
 1044. 1000 мгц.
 1045. Уменьшаем.
 1046. От 60 до 190 м.
 1047. $5 \cdot 10^4$.
 1048. 30 км.
 1049. 10 км; 14 км; 18 км.
 1050. 100 км.
 1051. 5 кгц.
 1052. 4000; 37 км.
 1054. 0,8 м.
 1055. Одинаковы.
 1056. 16 м.
 1058. $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{h}{l}$.
 1059. 1,5 м.
 1060. 3,9 м.
 1061. Параллелограмм, ромб, прямоугольник, квадрат. Когда Солнце находится в вертикальной плоскости, перпендикулярной окну, причем угловая высота над горизонтом 59° .
 1062. 36° .
 1063. 22 июня $l = h \operatorname{tg}(\varphi - \delta) = 0,64 h$;
 22 декабря $l = h \operatorname{tg}(\varphi + \delta) = 5,4 h$.
 1064. 1260 лм.
 1065. 4 св.
 1066. 0,93 вт/св.
 1067. 8 млм.
 1068. 35 лм.
 1069. 40 лк.
 1070. 1,1—1,4 м.
 1071. Станет в 3 раза больше.

1072. 60° .
 1073. 47 лк.
 1074. 12 лк.
 1076. 44 лк.
 1077. 35 лк; 14 лк.
 1078. Освещенность горизонтальной поверхности в $\text{ctg}(\varphi - \delta) = 1,6$ больше.
 1080. 81° .
 1084. Приближается к берегу.
 1085. 37 см.
 1086. Не будет.
 1087. $h = H \frac{\sin(\beta + \alpha)}{\sin(\beta - \alpha)}$.
 1088. Пучок лучей «ближнего света» расширяется и направлен вниз.
 1089. Для увеличения обзора.
 1090. Возможный путь решения: выбрав на луче SA произвольную точку, построить ее изображение.
 1091. Уменьшается.
 1093. 13 см.
 1094. $R = \frac{2dl}{D-d}$.
 1095. 24 см; 6 см.
 1096. 30 см; 10 см.
 1097. 80 см.
 1098. $\frac{5}{4} F$; в 4 раза меньше.
 1099. В 5 раз меньше.
 1100. Вследствие изменения температуры воздуха изменяется его показатель преломления.
 1101. Так как показатель преломления воздуха несколько больше единицы.
 1102. 49° .
 1103. 19° ; 28° .
 1104. 52° .
 1105. При $n=1$ или $\alpha=0$.
 1106. 23° .
 1108. 28° .
 1109. 74° .
 1110. 58° .
 1111. 39° .
 1112. 38° .
 1114. 14 см.
 1115. 1,1 м.
 1117. 39° , 24° .
 1118. 1,6.
 1119. Вследствие многократного отражения лучей от внешних граней и полного отражения от внутренних граней.
 1120. 1 см.
 1121. $\frac{d \sin(\alpha - \gamma)}{\cos \gamma}$.
 1122. Нет. Указание: в ответе предыдущей задачи замените $\cos \gamma = \sin(90^\circ - \gamma)$.
 1123. 1,1 см.
 1125. Луч преломляется, так как угол падения на грань AC меньше предельного угла полного отражения.
 1126. Равен предельному углу полного отражения, т. е. 39° .
 1127. 47° .
 1128. 30° , 26° .
 1129. 1,5.
 1131. 9 см; 13,5 см.
 1132. 6 см; 12 см.
 1133. Любой луч, упавший в эту точку, пройдет через линзу без изменения своего направления (как через тонкую пластину с плоскопараллельными гранями).
 1135. $L = \frac{D+d}{D} F$.
 1137. Уменьшится освещенность.
 1138. 50 см. Увеличенное в 4 раза.
 1139. 30 см; 15 см.
 1140. 30 и 60 см от экрана.
 1141. 1,6 см.
 1142. В 3 раза.
 1143. «Киев».
 1144. 16 см.
 1145. 50 см.
 1146. 300 м.
 1147. 2,4 дптр; 0,5 м.
 1148. 1 мсек.
 1149. $\frac{1}{F} = \frac{h_2 - h_1}{d_2 h_2 - d_1 h_1}$.
 1152. 20 дптр.
 1153. а) $\Gamma = \frac{F}{d - F}$; б) $\Gamma = \frac{F}{F - d}$
 1154. 50 см.
 1155. 1 м.
 1156. $-7,5$ дптр.
 1157. $f = \frac{mF}{m+1}$; $m+1$.
 1158. 2 м; 32 см.
 1159. Увеличивается.
 1160. 12,5 см.
 1161. 520 м.
 1162. 0,5 см.
 1163. Очки для дальнотворных имеют собирательные линзы, для

- близоруких — рассеивающие. Собираательная линза толще в середине, чем с краев, рассеивающая — наоборот (у «сильных» линз это можно воспринять на ощупь). Собираательная линза дает действительное изображение на экране. При получении мнимого изображения собираательные линзы увеличивают, рассеивающие — уменьшают.
1164. Поочередно, получить на стене резкое изображение лампы. Линза, расположенная ближе к стене и дающая меньшее изображение, имеет большую оптическую силу.
1165. 2,5 дптр.
1166. 16 дптр.
1167. 600.
1168. 16 см; 2,5 см.
1169. 500 сек.
1170. 3,3 нсек.
1171. $\nu = \frac{c}{4lN} = 360 \text{ об/сек.}$
1172. 230 Мм/сек; 190 Мм/сек.
1173. 1,2; 0,81.
1174. 390 Тгц; 750 Тгц.
1175. $1,3 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}$.
1176. 220 Мм/сек.
1177. Для красных ($\lambda = 0,76 \text{ мкм}$).
1178. 0,53 мкм; красный, так как воспринимаемый глазом цвет зависит не от длины волны, а от частоты.
1179. 0,6 мкм.
1180. Красным.
1181. Черными.
1182. Нет.
1183. Верх — фиолетовый, низ — красный.
1184. 500 Тгц; 600 нм.
1185. 600 Тгц.
1186. $\delta = S_1O - SO = 0$.
1187. Источниками будут точка S и ее мнимое изображение.
1188. 2,4 мм.
1189. 600 нм.
1190. Расстояние между максимумами освещенности: а) увеличивается; б) увеличивается; в) уменьшается.
1191. При освещении белым светом для разных длин волн условия максимума освещенности выполняются в разных точках.
1193. Так как пленка утолщается книзу за счет собственного веса.
1194. Для всех длин волн соблюдается условие максимума освещенности.
1195. Вторая.
1196. Расстояние между максимумами увеличивается.
1197. 580 нм.
1198. $1,5^\circ$.
1199. 10 мкм.
1200. 11 см.
1202. Отраженный частично поляризованный свет не пройдет через поляроид и не будет «слепить» глаза.
1203. В 2,3 раза.
1204. В 7,1 раза.
1205. 3,2 мксек.
1206. 22,5 нсек, 4,05 м.
1207. 80,8 года; 11,4 года.
1208. 1,4 мксек, 0,28 мксек.
1209. 0,8 м.
1210. 200 Мм/сек.
1211. 0,86 с, вдоль длинной стороны.
1212. 22,5 см; 34 см.
1213. а) $E_{\text{лаб.}} = E_{\text{собст.}}$;
б) $E_{\text{лаб.}} = \frac{E_{\text{собст.}}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$.
1214. Одновременно.
1215. с.
1216. $t_{\text{лаб.}} = \frac{l_{\text{лаб.}}}{1,2 \text{ с}} = 28 \text{ нсек.}$
1217. 990 м/сек, скорость меньше примерно на 2 нм/сек.
1218. 0,99 с.
1219. 0,36 с.
1220. 1,7 а. е. м.
1221. На 5,2 а. е. м.
1222. 0,87 с.
1223. 0,97 с.
1224. Увеличилась в 2 раза.
1225. На 9,1%.
1226. Увеличивается в 2,8 раза.

	<i>а. е. м.</i>	<i>кг</i>	<i>дж</i>	<i>Мэв</i>
<i>а. е. м.</i>	1	$1,7 \cdot 10^{-27}$	$1,5 \cdot 10^{-10}$	930
<i>кг</i>	$6,0 \cdot 10^{26}$	1	$9,0 \cdot 10^{16}$	$5,6 \cdot 10^{29}$
<i>дж</i>	$6,7 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{-17}$	1	$6,2 \cdot 10^{12}$
<i>Мэв</i>	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-30}$	$1,6 \cdot 10^{-13}$	1

1228. $2,5 \cdot 10^7$ квт·ч.

1229. 4,2 Мт.

1230. $3,7 \cdot 10^{-12}$ кг.

1231. $3,2 \cdot 10^{-10}$ кг.

1232. В 10^7 раз.

1233. В 3 раза.

1234. 0,13 Мэв.

1235. 660 кв.

1236. 0,63 с.

1237. 47 Мэв.

1238. В 1,25 раза.

1239. а), в) — тепловому; б), г) — люминесцентному.

1240. а), б) — электролюминесценция; в) — фотолюминесценция; г) — хемилюминесценция.

1241. Фотолюминесценция.

1243. При T_1 .

1244. Уменьшается общая лучистая энергия, максимум излучения смещается в сторону длинных волн.

1245. Темно-красный, ярко-красный, оранжево-желтый, белый, ярко-голубой, сине-фиолетовый.

1246. 5800°К.

1247. 9,3 мкм.

1248. Тепловое действие.

1249. Максимумы поглощения приходятся на сине-фиолетовую и красно-оранжевую части спектра. Первое обеспечивается ртутной лампой, второе — лампой накаливания.
1250. Колбы медицинских ламп должны пропускать ультрафиолетовые лучи.

1251. Меньше поглощение ультрафиолетовой части спектра атмосферой.

1252. Рентгеновский снимок — это тень от практически точечного источника. Поэтому, если предмет не касается вплотную экрана, изображение получается больше предмета.

1253. Соли бария значительно сильнее поглощают рентгеновские лучи, чем окружающие ткани.

1254. 16 фдж.

1255. 130 Мм/сек.

1256. 41 кв.

1257. 120 Мм/сек; 8%; 46 кв, 11%.

1258. $2,6 \cdot 10^{-19}$ дж; $5 \cdot 10^{-19}$ дж.

1259. Рентгеновские; видимые; радиоволны.

1260. 0,3 мкм.

1261. $1,5 \cdot 10^{20}$.

1262. 0,99 мкм.

1263. 53.

1264. $2 \cdot 10^8$.

1266. Не изменится.

1267. 41 кв.

1268. 61 нм.

1270. 0,1%.

1271. $7,6 \cdot 10^{-19}$ дж.

1272. 0,62 мкм.

1273. Не возникает.

1274. Нет.

1275. 580 км/сек.
 1276. $7,6 \cdot 10^{15}$ гц.
 1277. 82 нм. 1278. 480 км/сек.
 1279. 8 в.
 1280. $2,2 \cdot 10^{-36}$ кг; $2,2 \cdot 10^{-33}$ кг.
 1281. $7,3 \cdot 10^{-39}$ кг; $2,2 \cdot 10^{-30}$ кгм/сек;
 $7,3 \cdot 10^{-33}$ кг; $2,2 \cdot 10^{-24}$ кгм/сек.
 1282. $2,4 \cdot 10^{-12}$ м; $1,2 \cdot 10^{20}$ гц.
 1283. $1,8 \cdot 10^{-32}$ кг; $5,4 \cdot 10^{-24}$ кгм/сек;
 $8,9 \cdot 10^{-30}$ кг; $2,7 \cdot 10^{-21}$ кгм/сек.
 1284. На белую в 2 раза больше.
 1285. $3,3 \cdot 10^{15}$ сек⁻¹.
 1286. 0,49 мкм; 0,43 мкм; 0,41 мкм.
 1287. $3,1 \cdot 10^{-14}$ м.
 1288. На вторую; первую; третью и выше.
 1289. Энергия излученных квантов меньше.
 1290. $3 \cdot 10^{-19}$ Дж.
 1291. 0,49 мкм.
 1292. 0,25 мкм.
 1293. $3,4 \cdot 10^{15}$ гц; $11,8 \cdot 10^{15}$ гц.
 1294. От наблюдателя за плоскость чертежа.
 1295. Снизу вверх.
 1296. $\frac{e}{m} = \frac{v}{Br}$.
 1297. Счетчик реагирует на космические лучи.
 1298. Чтобы избежать опасного излучения (свинец поглощает заряженные частицы).
 1299. Кобальтовая пушка работает без источника тока, менее громоздка, проникающая способность γ -лучей выше рентгеновских.
 1300. В верхних слоях атмосферы.
 1301. 0,29.
 1302. 75%.
 1303. 4 дня.
 1306. 75% Cl^{35} и 25% Cl^{37} .
 1307. 7% Li^6 и 93% Li^7 .
 1308. Порядковый номер Z уменьшается на 2, массовое число M — на 4; Z — увеличивается на 1, M не изменяется.
 1309. Z и M не изменяются, масса уменьшается на массу γ -кванта.
 1310. Z и M уменьшаются на 1; Z не изменяется, M — уменьшается на 1; Z — уменьшается на 1; M не изменяется.
 1311. ${}_{13}\text{Al}^{27} + {}_2\text{He}^4 \rightarrow {}_{14}\text{Si}^{30} + {}_1\text{H}^1$.
 1312. ${}_5\text{B}^{11} + {}_2\text{He}^4 \rightarrow {}_7\text{N}^{14} + {}_0n^1$.
 1313. ${}_5\text{B}^{10} + {}_0n^1 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_3\text{Li}^7$.
 1314. ${}_7\text{N}^{14} + {}_0n^1 \rightarrow {}_6\text{C}^{14} + {}_1\text{H}^1$;
 ${}_6\text{C}^{14} \rightarrow {}_{-1}e^0 + {}_7\text{N}^{14}$.
 1315. ${}_{26}\text{Fe}^{56} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{25}\text{Mn}^{56} + {}_1\text{H}^1$;
 ${}_{25}\text{Mn}^{56} \rightarrow {}_{26}\text{Fe}^{56} + {}_{-1}e^0$.
 1316. Нейтрон.
 1317. ${}_7\text{N}^{13} \rightarrow {}_6\text{C}^{13} + {}_{+1}e^0$.
 1318. ${}_{92}\text{U}^{238} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{92}\text{U}^{239} + \gamma$;
 ${}_{92}\text{U}^{239} \rightarrow {}_{93}\text{Np}^{239} + {}_{-1}e^0$;
 ${}_{93}\text{Np}^{239} \rightarrow {}_{94}\text{Pu}^{239} + {}_{-1}e^0$.
 1319. ${}_{11}\text{Na}^{24}$; ${}_{+1}e^0$; ${}_{12}\text{Mg}^{25}$;
 ${}_{+1}\text{H}^1$; ${}_{-1}\text{H}^1$.
 1320. Поглощается, выделяется, поглощается.
 1321. 2,2 Мэв.
 1322. 220 Мэв.
 1323. 5,6 Мэв; 8 Мэв.
 1324. 100 Мэв.
 1325. 17 Мэв.
 1326. 2,7 Мэв.
 1327. 4 Мэв.
 1328. 15 Мэв.
 1329. 18 Мэв.
 1330. $3,4 \cdot 10^{11}$ Дж.
 1331. 2,3 Мэв.
 1332. 1,5 Мэв.
 1333. 0,4 Мэв.
 1334. $2,3 \cdot 10^4$ квт·ч.
 1335. $5,3 \cdot 10^4$ квт.
 1336. $x_1 = 20 t$, $x_2 = 250 - 5 t$;
 а) 200 м, 10 сек; б) 125 м;
 в) автомобиль на 25 сек;
 г) 100 м; д) 20 сек; е) 5 сек,
 15 сек; ж) 150 м.
 1337. $y = 5 + 0,5 x$; $y = 5 + t$; $x = 2 t$;
 15 м, 20 м, $10\sqrt{5}$ м.
 1339. а) $x_1 = 2 t$, $x_2 = 200 - 2 t$ — автомобили движутся навстречу друг другу; б) $x_1 = 6 t$, $x_2 = 200 + 2 t$ — первый автомобиль догоняет второй; в) $x_1 = -2 t$, $x_2 = 200 - 6 t$ — второй автомобиль догоняет первый.
 1340. При $v < 2$ м/сек вторая точка не догонит первую; при $v = 2$ м/сек догонит и сразу отстанет; при $v > 2$ м/сек вторая точка перегонит первую, а затем первая вновь обгонит вторую.
 1341. 3,4 сек.
 1342. а) $x_1 = 80 - 5 t^2$, $x_2 = 40 t - 5 t^2$,
 60 м; 2 сек;

б) $x_1 = 80 - 5t^2$, $x_2 = 20t - 5t^2$,
0,4 сек.

1343. 33 оборота.

1344. 18 кг.

1345. 0,66 г.

1346. Равный удвоенной выталкивающей силе.

1347. $x = \frac{m}{k\rho_1}(\rho_1 g + \rho_1 a - \rho_2 g)$.

1348. 1,5 н.

1349. а) 2 м/сек², 2,4 н (М — движется вверх); б) 0,8 н; в) 0; 10 н; г) 0; 12 н; д) 1,6 м/сек², 17 н (М — движется вниз).

1350. Если $\frac{b}{h} > \mu$ — скользит, ес-

ли $\frac{b}{h} < \mu$ — опрокидывается.

1351. 45° (т. к. $t = \sqrt{\frac{4l}{g \sin 2\alpha}}$).

1352. 30 см.

1353. 16 кг·м/сек; 48 кг·м/сек.

1354. 2 кг; 4 м/сек.

1355. 5,3 кВт.

1356. 60° .

1357. 6 мг.

1358. 47; У к а з а н и е. Выведите

формулу $p_n = p_0 \left(\frac{V_0}{V_0 + V} \right)^n$,

где p_0 — начальное давление, p_n — давление после n качаний, V_0 — объем сосуда, V — объем насоса, n — число качаний.

1359. 7,5 Мн/м²,

1360. 1,25 кг/м³.

1361. $\Delta t = \frac{kg l \cos \alpha}{100 c}$.

1362. $\Delta t = \frac{9v^2}{8c}$.

1363. 360 м/сек.

1364. 0,5 л.

1365. Уменьшится в $\sqrt{1 + \alpha t}$ раз.

1366. 200 н.

1367. 0,2 мкк.

1368. 40 нк; в 10 см от заряда — 10 нк и в 20 см от заряда 40 нк; неустойчивое.

1369. Прямолинейное, равноускоренное; $y = \frac{mg}{qE} x$.

1370. Положение равновесия нити сместится на угол $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{qE}{mg}$.

Частота колебаний увеличится в $\sqrt[4]{1 + \left(\frac{qE}{mg} \right)^2}$ раз.

1371. Алюминиевый в 1,4 раза.

1372. 7 ом.

1373. 0,2 ом; 12 в.

1374. Увеличится в $\frac{17}{13}$ раза; увеличится в $\left(\frac{17}{13} \right)^2$ раза; увеличится в $\frac{17}{13}$ раза.

1375. Увеличится в 5 раз, уменьшится в 1,8 раза, увеличится в 2,8 раза.

1376. 16 л.

1377. 134 кдж.

1378. 75%.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов : : :	3
Предисловие . . . : :	4

Механика

Глава I. Общие сведения о движении	6
Глава II. Прямолинейное неравномерное движение	15
Глава III. Криволинейное движение	23
Глава IV. Законы движения	26
Глава V. Силы природы : : :	31
Глава VI. Применение законов движения	35
Глава VII. Элементы статики	47
Глава VIII. Законы сохранения в механике	56

Тепловые явления. Молекулярная физика

Глава IX. Тепловые явления	69
Глава X. Молекулярно-кинетическая теория	80
Глава XI. Взаимное превращение жидкостей и газов. Свойства жидкостей и твердых тел	84

Электродинамика

Глава XII. Электростатика	94
Глава XIII. Постоянный электрический ток	106
Глава XIV. Электрический ток в различных средах	113
Глава XV. Электромагнитные явления	120

Колебания и волны

Глава XVI. Колебания	130
Глава XVII. Волны	138

Оптика

Глава XVIII. Геометрическая оптика	142
Глава XIX. Световые волны	155
Глава XX. Основы теории относительности	159
Глава XXI. Излучение. Световые кванты	163

Атомная и ядерная физика

Глава XXII. Атомная физика	168
Глава XXIII. Физика атомного ядра	169
Повторительный раздел	173
Приложения	180
Ответы	187

**Андрей Павлович Рымкевич,
Павел Адамович Рымкевич**
СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ
для 8—10 классов средней школы

Редактор Г. Р. Лисенкер. Художник Б. Я. Николаев. Художественный редактор Г. А. Алябьева. Технический редактор Л. Я. Медведев. Корректор А. А. Барина.

Сдано в набор 14/II 1975 г. Подписано к печати 11/VIII 1975 г. 84×108^{1/16}
Бумага типогр. № 3 Печ. л. 6,5 Услов. л. 10,92 Уч.-изд. л. 11,44
Тираж 200 тыс. экз. А—05490

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Типография № 2 Росглавполиграфпрома, г. Рыбинск, ул. Чкалова, 8.
Заказ № 806 Цена без переплета 31 коп., переплет 10 коп.

Цена 41 коп.

