

53
С23

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

МОСКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**СБОРНИК
ЗАДАЧ И ВОПРОСОВ
ПО ФИЗИКЕ**

**В ПОМОЩЬ ПОСТУПАЮЩИМ
В МОСКОВСКИЙ
ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ**

МОСКВА 1964

ПОЖЕРТВОВАНИЕ

от *Тютанова В. Л.*

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

МОСКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

53
С23

СБОРНИК
ЗАДАЧ И ВОПРОСОВ
ПО ФИЗИКЕ

В ПОМОЩЬ ПОСТУПАЮЩИМ
В МОСКОВСКИЙ
ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

Под редакцией Н. И. ГОЛЬДФАРБА

МОСКВА — 1964

00(046)

ВСЕГО-1 экз

КНХР-1 экз 816581

Сборник задач состоит из двух частей. В первой части приведены задачи и вопросы, которые давались на устных вступительных экзаменах по физике в Московском инженерно-физическом институте в предыдущие годы.

Эта часть должна дать представление о характере и степени трудности задач и вопросов, предлагаемых поступающим в институт, и, таким образом, облегчить подготовку к экзаменам. Все задачи этой части снабжены подробными решениями.

Вторая часть представляет собой систематический сборник задач по всем разделам программы вступительных экзаменов по физике и предназначена для самостоятельной работы. Большинство этих задач — задачи средней и повышенной трудности. Они по своему характеру и содержанию соответствуют задачам, предлагаемым на экзаменах в высших учебных заведениях с повышенными требованиями по физике. Небольшая часть задач, отмеченных звездочками, превосходят эти требования либо тем, что частично выходят за пределы программы, либо несколько отличны непривычностью своей формулировки и требуют проявления известной смекалки и сообразительности. Некоторые из них предлагались на физических олимпиадах. Наряду с вновь составленными задачами в сборник включены некоторые интересные задачи из задачников средних школ и ряд поучительных и доступных для абитуриентов задач из сборников для высшей школы Д. И. Сахарова, сборника под редакцией С. Э. Хайкина и др.

Предлагаемый сборник может быть полезным для физико-математических школ, для лиц готовящихся в ВУЗы физического направления, а также при подготовке к олимпиадам.

Первая часть сборника составлена Н. Гольдфарбом совместно с Л. Вендеревской, вторая часть и вопросы — Н. Гольдфарбом.

Библиотечный
фонд
НИЯУ МИФИ
г. Москва

ЧАСТЬ I

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

Задача № 1

Тело, находящееся в точке B на высоте $H = 45$ м от Земли, начинает свободно падать. Одновременно из точки A , расположенной на расстоянии $h = 21$ м ниже точки B , бросают другое тело вертикально вверх. Определить начальную скорость v_0 второго тела, если известно, что оба тела упадут на Землю одновременно. Сопротивлением воздуха пренебречь. Принять $g = 10$ м/сек².

Задача № 2

Из точки A свободно падает тело. Одновременно из точки B под углом α к горизонту бросают другое тело так, чтобы оба тела столкнулись в воздухе.

Показать, что угол α не зависит от начальной скорости v_0 тела, брошенного из точки B , и определить этот угол, если $\frac{H}{l} = \sqrt{3}$. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача № 3

Два одинаковых груза весом P подвешены на невесомой и нерастяжимой нити, перекинутой через блок. На один из них положен перегрузок p . Определить силу давления перегрузка на груз P и силу, действующую на ось блока.

Задача № 4

Тело A движется вверх по наклонной плоскости под действием подвешенного груза B . Коэффициент трения

$k = 0,05$, угол наклона $\alpha = 30^\circ$. Определить ускорение движения тела A , если вес этого тела и груза B одинаков и равен 5 кг .

Задача № 5

Винтовка весом 3 кг подвешена горизонтально на двух параллельных нитях. При выстреле в результате отдачи она откатнулась вверх на $19,6 \text{ см}$. Масса пули 10 г . Определить скорость, с которой вылетела пуля.

Задача № 6

В покое шар массы M , подвешенный на несжимаемом стержне, закрепленном в подвесе на шарнире, попадает пуля массой m . Угол между направлением полета пули и линией стержня равен $\alpha = 45^\circ$. Удар центральный. После удара пуля застревает в шаре и шар вместе с пулей, откатнувшись, поднимается на высоту h относительно первоначального положения. Найти скорость пули. $M = 1000 \text{ г}$, $m = 10 \text{ г}$, $h = 0,2 \text{ м}$.

Задача № 7

Люстра весом 100 кг подвешена к потолку на металлической цепи, длина которой $l = 5 \text{ м}$. Какова высота h , на которую можно откатнуть люстру, чтобы при последующих качаниях цепь не оборвалась? Известно, что разрыв цепи наступает при натяжении в 200 кг .

Задача № 8

Определить величину кинетической энергии тела весом 1 кг , брошенного горизонтально со скоростью 20 м/сек , в конце четвертой секунды его движения. Принять $g = 10 \text{ м/сек}^2$.

Задача № 9

Поезд весом в 500 тонн шел равномерно по горизонтальному пути. От поезда оторвался задний вагон весом 20 тонн. Проехав после этого 240 м , машинист прекратил доступ пара в машину. На каком расстоянии друг от

друга остануться оторвавшийся вагон и остальной состав поезда? Предполагается, что машина все время работала одинаково и что сопротивление движению поезда и вагона пропорционально движущейся массе.

Задача № 10

Человек стоит на неподвижной тележке и бросает горизонтально камень массой $m = 8$ кг со скоростью $v = 5$ м/сек. Определить: какую при этом человек совершает работу, если масса тележки вместе с человеком равна $M = 160$ кг. Проанализируйте зависимость работы от массы M .

Задача № 11

Автомобиль весом в 1 т движется под гору с уклоном 1 м на каждые 100 м пути при выключенном моторе с постоянной скоростью 54 км/час. Какую мощность должен развивать двигатель этого автомобиля, чтобы в гору с тем же уклоном автомобиль двигался с той же скоростью.

Задача № 12

На поршень спринцовки диаметром $d = 4$ см производится давление с силой $F = 3$ кг. С какой скоростью должна вытекать струя воды из отверстия по горизонтальному направлению?

Задача № 13

Средняя высота спутника над поверхностью Земли равна 1700 км. Определить его скорость и период обращения, если радиус Земли равен 6400 км ($g = 10$ м/сек²).

Задача № 14

На экваторе некоторой планеты тела весят вдвое меньше, чем на полюсе. Плотность вещества планеты $D = 3$ г/см³. Определить период обращения планеты около собственной оси.

Задача № 15

Кусок пробки весит в воздухе 15 Г, кусок свинца — 113 Г. Если эти куски связать, подвесить к чашке весов и опустить в керосин, то показание весов будет 60 Г. Определить удельный вес пробки, учитывая, что удельный вес керосина равен $0,8 \text{ Г/см}^3$, а свинца — $11,3 \text{ Г/см}^3$.

Задача № 16

Две линейки — одна медная, другая железная — наложены одна на другую так, что они совпадают только одним концом. Определить длины линеек при $t = 0^\circ \text{С}$, зная, что разность их длин при любой температуре составляет $\Delta l = 10 \text{ см}$. Коэффициент линейного расширения меди $\alpha_1 = 17 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$, а железа $\alpha_2 = 12 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$.

Задача № 17

Часы, маятник которых состоит из груза малых размеров и легкой латунной нити, идут правильно при 0°С . Найти коэффициент линейного расширения латуни, если при повышении температуры до $t_1 = +20^\circ \text{С}$ часы отстают за сутки на 16 сек.

Задача № 18

Сколько ртути войдет в стеклянный шар объемом 5 см^3 , нагретый до 400°С , при его остывании до 16°С , если плотность ртути при $t = 16^\circ \text{С}$ равна $13,6 \text{ г/см}^3$? Рис. 13.

Задача № 19

Два баллона соединены трубкой с краном. В первом находится газ при давлении 1 кг/см^2 , во втором — при $0,6 \text{ кг/см}^2$. Емкость первого баллона 1 л, второго 3 л. Какое давление установится в баллонах (в мм рт. ст.), если открыть кран. Температура постоянна. Объемом трубки можно пренебречь.

Задача № 20

Два одинаковых баллона, содержащие газ при 0°C , соединены узкой горизонтальной трубкой диаметром 5 мм, посредине которой находится капелька ртути (рис. 14). Капелька делит весь сосуд на два объема, величина которых составляет по 200 см^3 . На какое расстояние переместится капелька, если один баллон нагреть на 2°C , а другой на столько же охладить. Расширение сосудов не учитывать.

Задача № 21

В цилиндре, площадь основания которого равна 100 см^2 , находится воздух при температуре 12°C . Атмосферное давление 76 см рт. ст. На высоте 60 см от основания цилиндра расположен поршень. На сколько опустится поршень, если на него поставить гирию весом 100 кг, а воздух в цилиндре при этом нагреть до 27°C ? Трение поршня о стенки цилиндра и вес самого поршня не учитывать.

Задача № 22

В комнате объемом 120 м^3 при температуре 15°C относительная влажность составляет 60%. Определить массу водяных паров в воздухе комнаты. Упругость насыщенного водяного пара при 15°C равна 12,79 мм рт. ст.

Задача № 23

В нижней части цилиндрического сосуда с площадью основания 1 м^2 заключается при нормальных условиях 1 м^3 воздуха. Воздух закрыт невесомым поршнем (который удерживается нормальным давлением окружающей атмосферы — 760 мм рт. ст.). Воздух под поршнем нагревается на $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$, и поршень поднимается. Определить величину работы, которую совершает расширяющийся воздух, перемещая поршень. Зависит ли величина работы от площади поршня?

Задача № 24

Некоторая установка, выделяющая мощность 30 квт, охлаждается проточной водой, текущей по спиральной трубке, диаметр которой 15 мм. При установившемся режиме проточная вода нагревается на 15°C . Определить скорость воды, предполагая, что вся выделяемая мощность установки идет на нагрев воды.

Задача № 25

Свинцовая гиря падает на Землю и ударяется о препятствие. Скорость при ударе $v = 330$ м/сек. Вычислить, какая часть гири расплавится, если вся теплота удара поглощается гирей. Температура гири перед ударом 27°C ; температура плавления свинца 327°C ; удельная теплоемкость свинца $c = 0,03$ кал/г·град и удельная теплота плавления $\lambda = 6,3$ кал/г.

Задача № 26

Тело весом 1 кг скользит по наклонной плоскости длиной 21 м, которая образует с горизонтом угол $\alpha = 30^{\circ}$. Скорость тела у основания наклонной плоскости равна 4,1 м/сек. Вычислить количество тепла, выделенного при трении тела о плоскость, если начальная скорость тела равна нулю.

Задача № 27

В колбе находилась вода при 0°C . Выкачивая из колбы воздух, заморозили всю воду посредством собственного испарения. Какая часть воды при этом испарилась, если притока тепла извне нет. Удельная теплота испарения при 0°C равна 607 кал/г.

Задача № 28

Пробирка, содержащая 12 г воды, помещается в охлаждающую смесь, где вода переохлаждается до -5°C . Затем пробирка вынимается и встряхивается, причем часть воды замерзает. Сколько воды должно обратиться в лед, если считать, что между водой и стенками пробирки не происходит теплообмена?

Задача № 29

До какой температуры надо нагреть алюминиевый куб, чтобы он, будучи положен на лед, полностью в него погрузился? (Температура льда 0°C . Теплоемкость алюминия $c = 0,22 \text{ кал/г}\cdot\text{град}$. Плотность льда $0,92 \text{ г/см}^3$. Плотность алюминия $2,7 \text{ г/см}^3$).

Задача № 30

В сосуде Дьюара хранится 2 л жидкого азота при температуре -195°C . За одни сутки испарилась половина данного количества азота. Определить удельную теплоту испарения азота, если известно, что при температуре 0°C в том же сосуде в течение 22,5 ч растает 40 г льда. Температура окружающего воздуха 20°C . Плотность жидкого азота равна $0,8 \text{ г/см}^3$; удельная теплота плавления льда 80 кал/г . Считать, что скорость подвода тепла внутрь сосуда пропорциональна разности температур снаружи и внутри сосуда.

Задача № 31

Два металлических шара имеют произвольные заряды. Показать, что после соединения шаров тонкой металлической проволокой плотности зарядов на шарах будут обратно пропорциональны их радиусам.

Задача № 32

В плоский конденсатор длиной $S = 5 \text{ см}$ влетает электрон под углом $\alpha = 15^\circ$ к пластинам. Электрон обладает энергией $W = 1500 \text{ эв}$. Расстояние между пластинами конденсатора $d = 1 \text{ см}$. Определить величину напряжения на пластинах конденсатора V , при котором электрон при выходе из пластины будет двигаться параллельно им. Заряд электрона $e = 4,8 \cdot 10^{-10} \text{ CGSE}_q$, его масса $m = 9,1 \cdot 10^{-28} \text{ г}$.

Задача № 33

Даны три конденсатора с емкостями $C_1 = 1 \text{ мкф}$, $C_2 = 2 \text{ мкф}$ и $C_3 = 3 \text{ мкф}$, соединенных, как показано на

рис. 18 и подключенных к источнику тока с э. д. с. $\mathcal{E} = 12$ в. Определить заряды на каждом из них.

Задача № 34

До какого потенциала зарядится конденсатор C , присоединенный к источнику тока с э. д. с. $\mathcal{E} = 3,6$ в? Какой заряд будет при этом на обкладках конденсатора, если его емкость равна 2 мкф? Рис. 19.

Задача № 35

Прессшпан пробивается при напряженности поля в 1800 вольт/мм. Два плоских конденсатора с емкостями $C_1 = 600$ см и $C_2 = 1500$ см с изолирующим слоем из прессшпана, толщиной 2 мм, соединены последовательно. При каком напряжении будет пробита эта система?

Задача № 36

К потенциометру с сопротивлением 4000 ом приложена разность потенциалов 110 в. Между концом потенциометра и движком включен вольтметр сопротивлением 10000 ом. Что покажет вольтметр, если движок стоит посредине потенциометра?

Задача № 37

Амперметр накоротко присоединенный к гальваническому элементу с э. д. с. $\mathcal{E} = 1,5$ в и внутренним сопротивлением $r = 0,2$ ом показывает ток в 5 ампер. Каково будет показание амперметра, если его зашунтировать сопротивлением $0,1$ ом?

Задача № 38

Гальванометр с сопротивлением R_g , шунтированный сопротивлением $R_{ш}$ и соединенный последовательно с сопротивлением R применен в качестве вольтметра. Он дает отклонение стрелки в 1 дел. на 1 в. Как изменить сопротивление R , чтобы гальванометр давал отклонение в 1 дел. на 10 в.

Задача № 39

Два элемента с э. д. с., равными $\mathcal{E}_1 = 1,5$ в и $\mathcal{E}_2 = 2$ в, соединены одинаковыми полюсами. Вольтметр, подключенный к клеммам батареи, показал напряжение 1,7 в. Определить отношение внутренних сопротивлений.

Задача № 40

Элемент замыкается проволокой один раз с сопротивлением $R_1 = 4$ ом, другой — с сопротивлением $R_2 = 9$ ом. В том и другом случае количество тепла, выделяющегося в проволоках, оказывается одинаковым за одно и то же время. Каково внутреннее сопротивление элемента?

Задача № 41

Определить ток короткого замыкания для аккумуляторной батареи, если при нагрузке в 5 а она отдает во внешнюю цепь 9,5 ватт, а при нагрузке в 8 а — 14,4 ватт.

Задача № 42

Электромотор питается от источника с э. д. с., равной $\mathcal{E} = 24$ в. Чему равна мощность на валу мотора при протекании по его обмотке тока в 8 а, если известно, что при полном затормаживании якоря по цепи идет ток в 16 а?

Задача № 43

Какова затрата электроэнергии на получение 1 кг алюминия, если электролиз ведется при напряжении 10 в, а к. п. д. всей установки составляет 80%?

Задача № 44

Переменный ток возбуждается в рамке из 200 витков с площадью сечения витка 300 см², в магнитном поле 150 эрстед. Определить э. д. с. индукции через 0,01 сек. после начала движения рамки из нейтрального положения. Амплитуда э. д. с. 7,2 в.

Задача № 45

Эффективное напряжение в сети переменного тока равно 120 в. Определить время, в течение которого горит неоновая лампа в каждый полупериод, если лампа зажигается и гаснет при напряжении $V = 84$ в.

Задача № 46

Приемный контур состоит из катушки с индуктивностью $L = 2000$ см и из конденсатора с емкостью $C = 1800$ пф. На какую длину волны рассчитан контур?

Задача № 47

Два зеркала наклонены друг к другу и образуют двугранный угол α . На них падает луч, лежащий в плоскости, перпендикулярной к ребру угла. Найти, на какой угол повернется отраженный луч после отражения от обоих зеркал.

Задача № 48

В стекле с показателем преломления $n_c = 1,52$, имеется сферическая полость радиуса $R = 3$ см, заполненная водой ($n_w = 1,33$). На полость падают параллельные лучи света. Определить радиус светового пучка, который проникает в полость.

Задача № 49

На какой глубине под водой находится водолаз (см. рис. 26), если он видит отраженными от поверхности воды те части горизонтального дна, которые расположены от него на расстоянии $ED = 15$ м и больше? Рост водолаза $AE = 1,5$ м. Показатель преломления воды $n = 1,33$.

Задача № 50

На высоте $h \gg 1$ м от поверхности стола находится точечный источник света в 25 свечей. Какова будет освещенность в точке, расположенной под источником, если

на пути лучей поместить горизонтально линзу с оптической силой в 1 диоптрию так, чтобы источник находился в ее фокусе?

Задача № 51

Проекционный аппарат имеет объектив с фокусным расстоянием $f = 5$ см. Квадратный диапозитив площадью $S = 10$ см², находящийся на расстоянии $a = 5,1$ см от линзы, пропускает световой поток $F = 10$ лм. Определить освещенность A изображения диапозитива на экране. Считать, что световой поток не рассеивается.

Задача № 52

Картину фотографируют сначала целиком с большого расстояния, затем — отдельные ее детали в натуральную величину. Во сколько раз надо изменить время экспозиции при фотографировании деталей?

Задача № 53

Предмет находится на расстоянии $l = 15$ см от плоскопараллельной стеклянной пластинки. Наблюдатель рассматривает предмет через пластинку, причем луч зрения нормален к ней. Определить расстояние изображения предмета x от ближайшей к наблюдателю грани, если толщина пластинки $d = 4,5$ см, показатель преломления стекла $n = 1,5$.

Задача № 54

В вогнутое зеркало радиусом $R = 16$ см налит тонкий слой воды (показатель преломления воды $n = 4/3$). Определить фокусное расстояние этой системы.

Задача № 55

При определенном расположении изображение предмета в вогнутом сферическом зеркале в 3 раза меньше самого предмета. Если же предмет подвинуть ближе к зеркалу на $l = 15$ см, то изображение станет в 1,5 раза меньше предмета. Определить фокусное расстояние зеркала.

Задача № 56

Найти построением положение рассеивающей линзы и ее главных фокусов, если размеры предмета $AB = 10$ см, его изображения $A_1B_1 = 5$ см, а расстояние между точками B и B_1 на оптической оси равно 4 см. Проверить полученные данные расчетом.

Задача № 57

Светящаяся точка находится на главной оптической оси стекла, главное фокусное расстояние которого равно +3 см, на расстоянии 4 см от его оптического центра. На расстоянии 3 см от первого стекла находится второе, такой же оптической силы. Оптические оси обоих стекол совпадают. Где получится изображение светящейся точки.

Задача № 58

Некто, сняв очки, читал книгу, держа ее на расстоянии 16 см от глаз. Какой оптической силы у него очки?

Задача № 59

Зрительная труба настроена для наблюдения Луны. На какое расстояние и в какую сторону нужно передвинуть окуляр, чтобы можно было рассматривать предметы, удаленные от трубы на 100 м? Фокусное расстояние объектива 60 см. Дать оптическую схему трубы.

Задача № 60

Из астрономической трубы, у которой фокусное расстояние объектива 3 м, вынули окуляр и просто глазом рассматривают изображение, полученное в главном фокусе объектива. Труба наведена на очень далекий предмет. Какое увеличение дает в этом случае труба?

ВОПРОСЫ

1. Из пунктов A и B , расстояние между которыми равно l , начали одновременно двигаться навстречу друг другу два тела — первое со скоростью v_1 , второе со скоростью v_2 . Определить время их встречи и расстояние места их встречи от точки A . Решить задачу также графически.

2. Автомобиль проехал половину пути со скоростью 40 км/час, а вторую половину со скоростью 60 км/час. Найти среднюю скорость на всем пройденном пути.

3. График зависимости скорости некоторого тела от времени имеет вид трапеции. Начертить графики зависимости ускорения и пути этого тела от времени.

4. График зависимости ускорения тела от времени имеет форму прямой, параллельной оси времени с разрывом на некотором участке. Начертить графики зависимости от времени скорости и пути этого тела. Начальная скорость тела равна нулю. (На участке разрыва ускорение равно нулю).

5. Два тела падают с одной и той же высоты. На пути одного тела находится расположенная под углом 45° к горизонту площадка, от которой это тело упруго отражается. Как различаются времена и скорости падения этих тел?

6. Тело брошено под углом α к горизонту со скоростью v_0 . Определить скорость этого тела на высоте h над горизонтом. Зависит ли эта скорость от угла бросания? Сопротивление воздуха не учитывать.

7. В лифте установлены пружинные весы, на которых стоит человек. Как изменяются показания весов при движении лифта. Рассмотреть вопрос для всех стадий движения лифта вверх и вниз.

8. Чему равны плотность и удельный вес воды в СИ?

9. Как изменяется удельный вес и плотность тела от географической широты и высоты над уровнем моря?

10. Тело брошено вертикально вверх. Чему равно ускорение тела в высшей точке подъема? Как будет изменяться ускорение тела во время его движения? Рассмотреть два случая: 1. Сопротивление воздуха отсутствует. 2. Сопротивление воздуха растет с увеличением скорости тела.

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

12. Тело весом 1 кг лежит на горизонтальной плоскости. Коэффициент трения $k = 0,1$. На тело действует горизонтальная сила F . Определить силу трения для двух случаев: $F = 50 \text{ Г}$, $F = 20 \text{ Г}$.

13. На тележке стоит сосуд с жидкостью. Тележка движется с постоянным ускорением. Определить форму поверхности жидкости.

14. Лодка длиной l и массой M стоит неподвижно в стоячей воде. Человек массы m , находящийся в лодке, переходит с носа на корму. На какое расстояние сдвинется лодка? Каково будет смещение человека относительно воды?

15. Тело соскальзывает без трения с клина, лежащего на горизонтальной плоскости, два раза: первый раз клин закреплен; второй раз клин может скользить без трения. Будет ли скорость тела в конце соскальзывания с клина одинакова в обоих случаях, если тело оба раза соскальзывает с одной и той же высоты?

16. Чему равна работа по подъему взятой за один конец цепи, лежащей на плоскости, на высоту, равную ее длине? Длина цепи 2 м , вес 5 кг .

17. Совершает ли работу центробежная сила?

18. Воздушный шар, удерживаемый веревкой, поднялся на высоту H . Как изменилась его потенциальная энергия?

19. Тело весом P покоится на наклонной плоскости, угол наклона которой к горизонту равен α . Определить силу трения. При каком угле тело начнет равномерно скользить вниз, если коэффициент трения равен k ? Чему будет равна при этом работа по преодолению сил трения, если тело скатилось с высоты H ?

20. Почему трудно допрыгнуть до берега с легкой лодки, стоящей вблизи берега, и легко это сделать с парохода, находящегося на таком же расстоянии от берега?

21. Маятник совершает конические колебания. Из

каких сил, приложенных к маятнику, складывается центростремительная сила? Можно ли в этом случае говорить о центробежной силе?

22. Какова первая космическая скорость у планеты, масса и радиус которой в два раза больше, чем у Земли?

23. Какова первая космическая скорость у планеты с такой же плотностью как у Земли, но с вдвое меньшим радиусом?

24. В какой стадии движения межпланетного корабля космонавт почувствует состояние невесомости?

25. Как изменяется ход маятниковых («ходиков») и пружинных (наручных) часов в межпланетном корабле?

26. Как будет меняться период колебания маятника, состоящего из удлиненного сосуда, подвешенного на нити, если сосуд наполнен водой, которая постепенно вытекает через отверстие в дне сосуда?

27. Можно ли горизонтально натянуть трос так, чтобы он не провисал?

28. На веревочной петле в горизонтальном положении висит стержень. Нарушится ли равновесие, если справа от петли стержень согнуть?

Допустим, что стержень с одной стороны утолщен. Одинаков ли вес частей стержня справа и слева от петли?

29. Как легче сдвинуть с места железнодорожный вагон, прилагая силу к корпусу вагона или к верхней части обода колеса?

30. При резком торможении автомобиля, его передок опускается. Почему?

31. Алюминиевый и железный шары уравновешены на рычаге. Нарушится ли равновесие, если шары погрузить в воду? Рассмотреть два случая: 1) когда шары одинакового веса; 2) шары одинакового объема.

32. Кусок железа в воде весит 170 г. Найти его объем? Удельный вес железа $7,8 \text{ г/см}^3$.

33. Вес тела в воде в три раза меньше, чем в воздухе. Каков удельный вес тела?

34. Брусок дерева плавает в воде. Как изменится глубина погружения бруска в воде, если поверх воды налить масло?

35. На крюке динамометра висит ведерко. Изменится ли показание динамометра, если ведерко наполнить водой и погрузить в воду?

36. Сосуд, доверху наполненный жидкостью, на

динамометре. Изменится ли показание динамометра, если в воду опустить гирию, подвешенную на нити? Рассмотреть случай, когда вода из сосуда не выливается.

37. В стакане плавает кусок льда. Изменится ли уровень воды, когда лед растает? Рассмотреть дополнительно случаи: 1) когда во льду находился пузырек воздуха; 2) когда во льду находилась свинцовая пластинка.

38. Справедливы ли в условиях искусственного спутника законы Паскаля и Архимеда?

39. Сосуд, имеющий форму усеченного конуса с приставным дном опущен в воду. Если в сосуд налить 200 г воды, дно оторвется. Отпадет ли дно, если на него поставить гирию 200 г? Налить 200 г масла? Налить 200 г ртути?

40. Г-образная трубка, длинное колено которой открыто, наполнена водородом. Куда будет выгнута резиновая пленка, закрывающая короткое колено трубки.

41. В трубе с сужением течет вода. В трубу пущен эластичный резиновый мячик. Как изменится его диаметр при прохождении узкой части трубы?

42. Изменится ли показание весов, к которым подвешено тело, погруженное в жидкость, при нагревании жидкости и тела на одну и ту же температуру.

43. Начертить графики изотермического, изобарического и изохорического процессов в идеальном газе в координатных осях P, V ; P, T ; V, T .

44. При какой температуре находился газ, если при нагревании его на 20° при постоянном давлении объем удвоился? Для каких газов это возможно?

45. При нагревании газа получен график зависимости давления от абсолютной температуры в виде прямой, продолжение которой пересекает ось P в некоторой точке выше (ниже) начала координат. Определить сжимался или расширялся газ во время нагревания.

46. Температура воды в открытых водоемах почти всегда в летнюю погоду ниже температуры окружающего воздуха. Почему?

47. Температура 0°C является, как известно, одновременно и температурой таяния льда и температурой замерзания воды. Что же произойдет, если в сосуд с водой при 0°C поместить кусок льда при 0°C ?

48. График изменения давления пара в закрытом сосуде при повышении температуры его, имеет

форму отрезка поднимающейся вогнутой кривой, переходящей с изломом в наклонную прямую. Какое заключение можно вывести относительно процессов испарения внутри сосуда?

49. В запаянной с обоих концов U-образной трубке уровень воды в обоих коленах стоит на одной высоте независимо от степени наклона трубки в вертикальной плоскости. При каком условии это может быть?

50. Одинаковое ли количество тепла необходимо для нагревания газа на одну и ту же температуру в сосуде, прикрытом поршнем в следующих случаях: 1) поршень не перемещается; 2) поршень легко подвижный.

51. Будет ли происходить конвекция воздуха на спутнике.

52. К шарикам заряженного электроскопа подносят, не касаясь его, незаряженное металлическое тело. Как изменится отклонение листочков? Почему? Что будет, если поднести кусок стекла?

53. Имеется отрицательно заряженный проводник. Как с помощью его, не уменьшая находящегося на нем заряда, наэлектризовать другой проводник положительно? Наэлектризовать два проводника — один положительно, другой — отрицательно?

54. Чему равны напряженность поля и потенциал внутри заряженного шарового проводника?

55. Начертите приблизительный вид эквипотенциальных поверхностей и силовых линий поля, возникающего между заряженным металлическим шаром и заземленным металлическим листом.

56. В центре полого изолированного металлического шара находится заряд. Будет ли он действовать на заряженный шарик, находящийся вне шара? Разобрать подробнее, что при этом происходит. Что будет, если шар будет заземлен?

57. Вблизи земли напряженность электрического поля около 130 в/м. Можно ли использовать напряжение между точками, отстоящими по вертикали на 1 м друг от друга для питания электрической лампочки. Почему?

58. Конденсатор, заряженный до напряжения 100 в соединяется с конденсатором такой же емкости, но заряженным до 200 в, один раз одноименно заряженными обкладками, другой раз разноименно заряженными

обкладками. Какое установится напряжение между обкладками?

59. Электрон влетает в середину между пластинами плоского конденсатора, заряженного до 100 в. Место вылета электрона у края пластины. Определить изменение энергии электрона в конденсаторе.

60. Две металлические концентрические сферы имеют радиусы a и b . На внутренней сфере находится заряд q , на внешней — заряд Q . Найти выражение для напряженности и потенциала поля вне сфер, внутри первой и внутри второй сферы.

61. Конденсатор приключен к аккумулятору. Раздвигая пластины конденсатора, мы преодолеваем силы притяжения между пластинами конденсатора и, следовательно, совершаем работу. На что идет эта работа? Что происходит с энергией конденсатора?

62. С какой скоростью достигают анода электронной лампы электроны, испущенные катодом, если напряжение между катодом и анодом равно 200 в.

63. На сколько равных частей надо разрезать проводник, чтобы при параллельном соединении этих частей получить сопротивление в n раз меньшее?

64. Найти сопротивление каркасного тетраэдра, подключенного в цепь двумя вершинами. Сопротивление ребра равно r .

65. Три одинаковых элемента с ЭДС, равной E , соединены последовательно и замкнуты накоротко. Что показывает вольтметр, присоединенный параллельно к одному из элементов? Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

66. Два элемента соединены параллельно. ЭДС первого элемента равно E_1 , второго — E_2 , внутренние сопротивления их равны. Определить напряжение на зажимах элементов.

67. Почему при включении каких-нибудь тепловых приборов большой мощности (например, утюга, плитки) горящие лампочки внезапно уменьшают свою яркость, а затем их яркость несколько возрастает?

68. Можно ли включить в сеть с напряжением 220 в последовательно (две лампы, рассчитанные на 110 в: а) одинаковой мощности? б) разной мощности? Каково будет распределение напряжения?

69. В сеть с напряжением в 120 в включены три оди-

наковые лампочки: две соединены между собой параллельно, а третья — к ним последовательно. Нарисуйте схему. Определить напряжение на каждой из ламп. В какой из них выделяется больше мощности.

70. 25-ваттная и 100-ваттная лампочки соединены последовательно и включены в сеть. В какой из них выделяется больше тепла?

71. Источник тока с ЭДС, равным E и внутренним сопротивлением r замкнут на реостат. Построить графики изменения напряжения тока, мощности и КПД при изменении внешнего сопротивления. При каком соотношении внешнего и внутреннего сопротивления достигается максимальная мощность? Каков при этом КПД установки?

72. Два потребителя включаются к батарее, один раз последовательно, другой раз параллельно. В каком случае КПД будет больше?

73. Имеется два стальных одинаковых стержня, из которых один намагничен. Как узнать, какой именно, не пользуясь ничем кроме этих стержней?

74. По двум одинаковым металлическим обручам, расположенным один горизонтально, другой вертикально, идут одинаковые токи. Найти направление напряженности магнитного поля в их общем центре.

75. Электрон влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно к силовым линиям. По какой траектории будет двигаться электрон? Изменяется ли при этом численное значение скорости электрона?

76. Как направлена сила, с которой магнитное поле Земли действует в северном полушарии на горизонтальный проводник с током:

а) если проводник расположен в плоскости магнитного меридиана и ток идет с севера на юг;

б) если расположен перпендикулярно к плоскости магнитного меридиана и ток идет с запада на восток.

77. Две катушки, по которым текут токи, взаимодействуют между собой с определенной силой. Как изменится сила взаимодействия между катушками, если обе катушки свободно надеть на общий замкнутый железный сердечник?

78. Прямой постоянный магнит падает сквозь замкнутое металлическое кольцо. Будет ли магнит падать с ускорением свободного падения?

79. Как надо двигать в магнитном поле Земли медное кольцо, чтобы в нем возбуждался индукционный ток?

80. Рамка, имеющая форму квадрата вращается в однородном магнитном поле. Ось вращения совпадает с направлением напряженности поля. Будет ли индуцироваться ЭДС?

81. Как известно, график зависимости ЭДС от времени при равномерном вращении рамки в однородном магнитном поле представляет собой синусоиду. Как изменится график, если частота вращения рамки удвоится?

82. Почему короткое замыкание конденсатора равносильно тому, что его емкость становится бесконечно большой.

83. Разборный школьный трансформатор включен в сеть. К вторичной обмотке подключена нагрузка. Как изменится ток в первичной и вторичной катушках при удалении верхней части сердечника.

84. Высота Солнца меняется от угла α_1 до α_2 . Как изменяется освещенность поверхности земли?

85. На какой угол повернется луч, отраженный от плоского зеркала при повороте последнего на угол α .

86. Какова должна быть наименьшая высота вертикального зеркала, чтобы человек мог в нем видеть свое изображение во весь рост, не изменяя положения головы?

87. Предмет помещен между двумя взаимно перпендикулярными зеркалами. Сколько получается изображений? Постройте их.

88. Чему равен угол падения луча, если луч отраженный и луч преломленный образуют угол в 90° . Показатель преломления второй среды относительно первой равен n .

89. Между светящейся точкой и глазом помещается плоско-параллельная пластина. Построить изображение точки. Как изменится оптическое расстояние между глазом и точкой.

90. Как изменится фокусное расстояние линзы, если ее опустить в воду.

91. Показать, что оптическая сила двух соприкасающихся тонких линз равна сумме их оптических сил.

92. Как надо расположить две линзы, чтобы параллельные лучи, пройдя через линзы, остались параллельными. Рассмотреть случаи: а) линзы собирающие; б) одна линза собирающая, другая рассеивающая.

93. На линзу падает луч, не параллельный главной оптической оси. Построить его дальнейший ход.

94. Светящаяся точка находится в фокальной плоскости собирающей линзы на некотором расстоянии от главной оптической оси. Сзади линзы находится зеркало, расположенное перпендикулярно к главной оптической оси. Где будет изображение?

95. Почему близорукий глаз может различать более мелкие детали, чем нормальный глаз?

96. Как изменится оптическая сила хрусталика глаза при переводе взгляда со звезды на книгу (книга находится на расстоянии наилучшего видения).

97. Найти формулу увеличения лупы для того случая, когда наблюдатель устанавливает лупу на расстояние наилучшего видения.

98. Фотографируется близкий объект, потом — дальний. Куда надо переместить объектив? Как надо изменить экспозицию?

99. Можно ли получить на экране изображение, даваемое микроскопом (телескопом)? Что нужно для этого сделать?

100. 1) Объясните происхождение цвета: а) синего неба; б) синего стекла; в) синей бумаги.

2) На белом фоне написан текст красными буквами, через стекло какого цвета нельзя увидеть надпись.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача № 1

1-й способ.

Из условия одновременности падения на Землю находим

$$t_1 = t_2 + t_3, \quad (1)$$

где t_1 — время падения первого тела; t_2 — время подъема второго тела до наивысшей точки C (рис. 1); t_3 — время падения второго тела от точки C до Земли.



Рис. 1.

t_1 , t_2 и t_3 находим из формул, связывающих время движения с пройденным путем или скоростью. В соответствии с обозначениями рис. 1 можно записать:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g}}; \quad t_2 = \frac{v_0}{g}; \quad t_3 = \sqrt{\frac{2(H-h+h')}{g}},$$

где $h' = \frac{v_0^2}{2g}$.

Подставляя значения t_1 , t_2 и t_3 в уравнение (1), имеем

$$\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{v_0}{g} + \sqrt{\frac{v_0^2}{g^2} + \frac{2(H-h)}{g}},$$

отсюда

$$v_0 = h \sqrt{\frac{g}{2H}}; \quad v_0 = 7 \text{ м/сек.}$$

2-й способ

Приняв за начало отсчета поверхность Земли, напишем уравнения движения обоих тел:

$$x_1 = H - \frac{gt^2}{2}; \quad (1)$$

$$x_2 = H - h + v_0 t - \frac{gt^2}{2}. \quad (2)$$

В момент приземления $x_1 = x_2 = 0$. Подставляя значения x_1 и x_2 в уравнения (1) и (2), решаем их относительно v_0 . Из уравнения (1) $t^2 = \frac{2H}{g}$; $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$. Подставляем значение t в уравнение (2):

$$0 = H - h + v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} - \frac{g}{2} \frac{2H}{g}.$$

Находим

$$v_0 = h \sqrt{\frac{g}{2H}}; \quad v_0 = 7 \text{ м/сек.}$$

3-й способ.

Оба тела сближаются, двигаясь друг относительно друга равномерно. Начальное расстояние между ними равно h . Следовательно, скорость v_0 может быть найдена из уравнения равномерного движения $v_0 = \frac{h}{t}$, где t есть время падения первого тела с высоты H и равно:

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}.$$

Находим v_0

$$v_0 = \frac{h}{\sqrt{\frac{2H}{g}}} = h \sqrt{\frac{g}{2H}}; \quad v_0 = 7 \frac{\text{м}}{\text{сек.}}$$

Задача № 2

Оба тела могут встретиться на линии AO (рис. 2) в точке C .

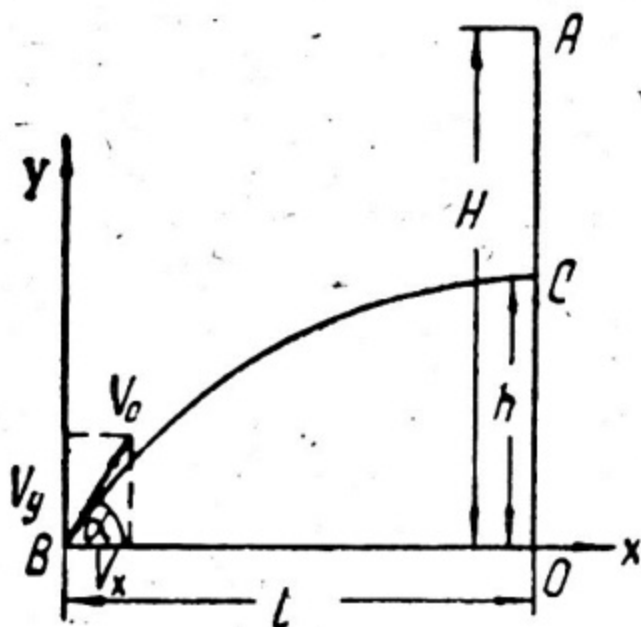


Рис. 2.

Разложим начальную скорость v_0 тела, брошенного из точки B , на горизонтальную v_{0x} и вертикальную v_{0y} составляющие

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha; \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha,$$

От начала движения до момента встречи пройдет время

$$t = \frac{l}{v_{0x}} = \frac{l}{v_0 \cos \alpha}. \quad (1)$$

За это время тело A опустится на величину

$$H - h = \frac{gt^2}{2}, \quad (2)$$

а тело B поднимается на высоту

$$h = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}. \quad (3)$$

Решая совместно уравнения (2) и (3), находим

$$H = v_0 \sin \alpha t. \quad (4)$$

Подставляя в уравнение (4) значение t из уравнения (1), имеем

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{l},$$

т. е. угол бросания α не зависит от начальной скорости v_0 . Отсюда $\operatorname{tg} \alpha = \sqrt{3}$; $\alpha = 60^\circ$.

Задача № 3

В соответствии со вторым законом Ньютона напишем уравнения движения каждого из тел.

Положительным прием направлением вниз (рис. 3).

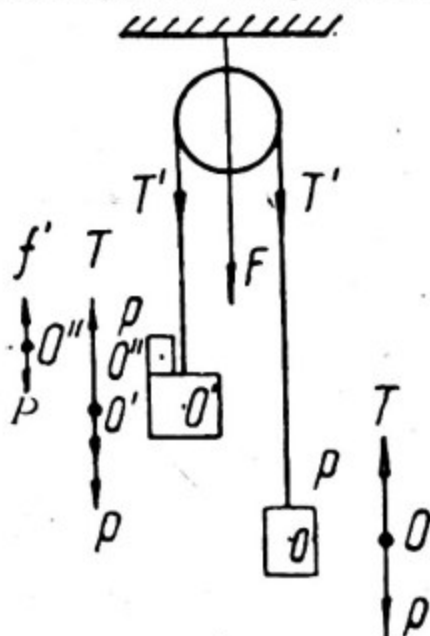


Рис. 3.

Для первого тела

$$-Ma = P - T; \quad (1)$$

для второго тела

$$Ma = P + f - T; \quad (2)$$

для перегрузка

$$ta = \rho - f', \quad (3)$$

где T — сила натяжения нити; f — сила давления перегрузка (3) на тело (2); a — ускорение тела; f' — реакция опоры.

По третьему закону Ньютона f' и f , T' и T численно равны. Натяжения справа и слева равны, так как трением и массой блока пренебрегаем.

Подставляя значение $M = \frac{P}{g}$ и $m = \frac{p}{g}$ и вычитая из уравнения (2) уравнение (1), имеем

$$f = 2 \frac{P}{g} a.$$

Подставляя значение f в уравнение (3), найдем ускорение

$$a = \frac{pg}{p + 2P},$$

откуда

$$f = 2 \frac{Pp}{p + 2P}.$$

Из уравнения (1) находим силу натяжения нити

$$T = 2P \left(\frac{p + P}{p + 2P} \right).$$

Сила, действующая на ось блока,

$$F = 2T = 4P \left(\frac{p + P}{p + 2P} \right).$$

Задача № 4

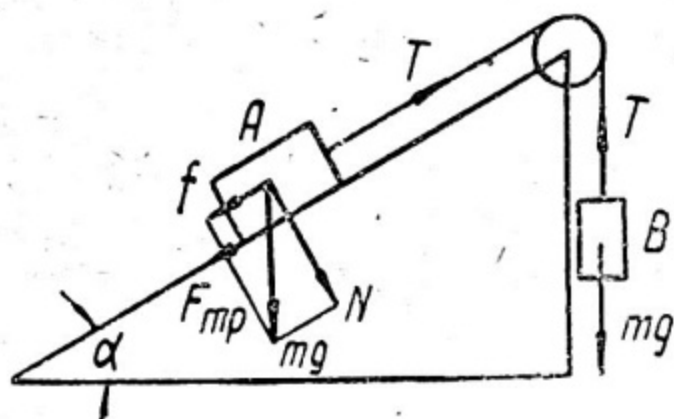


Рис. 4.

Напишем уравнения второго закона Ньютона для движения каждого из тел (рис. 4), принимая, что нить

невесома и нерастяжима, и пренебрегая массой блока:

$$\begin{aligned} ma &= mg - T; \\ ma &= T - f - F_{\text{тр}} \end{aligned}$$

где m — масса тел A и B ; $f = mg \sin \alpha$ — составляющая силы тяжести, направленная вдоль плоскости; $F_{\text{тр}} = kN$ — сила трения ($N = mg \cos \alpha$ — сила нормального давления).

В этих уравнениях силы положительны, если они совпадают по направлению с ускорением, и отрицательны, если не совпадают.

Складывая уравнения для тела A и груза B , получим

$$2ma = mg - mg \sin \alpha - kmg \cos \alpha,$$

отсюда

$$a = \frac{g}{2} (1 - \sin \alpha - k \cos \alpha); \quad a = 2,2 \text{ м/сек}^2.$$

Задача № 5

На основе закона сохранения энергии определяем скорость отдачи винтовки после выстрела V (рис. 5):

$$Mgh = \frac{MV^2}{2}; \quad V^2 = 2gh.$$

В момент выстрела на винтовку и пулю действуют только силы давления пороховых газов, это — внутрен-

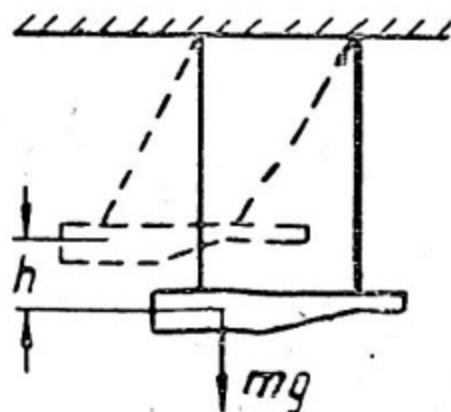


Рис. 5.

ние силы. Через пороховые газы происходит взаимодействие между винтовкой и пулей. Если в системе тел действуют только внутренние силы, то она называется замк-

нутой, тогда можно применить закон сохранения количества движения.

До выстрела количество движения системы равнялось нулю, следовательно, после выстрела полное количество движения системы тоже должно быть равно нулю:

$$MV + mv = 0,$$

где M — масса винтовки; m — масса пули; v — скорость пули после выстрела.

Отсюда

$$v = -\frac{MV}{m} = -\frac{M}{m} \sqrt{2gh}; \quad v = -590 \text{ м/сек.}$$

Знак «—» означает, что скорость пули направлена в сторону, противоположную скорости отдачи винтовки.

Задача № 6

Так как шар в момент удара может двигаться только в горизонтальном направлении (рис. 6), то, применяя закон сохранения количества движения к системе пуля-

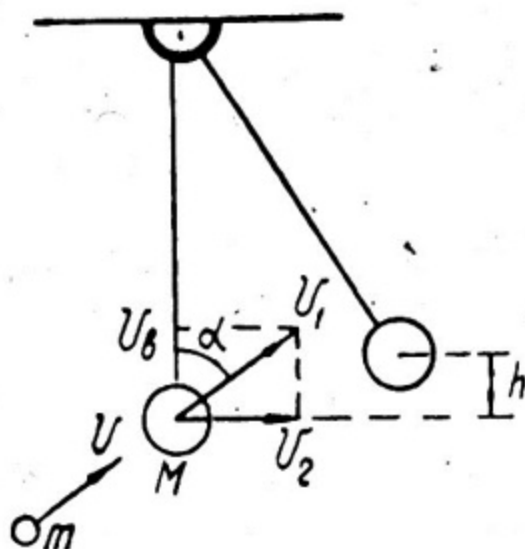


Рис. 6.

шар, надо учитывать только горизонтальную составляющую количества движения пули

$$(M + m)v' = mv \sin \alpha \quad (1)$$

По закону сохранения механической энергии

$$\frac{(M + m)v'^2}{2} = (M + m)gh$$

и, следовательно,

$$v'^2 = 2gh.$$

Подставив значение v' в уравнение (1), получим для скорости пули

$$v = \frac{M + m}{m \sin \alpha} \sqrt{2gh},$$

$$v = 400 \frac{м}{сек};$$

Задача № 7.

На люстре при ее движении в любой точке траектории действуют две силы (рис. 7): сила тяжести $P = mg$ и сила натяжения цепи T . При прохождении люстрой

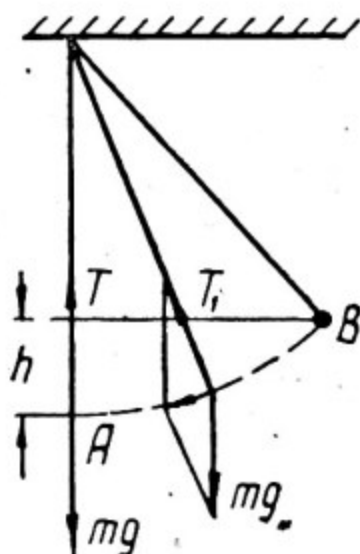


Рис. 7.

положения равновесия (точка A) силы направлены по одной прямой. Напишем для люстры уравнение второго закона Ньютона в момент прохождения ею точки A :

$$ma_{ис} = T - P,$$

где $a_{ис} = \frac{v^2}{l}$ — центростремительное ускорение.

Тогда

$$m \frac{v^2}{l} = T - P. \quad (1)$$

По закону сохранения энергии находим скорость люстры в точке A :

$$mgh = \frac{mv^2}{2}, \quad (2)$$

или

$$v^2 = 2gh.$$

Подставляя уравнение (2) в уравнение (1), имеем

$$m \frac{2gh}{l} = T - P,$$

отсюда $h = \frac{(T - P)l}{2mg}$. По условию $T < 2P$, откуда $h < 2,5$ м.

Задача № 8

В конце четвертой секунды скорость тела, брошенного горизонтально со скоростью v_0 с некоторой высоты, будет складываться из горизонтальной скорости v_0 и вертикальной скорости $v_{\text{в}} = gt$. Скорость тела v найдем по правилу параллелограмма (рис. 8)

$$v^2 = v_0^2 + (gt)^2.$$

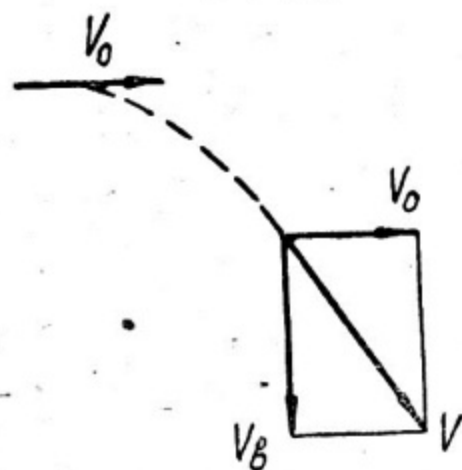


Рис. 8.

Отсюда кинетическая энергия тела в конце четвертой секунды равна

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} [v_0^2 + (gt)^2]; \quad E_k = 100 \text{ кГм.}$$

Задача № 9

На рисунке 9 s_1 — путь, проходимый оторвавшимся вагоном до остановки, $s = 240$ м, s_2 — путь, проходимый остальным составом поезда после прекращения доступа пара в машину до остановки, x — расстояние между остановившимся вагоном и поездом

$$x = s + s_2 - s_1. \quad (1)$$

Если после отрыва заднего вагона прекратился бы доступ пара в машину, поезд и оторвавшийся вагон дви-

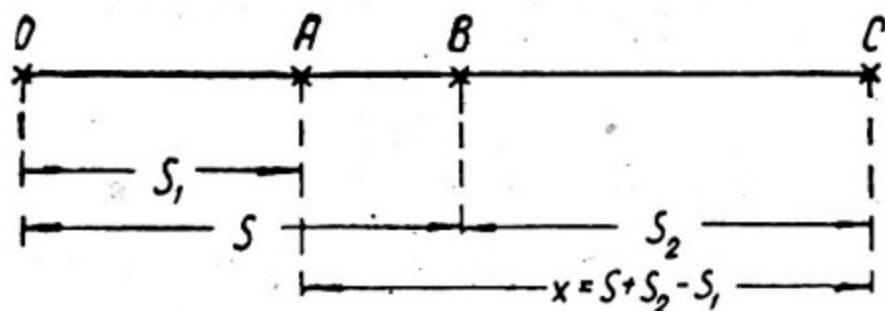


Рис. 9.

гались бы одинаково и прошли бы путь, определяемый из формул

$$\frac{m_1 v^2}{2} = km_1 g s_1 \quad \text{или} \quad \frac{(m - m_1) v^2}{2} = k(m - m_1) g s_1. \quad (2)$$

При равномерном движении поезда сила тяги паровоза уравновешивается силой сопротивления всего состава $F_{\text{тяги}} = kmg$. Когда задний вагон оторвался, то сила сопротивления уменьшилась, а сила тяги, по условию задачи, не изменилась.

На поезд стала действовать сила F , ускоряющая его движение, равная

$$F = kmg - k(m - m_1)g = km_1g.$$

Поезд после отрыва вагона стал двигаться под действием этой силы ускоренно и его кинетическая энергия на пути s возросла на величину ΔE_k . Изменение кинетической энергии можно определить по работе силы F на пути s

$$\Delta E_k = km_1 g s. \quad (3)$$

• Когда машинист прекратил доступ пара в машину, поезд уже обладал кинетической энергией:

$$E_k = \frac{(m - m_1) v^2}{2} + \Delta E_k = \frac{(m - m_1) v^2}{2} + km_1gs. \quad (4)$$

Подставив в (4) вместо $\frac{(m - m_1) v^2}{2}$ согласно формуле (2) $k(m - m_1)gs_1$, получим:

$$E_k = k(m - m_1)gs_1 + km_1gs.$$

Кинетическая энергия E_k поезда была израсходована на работу по преодолению сопротивления на пути s_2

$$k(m - m_1)gs_2 = k(m - m_1)gs_1 + km_1gs.$$

Отсюда находим, что

$$s_2 - s_1 = \frac{m_1s}{m - m_1}. \quad (5)$$

Подставим (5) в (1), получим

$$x = \frac{ms}{m - m_1}, \quad x = 250 \text{ м.}$$

Задача № 10

Работа, которую совершает человек, бросив камень с тележки расходуется на сообщение кинетической энергии камню и тележке с человеком:

$$A = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2}, \quad (1)$$

где v_2 — скорость движения тележки.

По закону сохранения количества движения

$$mv_1 = Mv_2,$$

откуда $v_2 = \frac{mv_1}{M}$; подставив в (1), получим

$$A = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{m^2v_1^2}{2M} = \frac{mv_1^2}{2} \left(1 + \frac{m}{M} \right);$$

$$A = 10,7 \text{ кГм.}$$

Если $M \gg m$, то $A \approx \frac{mv_1^2}{2}$, т. е. вся работа, совершенная человеком, идет на сообщение камню кинетической энергии. В общем случае, кинетические энергии, полу-

ченные взаимодействующими телами, обратно пропорциональны их массам.

Задача № 11

При равномерном спуске с горы (если моторы выключены) составляющая силы тяжести вдоль наклонной плоскости $mg \sin \alpha$ равна по величине силе трения $F_{\text{тр}} = kmg \cos \alpha$

$$mg \sin \alpha = F_{\text{тр}}.$$

При подъеме с постоянной скоростью сила тяги двигателя автомобиля должна быть равна сумме силы трения и составляющей силы тяжести вдоль наклонной плоскости

$$F_{\text{тяги}} = mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} = 2mg \sin \alpha.$$

Мощность, которую при этом развивает двигатель, будет равна

$$N = F_{\text{тяги}} \cdot v,$$

где v — скорость равномерного движения

$$N = 2mg \sin \alpha \cdot v = 2P \sin \alpha \cdot v.$$

Подставляем значения (система МКСС)

$$P = 1000 \text{ кг}; \sin \alpha = 0,01; v = 15 \text{ м/сек},$$

находим $N = 300 \text{ кг м/сек} = 4 \text{ л. с.}$

Задача № 12

Сила F , перемещая поршень на расстояние l , совершает работу (рис. 10)

$$A = Fl.$$

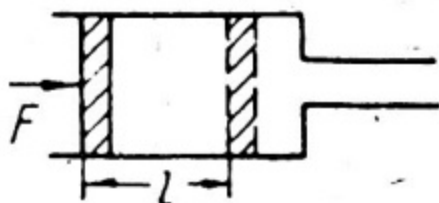


Рис. 10.

Эта работа сообщает кинетическую энергию струе, вытекающей из отверстия со скоростью v :

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

Так как жидкость практически несжимаема, то масса вытекающей жидкости

$$m = \rho Sl,$$

где $S = \frac{\pi d^2}{4}$ — площадь поршня; ρ — плотность жидкости.

$$Fl = \frac{\rho Slv^2}{2},$$

откуда

$$v = \sqrt{\frac{2F}{\rho S}} = \sqrt{\frac{8F}{\pi d^2 \rho}}; \quad v = 700 \text{ см/сек.}$$

Задача № 13

Принимаем, что спутник движется по круговой орбите, центр которой находится в центре Земли. При движе-

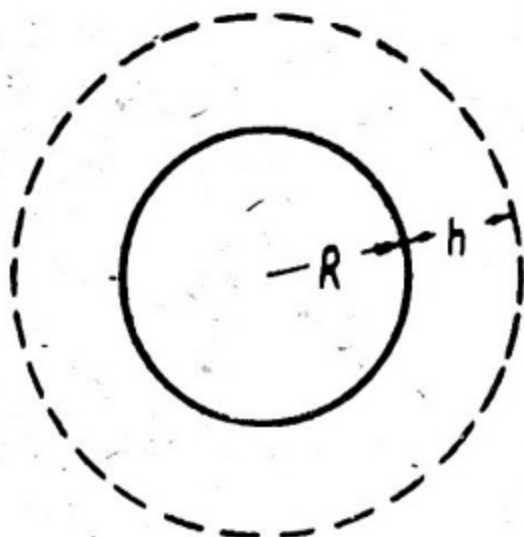


Рис. 11.

нии по окружности спутник обладает центростремительным ускорением

$$a_{\text{ис}} = \frac{v^2}{R + h},$$

где v — скорость движения спутника по орбите; R — средний радиус Земли; h — средняя высота спутника (рис. 11).

Это центростремительное ускорение спутнику сообщает сила тяготения

$$F = \gamma \frac{mM}{(R+h)^2},$$

где M — масса Земли; m — масса спутника; γ — гравитационная постоянная.

Согласно второму закону Ньютона имеем

$$m \frac{v^2}{R+h} = \gamma \frac{mM}{(R+h)^2},$$

отсюда $v^2 = \frac{\gamma M}{R+h}$; γM можно найти из следующего соотношения:

вес тела на поверхности Земли

$$P = mg = \gamma \frac{mM}{R^2},$$

откуда имеем $\gamma M = gR^2$.

Подставляя значение γM в формулу для скорости движения спутника, получим

$$v = R \sqrt{\frac{g}{R+h}}; \quad v = 7,1 \text{ км/сек.}$$

Период обращения спутника

$$T = \frac{2\pi}{\omega},$$

где $\omega = \frac{v}{R+h}$ — угловая скорость движения спутника по орбите. Следовательно,

$$T = \frac{2\pi(R+h)}{v}; \quad T = 118 \text{ мин.}$$

Задача № 14

По условию задачи вес тела на экваторе планеты вдвое меньше, чем на полюсе. Это означает, что центростремительная сила, необходимая для удержания тела на экваторе, при вращении планеты вокруг своей оси, составляет половину силы тяжести. Рассмотрим подробнее.

Весом тела P называется сила, с которой тело действует на неподвижные относительно тела подвес или опору. По третьему закону Ньютона со стороны опоры на тело действует сила P' , равная и противоположная P .

Таким образом, к покоящимся на планете телам приложены две силы: сила тяжести $F_{\text{тяг}}$ и реакция опоры P' , численно равная весу тела P . Эти силы и сообщают телу необходимое центростремительное ускорение при вращении планеты вокруг своей оси.

На полюсе и на экваторе эти силы направлены по одной линии (по вертикали).

По второму закону Ньютона

$$\frac{mv^2}{R} = F_{\text{тяг}} - P', \quad (1)$$

где v скорость движения тела вокруг оси.
На полюсе $v = 0$ и

$$P'_0 = F_{\text{тяг}}.$$

Реакция опоры и, следовательно, вес тела на полюсе равен силе тяготения.

На экваторе $v = \frac{2\pi R}{T}$, где T период обращения и

$$P'_э = F_{\text{тяг}} - \frac{m4\pi^2 R}{T^2}. \quad (2)$$

По условию

$$P_э = 0,5 P_0 = 0,5 F_{\text{тяг}}.$$

Откуда

$$\frac{4\pi^2 mR}{T^2} = 0,5 F_{\text{тяг}}. \quad (3)$$

По закону всемирного тяготения $F_{\text{тяг}} = \gamma \frac{mM}{R^2}$, где m — масса тела, M — масса планеты, R — радиус планеты, но $M = \frac{4}{3} \pi R^3 D$, где D — плотность планеты.

Подставляя в формулу (3) выражения для $F_{\text{тяг}}$ и M , получаем

$$0,5 \gamma \frac{m \frac{4}{3} \pi R^3 D}{R^2} = \frac{4\pi^2 mR}{T^2}.$$

После сокращения получим

$$T = \sqrt{\frac{6\pi}{5D}}; \quad T = 9700 \text{ сек} = 2 \text{ ч. } 41,6 \text{ мин.}$$

Задача № 15

Вес единицы объема данного тела называется его удельным весом

$$d = \frac{P}{V}.$$

В технике за удельный вес тела принимают вес 1 см³, выраженный в граммах.

Обозначим вес пробки P_1 , ее удельный вес — d_1 , вес свинца — P_2 , его удельный вес — d_2 . Тогда объем пробки $V_1 = \frac{P_1}{d_1}$; объем свинца $V_2 = \frac{P_2}{d_2}$; общий объем пробки и свинца вместе

$$V = V_1 + V_2 = \frac{P_1}{d_1} + \frac{P_2}{d_2}.$$

Согласно закону Архимеда на погруженное в жидкость тело действует выталкивающая сила P (в нашем случае $P = P_1 + P_2 - P_3$, где P_3 — показание весов), равная весу вытесненной жидкости в объеме погруженного тела

$$P = Vd_3,$$

где d_3 — удельный вес керосина.

Отсюда имеем

$$\frac{P_1 + P_2 - P_3}{d_3} = \frac{P_1}{d_1} + \frac{P_2}{d_2}.$$

Решая полученное уравнение относительно искомой величины d_1 , имеем

$$d_1 = \frac{P_1 d_3 d_2}{(P_1 + P_2 - P_3) d_2 - P_2 d_3}; \quad d_1 = 0,2 \text{ Г/см}^3.$$

Задача № 16

Обозначим длины медной и железной линеек соответственно l_1 и l_2 (рис. 12). Длины медной и железной линеек при любых температурах будут:

$$\left. \begin{aligned} l_{1t} &= l_{10} (1 + \alpha_1 t); \\ l_{2t} &= l_{20} (1 + \alpha_2 t). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

По условию задачи

$$l_{2t} - l_{1t} = l_{20} - l_{10} = \Delta l. \quad (2)$$

Из уравнений (1) и (2) следует, что

$$\frac{l_{10}}{l_{20}} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1}. \quad (3)$$

Начальные длины линеек должны быть обратно пропорциональны коэффициентам линейного расширения.

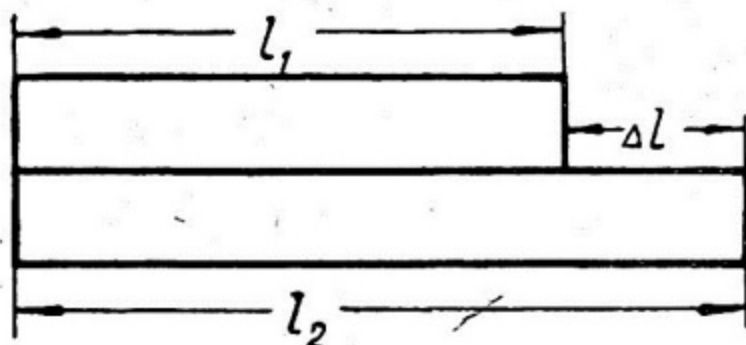


Рис. 12.

Решая систему уравнений

$$\frac{l_{10}}{l_{20}} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1}; \quad l_{20} - l_{10} = \Delta l,$$

находим, что

$$l_{10} = \frac{\Delta l \alpha_2}{\alpha_2 - \alpha_1}; \quad l_{10} = 24 \text{ см};$$

$$l_{20} = \frac{\Delta l \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1}; \quad l_{20} = 34 \text{ см}.$$

Задача № 17

Маятник часов можно принять за математический, так как по условию задачи он состоит из груза малых размеров и тонкой латунной нити. Период колебания маятника при $t_0 = 0^\circ \text{C}$ равен

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_0}{g}}.$$

Если температура воздуха повысилась, то длина маятника увеличилась и стала равной $l = l_0 (1 + \alpha t^\circ)$. Период колебания маятника также увеличился

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_0 (1 + \alpha t^\circ)}{g}}.$$

Отношение периодов колебаний маятников при разных температурах равно:

$$\frac{T_1}{T_0} = \sqrt{1 + \alpha t^{\circ}} \approx 1 + \frac{\alpha t^{\circ}}{2}.$$

Отсюда

$$\frac{T_1 - T_0}{T_0} = \frac{\alpha t^{\circ}}{2}.$$

Обозначая $T_1 - T_0$ через ΔT , получим:

$$\alpha = \frac{2\Delta T}{T_0 t^{\circ}}.$$

Замечая, что отношение

$$\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{16 \text{ сек}}{1 \text{ сутки}} = \frac{16}{24 \cdot 3600}.$$

Получим

$$\alpha = 18,5 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}.$$

Задача № 18

Ртуть будет втягиваться в шар вследствие уменьшения давления воздуха внутри стеклянного шара при его остывании (рис. 13). Таким образом, втягивающаяся

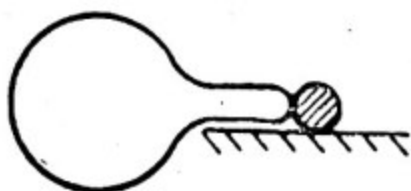


Рис. 13.

ртуть будет поддерживать давление внутри стеклянного шара постоянным, равным внешнему.

Процесс остывания воздуха внутри шара будет изобарическим. Количество ртути, вошедшей в шар, будет равно

$$m = \rho \Delta V. \quad (1)$$

Изменение объема воздуха найдем из закона Гей-Люссака, выраженного через абсолютную температуру,

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}. \quad (2)$$

Образовав производную пропорцию

$$\frac{V_1 - V_2}{V_2} = \frac{T_1 - T_2}{T_2},$$

найдем, что

$$\Delta V = V_1 - V_2 = V_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right). \quad (3)$$

Подставив полученное значение ΔV в формулу (1), находим

$$m = \rho V_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right); \quad m = 39 \text{ г.}$$

Задача № 19

После того как откроем кран, каждый газ заполнит весь объем сосудов $V = V_1 + V_2$, при этом в них установится давление

$$P = P'_1 + P'_2,$$

где P'_1 и P'_2 частные давления газа 1 и 2 соответственно, после заполнения всего объема. По закону Бойля и Мариотта.

$$P'_1 = \frac{P_1 V_1}{V_1 + V_2},$$

и

$$P'_2 = \frac{P_2 V_2}{V_1 + V_2}.$$

Следовательно, давление в сосудах будет

$$P = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2}{V_1 + V_2} = 0,7 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}.$$

Так как 1 мм рт. ст. соответствует давлению $1,36 \times 10^{-3} \text{ кг/см}^2$, то $P = 515 \text{ мм рт. ст.}$

Задача № 20

Обозначим через V , P и T начальные объем, давление и температуру воздуха в каждой из половин сосуда и соответственно через V_1 , P_1 , T_1 и V_2 , P_2 и T_2 состояние воздуха в них после нагревания первого шара на ΔT° и такого же охлаждения второго шара.

По уравнению газового состояния можно написать.

$$\frac{V_1 P_1}{T_1} = \frac{VP}{T}, \quad (1)$$

$$\frac{V_2 P_2}{T_2} = \frac{VP}{T}. \quad (2)$$

Сравнивая (1) и (2), получим:

$$\frac{V_1 P_1}{T_1} = \frac{V_2 P_2}{T_2}. \quad (3)$$

Но капля ртути будет перемещаться до тех пор, пока $P_1 = P_2$, тогда вместо (3) следует

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}. \quad (4)$$

Обозначив через x смещение капельки ртути (рис. 14), через S — площадь сечения трубки, можно написать

$$V_1 = V + Sx,$$

$$V_2 = V - Sx:$$

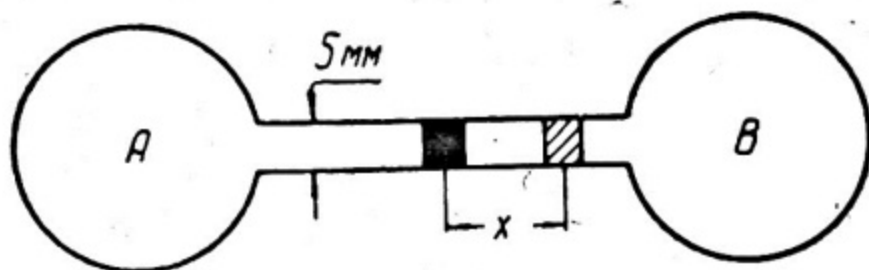


Рис. 14.

Подставив в (4), получим:

$$\frac{V + Sx}{V - Sx} = \frac{T + \Delta T}{T - \Delta T},$$

откуда найдем, что

$$x = \frac{V \Delta T}{S T}.$$

Подставляя вместо $S = \frac{\pi d^2}{4}$, получим

$$x = \frac{4V \cdot \Delta T}{\pi d^2 T},$$

$$x = 6,8 \text{ см.}$$

Задача № 21

Изменение объема воздуха, находящегося под поршнем, будет происходить вследствие увеличения давления воздуха и изменения его температуры. Состояние воздуха

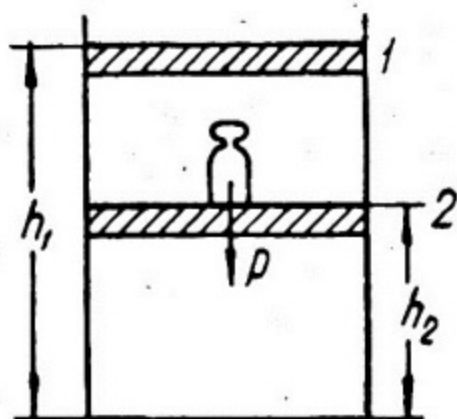


Рис. 15.

в цилиндре при положениях поршня 1 и 2 (рис. 15) связано соотношением Клапейрона

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}, \quad (1)$$

где $P_2 = P_1 + \frac{F}{S}$ (F — вес гири, S — площадь поршня).

Преобразуем уравнение (1)

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2}.$$

Отношение объемов можно заменить отношением высот

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2}.$$

Образует производную пропорцию

$$\frac{h_1 - h_2}{h_1} = \frac{P_2 T_1 - P_1 T_2}{P_2 T_1},$$

откуда находим

$$\Delta h = h_1 - h_2 = h_1 \left(1 - \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} \right).$$

Подставляя значения $P_1 = 76 \text{ см рт. ст.} = 1,033 \text{ кг/см}^2$.

$P_2 = 2,033 \text{ кг/см}^2$, $T_1 = 285^\circ \text{ К}$, $T_2 = 300^\circ \text{ К}$, $h_1 = 60 \text{ см}$,
находим

$$\Delta h = 27 \text{ см.}$$

Задача № 22

Вначале найдем массу водяных паров в воздухе комнаты при условии, что воздух полностью насыщен водяными парами. Для этого воспользуемся уравнением Клапейрона — Менделеева

$$pV = \frac{m}{\mu} RT. \quad (1)$$

Примечание. Формулу эту легко получить из уравнения Клапейрона

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \text{const.} \quad (2)$$

Числовое значение постоянной в этом уравнении зависит от количества взятого газа и от единиц, в которых измеряются p , V и T .

По закону Авогадро грамм-молекулы различных газов занимают при одинаковых давлениях и температурах равные объемы. При $t = 0^\circ \text{ С} = 273^\circ \text{ К}$ и давлении $p = 1 \text{ атм}$ грамм-молекула любого газа занимает объем $22,41 \text{ л}$. Если соотношение Клапейрона отнести к 1 молю, то постоянная будет иметь одно и то же значение для всех газов. Эта постоянная называется универсальной газовой постоянной и обозначается R :

$$\frac{pV_0}{T} = R; \quad pV_0 = RT. \quad (3)$$

В этой формуле V_0 — молярный объем (объем 1 моля газа).

Числовое значение R определяется из условия, что при $T = 273^\circ \text{ К}$ и $p = 1 \text{ атм}$ объем 1 моля $V_0 = 22,4 \text{ л/моль}$. Отсюда

$$R = 0,082 \text{ л} \cdot \text{атм/моль} \cdot \text{град.}$$

Формулу (3), справедливую лишь для 1 моля газа, легко обобщить и на любую массу. Для этого обозначим через μ молекулярный вес газа. Тогда m граммов газа займут при данных условиях (давлении и температуре) объем $V = \frac{m}{\mu} V_0$, где V — объем 1 моля при этих же условиях.

Отсюда

$$V_0 = \frac{\mu}{m} V.$$

Подставив значение V_0 в уравнение (3), найдем

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

откуда и получаем формулу (1)

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

Формула (1), представляющая собой обобщение формулы Клапейрона, справедливая для любой массы m любого газа, была установлена Менделеевым, называется формулой Менделеева — Клапейрона и является уравнением состояния идеального газа.

По трем из четырех величин m , p , V и T можно вычислить четвертую или по двум найти соответствующую связь между двумя оставшимися.

Найдем из формулы (1)

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

Количество фактически содержащихся паров составляет 60% или 0,6 m , т. е.

$$m_{\text{фактич}} = 0,6 \frac{pV\mu}{RT} = \\ = 0,6 \frac{\frac{12,79}{760} \text{ ат.м} \cdot 120 \cdot 10^3 \text{ л} \cdot 18 \text{ г/моль}}{0,082 \text{ л} \cdot \text{ат.м/моль} \cdot \text{град} \cdot 288 \text{ град}} = 922 \text{ г.}$$

Задача № 23

Давление p , под которым находится газ, равно атмосферному (рис. 16).

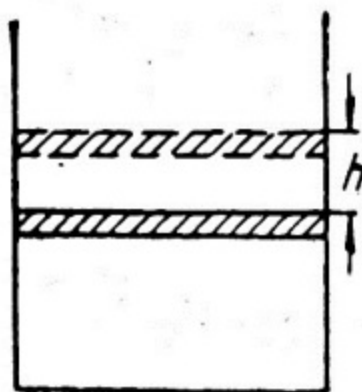


Рис. 16.

При нагревании воздух расширяется и поднимает поршень, преодолевая силу атмосферного давления $F = pS$, где S — площадь поршня (основание цилиндра).

Если при нагревании на 1°C поршень поднялся на высоту h , то работа, совершенная воздухом, будет

$$A = Fh = \rho Sh.$$

Но Sh равно приращению объема воздуха $V - V_0$. Следовательно,

$$A = \rho(V - V_0) = \rho\Delta V.$$

По закону Ге-Люссака

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0},$$

откуда

$$V - V_0 = \Delta V = V_0 \frac{\Delta T}{T_0}.$$

Подставляя значение ΔV в формулу (1), получаем выражение для величины работы

$$A = \rho V_0 \frac{\Delta T}{T_0}.$$

Как видно из этого выражения, величина работы не зависит от площади поршня.

Подставляя числовые значения, найдем

$$A = 37,8 \text{ кГм}.$$

Задача № 24

Условие установившегося режима, когда вся выделяемая мощность идет на нагрев проточной воды, охлаждающей установку, можно записать в виде следующего равенства:

$$N = c \frac{m}{t} \Delta t^\circ J, \quad (1)$$

где $\frac{m}{t}$ — масса воды, протекающей за 1 сек; J — механический эквивалент тепла. Если N измеряется в ваттах, то $J = 4,18 \text{ вт} \cdot \text{сек}/\text{кал}$; c — удельная теплоемкость воды.

Но

$$\frac{m}{t} = \rho v S = \rho v \frac{\pi d^2}{4},$$

где ρ — плотность воды; v — скорость движения воды; S — площадь сечения трубки.

Подставляя $\frac{m}{t}$ в уравнение (1), получим

$$N = c\rho v \frac{\pi d^2}{4} \Delta t^\circ J,$$

откуда

$$v = \frac{4N}{c\rho\pi d^2 \Delta t^\circ J}; \quad v = 270 \text{ см/сек.}$$

Задача № 25

Вся кинетическая энергия свинцовой гири при ударе о препятствие идет на увеличение внутренней энергии гири, т. е. на нагрев гири до температуры плавления и на частичное ее расплавление:

$$\frac{mv^2}{2} = [cm(t_{\text{пл}} - t_0) + \lambda m_1] J. \quad (1)$$

Удобнее решать задачу в системе МКС. Тогда $J = 4,18 \times 10^3 \text{ Дж/ккал}$.

Разделив правую и левую части уравнения (1) на m , получим $\frac{v^2}{2J} = c(t_{\text{пл}} - t_0) + \lambda \frac{m_1}{m}$, откуда искомое значение

$$\frac{m_1}{m} = \frac{\frac{v^2}{2J} - c(t_{\text{пл}} - t_0)}{\lambda}; \quad \frac{m_1}{m} = 0,64 = 64\%.$$

Задача № 26

Разность между убылью потенциальной энергии тела и приращением его кинетической энергии представляет собой работу на преодоление трения и равна количеству тепла, выделившегося при скольжении тела по наклонной плоскости,

$$mgh - \frac{mv^2}{2} = QJ,$$

но

$$h = l \sin \alpha,$$

тогда

$$Q = \frac{mgl \sin \alpha - \frac{mv^2}{2}}{J}.$$

Решаем в технической системе единиц: $Q = \frac{Pl \sin \alpha - \frac{Pv^2}{2g}}{J}$,
 где $J = 427 \text{ кГм/ккал}$, $Q = 22,6 \text{ кал}$.

Задача № 27

Необходимое для образования пара тепло может быть получено только за счет теплоты отвердевания (плавления), которая освобождается при замерзании воды.

При замерзании m_1 граммов воды выделяется λm_1 калорий тепла (λ — теплота плавления льда, равная 80 кал/г). За счет этого тепла образуется количество пара m_2 . Если теплота парообразования воды при 0°C равна $r = 607 \text{ кал/г}$, то можно написать следующее равенство:

$$\lambda m_1 = r m_2.$$

Масса всей воды до откачивания $m = m_1 + m_2$. Из этих двух уравнений находим, что

$$\frac{m_2}{m_1 + m_2} = \frac{\lambda}{\lambda + r};$$

$$m_2 = m \frac{\lambda}{\lambda + r} = 0,116 m,$$

или $11,6\%$ первоначальной массы воды.

Задача № 28

Замерзание воды будет происходить до тех пор, пока окружающая среда будет способна поглощать выделяющуюся теплоту плавления. Кристаллизация воды прекращается, когда вся смесь окажется нагретой до температуры плавления, т. е. до 0° .

Исходя из этого можно написать следующее уравнение теплового баланса.

$$\lambda m = cM(0^\circ - t^\circ),$$

где m — масса образовавшегося льда,

λ — удельная теплота плавления льда, равная 80 кал/г ,

M — масса воды, t° — температура воды.

Подставляя числовые значения, найдем:

$$m = 0,75 \text{ г.}$$

Задача № 29

Если количество теплоты, которое выделит алюминиевый куб, при охлаждении до 0° будет равно количеству теплоты, которое необходимо для того, чтобы расплавить лед в объеме алюминиевого куба, то он полностью погрузится в лед. Следовательно:

$$dVc(t_1 - t_0) = d_1V\lambda,$$

где d — плотность алюминия, d_1 — плотность льда, c — теплоемкость алюминия, λ — теплота плавления льда, t_1 — температура, до которой нужно нагреть куб, t_0 — температура плавления льда, V — объем куба. Откуда:

$$t_1 - t_0 = \frac{d_1\lambda}{dc} = 1070^\circ \text{ С.}$$

А так как $t_0 = 0^\circ \text{ С}$, то алюминиевый куб нужно нагреть до температуры $t_1 = 1070^\circ \text{ С}$.

Задача № 30

Количества тепла, поглощенные льдом и азотом, соответственно равны

$$\left. \begin{aligned} Q_{\text{л}} &= \lambda_{\text{л}} m_{\text{л}}; \\ Q_{\text{аз}} &= \lambda_{\text{аз}} m_{\text{аз}}. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Исходя из условия, что скорость подвода тепла пропорциональна разности температур снаружи и внутри сосуда, можно записать

$$\frac{Q_{\text{л}}}{t_{\text{л}}} = k\Delta t_{\text{л}} \quad (2)$$

$$\frac{Q_{\text{аз}}}{t_{\text{аз}}} = k\Delta t_{\text{аз}} \quad (3)$$

Разделив уравнение (2) на (3) и приняв во внимание соотношение (1), получим

$$\frac{\lambda_{\text{л}} m_{\text{л}}}{\lambda_{\text{аз}} m_{\text{аз}}} = \frac{\Delta t_{\text{л}} t_{\text{л}}}{\Delta t_{\text{аз}} t_{\text{аз}}}$$

откуда

$$\lambda_{аз} = \frac{\Delta t_{аз} t_{аз}}{\Delta t_{л} t_{л}} \lambda_{л} \frac{m_{л}}{m_{аз}}$$

Но

$$m_{аз} = V_{исп. аз} D_{аз},$$

где $D_{аз} = 0,8 \text{ г/см}^3$; $\lambda_{аз} = 46 \text{ кал/г}$.

Задача № 31

При соединении двух заряженных шаров проволокой будет происходить перемещение зарядов от шара с большим потенциалом к шару с меньшим потенциалом. Перемещение зарядов прекратится, когда потенциалы шаров выравняются. Обозначим потенциал шаров через U :

$$U = \frac{q_1 + q_2}{R_1 + R_2}$$

Заряды на шарах после соединения их будут

$$q_1' = C_1 U = R_1 U;$$

$$q_2' = C_2 U = R_2 U.$$

Мы считаем, что шары достаточно удалены друг от друга и емкости их равны их радиусам.

Плотности зарядов на шарах будут равны

$$\sigma_1' = \frac{q_1'}{S_1} = \frac{R_1 U}{4\pi R_1^2};$$

$$\sigma_2' = \frac{q_2'}{S_2} = \frac{R_2 U}{4\pi R_2^2},$$

откуда

$$\frac{\sigma_1'}{\sigma_2'} = \frac{R_2}{R_1} \text{ или } \sigma_1' R_1 = \sigma_2' R_2.$$

Плотности зарядов на шарах обратно пропорциональны их радиусам.

Задача № 32

Разложим начальную скорость электрона на две составляющие: v_{0x} — скорость вдоль пластин и v_{0y} — скорость, перпендикулярную к пластинам (рис. 17).

Очевидно, v_x при движении электрона внутри конденсатора изменяться не будет (в этом направлении силы не действуют); v_y будет изменяться и может стать равной нулю (при соответствующем значении напряженности

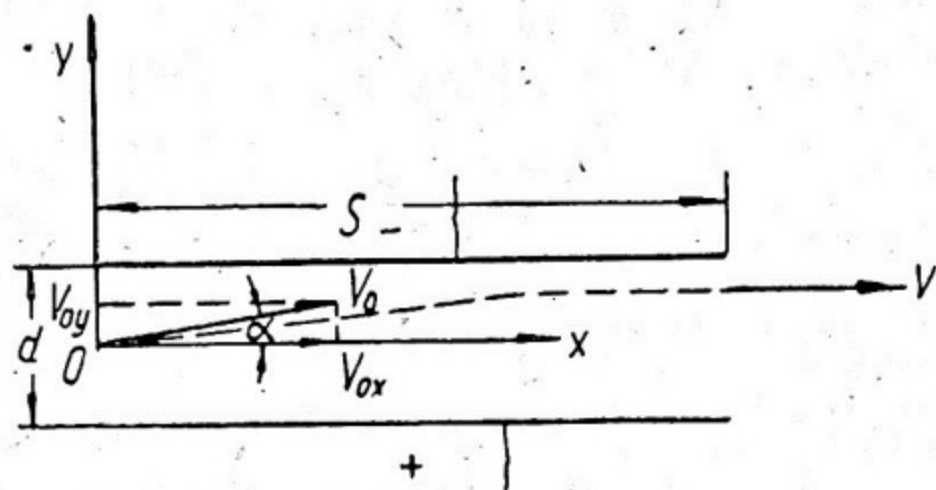


Рис. 17.

поля между пластинами) за время пролета электрона в конденсаторе. Тогда электрон по выходе из конденсатора будет двигаться со скоростью $v_x = v_{0x}$, т. е. параллельно пластинам:

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha; \quad v_{0x} = v_0 \cos \alpha; \quad v_y = v_{0y} - at; \quad v_x = v_{0x}.$$

v_y станет равна нулю при $a = \frac{v_{0y}}{t}$,

$$a = \frac{v_0 \sin \alpha}{t}, \quad (1)$$

где t — время движения электрона между пластинами,

$$t = \frac{S}{v_x} = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}. \quad (2)$$

С другой стороны, по второму закону Ньютона

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{eU}{md}, \quad (3)$$

где E — напряженность поля; e — заряд электрона; U — разность потенциалов между пластинами. Приравняв уравнение (1) к уравнению (3) и предварительно

подставив в равенство (1) значение t из равенства (2), получим

$$\frac{eU}{ma} = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{St}, \quad (4)$$

откуда

$$U = \frac{mv_0^2 \sin 2\alpha d}{2eS}. \quad (5)$$

Подставив значение $\frac{mv_0^2}{2} = W$ в формулу (5), найдем, что

$$U = \frac{Wd \sin 2\alpha}{eS}. \quad (6)$$

Расчет ведем, взяв за единицу энергии 1 эв, тогда $e = 1$ электрону.

$$U = \frac{1500 \text{ эв} \cdot 0,5 \text{ см}}{1_{\text{э.л}} \cdot 5 \text{ см}} = 150 \text{ в}$$

Как видно из решения задачи, значения $e_{\text{э.л}}$ и $m_{\text{э.л}}$ не понадобились.

Задача № 33

Конденсаторы C_2 и C_3 (рис. 18) соединены параллельно. Разности потенциалов между их обкладками равны

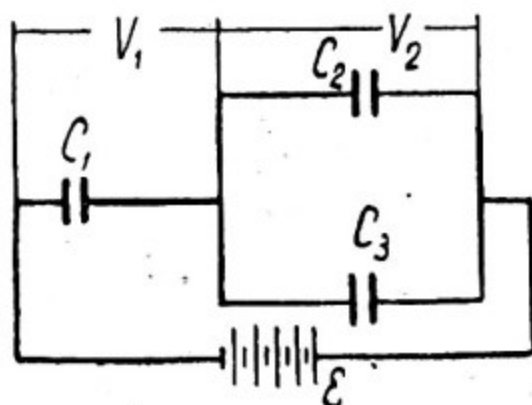


Рис. 18.

между собой (обкладки присоединены к одним и тем же точкам):

$$V_2 = V_3 = V'.$$

Заряд каждого конденсатора пропорционален его емкости

$$q_2 = C_2 V'; \quad q_3 = C_3 V'.$$

Полный заряд этих двух конденсаторов

$$q' = q_2 + q_3 = (C_2 + C_3) V',$$

откуда

$$V' = \frac{q_2 + q_3}{C_2 + C_3}.$$

Конденсатор C_1 присоединен последовательно к конденсаторам C_2 и C_3 . Очевидно, заряд конденсатора C_1 равен сумме зарядов конденсаторов C_2 и C_3 (благодаря явлению индукции на соединенных между собой обкладках конденсатора C_1 и конденсаторов C_2 и C_3 заряды равны и противоположны по знаку).

Разность потенциалов между обкладками конденсатора C_1

$$V_1 = \frac{q_1}{C_1}; \quad q_1 = q'.$$

Общая разность потенциалов \mathcal{E} приложенная к источнику, равна сумме разностей потенциалов V_1 и V' .

Подставляя значения V_1 и V' , найдем

$$\mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2 + q_3}{C_2 + C_3} = q_1 \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2 + C_3} \right),$$

откуда

$$q_1 = \frac{\mathcal{E}}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2 + C_3}} = \frac{\mathcal{E} C_1 (C_2 + C_3)}{C_1 + C_2 + C_3},$$

где

$$q_1 = 10^{-5} \text{ к.}$$

$$V_1 = \frac{q_1}{C_1}, \quad V_1 = 10 \text{ в}, \quad V' = \mathcal{E} - V_1, \quad V' = 2 \text{ в};$$

$$q_2 = V' C_2, \quad q_2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ к}, \quad q_3 = V' C_3, \quad q_3 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ к}.$$

Задача № 34

К конденсатору будет приложено напряжение, установившееся на сопротивлении R_2 (рис. 19).

В самом деле, источник э. д. с. заряжает конденсатор до определенного напряжения V , после чего ток в цепи C

и R_3 прекращается и продолжает идти лишь по цепи R_1 и R_2 . Когда ток в цепи конденсатора прекратится, падения напряжения на сопротивлении R_3 не будет и напря-

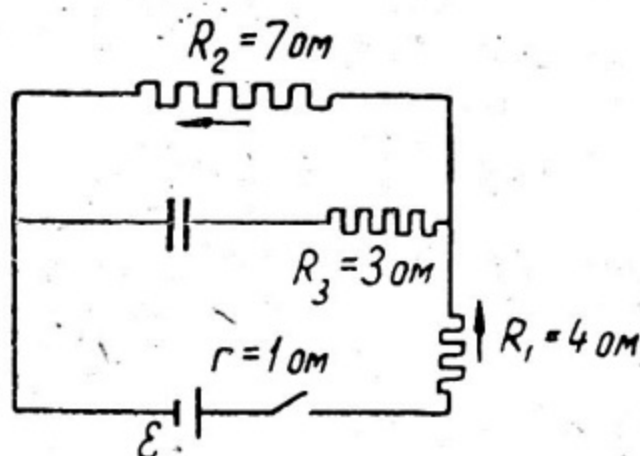


Рис. 19.

жение конденсатора будет равно напряжению участка, на котором находится сопротивление R_2 .

По закону Ома для всей цепи

$$J = \frac{\varepsilon}{r + R_1 + R_2}.$$

Падение напряжения на сопротивлении R_2 будет

$$V = JR_2 = \frac{\varepsilon R_2}{r + R_1 + R_2}.$$

Такое же напряжение будет на обкладках конденсатора. Заряд же на обкладках определится из формулы

$$q = CV = \frac{\varepsilon R_2 C}{r + R_1 + R_2}; \quad q = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ к.}$$

Задача № 35.

Напряжение, приложенное к батарее последовательно соединенных конденсаторов, равно сумме напряжений на конденсаторах:

$$U = U_1 + U_2.$$

При этом напряжения распределяются обратно пропорционально емкости, так как

$$C_1 U_1 = C_2 U_2 = q,$$

где q — заряд одной из обкладок.

Отсюда

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1}, \text{ а } U_2 = U_1 \frac{C_1}{C_2}.$$

При одинаковой изолирующей прокладке между обкладками конденсатора большая напряженность поля будет в конденсаторе с меньшей емкостью и он будет пробит вначале.

Пробой произойдет при $U_1 = E \cdot d = 1800 \text{ в/мм} \cdot 2 \text{ мм} = 3600 \text{ в}$.

Тогда искомое значение U будет равно

$$U = U_1 + \frac{C_1}{C_2} U_1 = U_1 \left(1 + \frac{C_1}{C_2} \right),$$

$$U = 5640 \text{ в}.$$

Задача № 36

Напряжение между точками B и C будет тем напряжением, которое покажет вольтметр (рис. 20).

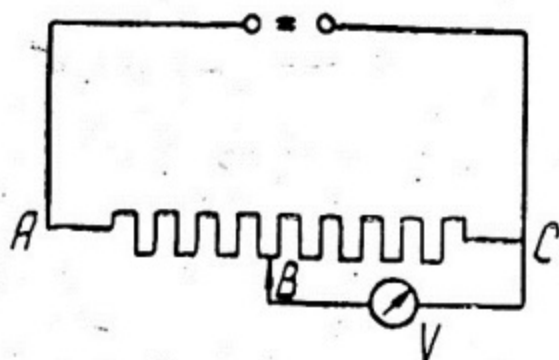


Рис. 20.

Между точками B и C включены параллельно половина сопротивления потенциометра и сопротивление вольтметра

$$R_{BC} = \frac{R/2 \cdot R_B}{R/2 + R_B} = \frac{R \cdot R_B}{R + 2R_B}.$$

Общее сопротивление цепи

$$R_{AC} = R_{AB} + R_{BC} = \frac{R}{2} + \frac{RR_B}{R + 2R_B} = \frac{R(R + 4R_B)}{2(R + 2R_B)}$$

Ток, протекающий через потенциометр,

$$J = \frac{V}{R_{AC}} = \frac{2V(R + 2R_B)}{R(R + 4R_B)}$$

Напряжение между точками *B* и *C*

$$V_{BC} = JR_{BC} = \frac{2V(R + 2R_B)RR_B}{R(R + 4R_B)(R + 2R_B)} = \frac{2VR_B}{R + 4R_B}; \quad V_{BC} = 50 \text{ в.}$$

Задача № 37

Амперметр накоротко присоединен к гальваническому элементу. Из закона Ома для всей цепи определяем сопротивление амперметра R_a

$$R_a = \frac{\mathcal{E} - Ir}{I}$$

После присоединения шунта к амперметру, сопротивление внешней цепи станет равным (см. рисунок 21)

$$R = \frac{R_B R_{ш}}{R_B + R_{ш}}$$

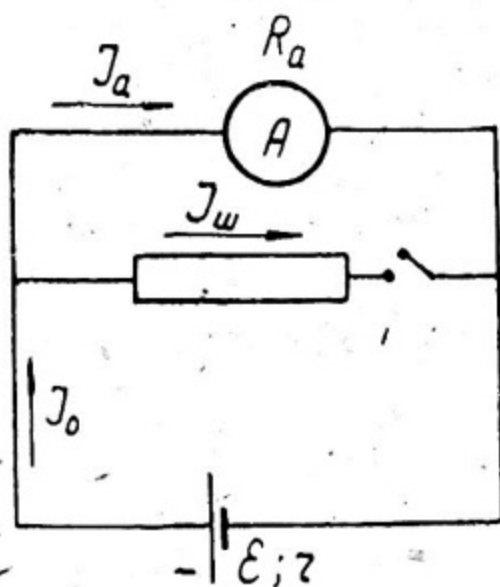


Рис. 21.

Снова по закону Ома для всей цепи определяем ток I_0 в неразветвленной части цепи:

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{\mathcal{E}(R_a + R_{ш})}{R_a R_{ш} + R_a r + R_{ш} r}$$

Шунт присоединяется к амперметру параллельно, следовательно:

$$R_a I_a = R_{ш} I_{ш}$$

и

$$I_0 = I_a + I_{ш},$$

где I_0 — ток в амперметре, а $I_{ш}$ — ток в шунте. Из этих равенств имеем:

$$I_a = \frac{R_{ш} I_0}{R_a + R_{ш}}.$$

Подставляя значение тока I_0 и сопротивления R_a , получим:

$$I_a = \frac{R_{ш} \mathcal{E}}{R_a R_{ш} + R_a \cdot r + R_{ш} \cdot r},$$

$$I_a = 3_a.$$

Задача № 38

Общее сопротивление системы $R + \frac{R_{ш} R_r}{R_{ш} + R_r}$.

Следовательно, когда к зажимам прикладывают напряжение V , то сила тока $I = \frac{V}{R + \frac{R_{ш} R_r}{R_{ш} + R_r}}$.

Этот ток разветвляется между гальванометром и шунтом в отношении обратно пропорциональном сопротивлениям. Следовательно, ток в гальванометре:

$$I_r = I \frac{R_{ш}}{R_{ш} + R_r} = \frac{V R_{ш}}{R(R_{ш} + R_r) + R_{ш} R_r}. \quad (1)$$

Этот ток дает по условию отклонение в 1 деление на 1 в. Если мы желаем, чтобы отклонение стрелки не менялось при другом напряжении V' , надо, чтобы ток в гальванометре не менялся; обозначая новое сопротивление, нужное для этой цели R' , имеем:

$$I_r = \frac{V' R_{ш}}{R'(R_{ш} + R_r) + R_{ш} R_r}. \quad (2)$$

Сравнивая (1) и (2), получаем

$$R' = \frac{R V' (R_{ш} + R_r) + R_{ш} R_r (V' - V)}{V (R_{ш} + R_r)}.$$

Если $V = 1$, $V' = 10$, то получим

$$R' = \frac{10R(R_{ш} + R_r) + 9R_{ш}R_r}{R_{ш} + R_r}.$$

Второй способ. Общее сопротивление системы:

$$R + \frac{R_{ш}R_r}{R_{ш} + R_r}.$$

Чтобы отклонение стрелки гальванометра не изменилось при увеличении напряжения в n раз (иначе, чтобы увеличить цену деления в n раз), нужно ввести дополнительное сопротивление $R_{доп}$ в $(n - 1)$ раз большее сопротивления системы. По условию задачи $n = 10$, тогда

$$R_{доп} = \left(R + \frac{R_{ш}R_r}{R_{ш} + R_r} \right) 9,$$

а измененное сопротивление R' будет равно

$$R' = R_{доп} + R,$$

$$R' = 10R + \frac{9R_{ш}R_r}{R_{ш} + R_r} = \frac{10R(R_{ш} + R_r) + 9R_{ш}R_r}{R_{ш} + R_r}.$$

Задача № 39

Рассмотрим участки цепи $A\mathcal{E}_1B$ или $A\mathcal{E}_2B$ (рис. 22). Если внутри участка цепи включен источник с э.д.с.,

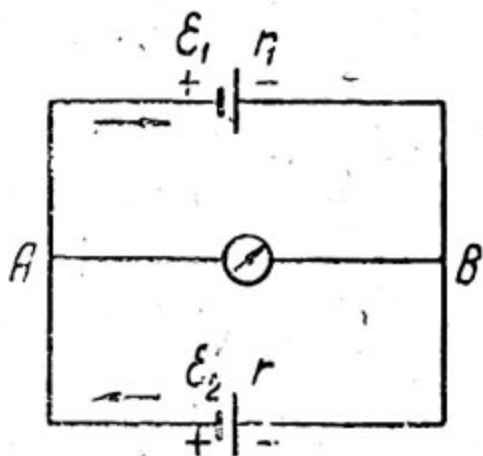


Рис. 22.

равной \mathcal{E} , то сила тока на этом участке определяется совместным действием э.д.с. и разности потенциалов, приложенной к концам участка. Обозначим ток в цепи через J .

На участке $A\varepsilon_1B$ ток идет в направлении, противоположном действию ε_1 . Закон Ома для участка $A\varepsilon_1B$ запишется так:

$$Jr_1 = V - \varepsilon_1. \quad (1)$$

На участке $A\varepsilon_2B$ ток идет в направлении э. д. с., и падение напряжения на внутреннем сопротивлении будет равно разности э. д. с. и напряжения

$$Jr_2 = \varepsilon_2 - V. \quad (2)$$

Разделив уравнение (1) на уравнение (2), получим

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{V - \varepsilon_1}{\varepsilon_2 - V}; \quad \frac{r_1}{r_2} = \frac{2}{3}.$$

Задача № 40

Условие задачи можно записать следующим образом:

$$Q_1 = Q_2; \quad J_1^2 R_1 t = J_2^2 R_2 t,$$

откуда

$$J_1^2 R_1 = J_2^2 R_2. \quad (1)$$

С другой стороны, на основании закона Ома для всей цепи

$$E = J_1(r + R_1) = J_2(r + R_2). \quad (2)$$

Из равенства (1) следует

$$\frac{J_1}{J_2} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}, \quad (3)$$

а из равенства (2)

$$\frac{J_1}{J_2} = \frac{r + R_2}{r + R_1}. \quad (4)$$

Решая совместно уравнения (3) и (4), найдем, что

$$r = \frac{R_2 - R_1 \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}}{\sqrt{\frac{R_2}{R_1}} - 1} = \sqrt{R_1 R_2}.$$

Задача № 41.

Мощность, выделяемая во внешней цепи, равна раз-

ности мощности, выделяемой во всей цепи и мощности — во внутренней части цепи

$$N = I^2 R = EI - I^2 r.$$

В соответствии с условием задачи напишем два уравнения

$$N_1 = EI_1 - I_1^2 r,$$

$$N_2 = EI_2 - I_2^2 r.$$

Нам необходимо определить ток короткого замыкания I_0 ,

$$I_0 = \frac{E}{r}.$$

Разделив почленно правую и левую часть каждого уравнения на r , получим

$$\frac{N_1}{r} = \frac{E}{r} I_1 - I_1^2,$$

$$\frac{N_2}{r} = \frac{E}{r} I_2 - I_2^2.$$

Решая эти уравнения относительно $\frac{E}{r}$, находим

$$I_0 = \frac{E}{r} = \frac{I_2^2 N_1 - I_1^2 N_2}{I_2 N_1 - I_1 N_2}.$$

Подставляя значения I_1 , I_2 , N_1 и N_2 , найдем

$$I_0 = 62a.$$

Задача № 42

Вся мощность тока, идущего по обмотке работающего мотора, будет равна сумме части всей мощности, превращаемой в механическую работу, и части мощности, превращаемой в тепловую энергию:

$$N = N_{\text{мех}} + N_{\text{тепл}},$$

но

$$N = VJ,$$

а

$$N_{\text{тепл}} = J^2 R,$$

откуда

$$N_{\text{мех}} = N - N_{\text{тепл}} = VJ - J^2R = J(V - JR).$$

Чтобы определить значение $N_{\text{мех}}$, нужно найти сопротивление цепи электромотора. Это можно сделать, исходя из условия, что при полном затормаживании напряжение, приложенное к мотору, равно произведению тока на сопротивление (в этом случае не возникает противо-э. д. с. индукции):

$$V = J_0 R,$$

откуда

$$R = \frac{V}{J_0}.$$

Подставляем полученные значения в формулу для нахождения $N_{\text{мех}}$:

$$N_{\text{мех}} = J \left(V - J \frac{V}{J_0} \right) = VJ \left(1 - \frac{J}{J_0} \right). \quad N_{\text{мех}} = 96 \text{ вт.}$$

Задача № 43

Электрическая энергия, расходуемая при электролизе на получение 1 кг алюминия, будет равна

$$A = qV \frac{1}{\eta}, \quad (1)$$

где q — количество электричества, при пропускании которого через электролит выделяется 1 кг алюминия; V — напряжение, при котором ведется электролиз; η — к. п. д. установки.

Количество электричества q может быть найдено из объединенной формулы первого и второго законов Фарадея:

$$m = \frac{A_{\text{ат. вес}}}{n} \frac{q}{F}, \quad (2)$$

где $A_{\text{ат. вес}}$ — атомный вес; n — валентность алюминия; F — число Фарадея, равное 96 500 к/г · экв.

Найдя q из уравнения (2) и подставив его в уравнение (1), получим

$$A = \frac{FmnV}{A_{\text{ат. вес}} \eta}.$$

Подставляя числовые значения, получим величину

затраченной энергии в джоулях, а разделив на 3 600 000, получим

$$A \approx 37 \text{ квт} \cdot \text{ч.}$$

Задача № 44

Э. д. с. индукции, возникающая в рамке, при вращении в магнитном поле напряженностью H с угловой скоростью ω , равна;

$$E = 10^{-8} H S n \omega \sin \omega t \text{ вольт,}$$

где S — площадь одного витка рамки, n — число витков. Как видно из формулы э. д. с. индукции является синусоидальной функцией угла поворота ωt . Множитель, стоящий перед функцией $\sin \omega t$, называется амплитудой э. д. с. — E_0 .

$$E_0 = 10^{-8} H S n \omega \text{ вольт.}$$

Из амплитудного значения э. д. с. определим величину угловой скорости вращения рамки

$$\omega = \frac{E_0 10^8}{H S n} \text{ рад/сек.}$$

$$\omega = \frac{7,2 \cdot 10^8}{150 \cdot 300 \cdot 200} = 79 \text{ рад/сек.}$$

Через 0,01 сек., после начала движения рамки из нейтрального положения, э. д. с. будет равна

$$E = E_0 \sin \omega t,$$

Выражая $\omega t = 0,79 \text{ рад}$. в градусах, найдем

$$E = 7,2 \sin 45^\circ 15' = 5,04 \text{ в.}$$

Задача № 45

График зависимости напряжения переменного тока от времени представляет собой синусоиду (рис. 23). Период переменного тока $T = 0,02 \text{ сек}$. Рассмотрим один полупериод.

Неоновая лампа будет гореть в течение того времени каждого полупериода, когда $V \geq 84 \text{ в}$ (фактически напряжение зажигания несколько больше напряжения

гашения, но для упрощения задачи в условии принято, что они равны):

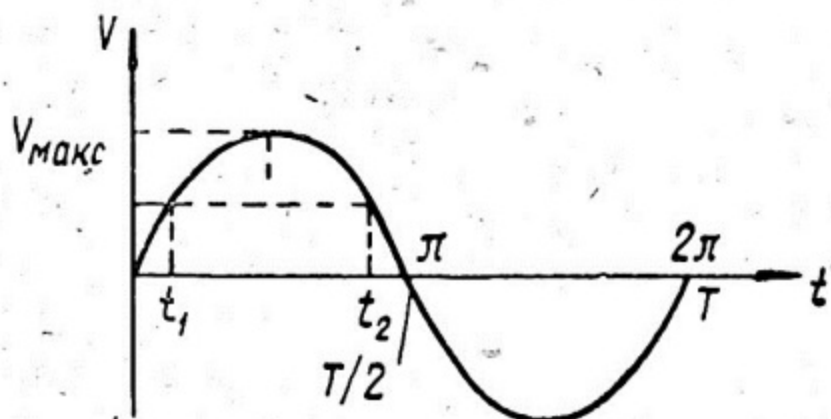


Рис. 23.

Этот промежуток времени, очевидно, равен

$$\Delta t = t_2 - t_1,$$

где t_2 и t_1 могут быть найдены из уравнения переменного тока

$$\bar{V} = V_{\text{макс}} \sin \omega t = V_{\text{макс}} \sin \left(\frac{2\pi}{T} t \right). \quad (1)$$

Максимальное напряжение связано с эффективным следующей формулой:

$$V_{\text{эфф}} = \frac{V_{\text{макс}}}{\sqrt{2}};$$

$$V_{\text{макс}} = V_{\text{эфф}} \sqrt{2}. \quad (2)$$

Подставляем формулу (2) в формулу (1)

$$V = V_{\text{эфф}} \sqrt{2} \sin \left(\frac{2\pi}{T} t \right),$$

откуда

$$\sin \left(\frac{2\pi}{T} t \right) = \frac{V}{V_{\text{эфф}} \sqrt{2}}.$$

Подставляя числовые значения $V = V_{\text{звж}} = V_{\text{гаш}}$ и $V_{\text{эфф}}$, найдем

$$\sin \left(\frac{2\pi}{T} t \right) = \frac{1}{2},$$

откуда в пределах одного полупериода

$$\begin{cases} \frac{2\pi}{T} t_1 = \frac{\pi}{6}; & t_1 = \frac{T}{12}; \\ \frac{2\pi}{T} t_2 = \frac{5}{6} \pi; & t_2 = \frac{5}{12} T. \end{cases}$$

Следовательно, искомое значение

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{T}{3}; \quad \Delta t = \frac{1}{150} \text{ сек.}$$

Задача № 46

Длина волны связана с периодом колебаний следующим соотношением:

$$\lambda = cT,$$

где c — скорость распространения электромагнитных волн, равная $3 \cdot 10^{10}$ см/сек.

Период колебаний T контура определяется по формуле

$$T = 2\pi \sqrt{LC}.$$

В практической системе единиц L измеряется в генри, C — в фарадах и T — в секундах.

Если L и C измерять в сантиметрах (соответственно $1 \text{ гн} = 10^9 \text{ см}$, $1 \text{ ф} = 10^{11} \text{ см}$), то можно получить формулу для определения λ (в сантиметрах):

$$\lambda_{\text{см}} = 2\pi \sqrt{L_{\text{см}} C_{\text{см}}}.$$

В самом деле,

$$\lambda = cT,$$

$$\lambda = c2\pi \sqrt{L_{\text{см}} C_{\text{ф}}}.$$

Подставив $L_{\text{см}}$ и $C_{\text{см}}$, получим

$$\lambda_{\text{см}} = 3 \cdot 10^{10} 2\pi \sqrt{\frac{L_{\text{см}}}{10^9} \frac{C_{\text{см}}}{9 \cdot 10^{11}}} = 2\pi \sqrt{L_{\text{см}} C_{\text{см}}}.$$

Подставив числовые значения L и C из условия, найдем

$$\lambda \approx 113 \text{ м.}$$

Задача № 47

Угол поворота отраженного луча относительно падающего равен φ (рис. 24).

Из законов отражения $i_1 = i'_1$, $i_2 = i'_2$.

Из геометрических соображений видно, что $\alpha \approx i_1 + i_2$.
Угол φ внешний угол треугольника равен

$$\varphi = 2i_1 + 2i_2 = 2(i_1 + i_2).$$

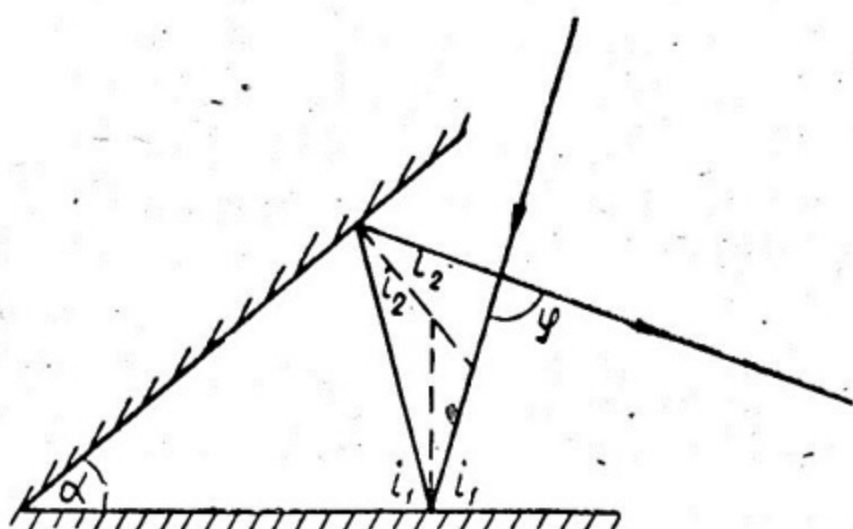


Рис. 24.

Следовательно, $\varphi = 2\alpha$.

Задача № 48

По условию задачи параллельные лучи света падают на сферическую полость, заполненную водой ($n_{\text{в}} = 1,33$), из стекла ($n_{\text{с}} = 1,52$) (рис. 25).

Если лучи света идут из оптически более плотного вещества в оптически менее плотное вещество, то на границе раздела может наблюдаться явление полного внутреннего отражения. Предельный угол $i_{\text{пр}}$ определяется из условия, что угол преломления при этом равен 90° .

$$\sin i_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{в}}}{n_{\text{ст}}}. \quad (1)$$

Угол падения параллельных лучей на сферическую поверхность изменяется от 0 до 90° . Следовательно, на каком-то расстоянии r , угол падения станет равным предельному, определенному из условия (1) и лучи света не будут проникать в полость. Расстояние r будет очевидно

являться радиусом светового пучка, проникающего в полость. Из чертежа видно, что

$$r = R \sin i_{\text{пр}} = R \frac{n_{\text{в}}}{n_{\text{с}}},$$

$$r = 2,6 \text{ см.}$$

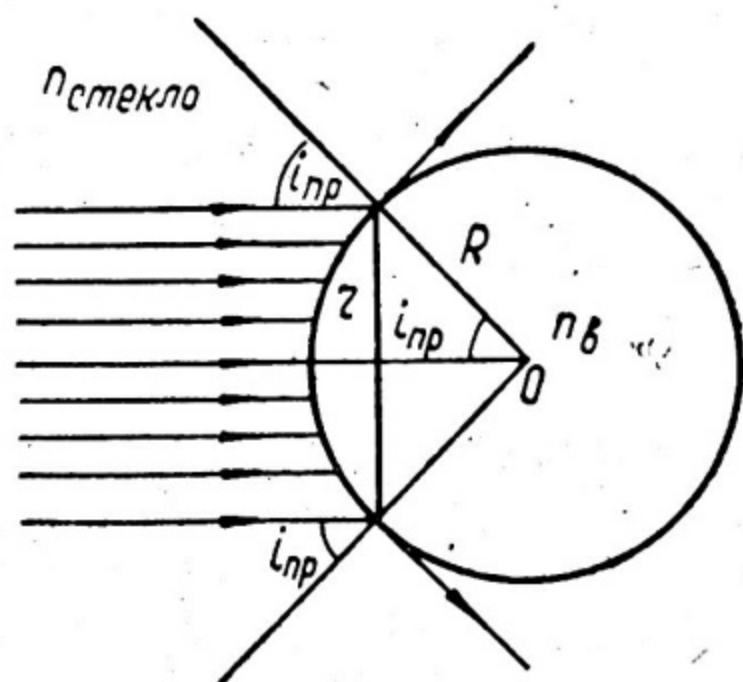


Рис. 25.

Задача № 49

Расстояние ED равно расстоянию от водолаза до ближайших к нему предметов, которые он видит отраженными от поверхности воды (рис. 26):

$$ED = S = 15 \text{ м;}$$

AE — рост водолаза:

$$AE = a = 1,5 \text{ м.}$$

Предельный угол φ определяется из условия полного внутреннего отражения

$$\sin \varphi_{\text{пред}} = \frac{1}{n}. \quad (1)$$

Как видно из рис. 26,

$$\frac{S - FD}{2} = (h - a) \operatorname{tg} \varphi_{\text{прел}}; \quad (2)$$

$$FD = a \operatorname{tg} \varphi_{\text{прел}}. \quad (3)$$

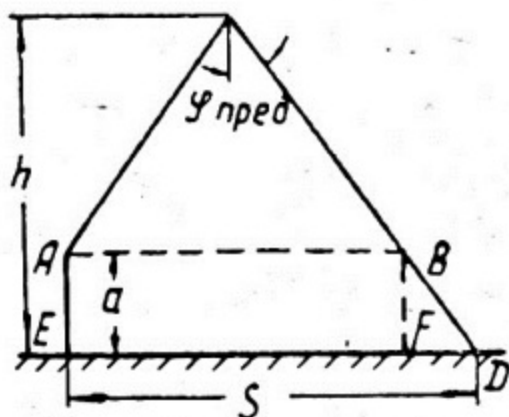


Рис. 26.

Решая совместно уравнения (2) и (3), находим иско-
мую глубину

$$h = \frac{a}{2} + \frac{S}{2} \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi_{\text{прел}}}; \quad (4)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{прел}} = \frac{\sin \varphi_{\text{прел}}}{\cos \varphi_{\text{прел}}} = \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}.$$

Подставляя значение $\operatorname{tg} \varphi_{\text{прел}}$ в уравнение (4),
находим

$$h = \frac{a}{2} + \sqrt{n^2 - 1} \frac{S}{2}; \quad h = 7,3 \text{ м.}$$

Задача № 50

Из рис. 27 видно, что освещенность в точке А, распо-
ложенной под источником будет равна освещенности
линзы в точке О, так как источник находится в фокусе
линзы (поглощением света линзой пренебрегаем).

Оптическая сила линзы равна 1 диоптрии, что соот-
ветствует фокусному расстоянию линзы $f = 1 \text{ м}$.

Освещенность в точке О будет равна

$$E_0 = \frac{I}{S_0^2} = \frac{I}{f^2},$$

$$E_A = E_0 = \frac{25 \text{ св}}{1 \text{ м}^2} = 25 \text{ лк.}$$

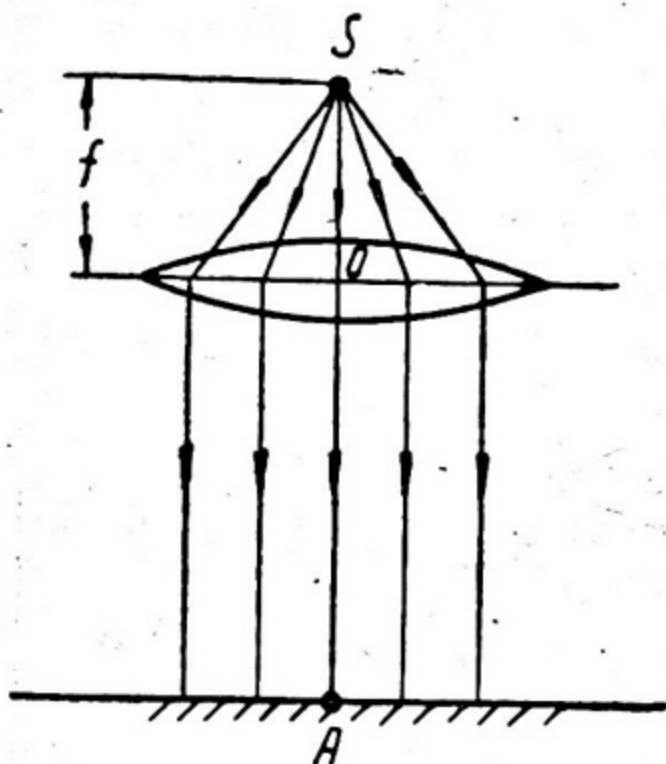


Рис. 27.

Задача № 51

Проекционный аппарат дает действительное обратное увеличенное изображение (рис. 28). Если диапозитив AB имеет площадь S , то его изображение будет иметь пло-

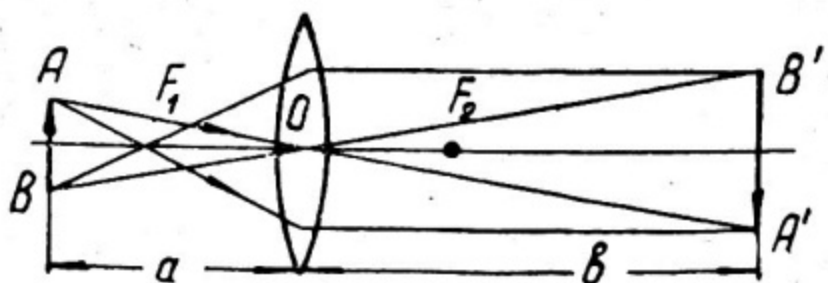


Рис. 28.

щадь S' , увеличенную по сравнению с площадью S . Весь световой поток F , освещающий диапозитив площадью S , теперь распределится на площадь S' . Освещенность диапозитива равна

$$E = \frac{F}{S}.$$

Освещенность изображения равна $E' = \frac{F}{S'}$.

Но $\frac{S'}{S} = \frac{b^2}{a^2}$ (из подобия треугольников ABO и $A'B'O$ следует, что каждая сторона диапозитива увеличится в $\frac{b}{a}$ раз, а вся площадь — в $\frac{b^2}{a^2}$ раз).

Отсюда

$$E' = \frac{F}{\frac{b^2}{a^2} S} = \frac{F}{S} \frac{a^2}{b^2}.$$

Освещенность выразится в люксах, если a и b будут выражены в метрах (система СИ).

Из формулы $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ находим $b = \frac{fa}{a-f}$.

Следовательно,

$$E' = \frac{F}{S} \frac{(a-f)^2}{f^2}; \quad E' = 4 \text{ лк.}$$

Задача № 52

При фотографировании картины с большого расстояния изображение получается практически в главном фокусе объектива. Чтобы получить изображение деталей в натуральную величину (увеличение 1:1), необходимо расположить объектив фотоаппарата от картины на двойном фокусном расстоянии; на таком же расстоянии от объектива получится и изображение на пластинке.

Площадь изображения при этом увеличится в $\left(\frac{2F}{F}\right)^2 = 4$ раза. Во столько же раз уменьшится освещенность фотопластинки, следовательно, время экспозиции надо также увеличить в 4 раза.

Задача № 53

Если предмет расположен на нижней поверхности пластинки и наблюдатель рассматривает его под небольшим углом i (рис. 29), то изображение будет на расстоянии x от верхней поверхности пластинки:

$$x = d \frac{\operatorname{tg} r}{\operatorname{tg} i},$$

где r — угол преломления (это равенство получено из рассмотрения треугольников AOB и COB).

Так как угол i мал, а следовательно, и угол r также мал, то $\operatorname{tg} i \approx \sin i$ и $\operatorname{tg} r \approx \sin r$.

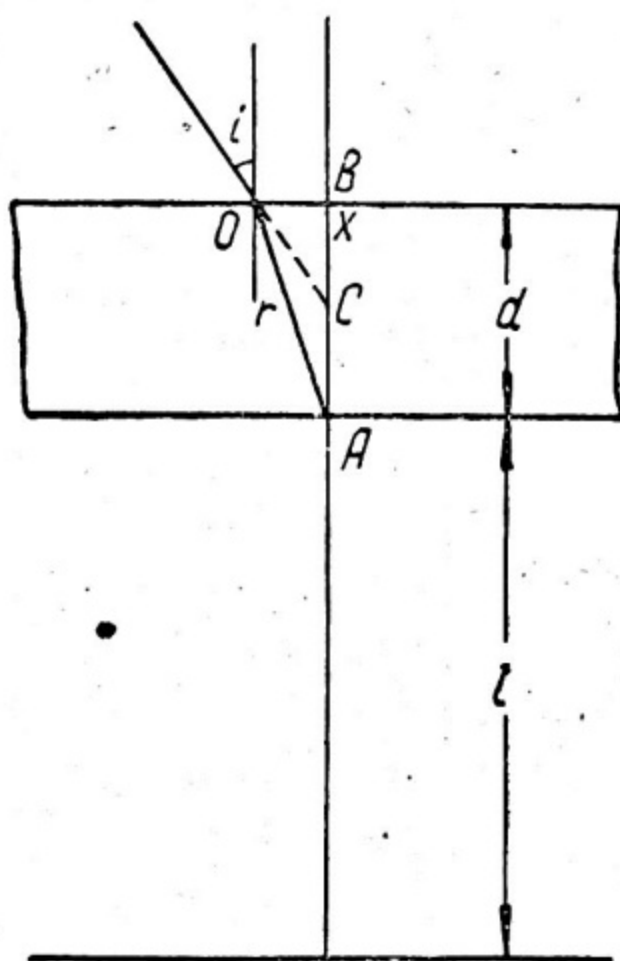


Рис. 29.

Тогда имеем

$$x = d \frac{\operatorname{tg} r}{\operatorname{tg} i} = d \frac{\sin r}{\sin i} = d \frac{1}{n} = \frac{d}{n}.$$

Предмет же расположен на расстоянии l от пластинки, и, следовательно, изображение предмета от ближайшей к наблюдателю грани будет на расстоянии

$$S = l + x = l + \frac{d}{n}; \quad S = 18 \text{ см}$$

(так как луч, проходящий через параллельную пластинку, остается параллельным самому себе).

Задача № 54

Обозначим $f = OF$ — фокусное расстояние вогнутого зеркала (рис. 30)

$$OF = \frac{OC}{2} = \frac{R}{2};$$

$f_1 = OF_1$ — фокусное расстояние вогнутого зеркала с водой; $\angle \alpha$ — угол падения луча из воды в воздух; $\angle \beta$ — угол преломления луча в воздухе: $\angle \alpha = \angle F$; $\angle \beta = \angle F_1$; $DE = EF \operatorname{tg} \alpha = EF_1 \operatorname{tg} \beta$.

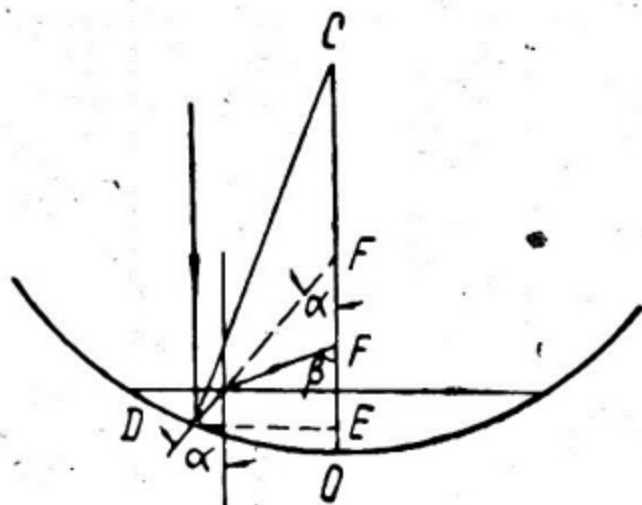


Рис. 30.

Размером OE по сравнению с OF и OF_1 можно пренебречь, так как слой налитой воды по условию задачи тонкий, следовательно,

$$EF \approx OF; \quad EF_1 \approx OF_1.$$

Отсюда

$$\frac{OF}{OF_1} = \frac{f}{f_1} = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha} \approx \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = n.$$

При малых углах $\operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha$ и $\operatorname{tg} \beta \approx \sin \beta$. Находим фокусное расстояние

$$f_1 = \frac{f}{n} = \frac{R}{2n}; \quad f_1 = 6 \text{ см.}$$

Задача № 55

Из подобных треугольников (рис. 31) AOB и $A'OB'$ имеем

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{a_1}{a_2} = 3; \quad a_1 = 3a_2,$$

где $a_1 = OB$ — расстояние от зеркала до предмета;

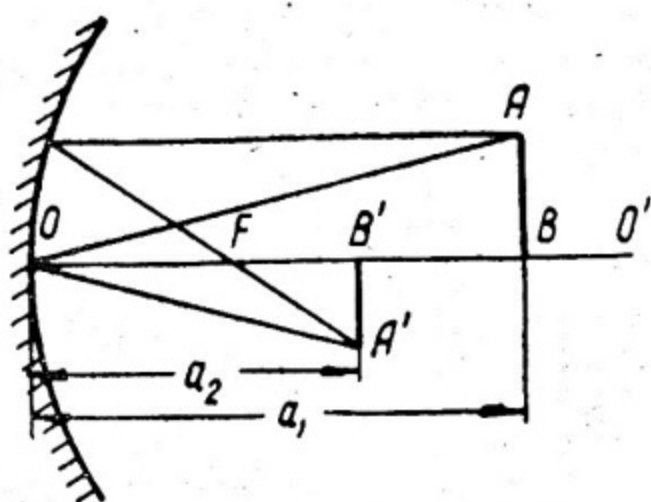


Рис. 31.

$a_2 = OB'$ — расстояние от зеркала до изображения;
 $f = OF$ — фокусное расстояние зеркала.

Пользуясь формулой для вогнутого зеркала

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2},$$

получим, что

$$f = \frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2}.$$

Но $a_1 = 3a_2$, следовательно,

$$f = \frac{a_1}{4}; \quad a_1 = 4f. \quad (1)$$

Передвинув предмет на расстояние $l = 15$ см, как указано в условии задачи, получим (аналогично предыдущему рассуждению)

$$\frac{a_1 - l}{a_2} = 1,5; \quad f = \frac{a_1 - l}{2,5}. \quad (2)$$

Для нахождения фокусного расстояния решаем совместно уравнения (1) и (2):

$$f = \frac{l}{1,5}; \quad f = 10 \text{ см.}$$

Задача № 56

Из рис. 32 и условия следует, что

$$BB' = a_1 - a_2 = 4 \text{ см,} \quad (1)$$

где a_1 — расстояние от предмета до линзы; a_2 — расстояние от изображения до линзы.

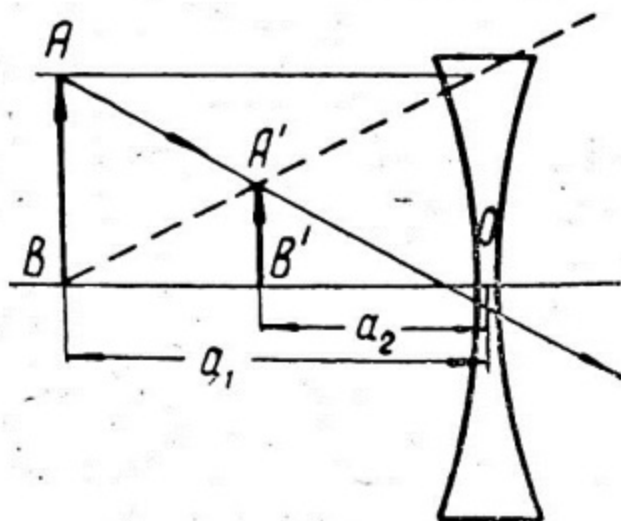


Рис. 32.

Используем формулу линзы (так как линза рассеивающая, то фокусное расстояние имеет отрицательное значение)

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_2}. \quad (2)$$

Из подобных треугольников AOB и $A'OB'$ находим, что

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{a_1}{a_2}.$$

Так как $AB = 10 \text{ см}$, $A'B' = 5 \text{ см}$, получаем

$$a_1 = 2a_2.$$

Используя уравнение (1), имеем

$$a_1 = 8 \text{ см; } a_2 = 4 \text{ см.}$$

Определяем фокусное расстояние, подставляя значения a_1 и a_2 в уравнение (2),

$$f = 8 \text{ см.}$$

Задача № 57

Построение изображения видно из рис. 33. Изображение S_1 , даваемое первой линзой, является как бы мнимым источником для второй линзы.

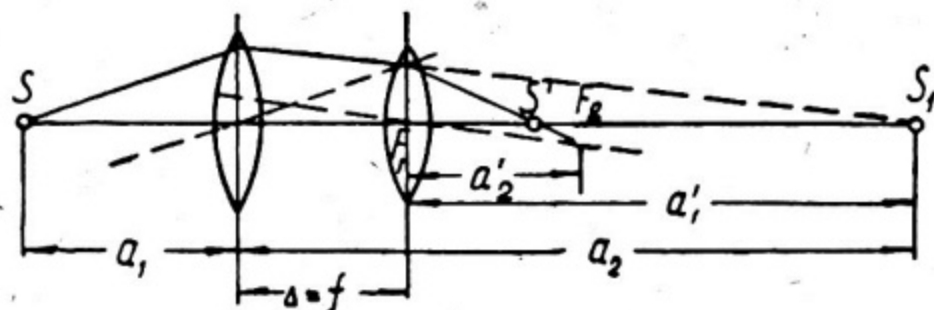


Рис. 33.

Находим по формуле линзы положение этого изображения

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{f},$$

$$a_2 = \frac{a_1 f}{a_1 - f}, \quad a_2 = 12 \text{ см.}$$

Расстояние a_1' от мнимого источника до второй линзы равно:

$$a_1' = \Delta - a_2 = f - a_2, \\ a_1' = -9 \text{ см.}$$

И снова по формуле линзы определяем

$$a_2' = \frac{a_1' f}{a_1' - f} \quad a_2' = 2,25 \text{ см.}$$

Задача № 58

Расстояние наилучшего зрения у такого близорукого глаза равно 16 см. Для нормального глаза соответствующее расстояние составляет 25 см.

Чтобы восполнить недостаток близорукого глаза, человек носит очки такой оптической силы, чтобы лучи, падающие от точек, удаленных на 25 см, фокусировались бы оптической системой очки—глаз на сетчатке, т. е. в том же месте, где фокусируются лучи, падающие от точек предмета, удаленного в данном случае на 16 см и рассматриваемого невооруженным глазом.

Напишем дважды формулу линзы

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F}; \quad (1)$$

$$\frac{1}{d_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{f} + \frac{1}{F_1}. \quad (2)$$

Формула (1) написана для невооруженного глаза, где $d_1 = 16$ см, а формула (2) — для вооруженного глаза, где $d_0 = 25$ см; $\frac{1}{F_1}$ — оптическая сила очков; f = глубина глаза, $\frac{1}{F}$ — оптическая сила глаза. При решении мы делаем упрощение, считая, что оптическая сила системы очки — глаз равна сумме оптической силы очков и глаз.

Вычитая из уравнения (2) уравнение (1) и измеряя d_0 и d_1 в метрах, найдем оптическую силу очков в диоптриях:

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d_0} - \frac{1}{d_1}; \quad \frac{1}{F_1} = -2,25 \text{ диоптрии.}$$

Задача № 59

Обычно зрительную трубу настраивают так, чтобы из нее выходили параллельные лучи. Это возможно в том случае, если второй фокус объектива совпадает с первым фокусом окуляра (рис. 34,а).

Если предмет находится не в бесконечности, а на расстоянии a от объектива, то окуляр нужно установить так, чтобы изображение, даваемое объективом также попало в первый фокус окуляра (рис. 34,б). При этом окуляр и объектив должны быть дополнительно раздвинуты на расстояние $x = F_1 F_2'$.

По формуле линзы

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b},$$

где $b = f + x$ — расстояние от объектива до изображения (f — фокусное расстояние объектива), находим

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f + x},$$

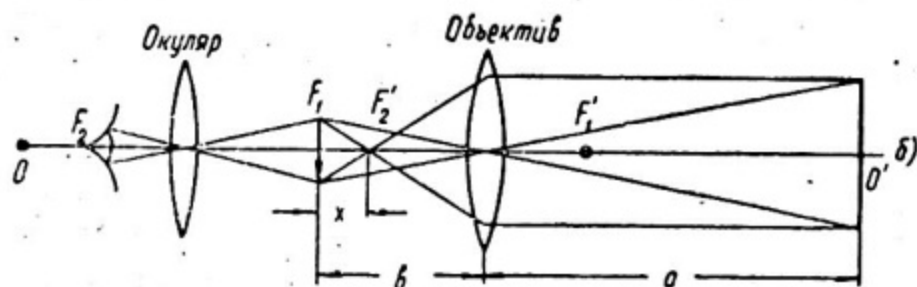
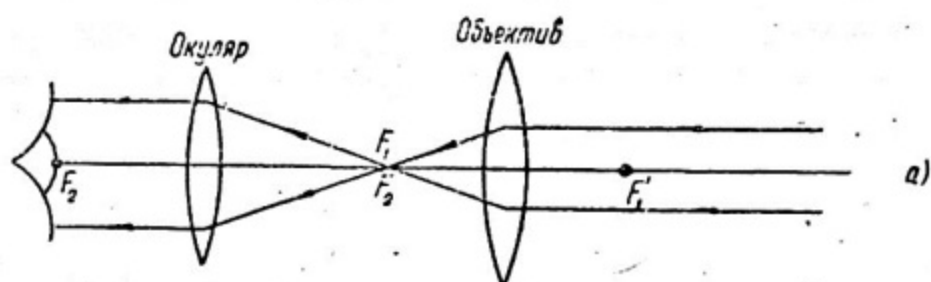


Рис. 34.

отсюда

$$x = \frac{f^2}{a - f}; \quad x \approx 0,36 \text{ см.}$$

Объектив и окуляр нужно раздвинуть на 3,6 мм.

Задача № 60

В этом случае изображение, даваемое объективом в его фокальной плоскости будет рассматриваться глазом с расстояния наилучшего зрения D (рис. 35).

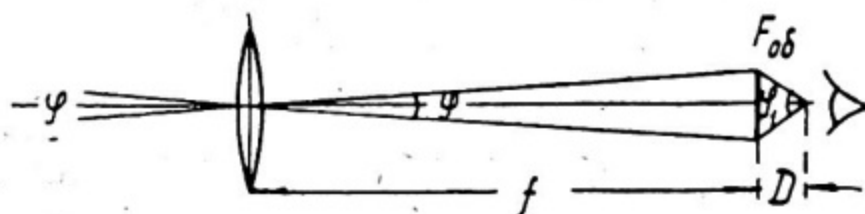


Рис. 35.

Как видно из рисунка, угол зрения ϕ_1 , под которым будет рассматриваться изображение больше, нежели угол ϕ , под которым виден объект.

Благодаря увеличению угла зрения изображение объекта на сетчатке возрастает по сравнению с величиной изображения при непосредственном рассматривании удаленного предмета. Увеличение N равно $N = \frac{\varphi_1}{\varphi}$.

При малых углах отношение углов может быть заменено отношением тангенсов их. Из чертежа видно, что

$$N = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{F_{\text{об}}}{D} \quad N = 12.$$

ЧАСТЬ II

I МЕХАНИКА

1. Кинематика

1. Моторная лодка идет по реке, от пункта A до пункта B 3 часа, а обратно 5 часов. Сколько времени понадобится лодке, чтобы проплыть от A до B при выключенном моторе?

2. 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?

3. Между двумя пунктами, расположенными на реке на расстоянии $l = 100$ км один от другого, курсирует катер. Катер проходит это расстояние по течению за время $t_1 = 4$ часам, а против течения за время $t_2 = 10$ часам. Определить скорость течения реки v_1 и скорость катера относительно воды v_2 .

4. Колонна войск во время похода движется со скоростью 5 км/час растянувшись по дороге на расстояние 400 м. Командир, находящийся в хвосте колонны, посылает велосипедиста с поручением главному отряду. Велосипедист отправляется и едет со скоростью 15 км/ч и на ходу выполнив поручение, сразу же возвращается обратно с той же скоростью. Через сколько времени после получения поручения он вернулся обратно?

5*. Рыбак едет на лодке вверх по реке; проезжая под мостом, он уронил в воду багор. Через полчаса он это обнаружил и, повернув назад догнал багор в 5 км ниже моста. Какова скорость течения реки, если рыбак, двигаясь вверх и вниз по реке, греб одинаково?

6. Вагон шириной $2,4$ м, движущийся со скоростью 15 м/сек, был пробит пулей, летевшей перпендикулярно к движению вагона. Смещение отверстий в стенках вагона относительно друг друга равно 6 см. Какова скорость движения пули?

7. На тележке, движущейся горизонтально с постоянной скоростью $v_1 = 25$ м/сек, установлена труба. Под каким углом α нужно наклонить трубу, чтобы капля дождя, падающая отвесно со скоростью $v_2 = 75$ м/сек упала на дно трубы, не задев ее стенок.

8. Ведро выставлено на дождь. Изменится ли скорость наполнения ведра водой, если подует ветер?

9. С какой скоростью и по какому курсу должен лететь самолет, чтобы за время $t = 2$ часам пролететь точно на Север путь $s = 300$ км, если во время полета дует северо-западный ветер под углом $\alpha = 30^\circ$ к меридиану со скоростью $v_1 = 27$ км/ч.

10*. По направляющим, образующим между собой прямой угол, движутся два ползуна A и B , соединенные стержнем длиной 100 см. Ползун A движется равномерно со скоростью 20 см/сек. Каков характер движения ползуна B (ускоренное, замедленное, равноускоренное, равнозамедленное, равномерное)? Найти величину скорости ползуна B в тот момент, когда ползун A окажется на расстоянии 60 см от точки O .

11. Танк движется со скоростью 72 км/ч. С какой скоростью движутся относительно Земли: а) верхняя часть гусеницы; б) нижняя часть гусеницы; в) точка гусеницы, которая в данный момент движется вертикально.

12. Расстояние между двумя станциями, равное 3 км, поезд метро проходит со средней скоростью 54 км/час. При этом на разгон он тратит 20 сек, затем идет равномерно и на замедление до полной остановки тратит 10 сек. Построить график скорости движения поезда и определить наибольшую скорость поезда.

13. Поезд первую половину пути шел со скоростью в $1,5$ раза большей, чем вторую половину пути. Средняя скорость поезда на всем пути $43,2$ км/ч. Каковы скорости поезда на первой и второй половинах пути?

14. От движущегося поезда отцеплен последний вагон. Поезд продолжает двигаться с той же скоростью. Как будут относиться пути, пройденные поездом и ваго-

пом до момента остановки вагона? Считать, что вагон двигался равнозамедленно. Решить также графически.

15. В момент, когда тронулся поезд, провожающий начал равномерно бежать по ходу поезда со скоростью $3,5 \text{ м/сек}$. Принимая движение поезда равномерно ускоренным, определить скорость поезда в тот момент, когда провожаемый на поезде догонит товарища.

16*. Вагоночка должна перевезти груз в кратчайший срок с одного места на другое, находящееся на расстоянии L . Она может разогнаться или замедлять свое движение только с одинаковым по величине и постоянным ускорением a , переходя затем или в равномерное движение или останавливаясь. Какой наибольшей скорости v должна достигать вагоночка, чтобы было выполнено указанное выше требование?

17. Реактивный самолет летит со скоростью $v_0 = 720 \text{ км/ч}$. С некоторого момента самолет движется с ускорением в течение $t = 10 \text{ сек}$ и в последнюю секунду проходит $s = 295 \text{ м}$. Определить ускорение a и конечную скорость v .

18. Тело, двигаясь с постоянным ускорением, проходит последовательно два одинаковых отрезка пути s по 10 м каждый. Найти ускорение тела a и скорость v_0 в начале первого отрезка, если первый отрезок пройден телом за время $t_1 = 1,06 \text{ сек}$, а второй за $t_2 = 2,2 \text{ сек}$.

19. Наблюдатель, стоявший в момент начала движения электропоезда у его переднего края, заметил, что первый вагон прошел мимо него за $\tau = 4 \text{ сек}$. Сколько времени будет двигаться мимо него n -й (7-й) вагон. Движение считать равномерно ускоренным.

20. Пуля, летящая со скоростью 400 м/сек , ударяет в земляной вал и проникает в него на глубину 36 см . Сколько времени двигалась она внутри вала? С каким ускорением? Какова была ее скорость на глубине 18 см ? На какой глубине скорость пули уменьшилась в 3 раза. Движение считать равномерно переменным.

21. По наклонной доске пустили катиться снизу вверх шарик. На расстоянии 30 см от начала пути шарик побывал дважды: через 1 сек и через 2 сек после начала движения. Определить начальную скорость и ускорение движения шарика, считая его постоянным.

22. Тело падает с высоты 100 м без начальной скорости. За какое время тело проходит первый метр, по-

следний метр своего пути? Какой путь проходит тело за первую, за последнюю секунду своего движения?

23. За какую секунду от начала движения путь, пройденный телом в равноускоренном движении, втрое больше пути, пройденного в предыдущую секунду, если движение происходит без начальной скорости.

24. Определить время действия фотографического затвора, если при фотографировании шарика, падавшего вдоль вертикальной сантиметровой шкалы, без начальной скорости, на негативе была получена полоска, простирающаяся от n_1 до n_2 деления шкалы.

25. Тело свободно падает с высоты h . В тот же момент другое тело брошено с высоты H ($H > h$) вертикально вниз. Оба тела упали на землю одновременно. Определить начальную скорость v_0 второго тела. Проверить правильность решения на численном примере: $h = 10$ м, $H = 20$ м.

26. Свободно падающее тело прошло последние 30 м за время 0,5 сек. Найти высоту падения.

27. Свободно падающее тело за последнюю секунду своего падения прошло $\frac{1}{3}$ своего пути. Найти время падения и высоту с которой упало тело.

28. С какой начальной скоростью v_0 надо бросить вниз мяч с высоты h , чтобы он подпрыгнул на высоту $2h$? Трением и другими потерями механической энергии пренебречь.

29. С каким промежутком времени оторвались от водосточной трубы две капли, если спустя две секунды после начала падения второй капли расстояние между каплями было равно 25 м.

30. Тело бросают вертикально вверх. Наблюдатель помещается в точке B на высоте h над начальным пунктом A и замечает промежуток времени t_0 между двумя моментами, когда тело достигнет B , поднимаясь и опускаясь. Найти начальную скорость и время всего движения.

31. Из точек A и B , расположенных по вертикали (точка A выше) на расстоянии 100 м друг от друга, бросают одновременно два тела с одинаковой скоростью 10 м/сек; из A — вертикально вниз, из B — вертикально вверх. Через сколько времени и в каком месте они встретятся?

32. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью v_0 . Когда оно достигло высшей точки пути, из того же начального пункта с той же начальной скоростью v_0 брошено второе тело. На каком расстоянии от начального пункта они встретятся?

33. Два тела брошены вертикально вверх из одной и той же точки с одной и той же начальной скоростью $v_0 = 19,6$ м/сек с промежутком времени $\tau = 0,5$ сек. Через сколько времени от момента бросания второго тела и на какой высоте они встретятся?

34. Аэростат поднимается вертикально вверх с ускорением 2 м/сек². Через 5 сек от начала его движения из него выпал предмет. Через сколько времени этот предмет упадет на Землю?

35. Камень бросают горизонтально с вершины горы, имеющей уклон α . С какой скоростью должен быть брошен камень, чтобы он упал на гору на расстоянии L от вершины?

36. Двое играют в мяч, бросая его друг другу. Какой наибольшей высоты достигает мяч во время игры, если он от одного игрока к другому летит 2 сек?

37. Самолет летит на высоте h горизонтально по прямой со скоростью v . Летчик должен сбросить бомбу в цель, лежащую впереди самолета. Под каким углом к вертикали он должен видеть цель в момент выпуска бомбы? Каково в этот момент расстояние от цели до точки, над которой находится самолет? (Сопротивление воздуха движению бомбы не учитывать).

38. На некоторой высоте из одной точки одновременно брошены два тела, одно вниз, другое вверх, оба со скоростью 20 м/сек под углом 45° к вертикальному направлению. Определить разность уровней, на которых будут тела через 2 сек.

39. Какой начальной скоростью должны обладать сигнальная ракета, выпущенная из ракетницы под углом 45° к горизонту, чтобы она вспыхнула в наивысшей точке своей траектории, если время горения запала ракеты 6 сек? (Сопротивление воздуха движению ракеты не учитывать).

* 40*. Начальная скорость брошенного камня равна $v_0 = 10$ м/сек, а спустя $t = 0,5$ сек скорость камня равна $v = 7$ м/сек. На какую высоту над начальным уровнем поднимется камень?

41. На какое расстояние l выбрасывается струя воды из брандспойта, установленного под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, если начальная скорость струи воды $v_0 = 12$ м/сек? Сопротивление воздуха уменьшает дальность струи по сравнению с расчетной на 20%. На какое расстояние выбрасывается струя воды при $\alpha = 45^\circ$?

42*. Из трех труб, расположенных на земле, с одинаковой скоростью бьют струи воды: под углом в 60° , 45° и 30° к горизонту. Найти отношение наибольших высот h подъема струй воды, вытекающих из каждой трубы, и отношение дальностей падения l воды на землю. (Сопротивление воздуха движению водяных струй не учитывать).

43. Из точки, лежащей на верхнем конце вертикального диаметра d некоторой окружности, по желобам, установленным вдоль различных хорд этой окружности, одновременно начинают скользить без трения грузы. Определить через какой промежуток времени грузы достигнут окружности. Как это время зависит от угла наклона хорды к вертикали.

44*. На некоторой высоте из одной точки одновременно с одинаковыми скоростями выбрасываются по всевозможным направлениям шарики. Что будет представлять собой геометрическое место точек нахождения шариков в любой момент времени. Доказать. Сопротивлением воздуха пренебречь.

45*. Цель, находящаяся на холме, видна с места расположения орудия под углом α над горизонтом. Дистанция (расстояние по горизонтали от орудия до цели) равна L . Стрельба по цели производится при угле возвышения. Определить начальную скорость снаряда, попадающего в цель. (Сопротивление воздуха не учитывать).

46*. Упругое тело падает с высоты h на наклонную плоскость. Определить через сколько времени после отражения тело упадет на наклонную плоскость. Как время зависит от угла?

47*. С высоты H на наклонную плоскость, образующую с горизонтом $\alpha = 45^\circ$, свободно падает мяч и упруго отражается с той же скоростью. Найти расстояние от места первого удара до второго. Затем от второго до третьего и т. д. Решить задачу в общем виде (для любого угла α).

48*. С вершины башни брошены два тела с одной и той же начальной скоростью v_0 под углом α_1 и α_2 к горизонту. Оба тела падают на Землю в одном и том же месте. Определить высоту башни.

2. Законы Ньютона

49. Чтобы сдвинуть с места тяжелый железнодорожный состав, машинист дает сначала задний ход, подавая состав немного назад, а потом уже дает передний ход. Почему таким способом легче сдвинуть состав с места?

50. Какую массу балласта надо сбросить с равномерно опускающегося аэростата, чтобы он начал равномерно подниматься с той же скоростью? Вес аэростата с балластом $P = 1200$ кг, подъемная сила аэростата постоянна и равна $Q = 800$ кг. Силу сопротивления воздуха считать одинаковой при подъеме и при спуске.

51. С сортировочной горки скатываются два вагона — один груженный, другой порожний. Какой из вагонов откатится дальше по прямолинейному участку пути после скатывания с горки? Сопротивлением воздуха при движении пренебречь.

52. Клеть весом $P = 3000$ кг поднимается с ускорением $a = 0,49$ м/сек². Определить натяжение каната, при помощи которого поднимается клеть.

53. На канате вертикально спускается груз $P = 200$ кг с ускорением 2 м/сек². Определить натяжение каната. Каково будет натяжение каната при опускании груза с постоянной скоростью?

54. Груз, масса которого равна 1 кг, подвешенный на динамометре, поднимается сначала ускоренно, затем равномерно и, наконец, замедленно, после чего он таким же образом опускается. Абсолютная величина ускорения во всех случаях постоянна и равна $0,5$ м/сек². Что показывает динамометр в различные моменты движения?

55. К концам шнура, перекинутого через блок подвешены грузы $P = 5$ кг и $Q = 6,5$ кг. Пренебрегая трением и считая шнур и блок невесомыми, а шнур нерастяжимым, определить ускорения, с какими будут двигаться грузы, напряжение шнура и показание динамометра, на котором висит блок.

56. Две гири весом $P_1 = 7$ кг и $P_2 = 11$ кг висят на концах нити, которая перекинута через блок. Гири вна-

чале находятся на одной высоте. Через сколько времени t после начала движения более легкая гиря окажется на 10 см выше тяжелой? Массой блока, весом гири и сопротивлением воздуха пренебречь.

57*. Через середину стержня длиной $2l = 2$ м проходит горизонтальная ось O , вокруг которой он может вращаться. На концах стержня укреплены грузы $M_1 = 1$ кг и $M_2 = 7$ кг. Стержень приведен в горизонтальное положение и освобожден без толчка. Какое давление будет он оказывать на ось в начальный момент после освобождения? Массой стержня и трением в оси пренебречь.

58. На доске стоит человек. Внезапно он приседает. Что произойдет в первый момент: увеличится или уменьшится прогиб доски? Что произойдет, если человек сидел на корточках и внезапно выпрямился?

59. Тяжелое тело подвешено на пружине к потолку кабины лифта. Каково будет движение тяжелого тела относительно кабины, если внезапно кабина начинает свободно падать под действием силы тяжести?

60*. Две пластинки с массами m_1 и m_2 соединены пружиной. С какой силой нужно надавить на верхнюю пластинку, чтобы после прекращения действия этой силы верхняя пластинка, подпрыгнув, приподняла и нижнюю? Массой пружинки пренебречь.

61. а) На тележке стоит сосуд с жидкостью; тележка движется ускоренно в горизонтальном направлении. Определить форму поверхности жидкости.

б) Определить форму поверхности жидкости в сосуде, скользящем без трения по наклонной плоскости.

62. Доска массы M может двигаться без трения по наклонной плоскости с углом α к горизонту. В каком направлении и с каким ускорением должен бежать по доске человек массы M_1 , чтобы доска не соскальзывала с наклонной плоскости?

63*. Через блок перекинута веревка длины l . За концы веревки ухватились две обезьяны. В начальный момент они находятся на одинаковых расстояниях $\frac{l}{2}$ от блока.

1) Одна обезьяна остается неподвижной относительно веревки, а другая, обладающая вдвое большей массой, начинает выбирать веревку и при этом остается на

том же уровне по отношению к блоку. Через сколько времени первая обезьяна достигнет блока?

2) Обезьяны начинают одновременно подниматься вверх, причем одна из них со скоростью v , а другая со скоростью $2v$. Через сколько времени каждая из обезьян достигнет блока, если массы обезьян одинаковы? Массами блока и веревки пренебречь.

64*. Через легкий вращающийся без трения блок перекинут шнурок. На одном конце шнурка привязан груз с массой m_1 . По другому концу шнурка с постоянным относительно шнурка ускорением a_2 скользит кольцо с массой m_2 . Найти ускорение a_1 массы m_1 и силу трения $F_{\text{тр}}$ кольца о шнурок. Массой шнурка можно пренебречь.

65. Два груза весом $P_1 = 200 \text{ Г}$ и $P_2 = 290 \text{ Г}$ связаны нитью и лежат на гладком столе (трением пренебрегаем). К первому грузу приложена сила $F_1 = 20 \text{ Г}$, ко второму в противоположном направлении — сила $F_2 = 50 \text{ Г}$. С каким ускорением будут двигаться грузы и какова сила натяжения соединяющей их нити?

66. Два груза весом $P_1 = 3 \text{ кг}$ и $P_2 = 5 \text{ кг}$, лежат на гладком горизонтальном столе, связанные шнуром, который разрывается при натяжении $T = 2,4 \text{ кг}$. С какой наименьшей силой F , приложенной к грузу P_1 , необходимо тянуть, чтобы разорвался шнур между грузами? То же к грузу P_2 . Как изменится ответ, если учесть трение. Коэффициенты трения грузов о стол одинаковы.

67. Два шара одинакового радиуса, но разной массы падают одновременно с высоты H . Сила сопротивления воздуха пропорциональна поперечному сечению шара. Какой из шаров раньше упадет на землю и почему?

68*. Два шарика падают в воздухе. Шарик (сплошные) сделаны из одного материала, но диаметр одного из шариков вдвое больше, чем у другого. В каком соотношении будут находиться скорости шариков при установившемся (равномерном) движении? Считать, что сила сопротивления воздуха пропорциональна площади поперечного сечения движущегося тела и квадратично зависит от скорости движения тела.

69. На листе бумаги стоит прямой цилиндр, высота которого 20 см и диаметр основания 2 см . С каким ускорением a нужно потянуть лист, чтобы цилиндр упал?

Предполагается, что цилиндр не скользит по поверхности листа.

70. Тело весом P движется прямолинейно с данным ускорением a по горизонтальной плоскости под действием некоторой силы F , образующей с горизонтом угол α . Определить величину этой силы, если коэффициент трения между передвигаемым телом и плоскостью равен k .

71. Доска A движется по горизонтальному столу под действием силы натяжения привязанной к ней нити. Нить перекинута через прикрепленный к столу блок и прикреплена к другой доске B , падающей вниз.

а) Определить натяжение нити T , если масса доски A $m_1 = 200$ г, масса доски B $m_2 = 300$ г, коэффициент трения $k = 0,25$. Масса блока ничтожно мала.

б) Как изменится ответ, если доски поменять местами?

в) Определить силу, действующую на ось блока в случаях а) и б).

72. На горизонтальной доске лежит груз. Коэффициент трения между доской и грузом $K = 0,1$. Какое ускорение в горизонтальном направлении следует сообщить доске, чтобы груз мог с нее соскользнуть?

73. Тело, вес которого P , соскальзывает с наклонной плоскости с трением. Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$, длина наклонной плоскости $l = 167$ см. Коэффициент трения $k = 0,2$. Начальная скорость тела равна нулю. Сколько времени затратит тело на спуск с наклонной плоскости?

74. Тело лежит на наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол 4° . 1) При каком предельном значении коэффициента трения тело начнет скользить по наклонной плоскости? 2) С каким ускорением будет скользить тело по плоскости, если коэффициент трения равен $0,03$? 3) Сколько времени потребуется для прохождения при этих условиях 100 м пути? 4) Какую скорость тело будет иметь в конце этих 100 м?

75. На верхнем крае наклонной плоскости укреплен блок, через который перекинута нить. К одному концу нити привязан груз массой $m_1 = 2$ кг, лежащий на наклонной плоскости. На другом конце нити висит груз массой $m_2 = 1$ кг. Наклонная плоскость образует с горизонтом угол $\alpha = 20^\circ$; коэффициент трения между грузом m_1 и наклонной плоскостью $k = 0,1$.

Считая нить и блок невесомыми, найти ускорение с которым движутся грузы, и натяжение нити.

76*. Невесомый блок укреплен на вершине двух наклонных плоскостей, составляющих с горизонтом углы $\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 45^\circ$. Гири равного веса $P_1 = P_2 = 1 \text{ кг}$ соединены нитью и перекинуты через блок. Найти: 1) ускорение, с которым движутся гири, 2) натяжение нити. Коэффициенты трения гирь о наклонные плоскости равны $k_1 = k_2 = 0,1$. Трением в блоке пренебречь.

3. Количество движения. Закон сохранения количества движения

77. Стальной шарик падает на горизонтальную поверхность стола с высоты 25,6 см и, отскочив, поднимается на высоту 19,6 см. Масса шарика 10 г. Какова средняя сила, с которой шарик действовал на стол при ударе, если соприкосновение шарика со столом длилось 0,1 сек?

78*. Струя воды сечением $s = 6 \text{ см}^2$ ударяет о стенку под углом $\alpha = 60^\circ$ к нормали и упруго отскакивает от стенки без потери скорости. Найти силу, действующую на стенку, если известно, что скорость течения воды в струе $v = 12 \text{ м/сек}$.

Указание. Учесть, что за время t о стенку ударяется масса воды, находящейся в цилиндре длиной $l = v \cdot t$ и поперечным сечением s , т. е. $m = \rho \cdot s \cdot v \cdot t$, ρ плотность воды.

79. Железнодорожная платформа весом $P_1 = 20 \text{ Т}$ движется со скоростью $v_1 = 9 \text{ км/час}$.

Из орудия, установленного на платформе, выпущен снаряд весом $P_2 = 25 \text{ кг}$ со скоростью $v_2 = 700 \text{ м/сек}$. Определить скорость платформы после выстрела:

а) когда выстрел произведен в направлении движения платформы;

в) когда выстрел произведен в противоположном направлении.

80. Граната летящая со скоростью 10 м/сек, разорвалась на два осколка. Большой осколок, вес которого составлял 60% веса всей гранаты, продолжал двигаться в прежнем направлении, но с увеличенной скоростью, равной 25 м/сек. Найти скорость меньшего осколка.

81. Снаряд, вылетевший из орудия под некоторым углом к горизонту, в верхней точке своей параболической траектории разбивается на два осколка равной массы. Один осколок под влиянием взрыва возвращается к исходной точке по прежней траектории. Где упадет второй осколок? Упадут ли оба осколка на землю одновременно? Сопротивление воздуха не учитывать.

82*. Снаряд разбивается в верхней точке траектории на высоте $h = 19,6$ м на две одинаковые части. Через секунду после взрыва одна часть падает на Землю под тем местом, где произошел взрыв. На каком расстоянии s_2 от места выстрела упадет вторая часть снаряда, если первая упала на расстоянии $s_1 = 1000$ м от места выстрела? Силу сопротивления воздуха при решении задачи не учитывать.

83. От двухступенчатой ракеты общей массой $M = 1000$ кг в момент достижения скорости 171 м/сек отделилась ее вторая ступень массой $m = 400$ кг, скорость которой при этом увеличилась до 185 м/сек. Найти, с какой скоростью стала двигаться первая ступень ракеты. Скорости указаны относительно наблюдателя, находящегося на Земле.

84. Человек массой $m_1 = 70$ кг находится на корме лодки, длина которой $l = 5$ м и масса $m_2 = 280$ кг. Человек переходит на нос лодки. На какое расстояние человек передвинется по воде относительно дна? Сопротивлением воды пренебречь.

85. Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению движения лодки. Какую скорость имела лодка, если она остановилась после трех быстро следующих друг за другом выстрелов охотника? Масса охотника с лодкой 100 кг, масса заряда 20 г, средняя скорость вылета дроби и пороховых газов 500 м/сек.

86. Три лодки одинакового веса P идут в кильватер (друг за другом) с одинаковой скоростью v . Из средней лодки одновременно в переднюю и заднюю лодки бросают со скоростью u относительно лодки грузы весом P_1 . Каковы будут скорости лодок после переброски грузов?

87*. С гладкой наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтом, соскальзывает с высоты h небольшое тело. Как будет двигаться тело, если оно в конце наклонной плоскости встречает 1) вполне упругую гори-

горизонтальную плоскость, 2) горизонтальную плоскость неупругую, но гладкую?

88*. В неподвижный шар ударяет боком (не по линии центров) другой шар такой же массы. Под каким углом разлетятся шары, если они абсолютно упругие и абсолютно гладкие?

89*. В тонкостенный цилиндр радиуса R и массы M , который может свободно вращаться вокруг неподвижной вертикальной оси, попадает горизонтально летящий восковой шарик и прилипает к стенке цилиндра. Масса шарика m , скорость v , а ее траектория проходит на расстоянии $R/2$ от оси цилиндра. Какую скорость в результате этого приобретает цилиндр?

4. Работа, мощность, энергия

90. Оконная штора весом $P = 1 \text{ кг}$ и длиной $l = 2 \text{ м}$ свертывается на тонкий валик наверху окна. Какая при этом совершается работа? Трением пренебречь.

91. Автомобиль весом в 1 Т движется под гору при выключенном моторе с постоянной скоростью 54 км/ч . Уклон горы равен 4 м на каждые 100 м пути. Какую мощность должен развивать двигатель этого автомобиля, чтобы автомобиль двигался с той же скоростью в гору с тем же уклоном?

92. Моторный вагон веса P проходит по дороге, наклоненной к горизонту под углом α , с определенной скоростью. На совершенно горизонтальной дороге он может с той же скоростью идти с прицепным вагоном веса P_1 . Как велик вес P_1 , если коэффициент трения k . Мощность постоянна.

93. Локомотив, работая с постоянной мощностью, может вести поезд весом в 200 т вверх по уклону в $1/200$ со скоростью 30 км/ч или по уклону в $1/400$ со скоростью 40 км/ч . Определить величину силы трения.

94. Тело брошено вертикально вверх со скоростью $v_0 = 16 \text{ м/сек}$. На какой высоте h кинетическая энергия тела равна его потенциальной энергии?

95. С башни высотой $H = 25 \text{ м}$ горизонтально брошен камень со скоростью $v_0 = 15 \text{ м/сек}$. Найти кинетическую и потенциальную энергию камня спустя одну секунду после начала движения. Масса камня $m = 0,2 \text{ кг}$. Сопротивлением воздуха пренебречь.

96. Пуля, летящая с определенной скоростью, углубляется в дощатый барьер на $l_1 = 10$ см. На сколько l_2 углубляется в тот же барьер, пуля, которая будет иметь скорость вдвое большую?

97. Действуя постоянной силой в $F = 20$ кГ, поднимают груз весом $P = 10$ кГ на высоту $h = 10$ м. Какая при этом совершается работа? Какой потенциальной энергией будет обладать поднятый груз?

98. В каком случае двигатель автомобиля должен совершить большую работу: для разгона с места до скорости 27 км/ч или на увеличение скорости от 27 км/ч до 54 км/ч? Работу по преодолению сил сопротивления движению в обоих случаях считать одинаковой.

99. Найти мощность N воздушного потока, имеющего поперечное сечение в виде круга диаметром $d = 18$ м и текущего со скоростью $v = 12$ м/сек (при нормальных условиях). Плотность воздуха $\rho = 1,3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

100. Горный ручей с сечением потока s м² образует водопад высотой в h м. Скорость течения воды в ручье v м/сек. Найти мощность ручья.

101. Камень с массой $m = 200$ г брошен с горизонтальной поверхности под углом к горизонту и упал на нее обратно на расстоянии $s = 5$ м через $t = 1,2$ сек. Найти работу бросания. Сопротивлением воздуха пренебречь.

102. Какую работу надо произвести, чтобы заставить поезд с массой 800 т:

а) увеличить свою скорость от 36 до 54 км/ч;

б) остановиться при начальной скорости 72 км/ч?

103. Вагон весом 20 Т, двигаясь со скоростью 0,5 м/сек ударяется в два неподвижные пружинные буфера. Найти наибольшее сжатие буферов, если они сжимаются на 1 см при давлении силы в 5 Т на каждый. Найти продолжительность удара.

104. Конькобежец движется по горизонтальному пути равномерно, а затем с разгона проезжает до остановки путь $s = 60$ м в течение $t = 25$ сек. Масса конькобежца $m = 50$ кг. Определить, считая движение с разгона равнозамедленным: а) коэффициент трения; б) мощность, затрачиваемую конькобежцем при равномерном движении.

105. Поезд весом в 500 Т поднимается со скоростью 30 км/ч по уклону в 10 м на километр. Коэффициент тре-

ния $k = 0,002$. Определить мощность, развиваемую тепловозом.

106. Паровоз тянет поезд, общая масса которого равна 2000 т. Принимая, что мощность паровоза постоянна и равна 1800 квт и что коэффициент силы тяги равен 0,005, определить: а) ускорения поезда в те моменты, когда скорость поезда равна 4 м/сек и когда скорость поезда равна 12 м/сек; б) максимальную скорость поезда.

107. Маховик радиуса R делает n оборотов в минуту, передавая ремнем приводу мощность N лошадиных сил. Найти натяжение T ремня, идущего без скольжения.

108. Самолет для взлета должен иметь скорость 25 м/сек. Длина пробега перед взлетом 100 м. Какова мощность моторов при взлете, если вес самолета 1000 кг и коэффициент трения колес шасси о землю 0,02?

109. Уклон участка шоссе равен 0,05. Спускаясь под уклон при выключенном двигателе, автомобиль движется равномерно со скоростью 60 км/ч. Какова должна быть мощность двигателя автомобиля, чтобы он мог подниматься на такой же подъем с той же скоростью? Масса автомобиля 1,5 т.

110. Конькобежец весом 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень весом в 3 кг со скоростью 8 м/сек. Найти, на какое расстояние откатится при этом конькобежец, если известно, что коэффициент трения коньков о лед равен 0,02.

111. Два автомобиля одновременно трогаются с места и движутся равноускоренно. Массы автомобилей одинаковы. Во сколько раз средняя мощность 1-го автомобиля больше средней мощности 2-го, если за одно и то же время 1-й автомобиль развивает скорость, вдвое большую, чем 2-й? Трением о дорогу пренебречь.

112. Грузовой автомобиль весом 6 т въезжает на паром, привязанный к берегу двумя канатами, со скоростью 18 км/час. Заторможенный с момента вступления на паром автомобиль остановился, пройдя 10 м. Определить натяжения канатов. Решить двумя способами.

113*. Автомобиль движется вверх по слабому подъему с установившейся скоростью 3 м/сек; если он движется в обратном направлении, т. е. под уклон, то при той же мощности двигателя устанавливается скорость 7 м/сек. Какая скорость v установится при той же мощности мотора во время движения по горизонтальному пути? (При

указанных скоростях можно принять, что сила тяги не зависит от скорости).

114*. От поезда, идущего с постоянной скоростью, отрывается последний вагон, который проходит путь s и останавливается. На каком расстоянии от вагона в момент его остановки будет находиться поезд, если тяга паровоза постоянна, а трение каждой части поезда не зависит от скорости и пропорционально ее весу?

5. Закон сохранения энергии и количества движения

115. При быстром торможении автомобиль, двигавшийся со скоростью 54 км/час стал двигаться «юзом» (заторможенные колеса не вращаются, скользят по дороге). Определить ускорение a и путь s , который пройдет автомобиль, в двух случаях: если коэффициент трения скольжения колес об асфальт в сырую погоду $k_1 = 0,5$, а в сухую погоду $k_2 = 1,0$.

116. Тормоза автомобиля могут удержать машину на склоне горы с уклоном $0,2$. На каком расстоянии остановится автомобиль при торможении на горизонтальной дороге при скорости движения 10 м/сек ? Коэффициент трения на горизонтальной дороге такой же, как и на склоне горы.

117. Сани с грузом весом $P = 120 \text{ кг}$ скатываются по уклону горы под углом к горизонту $\alpha = 14^\circ$. Длина спуска $s = 60 \text{ м}$. Коэффициент трения скольжения саней $k = 0,14$. Определить:

- а) ускорение a_1 саней при движении с горы;
- б) скорость v в конце спуска;
- в) время спуска t_1 ;
- г) запас кинетической энергии W в конце спуска;
- д) какое расстояние l прокатятся сани после спуска по горизонтали;
- е) сколько времени t_2 продолжается движение по горизонтали;
- ж) ускорение a_2 при движении по горизонтальному участку пути.

118. Тело скользит вниз по наклонной плоскости, угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 20^\circ$; длина плоскости $l = 4 \text{ м}$; коэффициент трения тела о плоскость $k = 0,2$. С какой скоростью будет двигаться тело в момент перехода с наклонной плоскости на горизонтальную поверхность?

119. Конькобежец, разогнавшись до скорости $v = 27$ км/час, хочет въехать на ледяную гору. На какую высоту от начального уровня въедет конькобежец с разгона, если подъем горы составляет $h = 0,5$ м на каждые $s = 10$ м по горизонтали и коэффициент трения коньков о лед $k = 0,02$.

120. Ледяная гора составляет с горизонтом угол $\alpha = 10^\circ$. По ней пускают снизу вверх камень, который, поднявшись на некоторую высоту, затем соскальзывает по тому же пути вниз. Каков коэффициент трения, если время спуска камня в $n = 2$ раза больше времени подъема.

121. Тело массой $m = 1,5$ кг, брошенное вертикально вверх на высоте $h = 4,9$ м со скоростью $v_0 = 6$ м/сек упало на землю со скоростью $v = 5$ м/сек. Определить работу сил сопротивления воздуха.

122. Камень с массой 50 г, брошенный под углом к горизонту с высоты 20 м над поверхностью Земли со скоростью 18 м/сек, упал на Землю со скоростью 24 м/сек. Найти работу преодоления сопротивления воздуха.

123. Самолет весом 1 Т летит горизонтально на высоте 1200 м со скоростью 50 м/сек. При выключенном моторе самолет делает планирующий полет и достигает земли со скоростью 25 м/сек. Определить среднюю силу сопротивления воздуха при спуске, принимая длину спуска равной 8 км.

124. Тело массой 1 кг движется по столу, имея в начальной точке скорость 2 м/сек. Достигнув края стола, высота которого 1 м, тело падает. Коэффициент трения тела о стол, равен 0,1. Определить количество тепла в калориях, выделившегося при ударе о землю. Путь пройденный телом по столу равен 2 м.

125. Стальной шарик массой $m = 20$ г, падая с высоты $h_1 = 1$ м на стальную плиту, отскакивает от нее на высоту $h_2 = 81$ см. Найти: 1) импульс силы, полученный плитой за время удара. 2) количество тепла, выделившегося при ударе.

126. Хоккейная шайба, имея начальную скорость $v_0 = 5$ м/сек, прошла до удара о борт площадки $s = 10$ м. Удар считать абсолютно упругим, коэффициент трения шайбы о лед $k = 0,1$, сопротивлением воздуха пренебречь. Определить, какой путь пройдет шайба после удара.

127. Пуля массой $m_1 = 10$ г, летевшая горизонтально со скоростью $v_1 = 600$ м/сек, ударила в свободно подвешенный деревянный брусок массой $m_2 = 5$ кг и застряла в нем, углубившись на $s = 10$ см. Найти силу сопротивления дерева движению пули.

128. Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на очень легком жестком стержне, и застревает в нем. Масса пули в 100 раз меньше массы шара. Расстояние от точки подвеса стержня до центра шара равно 1 м. Найти скорость пули, если известно, что стержень с шаром отклонился от удара пули на угол 10° .

129*. Маятник представляет собой прямой тонкий стержень длиной 1,5 м, на конце которого находится стальной шар массой 1 кг. В шар попадает летящий со скоростью 50 м/сек стальной шарик массы 20 г. Определить угол максимального отклонения маятника, считая удар упругим. Массой стержня пренебречь.

130*. На нити, перекинутой через блок подвешены две неравные массы. Найти ускорение центра тяжести этой системы. Решить задачу двумя способами применяя: 1) закон сохранения энергии и 2) закон движения центра масс.

131*. Молот массой 1,5 т ударяет по раскаленной болванке, лежащей на наковальне, и деформирует болванку. Масса наковальни вместе с болванкой равна 20 т. Определить коэффициент полезного действия при ударе молота, считая удар неупругим.

132. Грузом в 500 кг, падающим с высоты 1,2 м, забивают сваю, которая от удара уходит в землю на 2 см. Определить силу удара и его продолжительность. Весом сваи пренебречь.

133. С горы 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. Зависит ли l от угла наклона горы?

134. Тело массы m_1 ударяется неупруго о тело массы m_2 . Найти долю q потерянной при этом кинетической энергии, если тело m_2 было до удара в покое.

135. На тележку массы M , движущуюся со скоростью v опускают с небольшой высоты кирпич массы m . Какое количество тепла выделяется при этом?

136. Два груза с массами $m_1 = 10$ кг и $m_2 = 15$ кг подвешены на нитях длиной $l = 2$ м так, что грузы сопри-

касаются между собой. Меньший груз был отклонен на угол $\alpha = 60^\circ$ и выпущен. На какую высоту h поднимутся оба груза после удара? Удар грузов считать неупругим. Какое количество тепла при этом выделяется?

137*. Два шара подвешены на параллельных нитях одинаковой длины так, что они соприкасаются. Масса первого шара $0,2 \text{ кг}$, масса второго 100 г . Первый шар отклоняют так, что его центр тяжести поднимается на высоту $4,5 \text{ см}$, и отпускают. На какую высоту поднимутся шары после соударения, если: 1) удар упругий, 2) удар неупругий?

138. Во сколько раз уменьшится скорость атома гелия после прямого столкновения с атомом водорода, масса которого в 4 раза меньше атома гелия?

139*. Два идеально упругих шарика с массами m_1 и m_2 движутся вдоль одной и той же прямой со скоростями v_1 и v_2 . Во время столкновения шарики начинают деформироваться и часть кинетической энергии переходит в потенциальную энергию деформации. Затем деформация уменьшается, и запасенная потенциальная энергия вновь переходит в кинетическую. Найти значение максимальной потенциальной энергии деформации $W_{\text{пот}}$ в момент когда она максимальна.

140. Пуля ударяет со скоростью $v = 400 \text{ м/сек}$ в шар, подвешенный на нити длиной $l = 4 \text{ м}$, и застревает в нем. Определить угол α , на который отклонится шар, если вес пули $P_1 = 20 \text{ Г}$ и вес шара $P_2 = 5 \text{ кг}$.

141. Тело обтекаемой формы с удельным весом d_1 , падает в воздухе с высоты h на поверхность жидкости с удельным весом d_2 , причем $d_1 < d_2$. Определить глубину h_1 погружения тела в жидкость, время погружения и ускорение.

142. На нити длиной l подвешен груз массы m . Определить, на какую минимальную высоту надо поднять этот груз, чтобы он, падая, разорвал нить, если минимальный груз массы M , подвешенный на нити ирывающий ее, растягивает нить в момент разрыва на 1% от ее длины. Принять, что для нити справедлив закон Гука вплоть до ее разрыва.

143*. Определить максимальную дальность полета струи из спринцовки диаметром d , на поршень которой давит сила F .

Плотность жидкости ρ . Сопротивлением воздуха пренебречь.

144*. Для получения медленных нейтронов их пропускают сквозь вещества, содержащие водород (например, парафин). Найти, какую наибольшую часть своей кинетической энергии нейтрон с массой m_0 может передать: 1) протону (масса m_0) и 2) ядру атома свинца (масса $m = 207 m_0$). Наибольшая часть передаваемой энергии соответствует упругому центральному удару.

145*. Гибкий канат длиной L лежит на гладком горизонтальном столе. Один конец каната находится у края стола. В какой-то момент от небольшого толчка канат начал двигаться непрерывно скользя со стола. Будет ли движение равномерно-ускоренным? Какова будет скорость каната к моменту, когда он сползет со стола?

Рассмотреть аналогичную задачу для каната, который переброшен через блок и в начальный момент висел симметрично и покоился. Массой блока пренебречь.

6. Движение по окружности (кинематика, динамика)

146. Диск радиуса R катится без скольжения с постоянной скоростью v . Найти геометрическое место точек на диске, которые в данный момент имеют скорость v .

147. По горизонтальной плоскости катится без скольжения с постоянной скоростью v обруч радиуса R . Каковы скорости и ускорения различных точек обруча. Выразить скорость как функцию угла между вертикалью и прямой, проведенной между точкой прикосновения обруча с плоскостью и данной точкой.

148. Найти линейную скорость Земли, вызванную ее орбитальным движением. Средний радиус земной орбиты $R = 1,5 \cdot 10^8$ км.

149. Автомобиль движется со скоростью 60 км/час. Сколько оборотов в секунду делают его колеса, если они катятся по шоссе без скольжения, а внешний диаметр покрышек колес равен 60 см. Найти величину центростремительного ускорения внешнего слоя резины на покрышках его колес.

150*. Грузик, подвешенный на нити, отводят в сторону так, что нить принимает горизонтальное положение, и отпускают. При движении грузика вертикальная составляющая его скорости сперва возрастает, затем

убывает. Какой угол с вертикалью образует нить в тот момент, когда вертикальная составляющая скорости грузика наибольшая?

151. Камень весом $P = 0,5 \text{ кГ}$ привязанный к веревке длиной $l = 50 \text{ см}$, вращается в вертикальной плоскости. Натяжение веревки в нижней точке окружности равно $T = 44 \text{ н}$. На какую высоту поднимется камень, если веревка обрывается в тот момент, когда скорость направлена вертикально вверх?

152. Человек находится на краю круглой горизонтальной платформы радиусом в 4 м . Сколько оборотов в минуту должна делать платформа вокруг вертикальной оси, чтобы человек не мог удержаться на ней при коэффициенте трения $0,2$.

153. С какой наибольшей скоростью может двигаться автомобиль на повороте радиусом закругления $R = 150 \text{ м}$, чтобы его не «занесло», если коэффициент трения скольжения шин о дорогу $k = 0,42$?

154. Каков должен быть минимальный коэффициент трения скольжения k между шинами автомобиля и асфальтом, чтобы автомобиль мог пройти закругление с радиусом $R = 200 \text{ м}$ при скорости $v = 100 \text{ км/ч}$.

155. Мотоциклист едет по горизонтальной дороге со скоростью 72 км/ч , делая поворот радиусом кривизны в 100 м . На сколько при этом он должен наклониться, чтобы не упасть на повороте?

156а) С какой максимальной скоростью может ехать по горизонтальной плоскости мотоциклист, описывая дугу с радиусом $R = 90$, если коэффициент трения скольжения $k = 0,4$?

б) На какой угол α от вертикального направления он должен при этом отклониться?

157. Автомобиль, вес которого $P = 3 T$, движется с постоянной скоростью $v = 36 \text{ км/ч}$: а) по горизонтальному мосту; б) по выпуклому мосту; в) по вогнутому мосту. Радиус кривизны моста в последних двух случаях $R = 20 \text{ м}$. С какой силой давит автомобиль на мост в каждом из этих случаев, проезжая через середину?

158. Самолет движется по окружности с постоянной скоростью $v = 360 \text{ км/ч}$. Определить радиус R этой окружности, если корпус самолета повернут вокруг направления полета на угол $\alpha = 10^\circ$.

159. В вагоне поезда, идущего равномерно по криволинейному пути со скоростью 72 км/ч , производится взвешивание груза на пружинных весах; вес груза $P = 5 \text{ кг}$, а радиус закругления пути равен $R = 200 \text{ м}$. Определить показание пружинных весов (силу натяжения пружины).

160. Доска качелей с сидящими на ней людьми весит $P \text{ кг}$. Какое наибольшее натяжение T испытывают веревки, если отвести качели на $\alpha = 45^\circ$ от положения равновесия и предоставить им качаться.

161. Шарик массы m подвешен на нерастяжимой нити. На какой минимальный угол надо отклонить шарик, чтобы при дальнейшем движении нить оборвалась, если максимально возможное натяжение нити $1,5 \text{ мг}$.

162. Поезд движется по закруглению радиусом $R = 800 \text{ м}$ со скоростью $v = 72 \text{ км/ч}$. Определить на сколько внешний рельс должен быть выше внутреннего. Расстояние между рельсами принять равным $d = 1,5 \text{ м}$.

163. Найти разделяющую силу, возникающую между 1 см^3 молока (плотность $1,03 \text{ г/см}^3$) и 1 см^3 сливок (плотность $0,93 \text{ г/см}^3$), когда они разделяются.

а) в неподвижном сосуде.

б) в центробежном сепараторе, вращающемся со скоростью 6000 об/мин , если жидкости находятся на расстоянии 10 см от оси вращения.

164. На повороте дороги радиуса $R = 100 \text{ м}$ равномерно движется автомобиль. Центр тяжести автомобиля находится на высоте $h = 1,0 \text{ м}$, ширина следа автомобиля $d = 1,5 \text{ м}$. Определить скорость, при которой автомобиль может опрокинуться.

165. Ведерко с водой, привязанное к веревке длиной 60 см вращается в вертикальной плоскости. Найти 1) наименьшую скорость вращения ведерка, при которой в высшей точке вода из него не вытекает, 2) натяжение веревки при этой скорости в высшей и низшей точках окружности. Масса ведерка с водой 2 кг .

166. Самолет делает «мертвую петлю» с радиусом $R = 100 \text{ м}$ и движется по ней со скоростью $v = 280 \text{ км/ч}$. С какой силой тело летчика весом в 80 кг будет давить на сиденье самолета в верхней и нижней точках петли?

167. Каково натяжение каната гигантских шагов, если вес человека 70 кг и канат при вращении образует со

столбом угол в 45° ? С какой скоростью будут вращаться гигантские шаги, если длина подвеса 5 м?

168. Сосуд, имеющий форму расширяющегося усеченного конуса с диаметром дна $D = 20$ см и углом наклона стенок $\alpha = 60^\circ$, вращается вокруг вертикальной оси OO_1 . При какой угловой скорости вращения сосуда шарик, лежащий на его дне, будет выброшен из сосуда? Трение не учитывать.

169*. Лента ленточного конвейера наклонена к горизонту под углом α . Определить минимальную скорость ленты, при которой несомая лентой частица руды отделяется от поверхности ленты в месте набегания ленты на барабан, если радиус барабана равен R .

170. Небольшое тело соскальзывает вниз по наклонному скату, переходящему в мертвую петлю радиуса R . Трение ничтожно мало.

а) Какова должна быть высота ската, чтобы тело сделало полную петлю, не выпадая.

б) Какое давление при этом будет производить тело на помост в точке, радиус вектор которой составляет угол α с вертикалью.

171. Небольшое тело скользит с вершины сферы вниз. На какой высоте h от вершины тело оторвется от поверхности сферы? Трением пренебречь.

172*. Тонкий обруч без проскальзывания скатывается в яму, имеющую форму полусферы. На какой глубине давление обруча на стенку ямы станет равно его весу? Радиус ямы R , радиус обруча r .

173. Груз массой m , привязанный к нерастяжимой нити вращается в вертикальной плоскости. Найти максимальную разность натяжений нити.

174. Шарик весом P подвешен на нити. В натянутом состоянии нить расположили горизонтально и отпустили шарик. Вывести зависимость силы натяжения нити от угла α , который образует в данный момент нить с горизонтальным направлением.

Проверить выведенную формулу, решив задачу для случая прохождения шарика через положение равновесия, при $\alpha = 90^\circ$.

175. Математический маятник длиной l и весом P отвели на угол φ_0 от положения равновесия и сообщили ему начальную скорость v_0 , направленную перпендику-

лярно к нити ввѣрх. Найти натяжение нити маятника в зависимости от угла ϕ нити с вертикалью.

176*. Математическому маятнику с гибкой нерастяжимой нитью длины l сообщают из положения равновесия горизонтальную скорость v . Определить высоту максимальной его подъема h , как маятника, если $v_0^2 = 3gl$. По какой траектории будет двигаться шарик маятника после того, как он достиг максимальной высоты h на окружности? Определить максимальную высоту H , достигаемую при этом движении маятника? Какую наименьшую начальную скорость надо сообщить маятнику чтобы он начал вращаться в вертикальной плоскости?

177*. Маленький шарик подвешен в точке A на нити, длина которой l . В точке O на расстоянии $\frac{l}{2}$ ниже точки A в стену вбит гвоздь. Шарик отводят так, что нить занимает горизонтальное положение и отпускают. В какой точке траектории исчезнет натяжение нити? Как дальше будет двигаться шарик? До какой наивысшей точки поднимается шарик? В какой точке шарик пересечет вертикаль, проходящую через точку подвеса?

178. Полый полушар радиусом $R = 2$ м равномерно вращается вокруг оси симметрии, делая 30 об/мин. Внутри полушара находится шарик весом $P = 0,2$ кг. Найти высоту h , соответствующую положению равновесия шарика относительно полушара и реакцию полушара N в этом положении.

179. Вода течет по трубе, расположенной в горизонтальной плоскости и имеющей закругление радиуса $R = 2$ м. Найти боковое давление воды. Диаметр трубы $d = 20$ см. Через поперечное сечение трубы в течение одного часа протекает $M = 300$ т воды.

180*. Внутри конической поверхности движущейся вверх с ускорением a , по окружности радиуса R вращается шарик массы m . Определить период движения шарика по окружности. Угол при вершине конуса 2α .

181*. Шофер, едущий на автомобиле, внезапно заметил впереди недалеко от себя стену, перпендикулярную к направлению его движения. Что выгоднее сделать, чтобы предотвратить аварию: затормозить или повернуть в сторону?

182. Тело соскальзывает из точки A в точку B по двум искривленным наклонным поверхностям, проходя-

щим через точки A и B . Один раз по выпуклой дуге поверхности, второй раз по вогнутой дуге. Обе дуги имеют одинаковую кривизну и коэффициент трения в обоих случаях один и тот же. В каком случае скорость тела в точке B больше? Объяснить почему.

183*. Стержень ничтожной массы, длины l , с двумя маленькими шариками массами m_1 и m_2 ($m_1 > m_2$) на концах, может вращаться около оси, проходящей через середину стержня перпендикулярно к стержню. Стержень приводят в горизонтальное положение и отпускают. Определить угловую скорость и силу давления на ось в момент прохождения через положение равновесия.

184*. Одинаковые упругие шарики, подвешенные на нитях одинаковой длины к одному крючку, отклоняют в разные стороны от вертикали на угол α и отпускают. Шарики ударяются и отскакивают друг от друга. Какова сила, действующая на крючок: а) при крайних положениях нитей; б) в начальный и конечный моменты удара шариков; в) в момент наибольшей деформации шариков.

185*. Радиус витка цилиндрической спирали, ось которой вертикальна, R и расстояние между соседними витками (шаг винта) h . На спираль надевают маленькое колечко массы m , которое без трения начинает скользить по спирали. С какой силой будет колечко давить на спираль после того, как оно пройдет n полных витков?

186*. Если связать концы металлической цепочки между собой, привязать цепочку к шнуру и вращать шнур (посредством центробежной машины), то цепочка принимает форму близкую к окружности, расположенной в плоскости, перпендикулярной к оси вращения.

Принимая форму цепочки за горизонтальную окружность, определить силу натяжения вдоль цепочки, если ее масса $m = 100$ г, длина $l = 75$ см, цепочка вращается с частотой оборотов $n = 8$ сек.⁻¹.

7. Закон всемирного тяготения

187. Определить силы, с которыми действуют друг на друга вследствие тяготения два соприкасающихся свинцовых шара диаметром по метру каждый.

Плотность свинца $11,3$ г/см³.

188. В свинцовом шаре радиуса R сделана сферическая полость, поверхность которой касается шара и про-

ходит через его центр. Масса шара до того, как была сделана полость, равнялась M . С какой силой (по закону всемирного тяготения) свинцовый шар будет притягивать маленький шарик массы m , находящийся на расстоянии d от центра свинцового шара на прямой, соединяющей центры шаров и полости, со стороны полости.

189. На каком расстоянии от поверхности Земли ускорение тяжести равно 1 м/сек^2 ?

190. Определить ускорение g силы тяжести на высоте $h = 20 \text{ км}$ над Землей, принимая ускорение силы тяжести на поверхности Земли $g_0 = 981 \text{ см/сек}^2$, а радиус Земли $R = 6400 \text{ км}$.

191. На сколько секунд в сутки будут отставать часы с маятником, если их поместить на вершину горы высотой $h = 5 \text{ км}$? Предполагается, что у подножия горы часы шли верно, и период колебаний их маятника T_1 был равен 1 сек . Радиус Земли R принять равным 6400 км .

192*. Доказать, что сила тяготения в любой точке A , находящейся на внутренней полости однородного шарового слоя тяготеющих масс, равна 0. В шаровом слое масса равномерно распределена между двумя концентрическими сферами. Доказать, что сила тяготения, действующая на тело (точку) с массой m помещенное внутри Земли, будет равна $F = m \cdot g \cdot \frac{r}{R_0}$ где r — расстояние точки от центра и R_0 — радиус Земли.

193. В каком направлении и с какой горизонтальной скоростью должен лететь вдоль экватора самолет, чтобы компенсировать уменьшение веса, обусловленное вращением Земли.

194. Почему космические ракеты запускают в направлении с запада на восток? Почему наиболее выгодно запускать ракеты в плоскости экватора?

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

196. Вычислить отношение масс Земли и Солнца по таким данным: Луна совершает 13 обращений в течение года, расстояние от Солнца до Земли в 390 раз больше расстояния от Луны до Земли.

197. Найти массу Солнца, если угловая скорость обращения Земли вокруг Солнца 1° в сутки, по постоянной тяготения и расстоянию от Земли до Солнца.

198. Спутник движется вокруг Земли на расстоянии H от ее поверхности. Радиус Земли R . Считая орбиту спутника круговой, выразить скорость движения, период спутника через H , R и ускорение силы тяжести g на поверхности Земли.

199. Найти средние угловую и линейную скорости орбитального движения третьего советского искусственного спутника Земли, если период обращения его по орбите вокруг Земли на 6 июля 1958 г. составлял 105 минут.

200*. Какими должны быть радиус обращения искусственного спутника Земли по круговой орбите и его линейная скорость, чтобы период обращения спутника был таким же, как у Земли? В какой плоскости должна находиться при этом траектория полета спутника? Каким будет движение такого стационарного спутника относительно неподвижного наблюдателя, находящегося на Земле?

8. Статика

201. Какова должна быть сила F , чтобы двигать равномерно ящик весом $P = 60$ кг, если коэффициент трения между ящиком и площадкой $K = 0,27$, а сила действует под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту.

202. Фонарь весом $P = 10$ кг подвешен на канатике над серединой улицы шириною $l = 10$ м. Допустимое натяжение канатика $T = 50$ кг. Какова должна быть высота крепления концов канатика, если точка прикрепления фонаря к канатику должна находиться на высоте $h = 5$ м?

203. Какой угол α должно составлять направление силы F с горизонтом, чтобы при равномерном перемещении груза весом P по горизонтальной плоскости сила F была наименьшей? Сила приложена в центре тяжести груза, коэффициент трения $= k$.

204. Клины заколачивают в бревно. Каков должен быть коэффициент трения, чтобы клин не выскакивал из бревна? Клины имеют при вершине угол $\alpha = 30^\circ$.

205. К вертикальной стене в точке A на веревке длиной l подвешен шар весом P кг. Какова сила натяжения веревки и сила давления шара на стену, если его радиус равен R ? Трением о стену пренебречь.

206. На наклонной плоскости с наклоном α к горизонту стоит цилиндр радиуса r . Какова наибольшая вы-

сота цилиндра, при которой он еще не опрокидывается, если он сделан из однородного материала?

207. Взвешивание металлического бруска было произведено при помощи нескольких динамометров с предельной нагрузкой по 5 кг у каждого. Общий вес бруска оказался равным 17,5 кг. Каким образом было произведено взвешивание бруска и какое наименьшее количество динамометров потребовалось для этого?

208. Труба весом $P = 1200$ кг лежит на земле. Какое усилие F надо приложить, чтобы приподнять краном один из ее концов?

209. Каков должен быть минимальный коэффициент трения материала стенок куба о горизонтальную плоскость, чтобы можно было его опрокинуть через ребро горизонтальной силой приложенной к верхней грани. Чему должна быть равна приложенная сила?

210. Шар весом $P = 5$ кг опирается на две гладкие плоскости образующие угол, причем левая образует с горизонтом угол $\alpha = 35^\circ$, а правая угол $\beta = 20^\circ$. Определить силы, с которыми шар давит на плоскости. Решить задачу двумя способами: а) разложением сил и б) правилом моментов.

211. Колесо радиуса R и массой m стоит перед ступенькой высоты h . Какую наименьшую горизонтальную силу F надо приложить к оси колеса O , чтобы оно могло подняться на ступеньку? Трения не учитывать.

212. Тяжелая однородная доска массой M и длиной l упирается одним концом в угол между стенкой и полом, к другому концу доски привязан канат. Определить натяжение каната BC если угол между доской и канатом $\beta = 90^\circ$. Как меняется натяжение каната с увеличением угла α между доской и полом, если угол β остается постоянным.

213*. К совершенно гладкой вертикальной стенке приставлена лестница весом P ; лестница образует с горизонтальной опорой угол α . Центр тяжести ее расположен в середине. Как направлены и чему равны силы, действующие на лестницу со стороны стенки и опоры.

214*. Стержень AB весом $P = 5$ кг прикреплен к неподвижной опоре шарниром A и может вращаться в вертикальной плоскости. К концу стержня прикреплена нить. Нить перекинута через блок C и к ней подвешен груз весом $Q = 2,5$ кг. Оси блока C и шарнира A распо-

ложены на одной вертикали, причем $AC = AB$. Найти при каком угле α между стержнем и вертикалью система будет в равновесии и чему при этом равно усилие в стержне AB .

215. У стены стоит лестница. Коэффициент трения скольжения лестницы о стенку $k_1 = 0,4$; коэффициент трения лестницы о землю $k_2 = 0,5$. Центр тяжести лестницы находится на середине ее длины. Определить наименьший угол α , который лестница может образовать с горизонтом, не соскальзывая.

216. Однородная тонкая пластинка радиуса R имеет форму круга, в котором врезано круглое отверстие, вдвое меньшего радиуса, касающееся края пластинки. Где находится центр тяжести?

217. Десять шариков, веса которых равны последовательно $1, 2, 3, \dots, 10$ г укреплены на невесомом стержне длиной 90 см так, что между центрами каждых двух соседних шариков расстояние равно 10 см. Найти центр тяжести системы.

218*. В гладкий цилиндрический стакан помещена палочка длиной $l = 15$ см и весом $P = 25$ г. С какими силами действует палочка на дно и стенки стакана, если радиус основания стакана $R = 6$ см? Трением пренебречь.

219*. Два одинаковых шара радиуса r и веса P положены в открытый с обеих сторон полый цилиндр радиуса R вся система находится на горизонтальной плоскости. Каким должен быть минимальный вес Q полого цилиндра, чтобы шары не могли его опрокинуть?

220*. Полушар и цилиндр одинакового радиуса, из одного и того же материала соединены таким образом, что цилиндр является продолжением полушара, начиная с большого круга. Система опирается на горизонтальную подкладку. При какой высоте X цилиндра она будет находиться в безразличном равновесии (центр тяжести полушара находится на оси симметрии отступая на $\frac{3}{8}$ радиуса от центра).

221*. Какую нужно затратить работу, чтобы повернуть вокруг ребра на другую грань:

а) стальной куб весом 20 кг;

б) полый куб, наполовину наполненный водой. Вес куба по сравнению с весом наполняющей его воды мал. Ребро куба равно 1 м. Работу силы тяжести после пере-

хода кубом положения неустойчивого равновесия не учитывать.

222. Ящик в форме куба перемещают на некоторое расстояние α : один раз волоком, а другой кантованием, (т. е. опрокидыванием через ребро). Коэффициент трения ящика о пол при скольжении равен k ; трением при кантовании можно пренебречь. При каком k работы перемещения волоком и кантованием равны?

9. Гидростатика

223. В куб с ребром a налита жидкость плотности ρ . Определить силу давления на все стенки.

224. Лыдина площадью поперечного сечения $S = 1 \text{ м}^2$ и высотой $H = 0,4 \text{ м}$ плавает в воде. Какую работу надо совершить, чтобы полностью погрузить лыдину в воду?

225. В банку с водой погружают кусок льда с пробкой, замороженной в лед. Один раз пробка находится наверху другой раз под водой. Как изменится в обоих случаях уровень воды, когда лед растает?

226. Прямоугольная коробочка из жести весом $P = 76 \text{ г}$ с площадью дна $S = 38 \text{ см}^2$ и высотой $H = 6 \text{ см}$ плавает в воде. Определить высоту надводной части коробочки.

227. Жестяная банка с железным грузом плавает на поверхности воды. При этом уровень воды в сосуде соответствует высоте H . Больше или меньше H будет уровень H_1 , если груз из банки переложить на дно сосуда.

228. Полый шар (внешний радиус R_1 , внутренний R_2) сделанный из материала с плотностью ρ_1 плавает на поверхности жидкости с плотностью ρ_2 . Какова должна быть плотность вещества, которым следует заполнить внутреннюю полость шара, чтобы он плавал внутри жидкости?

229. Полый шар, отлитый из чугуна, плавает в воде, погрузившись ровно наполовину. Найти V — объем внутренней полости шара, если вес шара $P = 5 \text{ кг}$, а плотность чугуна $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$.

230. На весах уравновешен сосуд с водой. Как изменится равновесие, если в воду опустить подвешенный на нитке железный брусок размером $5 \times 3 \times 3 \text{ см}$, чтобы он не касался дна. Сколько груза и на какую чашку надо

положить, чтобы сохранить равновесие? Удельный вес железа $7,8 \text{ г/см}^3$.

231. Тонкая однородная палочка шарнирно укреплена за верхний конец. Нижняя часть палочки погружена в воду, причем равновесие достигается, когда палочка расположена наклонно к поверхности воды и в воде находится половина палочки. Каков удельный вес материала, из которого сделана палочка?

232. На весах уравновешено тело, погруженное в жидкость. Изменится ли показание весов при нагревании жидкости вместе с погруженным в нее телом?

233*. Сплошное однородное тело, удельный вес которого d , плавает на границе между тяжелой жидкостью с удельным весом d_1 и более легкой жидкостью с удельным весом d_2 . Какая часть объема тела будет находиться в тяжелой жидкости.

234. В сосуд с водой погружается открытый стакан: один раз дном вверх, а другой раз дном вниз на одну и ту же глубину. В каком из этих случаев работа, которую нужно затратить, чтобы погрузить стакан, будет больше? (Вода из сосуда не выливается, и в стакан погруженный дном вниз, не вливается).

235*. К динамометру подвешена трубка ртутного барометра. Что показывает динамометр. Будут ли изменяться его показания, при изменении атмосферного давления?

236*. В водоеме укреплена вертикальная труба с поршнем таким образом, что нижний ее конец погружен в воду. Поршень, лежавший вначале на поверхности воды, медленно поднимают на высоту $H = 15 \text{ м}$. Какую работу пришлось на это затратить, если площадь поршня $S = 1 \text{ дм}^2$, атмосферное давление $q = 1 \text{ ат}$? Весом поршня пренебречь.

237*. Подводная лодка на глубине $h = 100 \text{ м}$. С какой скоростью через отверстие в корпусе лодки будет вырываться в лодку струя воды? Сколько воды проникает за один час, если диаметр отверстия равен $d = 2 \text{ см}$? Давление воздуха в лодке равно атмосферному давлению.

238*. Из брандспойта бьет струя воды, дающая $Q = 60 \text{ л/мин}$. Какова площадь поперечного сечения струи S_1 на высоте $h = 2 \text{ м}$ над концом брандспойта, если вблизи него оно равно $S_0 = 1,5 \text{ см}^2$?

II. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

1. Основы молекулярно-кинетической теории

239. Сколько молекул содержится в 1 см^3 воды? Какова масса молекулы воды? Считая, что молекулы воды имеют вид шариков, соприкасающихся друг с другом, найти диаметр молекул.

240. Хорошо откаченная лампа накаливания объемом 100 см^3 имеет трещину, в которую каждую секунду проникает миллион частиц газа. Сколько времени понадобится для наполнения лампы до нормального давления, если скорость проникновения газа остается постоянной.

241. В озеро средней глубины 100 м и площадью 10 км^2 бросили кристаллик поваренной соли NaCl массой $0,01 \text{ г}$. Сколько молекул этой соли оказалось бы в наперстке воды объемом 2 см^3 , зачерпнутом из этого озера, если считать, что соль, растворившись, равномерно распределилась в озере?

242*. Кристаллы поваренной соли NaCl кубической системы состоят из чередующихся атомов (ионов) Na и Cl . Определить среднее расстояние между их центрами. Молекулярный вес $59,5 \text{ г/моль}$, а ее плотность $2,2 \text{ г/см}^3$.

243. 100 г воды полностью испарилось из стакана за 10 суток. Сколько в среднем молекул вылетело с поверхности воды за 1 сек ?

244. На пути молекулярного пучка стоит «зеркальная» стенка. Найти давление, испытываемое этой стенкой, если скорость молекул в пучке c , а концентрация $\nu_0 \text{ 1/см}^3$ масса одной молекулы m_0 .

а) стенка расположена перпендикулярно скорости пучка и неподвижна;

б) стенка движется навстречу молекулам со скоростью v .

245. Как изменилось бы давление в сосуде с газом если бы внезапно исчезли силы притяжения между его молекулами?

2. Тепловое расширение. Газовые законы

246. В три сосуда цилиндрической и конических форм расширяющейся кверху и книзу налита вода при температуре $t = 100^\circ \text{C}$. Как изменится давление на дно сосудов после охлаждения воды до комнатной температуры?

247*. На сколько часы будут уходить вперед за сутки при 0°C , если они выверены при 20°C и материал, из которого сделан маятник, имеет коэффициент линейного расширения $\beta = 0,000012 \text{ град}^{-1}$?

248а) Какую силу F надо приложить к стальному стержню сечением в 1 см^2 , чтобы растянуть его на столько же, на сколько он удлиняется при нагревании на 1°C ? Коэффициент линейного расширения $\beta = 12 \cdot 10^{-6}$. Модуль Юнга $E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$.

248б) Концы железного стержня сечением в 1 см^2 , находящегося при температуре 20°C , прочно закреплены. С какой силой стержень будет действовать на опоры, если его нагреть до 200°C . Модуль Юнга железа равен $20\,000 \text{ кг/мм}^2$, коэффициент линейного расширения равен $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$.

249. Каково давление газа в электрической лампочке, объем которой равен 1 л , если при отламывании кончика последней под поверхностью воды в лампочку вошло $998,7 \text{ г}$ воды?

250*. Найти число n ходов поршня, которое надо сделать, чтобы поршневым воздушным насосом откачать воздух из сосуда емкостью V от давления p_0 до давления p , если емкость насоса ΔV .

251. Упругость воздуха в сосуде равна 729 мм ртутного столба. После трех ходов откачивающего поршневого насоса упругость воздуха упала до 216 мм ртутного столба. Определить отношение объемов сосуда и цилиндра насоса.

252. Стекланный баллон объемом 1 л был наполнен испытуемым газом до давления 740 мм рт. столба и взвешен. Его вес оказался равным 101 г . Затем часть газа была удалена так, что давление в баллоне упало до 380 мм рт. ст. Новый вес баллона оказался равным 100 г . Какова плотность испытуемого газа при атмосферном давлении? Температура постоянна.

253. В чашечный ртутный барометр попал пузырек воздуха, вследствие чего барометр показывает давление меньше истинного. При сверке его с точным барометром оказалось, что при давлении 768 мм рт. ст. барометр показывает 748 мм рт. ст., причем расстояние от уровня ртути до верхнего основания трубки равно 80 мм . Каково истинное давление, если барометр показывает 734 мм рт. ст. (температура воздуха та же)?

254. В чашку со ртутью опускают открытую стеклянную трубку, оставляя над поверхностью конец длиной 60 см. Затем трубку закрывают и погружают еще на 30 см. Определить высоту столба воздуха в трубке. Атмосферное давление равно 760 мм ртутного столба.

255. Барометрическая трубка погружена в глубокий сосуд с ртутью так, что уровни ртути в трубке и в сосуде совпадают. При этом воздух в трубке занимает столб длиной l см. Трубку поднимают на l' см. На сколько см поднимется ртуть в трубке? Атмосферное давление равно H см рт. ст.

256. В запаянной с одного конца стеклянной трубке длиной $l = 90$ см находится столбик воздуха запертый сверху столбиком ртути высотой $h = 30$ см; столбик ртути доходит до верхнего края трубки. Трубку осторожно переворачивают открытым концом вниз, причем часть ртути выливается. Какова высота столбика ртути, который останется в трубке, если атмосферное давление $H = 750$ мм рт. ст.

257*. Цилиндрический сосуд делится на две части подвижным поршнем. Каково будет равновесное положение поршня, когда в одну часть сосуда помещено некоторое весовое количество кислорода, в другое — такое же количество водорода, если общая длина сосуда равна $l = 85$ см?

258. Три баллона емкостью 3 л, 7 л и 5 л наполнены соответственно кислородом (2 ат), азотом (3 ат) и углекислым газом (0,6 ат) при одной и той же температуре. Баллоны соединяют между собой, причем образуется смесь той же температуры. Каково давление смеси?

259. Определить, каким был бы коэффициент расширения идеального газа, если бы за начальный объем газа принимали объем его не при 0° , а при 100°C ?

260. До какой температуры нужно нагреть воздух, взятый при $t = 20^\circ\text{C}$, чтобы его объем удвоился, если давление останется постоянным?

261. Два одинаковых сосуда соединены трубкой, объемом которой можно пренебречь. Система наполнена газом и находится при абсолютной температуре T . Во сколько раз изменится давление в такой системе, если один из сосудов нагреть до абсолютной температуры T_1 , а другой поддерживать при прежней температуре T .

262. На высоте $H = 10$ км давление воздуха 230 мм рт. ст., а температура $t = -43^\circ\text{C}$. Какова плотность воздуха на этой высоте?

263а) Определить давление 4 кг кислорода, заключенного в сосуд емкостью 2 м³, при температуре 29° С.

б) Определить удельный объем азота при температуре 27° С и давлении $4,9 \cdot 10^4$ н/м².

в) Определить массу кислорода, заключенного в баллоне емкостью 10 л, если при температуре -13°C манометр на баллоне показывает давление 90 кг/см².

264. Какова разница в весе воздуха, заполняющего помещение объемом в $V = 50$ м³ зимой и летом, если летом температура помещения достигает $t_1 = 40^\circ\text{C}$, а зимой падает до $t_2 = 0^\circ$?

265. Компрессор захватывает при каждом качании 4 л воздуха при атмосферном давлении и температуре -3°C и нагнетает его в резервуар емкостью 1,5 м³, причем температура воздуха в резервуаре держится около 45° С. Сколько качаний должен сделать компрессор, чтобы давление в резервуаре увеличилось на 2 кг/см²?

266. По газопроводу течет углекислый газ при давлении $p = 5$ кг/см² и температуре $t = 17^\circ\text{C}$. Какова скорость движения газа в трубке, если за $\tau = 5$ мин^с через площадь поперечного сечения трубы $s = 6$ см² протекает $m = 2,5$ кг углекислого газа?

267. Из баллона со сжатым водородом емкостью 10 литров вследствие неисправности вентиля утекает газ. При температуре 7° С манометр показывал 50 кг/см². Через некоторое время при температуре 17° С манометр показал такое же давление. Сколько утекло газа?

268*. До какой температуры нужно нагреть запаянный шар, содержащий 17,5 г воды, чтобы шар разорвался, если известно, что стенки шара выдерживают давление в 100 ат, а объем шара 1 л?

269. В баллоне емкостью $V = 110$ литров помещено 0,8 кг водорода и 1,6 кг кислорода. Определить давление смеси на стенки сосуда, если температура окружающей среды $t = 27^\circ\text{C}$.

270. Оболочка аэростата объемом 1600 м³. находящегося на поверхности Земли, наполнена водородом на $\frac{7}{8}$ при давлении 760 мм рт. ст. и температуре 15° С.

Аэростат поднялся на высоту 2000 м, где давление равно 595 мм рт. ст. и температура равна 2°C . Сколько водорода потерял аэростат при своем подъеме в результате расширения газа?

3. Теплота и работа

271. В калориметре находится два слоя воды: внизу более холодная, вверху более теплая. Изменится ли общий объем воды при выравнивании температур?

272. В железном калориметре весом 100 г, находится 500 г воды при температуре 15°C . В калориметр бросается смесь из двух веществ, нагретая до 100°C . В результате температура воды поднимется до 17°C . Известно, что смеси взято 150 г. Определить количество свинца и алюминия. Теплоемкость свинца $0,03 \text{ кал/г}\cdot\text{град}$, алюминия — $0,2 \text{ кал/г}\cdot\text{град}$.

273. С какой скоростью влетает метеор в атмосферу Земли, если при этом он нагревается, плавится и превращается в пар? Метеорное вещество близко к железу. Начальную температуру метеора принять равной $T = 273^{\circ}\text{K}$. Какой будет вычисленная скорость: минимальной, средней и максимальной?

274. На сколько температура воды у основания водопада с высотой в 120 м больше, чем у его вершины?

275. Найти расход бензина автомобиля «Запорожец» на 1 км пути при скорости 60 км/час. Мощность мотора 23 л. с., коэффициент полезного действия мотора 30%. Теплотворная способность бензина 11 000 к кал/кг.

276. Автомобиль весом $P = 1200 \text{ кг}$ на горизонтальном пути развивает скорость $v = 72 \text{ км/час}$, расходуя при этом 80 г бензина на $s = 1 \text{ км}$ пути. Какую скорость разовьет автомобиль при тех же условиях на пути с уклоном $h = 3,5 \text{ м}$ на $l = 100 \text{ м}$; к. п. д. двигателя автомобиля $\eta = 28\%$. Теплотворная способность бензина $q = 11\,000 \text{ к кал/кг}$.

277. Свинцовая пуля пробивает деревянную стену, причем скорость в момент удара о стенку была $v = 400 \text{ м/сек}$, а в момент вылета из стены $v_1 = 100 \text{ м/сек}$.

Расплавилась ли при этом пуля, а если расплавилась, то какая часть ее массы, считая, что на нагрев пули идет 60% энергии? Температура пули в момент удара $T = 50^{\circ}\text{C}$.

Теплоемкость свинца $0,03 \text{ кал/г град.}$

Температура плавления 327°С.

Удельная теплота плавления $= 6,3 \text{ кал/г.}$

278. 2 кг воздуха находится в цилиндре при 20°С под давлением 10 ат. Какова будет работа при его изобарном нагревании на 100°С.

279. В цилиндр заключено $1,6 \text{ кг}$ кислорода при температуре 17°С и давлении 4 кг/см^2 . До какой температуры нужно нагреть кислород, чтобы работа по расширению была равна 4000 кГм?

280*. В цилиндре под поршнем находится воздух. Его состояния последовательно меняется следующим образом:

- 1) при постоянном объеме увеличивается давление;
- 2) при постоянном давлении увеличивается объем;
- 3) при постоянной температуре увеличивается объем;
- 4) при постоянном давлении воздух возвращается к исходному состоянию. Нарисовать диаграмму в координатах p, V и указать, при каких указанных 4-х изменениях воздух в цилиндре получит теплоту и при каких отдает.

4. Изменения агрегатного состояния вещества.

Влажность

281. Будет ли кипеть вода в кастрюле, которая плавает в другой кастрюле с кипящей водой?

282. 100 г льда при -8°С поместили в 400 г воды при 20°С . Какая установится общая температура?

283. В калориметр со 100 г льда при 0°С впущен пар: Сколько воды окажется в калориметре непосредственно после того, как весь лед растает?

284. Смесь, состоящую из $m_1 = 5 \text{ кг}$ льда и $m_2 = 15 \text{ кг}$ воды при общей температуре $\Theta = 0^\circ \text{С}$, нужно нагреть до температуры $t_1 = 80^\circ \text{С}$ пропусканием водяного пара при $t_2 = 100^\circ \text{С}$. Определить необходимое количество пара.

285. В калориметр, содержащий 250 г воды при 15°С , брошено 20 г мокрого снега. Температура в калориметре понизилась на 5°С .

Сколько воды было в снеге?

286*. Принимая теплоту парообразования при 100°С равной 539 кал/г и уд. объем пара $1650 \text{ см}^3/\text{г}$. Найти

какая часть затраченной на парообразование энергии идет на совершение внешней работы.

287. Из сосуда, в котором находится некоторое количество воды при 0°C , быстро выкачивают воздух и образующиеся при испарении пары. Какая часть первоначального количества воды будет обращена таким образом в лед? Теплота парообразования воды при 0°C $r = 607 \text{ кал/г}$.

288. В каком состоянии вещества плотность повышается с повышением температуры и почему это происходит?

289. В запаянной U-образной трубке находится вода. Как узнать, воздух или только насыщенный пар жидкости находится над водой в трубке?

290*. Широкий конец сообщающегося сосуда закрывается пробкой. Изменится ли распределение уровней жидкости в коленях сосуда и почему?

291. В помещение нужно подать $V = 20\,000 \text{ м}^3$ воздуха при $t_1 = 18^\circ\text{C}$ и относительной влажности $f_1 = 50\%$, забирая его с улицы при $t_2 = 10^\circ\text{C}$ и $f_2 = 60\%$ относительной влажности. Сколько воды надо дополнительно испарить в подаваемый воздух? Масса насыщающих водяных паров при $10^\circ\text{C} = 9,4 \text{ г/м}^3$ при $18^\circ\text{C} = 15,4 \text{ г/м}^3$.

292. Относительная влажность воздуха при $t_1 = 30^\circ\text{C}$ равна $f_1 = 0,80$. Какова будет относительная влажность f_2 , если этот воздух нагреть при постоянном объеме до $t_2 = 50^\circ\text{C}$? Давление насыщенных паров воды при 30°C $p_1 = 31,8 \text{ мм рт. ст.}$, при 50°C $p_2 = 92,5 \text{ мм рт. ст.}$

293*. В сосуде $V = 100$ литров при $t = 27^\circ\text{C}$ находится воздух с относительной влажностью $f = 30\%$. Какова станет относительная влажность f_1 , если в сосуд внести $m = 1 \text{ г}$ воды? Давление насыщенных паров воды при 27°C — $p = 26,7 \text{ мм рт. ст.}$

294*. В закрытом с обоих концов цилиндре объема $V = 2$ литрам, свободно ходит невесомый тонкий поршень. В пространство с одной стороны поршня вводится $m_1 = 2 \text{ г}$ воды; — с другой стороны поршня $m_2 = 1,0 \text{ г}$ азота. На какой части x длины цилиндра установится поршень при $t = 100^\circ\text{C}$?

III. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

1. Закон Кулона

295. Какое численное значение будет иметь коэффициент пропорциональности в законе Кулона, если количество электричества выражать в кулонах, силу взаимодействия — в ньютонах, а расстояние — в метрах.

296. Расстояние между двумя равными шарами с разноименными зарядами равно $l = 20$ см. Шары можно считать точечными по сравнению с расстояниями между ними. Шары притягиваются с силой $F_1 = 400$ дин. После того, как шары соединили проволокой и убрали ее, шары стали отталкиваться с силой $F_2 = 225$ дин. Определить, каковы были первоначальные заряды.

297. Два заряженных шарика, подвешенных на нитях одинаковой длины, опускаются в керосин. Какова должна быть плотность материала шариков, чтобы угол расхождения нитей в воздухе и в керосине был один и тот же? Диэлектрическая проницаемость керосина равна 2.

298. Два маленьких проводящих шарика подвешены на длинных непроводящих нитях к одному крючку. Шарики заряжены одинаковыми зарядами и находятся на расстоянии $l = 5$ см друг от друга. Что произойдет после того, как один из шариков разрядить?

299. По первоначальным предположениям Бора, электрон в водородном атоме движется по круговой орбите. С какой скоростью должен двигаться такой электрон, если заряд его $e = -4,8 \cdot 10^{-10}$ СГСЭ, заряд ядра $e = +4,8 \cdot 10^{-10}$ СГСЭ, радиус орбиты можно положить равным $r = 0,5 \cdot 10^{-8}$ см и масса электрона в 1840 раз меньше массы атома водорода?

300. На двух одинаковых капельках воды находится по одному лишнему электрону, причем сила электрического отталкивания капелек уравнивает силу их взаимного тяготения. Каковы радиусы капелек?

301. Три одинаковых одноименных заряда q расположены в вершинах равностороннего треугольника. Какой заряд q_1 противоположного знака нужно поместить в центре этого треугольника, чтобы результирующая сила, действующая на каждый заряд была равна нулю?

302. В центр квадрата, в вершинах которого находится по заряду q помещен отрицательный заряд. Какова

должна быть величина этого заряда, чтобы система находилась в равновесии? Будет ли это равновесие устойчивым?

303. Между двумя вертикальными пластинами, находящимися на расстоянии $d = 1$ см друг от друга, висит заряженный бузиновый шарик, массой $m = 0,1$ г. После того как на пластины была подана разность потенциалов $U = 1000$ в, шарик отклонился на угол $\alpha = 10^\circ$. Найти заряд шарика q .

304. Почему два заряженные разноименные металлические шара взаимодействуют друг с другом с большей силой, нежели заряженные одноименно (при всех прочих одинаковых условиях). Решение поясните чертежами.

305. Два заряженных шарика находятся на некотором расстоянии друг от друга. Между ними вносят стеклянный стержень. Как изменится сила взаимодействия между ними?

2. Напряженность поля. Работа сил электрического поля. Потенциал

306. Три одинаковых заряда, $q = 10^{-9}$ к каждой, расположены в вершинах прямоугольного треугольника с катетами $a = 40$ см и $b = 30$ см. Найти напряженность электрического поля, создаваемого всеми зарядами в точке пересечения гипотенузы с перпендикуляром, опущенным на нее из вершины прямого угла.

307. Четыре одноименных заряда q расположены по вершинам квадрата со стороной a . Какова будет напряженность поля на расстоянии $2a$ от центра квадрата: 1) на продолжении диагонали, 2) на прямой, проходящей через центр квадрата и параллельной сторонам.

308. Шар B зарядился по индукции в электрическом поле шара A . Является ли при этом поверхность шара B эквипотенциальной поверхностью?

309. Два шарика с зарядами $q_1 = 20$ СГСЭ и $q_2 = 40$ СГСЭ находятся на расстоянии $r_1 = 40$ см. Какую надо совершить работу, чтобы сблизить их до расстояния $r_2 = 25$ см?

310. Какая совершается работа при перенесении точечного заряда $q = 2 \cdot 10^{-8}$ к из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии $d = 1$ см от поверхности

шара радиусом $r = 1$ см с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 10^{-9}$ к/см².

311*. Металлическое кольцо радиуса R имеет заряд q . Чему равны напряженность поля и потенциал а) в центре кольца, б) на расстоянии a от центра вдоль оси, перпендикулярной к плоскости кольца?

312*. С какой скоростью пролетит электрон, втягиваемый в кольцо радиуса r , заряженное положительным зарядом с линейной плотностью γ через центр кольца. Электрон находился в бесконечности.

313. По наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом, соскальзывает с высоты h небольшое тело, заряженное отрицательным зарядом $-q$. В точке пересечения вертикали, проведенной через начальное положение тела, с основанием находится заряд $+q$. Определить скорость, с которой тело достигнет основания наклонной плоскости. Проанализируйте зависимость скорости от угла α : а) $\alpha = 45^\circ$, б) $\alpha < 45^\circ$, в) $\alpha > 45^\circ$. Трением пренебречь. Масса тела m .

314*. Упругий металлический шар лежит на изолирующей горизонтальной упругой подставке. Шар имеет заряд $+q$. На какую высоту поднимется второй такой же шар после удара о первый, если он падает с высоты H , а его заряд равен: а) $-q$; б) $+q$?

315. Два электрона, находящиеся на бесконечно большом расстоянии один от другого, начинают двигаться друг другу навстречу, причем скорости их v_0 в этот момент одинаковы по величине и противоположны по направлению.

Определить наименьшее расстояние между электронами, если $v_0 = 10^8$ см/сек, $e = 4,8 \cdot 10^{-10}$ СГСЭ, $m = 9 \cdot 10^{-28}$ г. (Указание: воспользоваться законом сохранения энергии).

316. Маленькие одинаковые капли воды заряжены одноименно до потенциала φ_0 каждая. Определить потенциал большой капли, получающейся от слияния n малых капель.

317. Определить заряд q_1 шара радиусом $R_1 = 2$ см, если при соприкосновении с ним шарика радиусом $R_2 = 0,2$ см последний приобретает заряд $q = 1$ СГСЭ.

318. Маленький шарик, заряженный $q = 1 \cdot 10^{-8}$ к, находится на расстоянии $a = 3$ см от плоской металличе-

ской стенки, отведенной к земле. С какой силой они взаимодействуют?

319*. Металлический шар радиусом $R_1 = 2$ см несет на себе заряд $q_1 = 40$ СГСЭ. Шар окружен концентрической металлической оболочкой радиусом $R_2 = 5$ см, заряд которой равен $q_2 = -60$ СГСЭ. Определить напряженность и потенциал поля на расстояниях $l_1 = 1$ см, $l_2 = 4$ см и $l_3 = 6$ см от центра шара.

320*. Металлический шар радиуса R_1 , заряженный до потенциала φ окружают сферической проводящей оболочкой радиуса R_2 . Как изменится потенциал шара после того, как он будет на короткое время соединен проводником с оболочкой?

321*. Металлический шар радиуса R_1 , заряженный до потенциала φ , окружают концентрической сферической проводящей оболочкой радиуса R_2 . Чему станет равен потенциал шара, если заземлить внешнюю оболочку?

322. Плоский конденсатор, пластины которого велики по сравнению с расстоянием между ними, присоединен к источнику постоянного напряжения. Изменится ли напряженность электрического поля внутри конденсатора, если заполнить пространство между обкладками диэлектриком?

323. Пылинка взвешена в плоском конденсаторе. Вес ее $P = 10^{-11}$ Г, расстояние между пластинами конденсатора $a = 0,5$ см. Пылинка освещается ультрафиолетовым светом и, теряя заряд, выходит из равновесия. Какой заряд потеряла пылинка, если первоначально было приложено 154 в, а затем, чтобы опять вернуть в равновесие пылинку, пришлось прибавить 8 в?

324. В плоском конденсаторе, помещенном в безвоздушном пространстве, взвешена заряженная капелька ртути. Расстояние между пластинами конденсатора $d = 1$ см, приложенная разность потенциалов $U_1 = 1000$ в. Внезапно разность потенциалов падает до $U_2 = 995$ в. Когда капелька достигнет нижней пластины, если она первоначально находилась посередине конденсатора?

325. Протон и α -частица, двигаясь с одинаковой скоростью, влетают в плоский конденсатор параллельно пластинам. Во сколько раз отклонение протона полем конденсатора будет больше отклонения α -частицы?

326. Электрическое поле образовано двумя параллельными пластинами, находящимися на расстоянии

$d = 2$ см друг от друга; разность потенциалов между ними $U = 120$ в. Какую скорость получит электрон под действием поля, пройдя по силовой линии расстояние $l = 3$ мм?

327. Электрон вылетает из точки, потенциал которой $\varphi = 600$ в, со скоростью $v = 12 \cdot 10^3$ км/сек в направлении силовых линий поля. Определить потенциал точки, дойдя до которой электрон затормозится.

328. Электрон влетает в плоский горизонтальный конденсатор параллельно его пластинам со скоростью $v = 10^7$ м/сек. Напряженность поля в конденсаторе $E = 100$ в/см, длина конденсатора $l = 5$ см. Найти величину и направление скорости электрона при вылете его из конденсатора.

329. Поток электронов, получивших свою скорость под действием напряжения, равного $U_1 = 5000$ в, влетает в середину между пластинками плоского конденсатора. Какое самое меньшее напряжение нужно наложить на конденсатор, чтобы электроны не вылетали из него, если размеры конденсатора таковы: длина конденсатора $l = 5$ см; расстояние между пластинками $d = 1$ см?

330. Электрон пролетает через плоский конденсатор параллельно пластинам, поле в котором $E = 60$ в/см. Найти изменение скорости электрона в момент вылета его из конденсатора, если $e = 4,8 \cdot 10^{-10}$ СГСЭ, $m = 9 \cdot 10^{-28}$ г, начальная скорость $v = 2 \cdot 10^9$ см/сек, а длина пластины конденсатора $l = 6$ см.

3. Электроемкость. Конденсаторы

331. Металлический шар радиусом $R = 3$ см опущен наполовину в керосин. Какой находится в нем заряд, если он заряжен до 1800 в?

332. К пластинам плоского конденсатора, одна из которых заземлена, приложено напряжение $U = 100$ в. В воздушный зазор между пластинами шириной $d = 4$ см вдвигается незаряженная тонкая металлическая пластина на расстоянии $l = 3$ см от заземленной пластины. Определить потенциал внутренней пластины и напряженность поля по обе стороны от нее.

333. В конденсатор, описанный в задаче 330, вдвигаются две нейтральные тонкие проводящие пластины,

соединенные проводником. Пластины устанавливаются параллельно электродам конденсатора на расстоянии 1 см от каждого из них. Определить напряженность поля и потенциалы внутренних пластин.

334*. Пластины изолированного плоского конденсатора раздвигают так, что емкость его меняется от C_1 до C_2 ($C_1 > C_2$). Какую работу на это затратили, если заряд конденсатора Q , а напряженность поля между пластинами все время остаётся постоянной? При решении учесть, что напряженность поля между пластинами равна сумме напряженностей полей от каждой из пластин в отдельности.

335. Рассчитать с какой силой притягиваются друг к другу пластины, заряженного плоского конденсатора, емкость которого равна C , а разность потенциалов U . Расстояние между пластинами d (см. зад. 332).

336. Между вертикальными пластинами плоского конденсатора, находящегося в воздухе, подвешен на тонкой шелковой нити маленький шарик, несущий заряд $q = 10$ СГСЭ. Какой величины заряд надо сообщить пластинам конденсатора, чтобы шарик отклонился на угол $\alpha = 45^\circ$ к вертикали. Вес шарика $P = 4$ Г, площадь пластин конденсатора $s = 314$ см². Весом нити можно пренебречь.

337. Конденсатор состоит из трех полосок станиоля, площадью по $s = 6$ см² каждая, разделенных двумя слоями слюды по $d = 0,1$ мм толщиной. Крайние полоски станиоля соединены между собой. Какова емкость такого конденсатора?

338. Два одинаковых плоских конденсатора соединены параллельно и заряжены до разности потенциалов $U = 150$ в. Определить разность потенциалов на конденсаторах U_1 , если после отключения конденсаторов от источника тока у одного конденсатора уменьшили расстояние между пластинами в 2 раза.

339. Плоский конденсатор состоит из двух металлических пластин, пространство между которыми заполнено диэлектриком с диэлектрической постоянной равной 2. Как изменится емкость конденсатора, если его поместить в изолированную металлическую коробку, стенки которой будут на расстоянии от пластин вдвое меньше, чем расстояние между пластинами? Искажением поля у краев пренебречь.

340. Внутренняя поверхность сферического конденсатора емкость которого C эмитирует (испускает) n электронов в секунду. Через время t после начала эмиссии заряд на конденсаторе перестанет возрастать. Найти начальную кинетическую энергию электронов испускаемых поверхностью

341*. Обкладки конденсатора с неизвестной емкостью C_1 , заряженного до напряжения $U_1 = 80$ в, соединяют с обкладками конденсатора емкостью $C_2 = 60$ мкф, заряженного до $U_2 = 16$ в. Определить емкость C_1 , если напряжение на конденсаторах после их соединения $U = 20$ в, конденсаторы соединяются обкладками, имеющими: а) одноименные заряды; б) разноименные заряды.

342. Два одинаковых конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику э. д. с. В каком соотношении между собой будут разности потенциалов конденсаторов, если один из конденсаторов погрузить в жидкость с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$?

343. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов $U = 60$ в и отключен от источника электрического тока. После этого внутрь конденсатора, вплотную к одной из обкладок, вводится пластинка из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$. Толщина пластинки в два раза меньше величины зазора между обкладками конденсатора. Чему равна разность потенциалов между обкладками конденсатора после введения диэлектрической пластинки?

344. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику э. д. с. Внутри одного из них вносят диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ϵ . Диэлектрик заполняет все пространство между обкладками. Как и во сколько раз изменится напряженность электрического поля в этом конденсаторе?

345. Два последовательно соединенных конденсатора емкостью $C_1 = 2$ мкф и $C_2 = 4$ мкф, присоединены к источнику постоянного напряжения в 120 в. Определить напряжение на каждом конденсаторе.

346. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектриков: слоем стекла толщиной $d_1 = 1$ см и слоем парафина толщиной $d_2 = 2$ см. Разность потенциалов между обкладками равна 3000 в. Определить напряженность поля и падение

потенциала в каждом из слоев. Диэлектрическая постоянная стекла $\epsilon_1 = 7$; парафина $\epsilon_2 = 2$.

347. Импульсную стыковую сварку медной проволоки осуществляют с помощью разряда конденсатора емкостью $C = 1000 \text{ мкф}$ при напряжении на конденсаторе $U = 1500 \text{ в}$. Какова средняя полезная мощность разрядного импульса, если его время $t = 2 \text{ мк/сек}$ и к. п. д. установки равен 40%?

348*. Конденсатор подключен к аккумулятору. Раздвигая пластины конденсатора, мы преодолеваем силы электростатического притяжения между его пластинами и, следовательно, совершаем положительную работу. На что идет эта работа? Что происходит с энергией конденсатора?

349*. Найти примерную энергию свинцового шарика радиусом в 1 см, если из него мысленно удалить все электроны. $A = 107$; $Z = 82$; $D = 11,3 \text{ г/см}^3$.

4. Ток. Закон Ома для участка цепи

350*. Какое количество электричества пройдет по проводам, соединяющим обкладки плоского конденсатора с зажимами аккумулятора, при вынимании конденсатора из керосина, в который он был погружен. Размеры конденсатора $100 \times 270 \times 2 \text{ мм}$. Э. д. с. аккумулятора — 6 в. Диэлектрическая постоянная керосина = 2.

351*. Плоский конденсатор с пластинами квадратной формы размерами $21 \times 21 \text{ см}$ и расстоянием между пластинами 2 мм присоединен к полюсам источника э. д. с. $E = 750 \text{ в}$. В пространстве между пластинами с постоянной скоростью $v = 8 \text{ см/сек}$ вдвигают стеклянную пластинку толщиной 2 мм. Какой ток пойдет при этом по цепи? Диэлектрическая проницаемость стекла $\epsilon = 7$.

352*. Металлический сплошной цилиндр вращается вокруг своей оси с угловой скоростью $n = 20 \text{ об/сек}$. Определить электрическое поле, возникающее внутри него, и разность потенциалов между осью и периферией цилиндра. Диаметр цилиндра 5 см.

353. Плоский конденсатор с расстоянием между пластинами d , заполненный средой с диэлектрической проницаемостью ϵ и удельным сопротивлением ρ , включен в цепь батареи с э. д. с. = E и внутренним сопротивле-

нием r . Чему равна напряженность электрического поля внутри конденсатора, если его емкость равна C ?

354. Определить среднюю скорость v , направленного движения электронов вдоль медного проводника при плотности постоянного тока $j = 11 \text{ а/мм}^2$, если считать, что на каждый атом меди в металле имеется один свободный электрон.

Атомный вес меди ≈ 64 . Удельный вес $8,9 \text{ г/см}^3$.

355. Имеется катушка медной проволоки с площадью поперечного сечения $0,1 \text{ м}^2$. Масса всей проволоки $0,3 \text{ кг}$. Определить сопротивление проволоки. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ ом см}$. Плотность меди $8,9 \text{ г/см}^3$.

356. Какое напряжение можно дать на катушку, имеющую $n = 1000$ витков медного провода со средним диаметром витков $d = 6 \text{ см}$, если допустимая плотность тока $j = 2 \text{ а/мм}^2$?

357. Электрическая лампочка с вольфрамовой нитью включена в цепь при температуре $t_1 = 25^\circ$. При этом вольтметр показывает $U_1 = 10 \text{ мв}$, амперметр $I_1 = 4 \text{ ма}$. В рабочем состоянии напряжение на зажимах лампочки $U_2 = 120 \text{ в}$, сила тока $I_2 = 4 \text{ а}$. Определить температуру t_2 вольфрамовой нити в рабочем состоянии. Термический коэффициент сопротивления вольфрама $\alpha = 0,0042 \text{ град}^{-1}$.

358. Угольный стержень соединен последовательно с железным такой же толщины. При каком соотношении их длин сопротивление такой комбинации не зависит от температуры? Температурные коэффициенты сопротивления угля и железа соответственно $\alpha_1 = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1}$ и $\alpha_2 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1}$.

359. Определить сопротивление R , если амперметр показывает ток $I = 5 \text{ а}$, вольтметр, подключенный к концам сопротивления показывает напряжение $U = 100 \text{ в}$, а внутреннее сопротивление вольтметра $r = 2500 \text{ ом}$. Какова ошибка в определении сопротивления, если пренебречь внутренним сопротивлением вольтметра?

360. Измеряется сопротивление R по двум схемам. По первой схеме вольтметр подключен к концам измеряемого сопротивления, амперметр — последовательно к этому участку. По второй схеме вольтметр измеряет напряжение на концах участка, в котором последовательно соединены измеряемое сопротивление и амперметр. Рас-

считать величину сопротивления по показаниям вольтметра v и амперметра I и их внутренним сопротивлениям r_v и r_a по обеим схемам. Если не учитывать внутреннее сопротивление приборов, то какая из этих схем выгоднее в отношении погрешностей, если приходится измерять большие сопротивления? Малые сопротивления?

5. Последовательное и параллельное соединение проводников

361. Электрическая цепь составлена из четырех кусков провода одинаковой длины и сделанных из одинакового материала, соединенных последовательно. Сечение всех четырех кусков различно: $s_1 = 1 \text{ мм}^2$, $s_2 = 2 \text{ мм}^2$, $s_3 = 3 \text{ мм}^2$, $s_4 = 4 \text{ мм}^2$. Разность потенциалов на концах цепи равна $U = 100 \text{ в}$. Определить падение напряжения на каждом проводнике.

362. К сети напряжением 120 в присоединяются два сопротивления. При их последовательном соединении ток равен 3 а , а при параллельном суммарный ток равен 16 а . Чему равны сопротивления?

363. Два проводника, соединенные последовательно, имеют сопротивление в $6,25$ раза больше, чем при их параллельном соединении. Найти во сколько раз сопротивление одного проводника больше сопротивления другого проводника.

364*. Доказать, что если n проводников, сопротивления которых выражаются числами, образующими арифметическую прогрессию: $n + 1, n + 2, n + 3, \dots, 2n - 1, 2n$, соединить параллельно, то, как бы ни было велико количество этих проводников, сопротивление полученного соединения будет меньше, чем 2 ом .

365. n равных сопротивлений соединены последовательно. Во сколько раз изменится сопротивление цепи, если их соединить параллельно?

366. На сколько равных частей надо разрезать проводник, чтобы при параллельном соединении этих частей получить сопротивление в n раз меньшее?

367. Из куска проволоки сопротивлением $R = 10 \text{ ом}$ сделано кольцо. Где следует присоединить провода, подводящие ток, чтобы сопротивление кольца равнялось $r = 1 \text{ ом}$?

368*. Чему равно сопротивление проволочного каркаса в виде прямоугольника со сторонами a и b и диагональю, если: а) каркас включен в цепь вершинами, между которыми проведена диагональ; б) каркас включен точками между которыми находится сторона a . Сопротивление единицы длины проволоки r_0 .

369. Четыре одинаковых сопротивления соединяют различными способами. Сколько их? Нарисовать схемы. Определить эквивалентное сопротивление во всех случаях.

370*. Имеется достаточное количество одинаковых сопротивлений по 10 ом . Требуется, соединяя их, получить эквивалентное сопротивление 6 ом . Сколько потребуется сопротивлений и как их следует соединить при наиболее простом выполнении?

371*. Определить электрическое сопротивление следующих проволочных сеток:

1) Каркаса в виде квадрата, середины сторон которого соединены между собой и в центре спаяны. Каркас включен в цепь диагональными вершинами.

2) Шестиугольника, в котором одна из точек соединена со всеми остальными точками (всего таким образом 9 проводников и включенного диагональными вершинами (одна из вершин — точка, где сходятся диагонали)).

3) Каркаса в виде тетраэдра, включенного в цепь двумя вершинами.

4) Сетки в виде шестиугольника с тремя большими диагоналями спаянными в центре и включенной в цепь: а) точками, между которыми проведена одна из диагоналей; б) точками, лежащими на середине противоположных сторон.

5) Каркасного куба, включенного противоположными вершинами (по диагонали).

Сопротивление каждого из звеньев r .

372*. Три равных сопротивления были соединены последовательно. Затем вход цепи соединили проводником с точкой, лежащей между вторым и третьим сопротивлениями, а выход с точкой между первым и вторым сопротивлениями. Нарисуйте схему. Как изменилось сопротивление цепи? Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

373. Вольтметр имеет четыре предела измерения: 3, 15, 75, 150 в. Наибольший допустимый (номинальный) ток прибора 30 ма. Найти добавочные сопротивления R_1 ; R_2 ; R_3 ; R_4 , если сопротивление вольтметра без добавочных сопротивлений $r_0 = 10$ ом.

374. К батарее через переменное сопротивление подключен вольтметр. Если сопротивление уменьшить втрое, то показания вольтметра возрастут вдвое. Во сколько раз изменятся показания вольтметра если сопротивление уменьшить до нуля.

375. К гальванометру, сопротивление которого $r = 290$ ом присоединили шунт, понижающий чувствительность гальванометра в 10 раз. Какое сопротивление надо включить последовательно с шунтированным гальванометром, чтобы общее сопротивление осталось неизменным?

376. Если к амперметру, рассчитанному на максимальную силу тока $I = 2$ а, присоединить шунт сопротивлением $r = 0,5$ ом, то цена деления шкалы амперметра возрастет в 10 раз. Определить, какое добавочное сопротивление необходимо присоединить к тому же амперметру, чтобы его можно было использовать как вольтметр, измеряющий напряжение до $U = 220$ в.

377. Имеется прибор с ценой деления $c = 10$ мка. Шкала прибора имеет 100 делений, внутреннее сопротивление $r = 100$ ом. Как из этого прибора сделать вольтметр для измерения напряжений до $U = 100$ в или амперметр для измерения тока до $I = 1$ а?

378. Каким сопротивлением нужно зашунтировать гальванометр с внутренним сопротивлением $r = 100$ ом, вся шкала которого рассчитана на силу тока $I = 2 \cdot 10^{-5}$ а, чтобы его можно было в качестве измерителя присоединить к термопаре с $E = 0,02$ в и внутренним сопротивлением $r_0 = 1$ ом.

379. Два одинаковых сопротивления R соединенных последовательно подключены к источнику тока. К концам одного сопротивления подключен вольтметр с таким же внутренним сопротивлением R . На сколько возрастет показание вольтметра, присоединенного к этим же точкам, если вместо вольтметра с внутренним сопротивлением R включить вольтметр с внутренним сопротивлением $10 \cdot R$. Э. д. с. источника равна E , его внутренним сопротивлением можно пренебречь.

380. Для измерения напряжения сети 220 в последовательно соединили два вольтметра с номинальными напряжениями 150 в и сопротивлениями 28 000 и 16 000 ом. Определить показания каждого вольтметра и наибольшее напряжение, которое можно измерить вольтметрами.

381. В цепь генератора включены последовательно два сопротивления $R_1 = 200$ ом и $R_2 = 1000$ ом. К концам второго сопротивления (1000 ом) подключен вольтметр. Чему равно сопротивление вольтметра, если он показывает 160 вольт? Э. д. с. генератора 200 вольт, его сопротивлением можно пренебречь.

382. Вольтметр, включенный последовательно с сопротивлением $R = 7000$ ом показывает $U_1 = 50$ в при напряжении в цепи $U = 120$ в. Сколько покажет при этом же напряжении в цепи вольтметр, если включить его последовательно с сопротивлением 35 000 ом?

383. В цепи известны сопротивления R_1 , R_2 и R_3 и ток I_3 через сопротивление R_3 . Определить токи I_1 и I_2 через сопротивления R_1 и R_2 и э. д. с. E батареи. R_2 и R_3 соединены между собой параллельно и подключены к R_1 последовательно.

384. Напряжение в сети $U = 600$ в. Человек стоя на Земле прикасается рукой к одному из проводов. Какой ток пройдет через него, если сопротивление тела человека (главным образом кожи в месте прикосновения) равно $R = 50\,000$ ом, сопротивление изоляции этого провода $R_1 = 50\,000$ ом, а другого $R_2 = 400\,000$ ом. Составьте эквивалентную схему.

385. В коридор квартиры подведено напряжение $U = 120$ в. В середине коридора и в противоположном от ввода конце горят 100-ваттные лампочки. От ввода до второй лампочки в конце коридора расстояние $l = 20$ м. На сколько изменится потребляемая лампочками мощность, если на равном расстоянии между ними включить электроплитку, потребляющую ток $I = 5$ а? Сечение провода $s = 2$ мм² (изменения сопротивлений лампочек можно не учитывать).

6. Закон Ома для всей цепи.

Соединение элементов в батарее

386. Какова электродвижущая сила элемента, если при измерении напряжения на зажимах элемента вольт-

метром сопротивлением $R_1 = 20$ ом мы получаем $U_1 = 1,37$ в, а при замыкании на $R_2 = 10$ ом получаем ток в $I_2 = 0,132$ а?

387. Определить внутреннее сопротивление аккумулятора, если известно, что при замыкании его на внешнее сопротивление $R_1 = 10$ ом напряжение на зажимах аккумулятора $U_1 = 20$ в, а при замыкании на сопротивление $R_2 = 30$ ом напряжение на зажимах $U_2 = 30$ в. Сопротивлением подводющих проводов пренебречь.

388. Гальванический элемент дает на внешнее сопротивление $R_1 = 4$ ом ток $I_1 = 0,2$ а. Если же внешнее сопротивление $R_2 = 7$ ом, то элемент дает ток $I_2 = 0,14$ а. Какой ток он даст, если его замкнуть накоротко?

389. Батарея аккумуляторов с внутренним сопротивлением $r = 1$ ом замкнута на сопротивление R . Вольтметр, подключенный к зажимам батареи, показывает напряжение $U_1 = 20$ в. Когда параллельно R присоединяется такое же сопротивление R , показания вольтметра уменьшаются до $U_2 = 15$ в. Определить R , считая, что сопротивление вольтметра намного больше R . Сопротивлением подводющих проводов пренебречь.

390. Два вольтметра, соединенные между собой последовательно при подключении к зажимам разомкнутой батареи показывают — один U_1 в, другой U_2 в. При включении их порознь показывают соответственно U'_1 и U'_2 . Определить по этим показаниям э. д. с. батарей.

391. Батарея аккумуляторов с электродвижущей силой $E = 6$ в замкнута на два последовательно соединенных реостата, каждый сопротивлением в $r = 5000$ ом. Что покажет вольтметр, присоединенный к клеммам одного реостата, если сопротивление вольтметра: 1) $R_1 = 100\,000$ ом; 2) $R_2 = 10\,000$ ом (внутреннее сопротивление батареи мало)?

392. Машина постоянного тока с э. д. с. $E = 130$ в должна питать осветительную сеть, состоящую из параллельно включенных десяти ламп сопротивлением по $R_1 = 200$ ом, пяти ламп по $R_2 = 100$ ом и десяти ламп по $R_3 = 150$ ом. Найти ток нагрузки и напряжение на зажимах машины, если внутреннее сопротивление ее $r = 0,5$ ом. Сопротивлением проводов пренебречь.

393. Сопротивление якоря динамо-машины «смешанного соединения» (компаунд) равно $R_1 = 0,12$ ом. Сопротивление последовательной обмотки $R_2 = 0,05$ ом,

сопротивление параллельной $R_3 = 42 \text{ ом}$; сопротивление внешней цепи $R = 5 \text{ ом}$. Э. д. с. машины $E = 112 \text{ в}$. Нарисовать схему и рассчитать силу тока в якоре I_1 , силы токов I_2 и I_3 в обмотках, силу тока I во внешней цепи. Как велика разность потенциалов на клеммах?

394. Два одинаковых сопротивления по $r = 100 \text{ ом}$ соединенных параллельно и сопротивление $R \leq 200 \text{ ом}$ подключены к источнику постоянного тока. К концам параллельно соединенных сопротивлений подключен конденсатор емкостью $C = 10 \text{ мкф}$. Определить э. д. с. источника тока E , если заряд на конденсаторе равен $Q = 2.2 \cdot 10^{-4} \text{ к}$. Внутренним сопротивлением источника тока и сопротивлением проводов можно пренебречь.

395. Показание вольтметра, присоединенного к зажимам источника, было $2,25 \text{ в}$. Этот и другой источник соединили в неразветвленную цепь, и показание вольтметра между внешними зажимами соединения оказалось $4,2 \text{ в}$, а после смены местами зажимов одного источника $0,3 \text{ в}$. Определить э. д. с. второго источника, а также, какие зажимы источников были соединены друг с другом в первом и втором случаях.

396. Есть две батареи, одна составлена из нескольких одинаковых гальванических элементов, соединенных последовательно, другая — из того же числа таких же элементов, соединенных параллельно. На какие одинаковые сопротивления R надо замкнуть каждую из батарей, чтобы токи через них были равны? Внутреннее сопротивление каждого гальванического элемента батарей равно r_0 . Сопротивлением подводящих проводов пренебречь.

397. Батарея состоит из $n = 8$ элементов, соединенных последовательно. Э. д. с. каждого элемента $E_0 = 1,5 \text{ в}$, внутреннее сопротивление $r_0 = 0,25 \text{ ом}$. Внешняя цепь представляет соединенные параллельно два проводника сопротивлением $R_1 = 50 \text{ ом}$ и $R_2 = 10 \text{ ом}$. Определить напряжение на зажимах батарей.

398*. Из 400 одинаковых элементов составлена батарея так, что образовано n соединенных последовательно групп, в каждой из которых содержится m элементов, соединенных параллельно. Э. д. с. элемента $E = 2 \text{ в}$ и внутреннее сопротивление $r = 0,1 \text{ ом}$. При каких значениях n и m батарея будучи замкнута на внешнее сопротивление $R = 10 \text{ ом}$, даст максимальную силу тока?

399. Батарея в 55 аккумуляторов заряжается от динамомашины, дающей напряжение $U = 140$ в. Какое добавочное сопротивление нужно ввести в цепь, если внутреннее сопротивление каждого аккумулятора равно $r = 0,02$ ом, электродвижущая сила $E = 2,1$ в и заряжать их нужно током в $I = 10$ а?

400. Под конец зарядки батареи аккумуляторов током $I_2 = 3$ а присоединенный к ней вольтметр показывал напряжение $U_2 = 4,25$ в. В начале разрядки той же батареи током $I_1 = 4$ а вольтметр показывал напряжение $U_1 = 3,9$ в. Ток, проходящий по вольтметру, ничтожен. Определить э. д. с. и внутреннее сопротивление батареи.

401*. Динамомашинка дает э. д. с. = 12 в. Ее внутреннее сопротивление 0,2 ома. Она заряжает батарею аккумулятора с э. д. с. $E = 10$ в и внутренним сопротивлением 0,6 ом. Параллельно батарее включена лампочка с сопротивлением 3 ом. Определить силу тока в батарее аккумуляторов, в лампочке и в генераторе.

402. Два источника с равными токами короткого замыкания по 10 а и сопротивление 0,77 ом соединяются последовательно. Определить э. д. с. и внутренние сопротивления источников, если при их согласном включении в цепи возникает ток 2,3 а, а при встречном 0,1 а.

403. Два элемента с одинаковыми э. д. с. E и разными внутренними сопротивлениями r_1 и r_2 соединяются последовательно и замыкаются на внешнее сопротивление R . При каком значении R разность потенциалов на зажимах одного из элементов станет равным нулю?

404*. Найти условие, при котором ток, даваемый двумя соединенными последовательно разными гальваническими элементами, обладающими соответственно э. д. с. E_1 и E_2 и внутренними сопротивлениями r_1 и r_2 будет меньше тока, даваемого первым из них, если они будут включены на одно и то же внешнее сопротивление R .

405*. Несколько одинаковых гальванических элементов соединены последовательно, посредством проводов, сопротивление которых ничтожно мало, в замкнутый контур.

а) Какова разность потенциалов между любыми точками соединительных проводов;

б) Тот же вопрос в случае, если э. д. с. элементов не равны и внутренние сопротивления прямо пропорциональны э. д. с.

в) Как изменится ответ на вопрос а), если элементы будут обращены друг к другу одноименными полюсами?

406. В схему включены согласно два одинаковых гальванических элемента с э. д. с. $E = 1,5$ в и внутренним сопротивлением $r = 2$ ом. Какой ток проходит через элементы? Что покажет вольтметр U ? Сопротивлением соединительных проводов пренебречь. Что покажет вольтметр, если внутреннее сопротивление одного гальванического элемента равно $r_1 = 3$ ом, а другого $r_2 = 1$ ом?

407*. Два аккумулятора с э. д. с. $E_1 = 1,3$ в и $E_2 = 2$ в и внутренним сопротивлением $r_1 = 0,1$ ом и $r_2 = 0,25$ ом соединены параллельно. Найти величину тока в батарее и напряжение на ее зажимах.

408. Два элемента с равными э. д. с. в 2 в соединены параллельно и замкнуты на внешнее сопротивление R . Внутреннее сопротивление этих элементов равно соответственно $r_1 = 1$ ом и $r_2 = 2$ ом. Чему равно внешнее сопротивление R , если ток I_1 , текущий через первый элемент равен 1 а? Найти силу тока I_2 , идущего через второй. Найти силу тока I_R , идущего через сопротивление R .

409*. В цепь включены параллельно два гальванических элемента с разными э. д. с. $E_1 = 1,9$ в и $E_2 = 1,1$ в и с внутренними сопротивлениями $r_1 = 0,1$ ом и $r_2 = 0,8$ ом. Элементы замкнуты на внешнее сопротивление $R = 10$ ом. Чему равны токи I_1 и I_2 через элементы, как велико напряжение U на сопротивлении R внешней цепи?

7. Работа и мощность тока

410. Две электрические лампочки включены в сеть параллельно. Сопротивление первой лампочки $R_1 = 360$ ом, сопротивление второй $R_2 = 240$ ом. Какая из лампочек поглощает большую мощность? Во сколько раз?

411. Спираль подсоединена к сети, вследствие чего она раскалена. Как изменится накал спирали, если на часть ее попадет вода?

412. Две электрические лампочки, рассчитанные на 120 в и 40 вт, одна с металлической нитью, другая с угольной, включены последовательно в сеть с напряжением 120 в. Которая из нитей будет накалена сильнее?

413. Миллиамперметр имеет сопротивление 25 ом, рассчитан на предельный ток 50 ма и снабжен шунтом

на 10 а. Какую мощность потребляет прибор из сети при показании 8 а?

414. Утюг рассчитан на некоторую мощность при напряжении в 220 в. Как надо изменить включение нагревательной спирали, чтобы утюг нормально эксплуатировался при напряжении в 110 в?

415. Три электрические лампы, из которых одна 100 вт и две по 50 вт, рассчитанные на напряжение 110 в надо включить в сеть с напряжением 220 в так, чтобы каждая из них потребляла, установленную для нее мощность. Нарисовать схему включения и подсчитать при этом ток.

416. Электрический утюг, рассчитанный на напряжение 120 вольт, имеет мощность 300 ватт. При включении утюга напряжение на розетке падает с 127 до 115 вольт. Определить сопротивление подводящих проводов.

417. Э. д. с. источника тока $E = 2$ в внутреннее сопротивление $r = 1$ ом. Определить силу тока, если внешняя цепь потребляет мощность 0,75 вт.

418. Два генератора с э. д. с. $E_1 = E_2 = 130$ в соединены параллельно. Внутреннее сопротивление генераторов $r_1 = 0,5$ ом и $r_2 = 0,4$ ом. Определить напряжение на зажимах генераторов и мощность, развиваемую каждым генератором, если внешнее сопротивление $R = 7$ ом.

419. Разветвленная цепь, состоящая из двух параллельно соединенных сопротивлений $R_1 = 6$ ом и $R_2 = 12$ ом, включена последовательно с сопротивлением $R = 15$ ом. Эта электрическая схема подключена к зажимам генератора, э. д. с. которого $E = 200$ в, а внутреннее сопротивление $r = 1$ ом. Вычислить мощность, выделяющуюся на сопротивлении $R_1 = 6$ ом. (Сопротивлением подводящих проводов пренебречь).

420. Элемент, э. д. с. которого E и внутреннее сопротивление r , замкнут на внешнее сопротивление R . Наибольшая мощность во внешней цепи равна $N = 9$ вт. Сила тока, текущего при этих условиях по цепи равна $I = 3$ а. Найти величины E и r .

421. Какой ток пойдет по подводящим проводам при коротком замыкании, если на двух плитках с сопротивлением в 200 и 500 ом, выделяется при поочередном включении одинаковая мощность $N = 200$ вт?

422. Напряжение в сети без нагрузки равно 120 в. При включении в сеть плитки номинальной мощностью

300 вт, фактически выделяющаяся мощность равна 250 вт. Какая мощность будет выделяться в двух таких плитках, одновременно включенных параллельно в эту сеть?

423. Аккумулятор с внутренним сопротивлением $r = 0,08$ ом при нагрузке $I_1 = 4$ а отдает во внешнюю цепь мощность $N_1 = 8$ вт. Какую мощность N_2 отдаст он во внешнюю цепь при нагрузке $I_2 = 6$ а?

424. Источник тока с э. д. с. $E = 40$ в и внутренним сопротивлением $r = 5$ ом замкнут на внешнее сопротивление R , изменяющееся от 0 до 35 ом. Построить графики зависимости от внешнего сопротивления: а) силы тока в цепи; б) напряжения во внешней цепи; в) мощности развиваемой во внешней цепи; г) мощности рассеиваемой внутри источника; д) коэффициента полезного действия.

425. Дан источник напряжения с э. д. с., равной E , и внутренним сопротивлением r , замкнутый на реостат R . Выразить мощность тока во внешней цепи как функцию величины тока. Построить график этой функции. При каком токе мощность будет наибольшей? При каком соотношении внешнего сопротивления R и внутреннего r мощность тока во внешней цепи наибольшая?

426. Два сопротивления по 100 ом подключается к источнику э. д. с. сначала последовательно, а затем параллельно. В обоих случаях тепловая мощность выделяемая на каждом сопротивлении оказалась одинакова. Найти э. д. с. источника, если ток, протекающий в цепи при последовательном включении лампочек, один ампер.

427*. а) Батарея состоит из $n = 5$ последовательно соединенных элементов с э. д. с. $E = 1,4$ в каждый и с внутренним сопротивлением по $r = 0,3$ ом каждый. При каком токе полезная мощность батареи равна 8 вт?

б) Какова наибольшая полезная мощность батареи?

428. Имеется источник тока, э. д. с. которого равна E и внутреннее сопротивление r . Желают получить от этого источника мощность N во внешней цепи. Определить: а) нужную силу тока; б) разность потенциалов на зажимах; в) внешнее сопротивление. Объяснить ответ.

429*. Дана электрическая цепь, в которой находится, помимо других сопротивлений, некоторое сопротивление R_0 , потребляющее мощность N . Когда к клеммам этого сопротивления приключают параллельно еще одно

такое же сопротивление, то в них обоих также расходуется мощность N . Дать простейшую схему и расчет такой цепи.

430. Электрическая печь присоединена к сети с напряжением 120 в проводами, сопротивление которых равно 1 ом. Определить, каким сопротивлением должна обладать печь, если мощность печи 1,1 квт. Объяснить ответ.

431. От источника с напряжением $E = 100\,000$ в требуется передать на расстояние $l = 5$ км мощность $N = 5000$ квт. Допустимая потеря напряжения в проводах $n = 1\%$. Рассчитать минимальное сечение медного провода, пригодного для этой цели. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-6}$ ом см.

432. Во сколько раз следует повысить напряжение источника, чтобы снизить потери мощности в линии в 100 раз при передаче той же самой мощности, при условии, что в первом случае падение напряжения в линии $\Delta U = nU$, где U напряжение на нагрузке?

433. Требуется передать 100 квт электроэнергии на расстояние 7,5 км, причем потери на нагревание проводов не должны превышать 3% передаваемой энергии. Каков вес проводов в случаях, когда ток передается: а) под напряжением 2000 в? б) Под напряжением 6000 в? $\rho = 1,7 \cdot 10^{-6}$ ом · см. $D = 8,8$ г/см³.

434*. В цепь батареи с электродвижущей силой 24 вольта включен электромотор. Нагруженный мотор потребляет мощность в 10 раз большую, чем мощность, потребляемая мотором при работе холостую. Напряжение на клеммах мотора при нагрузке падает на 20% по сравнению с напряжением на них при холостом ходе. Ток при нагрузке равен 5 А. Найти сопротивление подводящих проводов.

435. Трамвай весом $P = 22,5$ т идет сначала по горизонтальному пути, а затем в гору (уклон 0,03). В первом случае ток в двигателе $I_1 = 60$ а, а во втором $I_2 = 118$ а. Найти скорости трамвая, если коэффициент трения $k = 0,01$, напряжение в линии $U = 500$ в и к. п. д. двигателя (и передачи) равен 0,75.

8. Тепловые действия тока

436. Электрическая лампа номинальной мощности 10 вт включена в сеть с номинальным напряжением

120 в. Из-за плохого контакта в штепсельной вилке прибора напряжение, приложенное к лампе, стало 80 в, а ток лампы составил 0,1 а. Сколько тепла развивается в 1 сек в вилке? Во сколько раз уменьшилось количество тепла, выделяемого в нити лампы?

437. Сколько витков никелиновой проволоки надо намотать на фарфоровый цилиндр с диаметром $D = 1,5$ см, чтобы устроить кипятильник, в котором в течение $\tau = 10$ мин закипит $m = 120$ г воды, если начальная температура $t = 10^\circ\text{C}$; к. п. д. принять 60%. Диаметр проволоки $d = 0,2$ мм. Напряжение $U = 100$ в. Удельное сопротивление никелина $\rho = 4 \cdot 10^{-5}$ ом см.

438. Разность потенциалов между двумя точками А и В равна $U = 9$ в. Имеются два проводника, сопротивления которых равны соответственно $R_1 = 5$ и $R_2 = 3$ ом. Найти количество тепла, выделяющегося в каждом из проводников в 1 сек, если проводники между А и В включены: 1) последовательно, 2) параллельно.

439. Определите величину площади поперечного сечения плавкого свинцового предохранителя на 10 А. Разрыв цепи должен произойти не более, чем через 10 секунд после включения. Удельное сопротивление свинца равно $0,21 \cdot 10^{-4}$ ом см, удельная теплота плавления свинца 6,3 кал/г, удельная теплоемкость 0,03 кал/г град, температура плавления 327°C (начальная температура 27°C). Плотность свинца $D = 11,3$ г/см³.

440. Как изменится температура медного стержня, если по нему в течение $t = 0,5$ сек пройдет ток, плотность которого равна $j = 9$ а/мм²? При расчете принять, что передача теплоты окружающим телам отсутствует. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-6}$ ом см. Плотность меди $d = 8,9$ г/см³. Теплоемкость меди — 380 дж/кг · град.

441. Сопротивление внешней цепи источника увеличили в 2,25 раза, но количество тепла, развивающееся в ней за 1 сек. не изменилось. Найти отношение внутреннего сопротивления r к внешнему R в первом случае, считая э. д. с. и внутреннее сопротивление источника неизменными.

442. В условиях очень интенсивного нагревания проводников (например, обмотка индукционной нагревательной печи) их часто выполняют в виде медной трубки, по которой протекает охлаждающая вода. Каким

должен быть расход охлаждающей воды в одну минуту, если длина такого проводника 35 м, наружный диаметр 12 мм, внутренний 10 мм и по нему протекает ток 1500 а. Температура поступающей воды 12°, а уходящей 35°.

443*. Определить работу электрических сил и количество теплоты, выделяемое в течение $t = 1$ сек (и то и другое выразить в джоулях) в следующих случаях:

а) в проводе, по которому идет ток $I = 1$ а; напряжение между концами провода равно $U = 2$ в;

б) в аккумуляторе, который заряжается током $I_1 = 1$ а; напряжение между полюсами аккумулятора равно $U_1 = 2$ в; э. д. с. аккумулятора $E_1 = 1,3$ в;

в) в батарее аккумуляторов, которая дает ток $I_2 = 1$ а на внешнее сопротивление; напряжение между полюсами аккумулятора равно $U_2 = 2$ в; э. д. с. батареи $E_2 = 2,6$ в.

444. Электроплитка с двумя одинаковыми спиралями позволяет получить три степени нагрева в зависимости от порядка и характера включения спиралей. Нарисовать схемы включения. Как будут относиться количества теплоты, полученные от плитки за одно и то же время.

445. Электрический чайник имеет две обмотки. При включении одной из них вода в чайнике закипит через 15 мин, при включении другой — через 30 мин. Через сколько времени закипит вода в чайнике, если включить обе обмотки: 1) последовательно, 2) параллельно?

446. Чему равно сопротивление подводющих проводов, если два чайника, потребляющие при напряжении 220 вольт мощность 400 ватт закипают при последовательном и при параллельном включении за одно и то же время.

447. Электрическая печь сопротивлением 44 ом при включении в сеть напряжением 220 вольт имеет температуру, на 400° С большую, чем температура воздуха. Дальнейшее нагревание прекращается из-за теплоотдачи в окружающую среду. Теплоотдачу можно принять пропорциональной перегреву печи. Каков будет перегрев, если последовательно с печью ввести сопротивление 11 ом?

448. Электрическая печь имеет две секции сопротивлениями $R_1 = 20$ ом и $R_2 = 10$ ом. При параллельном включении секций печь нагревается на 300° С выше комнатной температуры. Считая, что теплоотдача прямо

пропорциональна разности температур печи и комнаты, определить на сколько градусов нагреется печь при последовательном соединении секций и неизменном напряжении.

9. Ток в электролитах и газах

449. Пользуясь законами электролиза и числом Авогадро, определить массу водородного иона m_{H^+} , заряд электрона e . Число Авогадро равно $N \approx 6,02 \cdot 10^{23}$.

450. Батарея гальванических элементов (э. д. с. $E = 0,9$ в, внутреннее сопротивление $r \approx 0,6$ ом) состоит из 30 элементов, соединенных в три одинаковые параллельные группы. Какое количество меди m выделится на катоде за $t = 5$ мин работы батареи, включенной на нагрузку, сопротивление которой равно $R = 205$ ом. Атомный вес меди 63,57.

451. Никелирование металлического изделия с поверхностью 120 см² продолжалось 5 часов при силе тока 0,3 ампера. Валентность никеля — 2. Определить толщину слоя никеля. Атомный вес никеля 58,7. Плотность никеля $8,8$ г/см³.

452. Какой ток должен проходить через электролит, чтобы за 1 мин разлагалось 1 г воды? Каков объем выделившегося при этом гремучего газа (при нормальных условиях)?

453. При электролизе воды через ванну протекло 1000 к. Какова температура выделившегося кислорода, если он находится в объеме 0,25 литра под давлением 970 мм рт. ст.?

454. Потенциал ионизации атома ртути равен $\phi = 70,4$ в. Какой наименьшей скоростью v должен обладать электрон, чтобы ионизовать атом ртути при ударе?

455. Электрическая дуга низкого напряжения осуществляется между угольным электродом и большой металлической массой и питается от источника переменного тока (трансформатора). Показать, что по цепи с дугой идет отчасти выпрямленный ток. В каком направлении идет выпрямленный ток в этой цепи?

456. Электрон, вышедший из накаливаемого катода K с достаточно малой скоростью, приобретает скорость в поле анода A , находящегося под потенциалом ϕ , и пройдя между пластинами конденсатора длины l , попадает на

флуоресцирующий экран, помещенный на расстоянии L от конденсатора. Когда в конденсаторе появляется электрическое поле, пятно на экране смещается на расстояние d . Чему равна напряженность поля E в конденсаторе?

10. Электромагнитные явления

а) Электромагнетизм

457. К двум произвольным точкам проволочного кольца подведены, идущие радиально провода, соединенные с весьма удаленным источником тока. Показать, что напряженность магнитного поля в центре равна нулю.

458. Из одинаковых кусков проволоки спаян куб. К противоположным вершинам по диагонали приложена э. д. с. Какова напряженность H магнитного поля в центре куба? (Поле подводящих проводов не учитывать).

459. Почему два параллельных проводника, по которым идут токи в одном направлении, притягиваются, а два параллельных катодных пучка отталкиваются?

460. Между полюсами электромагнита в горизонтальном магнитном поле помещен проводник в горизонтальном положении, причем направление перпендикулярно магнитному полю. Какой ток должен идти через проводник, чтобы он висел, не падая, если напряженность поля равна $H = 100$ э и вес проводника $P = 0,1$ Г на 1 см длины.

461. Линейный проводник с током помещен в однородное магнитное поле напряженностью $H = 2000$ э. Определить силу, действующую на проводник, если длина проводника $l = 10$ см, сила тока $I = 3$ а, а направление тока составляет с направлением поля угол $\alpha = 45^\circ$.

462. Между горизонтальными полюсами магнита на двух тонких проволочках подвешен горизонтально линейный проводник весом $P = 10$ Г и длиной $l = 20$ см. Индукция однородного магнитного поля направлена вертикально и равна $B = 0,245$ тл. Весь проводник находится в магнитном поле. На какой угол α от вертикали отклонятся проволочки, поддерживающие проводник, если по нему пропустить ток силой $I = 2$ а. (Весом проволочек пренебречь).

463*. Зеркальный гальванометр имеет проволочную прямоугольную рамку (40 мм \times 30 мм) из 100 витков

тонкой проволоки, подвешенную на нити, коэффициент кручения которой $0,001 \text{ Г см (угл. град)}^{-1}$. Рамка находится в зазоре между полюсами магнита, создающего поле $H = 1000 \text{ э}$, которое можно считать направленным радиально к оси вращения при всех возможных положениях рамки. 1) На какой угол α отклонится рамка, если по рамке пустить ток в $0,1 \text{ ма}$? 2) Если миллиметровую шкалу поместить от зеркала гальванометра на расстояние 1 м , то какому току I будет соответствовать отклонение зайчика на 1 мм ?

464*. Описать движение первоначально покоившегося электрона во взаимно перпендикулярных электрическом и магнитном полях.

465*. Электрон, обладающий скоростью v , попадает в однородное магнитное поле, напряженность которого H направлена перпендикулярно к v . Окружность какого радиуса будет описывать электрон. Чему равна работа силы, действующей на электрон?

б) Электромагнитная индукция

466. Какие явления происходят в кольце, если в него вдвигается магнит. Рассмотреть случаи: а) кольцо сделано из диэлектрика; б) кольцо сделано из сверхпроводника.

467*. В однородном магнитном поле, напряженностью H , находится кольцо из сверхпроводника. Силовые линии перпендикулярны к плоскости кольца. Чему будет равен магнитный поток, пронизывающий кольцо, после того, как внешнее поле выключат. Радиус кольца R .

468*. В короткозамкнутую катушку один раз быстро, другой медленно вдвигают магнит. а) Одинаковое ли количество электричества индуцируется в катушке в первый и второй раз? б) Одинаковую ли работу против электромагнитных сил производит сила руки,двигающей магнит?

469. Внутри короткозамкнутой катушки вставлена другая, по которой идет ток от аккумулятора. Во вторую катушку вдвигают железный сердечник, вследствие чего в первой катушке индуцируется ток, и она нагревается. За счет какой работы производится нагревание?

470. При торможении поезда метро, электродвигатели отключают от контактного провода и подключают к специальным реостатам. Объяснить такой способ торможения

471. Между рельсами железнодорожного пути включен вольтметр. Над ним с постоянной скоростью проходит поезд. Каковы будут показания вольтметра при приближении поезда, в момент нахождения поезда над вольтметром и при удалении поезда? Магнитное поле земли принять на данном участке однородным, вертикальная слагающая его $H_v = 0,5$ э. Ширина колеи 1,2 м. Скорость поезда 60 км/ч.

472. Реактивный самолет, имеющий размах крыльев 50 м, летит горизонтально со скоростью 800 км/ч. Определить разность потенциалов, возникающую между концами крыльев, если вертикальная слагающая напряженности магнитного поля Земли 0,5 э. Можно ли использовать эту разность потенциалов для измерения скорости полета самолета?

473. Между концами крыльев самолета, летящего в магнитном поле Земли, натянута (изолированная) проволока. Как экспериментально показать наличие индуцированного напряжения в этой проволоке?

474. Проводник длиной $l = 1$ м движется со скоростью $v = 5$ м/сек перпендикулярно к линиям индукции однородного магнитного поля. Определить величину индукции магнитного поля, если на концах проводника возникает разность потенциалов 0,02 в.

475*. Однородное кольцо помещено в переменное магнитное поле, перпендикулярное к плоскости кольца. Выберем на кольце две произвольные точки, делящие кольцо на дуги a и b . Так как разности потенциалов на концах дуг a и b равны по величине и противоположны по знаку и ток в любом сечении кольца одинаков, то из закона Ома, примененного к участкам a и b , следует что R_a равно $-R_b$ то есть сопротивление не зависит от длины проводника. Найти ошибку в рассуждениях.

476. Рамка, имеющая форму равностороннего треугольника, помещена в однородное магнитное поле с напряженностью $H = 1600$ э. Перпендикуляр к плоскости рамки составляет с направлением магнитного поля угол $\alpha = 30^\circ$. Длина стороны рамки $a = 5$ см. Найти среднее значение э. д. с. индукции, возникающей в рамке при выключении поля в течение $\Delta t = 0,03$ сек.

477. Определить изменение магнитного потока $\Delta\Phi$ через катушку, если она имеет $n = 2000$ витков и за время $t = 0,01$ сек возникает э. д. с. индукции $E_{\text{инд}} = 200$ в.

478. Замкнутый кусок провода, сложенного вдвое, общей длиной $l = 2$ м, растянут в квадрат так, что плоскость квадрата перпендикулярна горизонтальной составляющей напряженности земного поля $H_2 = 0,2$ э. Какое количество электричества будет индуцировано при этом в контуре, если сопротивление последнего равно $R = 1$ ом.

479. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ тл расположен плоский проволочный виток, площадь которого $s = 10^3$ см², а сопротивление $R = 2$ ом, таким образом, что его плоскость перпендикулярна силовым линиям. Виток замкнут на гальванометр. Полный заряд, протекший через гальванометр при повороте рамки $q = 7,5 \cdot 10^{-3}$ кул. На какой угол повернули виток?

480а) Трансформатор, повышающий напряжение с $U_1 = 100$ в до $U_2 = 3300$ в, имеет замкнутый сердечник в виде кольца. Через кольцо пропущен провод, концы которого присоединены к вольтметру. Вольтметр показывает $U = 0,5$ в. Сколько витков имеют обмотки трансформатора?

б) Как определить число витков обмоток трансформатора, имея в своем распоряжении вольтметр и проволоку.

481. Два одинаковых шунтовых электромотора включены каждый в цепь с напряжением U . Один мотор вращается вхолостую, другой совершает некоторую работу. Который из них скорее нагреется?

482. Какую максимальную мощность может развить электромотор, включенный в сеть постоянного тока напряжением 120 в, если полное сопротивление цепи равно 20 ом? Какой ток протекает при этом по цепи.

483*. Электромотор (см. задачу 482) передает приводу мощность 160 вт. Какую э. д. с. разовьет тот же мотор, если его использовать как динамомашину, с той же угловой скоростью, которую он имел работая как двигатель. Какой смысл имеет неоднозначность полученного результата.

11. Колебания и волны.

Переменный ток

484. Написать уравнение гармонического колебания, если амплитуда колебания равна 5 см, а период полного колебания 0,5 сек.

485. За какую часть периода тело, совершающее гармонические колебания, проходит весь путь от среднего положения до крайнего? Первую половину этого пути? Вторую его половину?

486. Если волны распространяются со скоростью $2,4 \text{ м/сек}$ при частоте, равной 3 гц , то чему равна разность фаз двух точек, отстоящих друг от друга на 20 см .

487. Мгновенное значение э. д. с. дано выражением: $50 = 100 \sin 800 \pi t$, где t выражено в секундах. Найдите частоту, период и фазу.

488. Проволочная рамка площадью s равномерно вращается в однородном магнитном поле с напряженностью H вокруг оси, перпендикулярной направлению поля. Период вращения равен T . Выразить магнитный поток, проходящий через рамку, и э. д. с. индукции в рамке, как функции времени.

489. Рамка сечением $s = 400 \text{ см}^2$ и с $n = 100$ витками вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B = 10^{-2} \text{ тл}$, причем период вращения $T = 0,1 \text{ сек}$. Определить максимальное значение электродвижущей силы, возникающей в рамке, если ось вращения перпендикулярна к силовым линиям.

490. Длина воздушной линии передачи 300 км . Частота напряжения 50 гц . На какую долю периода отличаются значения напряжения в начале и конце этой линии?

491. Рамка из провода сопротивлением $R = 0,01 \text{ ом}$ равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,05 \text{ тл}$. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь рамки $s = 100 \text{ см}^2$. Определить, какое количество электричества протечет через рамку за время поворота ее на угол $\alpha = 30^\circ$ в трех случаях: 1) От 0° до 30° , 2) от 30° до 60° , 3) от 60° до 90° .

492. Какова должна быть емкость конденсатора C , чтобы с катушкой, имеющей коэффициент самоиндукции $L = 25 \text{ мкгн}$, обеспечить настройку в резонанс на длину волны $\lambda = 100 \text{ м}$?

493. В контуре включена катушка самоиндукции с переменной индуктивностью от 50 мкмкгн до 1000 мкмкгн и конденсатор переменной емкости от 10 пкф до 5000 пкф . Какой диапазон частот и длин волн можно охватить настройкой этого контура?

494. Переменный конденсатор меняет свою емкость от $C_1 = 50$ см до $C_2 = 600$ см. Какой комплект катушек самоиндукции нужно иметь, чтобы колебательный контур можно было настраивать на радиостанции в диапазоне от $\lambda_1 = 40$ м до $\lambda_2 = 2600$ м?

495. Сколько колебаний высокой частоты с длиной волны 375 м происходит в течение одного периода звука с частотой 500 гц, произносимого перед микрофоном передающей станции с указанной длиной волны?

496. Почему увеличение дальности радиосвязи с космическими кораблями в 2 раза требует увеличения мощности передатчика в 4 раза? Почему увеличение дальности радиолокации в 2 раза требует увеличения мощности передатчика в 16 раз? Считать, что излучатель радиоволн точечный, а поглощение энергии средой пренебрегаемо мало.

IV. ОПТИКА

1. Фотометрия

497. С какого наибольшего расстояния разведчик может заметить ночью огонек папиросы неприятельского солдата, если сила света папиросы при сильном затягивании $I = 1/400$ свечн, наименьший световой поток, воспринимаемый глазом, равен $\Phi = 10^{-13}$ лм и поверхность зрачка глаза в темноте $s = 0,4$ см².

498. Над горизонтальной поверхностью MN помещены на высоте $h = 2$ м и на расстоянии $l = 1$ м друг от друга два источника света, дающие световые потоки по $\Phi = 300$ лм каждый. Определить освещенность на поверхности MN :

а) в точках под источниками света;

б) на середине расстояния между ними.

499. На некотором расстоянии от точечного источника света помещен экран. Как изменится освещенность в середине экрана, если параллельно ему по другую сторону от источника на том же расстоянии от него поставить плоское зеркало. Расстояние от источника до экрана 1,5 м, сила света источника 50 свечей.

500. Над полусферой находится симметрично расположенный точечный источник света силой в $I = 50$ св на высоте, равной диаметру полусферы. Определить освещенность

ценность в той точке поверхности полусферы, в которой лучи падают под углом $\alpha = 35^\circ$. Радиус полусферы $R = 1$ м.

501*. Точечный источник света s освещает поверхность MN . Как изменится освещенность в точке A , в которой лучи от s падают на поверхность нормально, если сбоку s на таком же расстоянии, как и освещаемая поверхность, поместить зеркало z , отражающее свет в A ? Коэффициент отражения принять равным 1. Зеркало находится на одном уровне с источником s .

502*. Внутри полой равномерно светящейся сферы помещен фотометр Бунзена с масляным пятном. Показать, что при любом положении экрана фотометра освещенность с обеих сторон будет одинаковой?

503*. В главном фокусе вогнутого зеркала с радиусом кривизны $R = 50$ см находится точечный источник света. На расстоянии $L = 25$ м от зеркала помещен экран, перпендикулярный главной оптической оси зеркала. Во сколько раз освещенность в центре светлого пятна, получающегося на экране, больше, чем освещенность в том же месте экрана, создаваемая источником при отсутствии зеркала? Потерями света в воздухе и при отражении пренебречь.

504. В киноаппарате установлена лампа, дающая силу света в 2000 свечей. Свет лампы проходит через конденсор и затем попадает в объектив аппарата; объектив проектирует изображение освещенной поверхности конденсора на экране в пятидесятикратном увеличении. На каком расстоянии от лампы находится проектируемая поверхность конденсора, если освещенность центра экрана равно 100 лк, а в оптической системе аппарата теряется 37,5%.

2. Отражение и преломление света

505. Солнечный луч, проходящий через отверстие в ставне, составляет с поверхностью стола угол 48° . Как надо расположить плоское зеркало, чтобы изменить направление луча на горизонтальное?

506. Зеркальный гальванометр расположен на расстоянии $R = 2$ м от шкалы. На какой угол повернулось зеркальце, если «зайчик» сместился от центра шкалы на 50 см?

507*. Небольшой предмет расположен между двумя плоскими зеркалами, поставленными под углом $\alpha = 30^\circ$, на расстоянии $r = 10$ см от линии пересечения зеркал ближе к одному из зеркал.

а) На каком расстоянии x друг от друга находятся первые мнимые изображения предмета в зеркалах?

б) Решить задачу в общем виде для любого угла α .

508. Звезда наблюдается в зрительную трубу после двукратного отражения от углового зеркала с раствором α . Как будет перемещаться изображение в трубе при небольших поворотах углового зеркала около ребра.

509. Луч света падает на одно из зеркал, составляющих двугранный угол $\alpha = 20^\circ$, параллельно плоскости, делящей угол пополам, под прямым углом к линии пересечения зеркал. Как он идет дальше? Какова будет сила света по выходе луча из двугранного угла, если начальная сила света равна $I = 10$ св и если при каждом отражении сила света уменьшается в два раза?

510. Между двумя плоскими зеркалами, параллельными друг другу, помещен точечный источник света. Расстояние от источника до зеркал сохраняется одинаковым. С какими скоростями должны двигаться оба зеркала, оставаясь параллельными друг другу, чтобы первые мнимые изображения источника в зеркалах сближались со скоростью 5 км в секунду?

511. Вертикальная палка высотой $h = 1$ м, поставленная вблизи уличного фонаря, отбрасывает тень длиной $l_1 = 0,8$ м. Если перенести палку на $d = 1$ м дальше от фонаря (в той же плоскости), то она отбрасывает тень длиной $l_2 = 1,25$ м. На какой высоте H подвешен фонарь?

512. Столб вбит в дно реки и $h_1 = 1$ м столба возвышается над водой. Найти длину тени столба на поверхности и на дне реки, если высота Солнца над горизонтом $\alpha = 30^\circ$, а глубина реки $h = 2$ м.

513. Каков предельный угол при падении луча на границу стекло—вода?

514. При падении на плоскую границу двух сред, относительный показатель преломления которых n , луч частично отражается, частично преломляется. При каком угле падения отраженный луч перпендикулярен к преломленному лучу?

515. Луч света падает на трехгранную призму из кварцевого стекла под углом в 36° . Преломляющий угол

призмы 40° . Под каким углом луч выйдет из призмы и каков его угол отклонения от первоначального направления?

516. В воде идут два параллельных луча 1 и 2. Луч 1 выходит в воздух непосредственно, а луч 2 проходит сквозь горизонтальную плоско-параллельную стеклянную пластинку, лежащую на поверхности воды.

а) Будут ли лучи 1 и 2 параллельны по выходе в воздух?

б) Выйдет ли в воздух луч 2, если луч 1 испытывает полное отражение?

517. Луч света падает на плоско-параллельную пластину под углом $i = 60^\circ$. Какова толщина пластины d , если при выходе из нее луч сместился на 20 мм? Показатель преломления стекла $n = 1,5$.

518. Луч падает на плоскую стеклянную пластинку толщиной $d = 3$ см под углом $\alpha = 70^\circ$. Определить смещение луча внутри пластинки.

519. Луч света падает на однородный прозрачный шар и проникает в него. Проходя внутри шара, он достигает поверхности раздела шар—воздух. Может ли в этой точке произойти полное внутреннее отражение?

520*. На основании равносторонней стеклянной призмы находится пылинка. Каково максимально допустимое значение показателя преломления n , при котором пылинку еще можно увидеть через боковые грани призмы с помощью лучей, не претерпевших ни одного отражения на границе стекло—воздух?

521. Найти положение изображения объекта, расположенного на расстоянии 4 см от передней поверхности плоско-параллельной стеклянной пластинки толщиной в 1 см, посеребренной с задней стороны, считая, что показатель преломления пластинки равен 1,5.

522. Человек смотрит на свое изображение в зеркале, расположенном на дне сосуда, наполненного водой. На какое расстояние аккомодирован глаз человека, если он находится на высоте $h = 10$ см над уровнем воды, а зеркало на глубине $h_0 = 8$ см под уровнем воды? Показатель преломления воды 1,33.

3. Сферические зеркала и линзы. Оптические системы

523*. Даны положения главной оптической оси AB сферического зеркала, светящейся точки S и ее изобра-

жения S' . Найти графическим построением положение центра кривизны и вершины зеркала. Какое было использовано зеркало: вогнутое или выпуклое? Какое изображение получилось при этом: действительное или мнимое?

Решить задачу для случаев:

1. Точки S и S' расположены по обе стороны оси AB на разных расстояниях от оси и на некотором расстоянии друг от друга. (2 случая: Точка S над и под осью AB).

2. Точки S и S' расположены по одну сторону оси AB на разных расстояниях от оси AB и на некотором расстоянии друг от друга (2 случая: точка S выше и левее точки S' и правее точки S').

524*. Наблюдатель глядит сквозь тонкую стеклянную пластинку на свое изображение в выпуклом зеркале и, перемещая пластинку, добивается, что изображения его глаза, видимые в зеркале и в стеклянной пластинке, налагаются друг на друга и не смещаются при покачивании головы (отсутствует параллакс).

На каком расстоянии от глаза наблюдателя помещена пластинка, если фокусное расстояние зеркала равно 10 см и глаз отдален от его вершины на 40 см?

525. При определенном расположении изображение предмета в вогнутом зеркале в 3 раза меньше самого предмета. Если же предмет передвинуть на расстояние $l = 15$ см ближе к зеркалу, то изображение станет в 1,5 раза меньше предмета.

Найти фокусное расстояние зеркала.

526. Радиус кривизны вогнутого зеркала $R = 40$ см. Найти положение объекта, при котором его изображение будет действительным и увеличенным в два раза. Найти также положение, при котором изображение будет мнимым и увеличенным в два раза. Построить изображения объекта в обоих случаях.

527*. Круглый осколок стеклянного посеребренного шара употребляется как выпуклое сферическое зеркало. Какой диаметр имел разбитый шар, если для того, чтобы увидеть полностью собственное лицо, необходимо держать осколок на расстоянии, не меньшем 30 см? Диаметр осколка $D = 5$ см, длина лица $l = 20$ см.

528. Два одинаковых вогнутых зеркала поставлены друг против друга так, что их главные фокусы совпа-

дают. Светящаяся точка S помещена на общей оси зеркал на расстоянии a от первого зеркала. Где получится изображение S' после отражения от обоих зеркал?

529*. Два одинаковых сферических вогнутых зеркала поставлено одно против другого, на расстоянии равном учетверенному фокусному расстоянию. В фокусе одного зеркала помещен источник света. Найти изображение источника.

530. Дано положение оптической оси OO_1 , оптического центра линзы и ход произвольного луча. Найти построением положение главных фокусов линзы.

531. Каково главное фокусное расстояние линзы F , если для получения изображения какого-нибудь предмета в натуральную величину предмет этот должен быть помещен на расстоянии $d = 20$ см от линзы? Выразить в диоптриях оптическую силу линзы.

532. Сходящийся пучок света имеет вид конуса с вершиной в точке s_1 . На пути пучка света поставим собирательную линзу так, что ось конуса совпадает с главной оптической осью линзы. Расстояние оптического центра S линзы s_1 равно 30 см. В какой точке пересекутся лучи после преломления в линзе, если ее оптическая сила 4 дп?

533. Предмет находится на расстоянии 10 см от переднего фокуса собирающей линзы, а экран, на котором получается четкое изображение предмета расположен на расстоянии 40 см от второго фокуса линзы. Найти фокусное расстояние линзы.

534. На каком расстоянии надо поместить предмет от собирающей линзы, чтобы расстояние от предмета до его действительного изображения было наименьшим?

535. Собирающая линза дает изображение некоторого объекта на экране. Высота изображения равна h_1 . Оставляя неподвижным экран и объект, начинают двигать линзу к экрану и находят, что при втором четком изображении объекта высота изображения равна h_2 . Найти действительную высоту предмета h . Какому условию должно удовлетворять расстояние между объектом и экраном?

536. Предмет и экран зафиксированы неподвижно в вертикальном положении. Между ними находится двояковыпуклая линза, которая может перемещаться вдоль главной оптической оси. При одном положении

линзы на экране получается изображение, увеличенное в 3 раза. При другом положении линзы получается изображение, уменьшенное в 3 раза. Определить расстояние между обоими положениями линзы. Расстояние между предметом и экраном 60 см.

537. Предмет находится на расстоянии $d = 90$ см от экрана. Между предметом и экраном перемещают линзу, причем при одном положении линзы, на экране получается увеличенное изображение предмета, а при другом уменьшенное. Каково фокусное расстояние линзы, если линейные размеры первого изображения в 4 раза больше размеров второго?

538. Фокусное расстояние двояковыпуклой линзы $F = 5$ см. Точечный источник света находится на оси линзы на расстоянии $a = 6$ см от линзы. Линза разрезается на 2 равные части, которые раздвигаются на расстояние $s = 1$ см симметрично относительно оптической оси. Найти расстояние между двумя изображениями точки.

539. Выразить линейное увеличение k в зависимости от фокусного расстояния линзы F и расстояния предмета от линзы d для случаев: а) $d > F$; б) $d < F$.

540*. Вдоль оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 12$ см расположен предмет, один конец которого находится на расстоянии 17,9 см от линзы, а другой конец на расстоянии 18,1 см. Определите увеличение изображения.

541*. Точечный источник света расположен на расстоянии $a = 30$ см от тонкой положительной линзы, оптическая сила которой $D = 5$ диоптрий. На какое расстояние сместится изображение источника, если между линзой и источником поместить толстую стеклянную пластинку толщины $h = 15$ см и показателем преломления $n = 1,5$?

542. На экране, отстоящем от объектива (тонкая линза оптической силой 5 дп) на расстоянии 4 м, получено четкое изображение диапозитива. Экран отодвигают на 20 см. На сколько надо переместить диапозитив, чтобы восстановить четкость изображения?

543. Объектив состоит из трех контактирующих тонких линз: первая двояковыпуклая с фокусным расстоянием $F_1 = 12,5$ см, вторая двояковогнутая с фокусным расстоянием $F_2 = 10$ см и третья двояковыпуклая с фо-

кусным расстоянием $F_3 = 5$ см. Определить фокусное расстояние объектива F .

544. Изображение отдаленного источника света с помощью линзы, фокусное расстояние которой $F_1 = 20$ см, проектируется на экран. Между линзой и источником света помещается вторая линза с главным фокусным расстоянием $F_2 = 30$ см; причем расстояние между линзами равно $l = 10$ см. Насколько нужно будет придвинуть экран, чтобы восстановить резкость изображения?

545. Параллельный пучок света падает на линзу, затем на вогнутое зеркало. Фокусное расстояние зеркала равно $F = 24$ см. Расстояние между линзой и зеркалом $l = 32$ см. Каким должно быть фокусное расстояние линзы, чтобы свет, отразившись от зеркала, собрался в точке, удаленной от зеркала на расстоянии 6 см.

546. В трубку вставлены две двояковыпуклые линзы таким образом, что их главные оптические оси совпадают. Расстояние между линзами $l = 16$ см. Гл. фок. расстояние 1-й линзы $F_1 = 8$ см, 2-й линзы $F_2 = 5$ см. Предмет высотой $h = 9$ см помещен на расстоянии $d = 40$ см от первой линзы. На каком расстоянии от 2-й линзы получилось изображение. Какова его высота h ?

547. Источник света находится на расстоянии 35 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 20 см. По другую сторону линзы на расстоянии 38 см расположена рассеивающая линза с фокусным расстоянием 12 см. Где будет находиться изображение источника?

548. Расположить две линзы так, чтобы параллельные лучи пройдя сквозь обе линзы, оставались параллельными.

Сделать это: а) в случае двух собирающих линз; б) в случае одной рассеивающей и одной собирающей.

549*. Вогнутая сторона выпукло-вогнутой собирающей линзы посеребрена. Свет от небольшого источника падает на выпуклую сторону линзы и, отражаясь от серебряного слоя, дает изображение источника по ту же сторону линзы. На каком расстоянии от линзы нужно поместить источник для того, чтобы изображение совпало с самим источником, если фокусное расстояние линзы $F = 18$ см, а радиус вогнутой поверхности $R = 40$ см.

550*. Источник света расположен на двойном фокусном расстоянии от собирающей линзы на ее оси. За линзой перпендикулярно к оптической оси помещено плоское

зеркало. На каком расстоянии от линзы нужно поместить зеркало для того, чтобы лучи, отраженные от зеркала, пройдя вторично через линзу, стали параллельны?

551. Диапозитив имеет размер $8 \times 8 \text{ см}^2$. Определить оптическую силу тонкой собирающей линзы, которая может служить объективом проекционного аппарата, если изображение диапозитива на экране должно иметь размеры $1,2 \cdot 1,2 \text{ м}^2$. Расстояние от объектива до экрана равно 4 м .

552. Лучи Солнца освещают бумагу. Как изменится освещенность бумаги, если на ней при помощи тонкой линзы с оптической силой в 4 диоптрии и с диаметром отверстия 6 см получить изображение Солнца?

553*. Точечный источник света находится на расстоянии $L = 95 \text{ см}$ от экрана. На каком расстоянии от источника света следует поместить линзу с фокусным расстоянием $F = +16 \text{ см}$ и с диаметром оправы $D = 10 \text{ см}$, чтобы получить на экране ярко освещенный кружок диаметром $d = 2,5 \text{ см}$. Пояснить ответ чертежами.

554*. Солнечные лучи, падая нормально на экран, дают освещенность $E = 10\,000 \text{ лк}$. Перед экраном помещают: а) тонкую линзу оптической силой $+5 \text{ дп}$ на расстоянии 60 см ; б) линзу оптической силой -2 дп на расстоянии 20 см . Определить в обоих случаях среднюю освещенность экрана в тени от линзы и в светлом кольце вокруг тени. Потерями света в линзе пренебречь.

555. При помощи линзы последовательно получены два изображения одного и того же предмета. Отношение увеличений $k_1 : k_2$ оказалось равным $5 : 2$. Как изменилась освещенность экрана в месте получения изображений?

556. Проекционный аппарат имеет линзу с фокусным расстоянием $F = 5 \text{ см}$. Квадратный диапозитив с площадью $s = 10 \text{ см}^2$, который находится на расстоянии $a_1 = 5,1 \text{ см}$ от линзы, пропускает световой поток $\Phi = 10 \text{ люмен}$. Определить освещенность E изображения диапозитива на экране. Считать, что световой поток не рассеивается.

4. Зрение. Оптические приборы

557*. Страница текста, напечатанного мелким шрифтом, подложена под толстую стеклянную пластину, показатель преломления которой $n = 1,5$. Какова максималь-

ная толщина пластины, при которой близорукий человек без очков еще может прочесть текст, если он обычно пользуется очками $D = -5$ диоптрий. Указание: углы падения и преломления лучей, попадающих в глаз, малы, так что отношение синусов этих углов можно заменить отношением тангенсов.

558*. Близорукий человек без очков рассматривает предмет, находящийся на некотором расстоянии под поверхностью воды. Оказалось, что если глаз расположен вблизи поверхности воды, то максимальное погружение предмета, при котором человек еще различает его мелкие детали, равно 30 см. Принимая показатель преломления воды равным $n = 1,3$, определить какие очки следует носить этому человеку.

559*. Владелец дальновзорких глаз аккомодирует, не напрягаясь, на расстоянии, не меньшем 50 см. Какова должна быть оптическая сила очков для того, чтобы предел аккомодации был понижен до 20 см, если считать и глаз и очки близко расположенными тонкими линзами?

560. Нужно изготовить фотографическим путем шкалу, разделенную на десятые доли миллиметра. Фокусное расстояние объектива равно $F_{об} = 13,5$ см. На каком расстоянии от объектива следует поместить шкалу, чтобы она была уменьшена в 10-раз?

561. Объективом малой светосилы фотографируется предмет с уменьшением в два раза. Как изменится освещенность на фотографической пластинке при съемке в тех же условиях, если снимать с увеличением 1:1.

562. Большая картина фотографируется сначала целиком, а затем ряд деталей фотографируются в натуральную величину. В первом случае экспозиция $t = 5$ сек. Какова должна быть экспозиция при съемке деталей?

563. Требуется сфотографировать конькобежца, пробегающего перед аппаратом со скоростью $v = 10$ м/сек. Определить максимально допустимую экспозицию при условии, что размытость изображения не должна превышать 0,2 мм. Главное фокусное расстояние объектива $F = 10$ см и расстояние от конькобежца до аппарата $d = 5$ м.

564. Велосипедист движется со скоростью 5 м/сек. Требуется его сфотографировать 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.

565. С помощью фотографического аппарата 9×12 см² требуется снять здание длиной $l = 50$ м. На каком расстоянии от здания нужно установить аппарат, чтобы весь фасад здания уместился на пластинке, если главное фокусное расстояние объектива $F = 12$ см?

566. Увеличение микроскопа равно 600. Определить оптическую силу объектива, если фокусное расстояние окуляра $F_{ок} = 4$ см, а длина тубуса $l = 24$ см.

567. Фокусное расстояние объектива микроскопа $F_{об} = 0,5$ см, а расстояние между объективом и окуляром микроскопа 16 см. Увеличение микроскопа 200. Найти увеличение окуляра.

568. Фокусное расстояние объектива микроскопа $F_{об} = 1,25$ мм, а фокусное расстояние окуляра $F_{ок} = 10$ мм. Расстояние между объективом и окуляром равно $l = 16$ см. Где должен быть помещен рассматриваемый объект и каково линейное увеличение микроскопа для наблюдателя, расстояние наилучшего зрения которого 25 см?

569. Телескоп, объектив которого имеет диаметр $D = 8$ см, наведен на отдаленную светящуюся точку. Тогда из окуляра телескопа выходит параллельный пучок лучей, который можно обнаружить, поместив перед окуляром матовое стекло или просто лист бумаги, где получится круглое светлое пятно. Диаметр этого пятна $d = 4$ мм, причем известно, что путь лучей в телескопе не ограничен никакими диафрагмами. Каково увеличение телескопа?

570. Фокусное расстояние объектива зрительной трубы $F_{об} = 100$ см, окуляра $F_{ок} = 8$ см. Под каким углом виден радиус лунного диска при рассматривании изображения с расстояния наилучшего зрения 25 см? Кажущийся угловой диаметр Луны $\alpha = 0,5^\circ$.

571. Фокусное расстояние объектива одного из рефракторов в Пулковке $F_{об} = 14,1$ м. Каково увеличение этого рефрактора при пользовании окуляром с фокусным расстоянием $F_{ок} = 2,5$ см?

5. Волны. Кванты

572. Длина волны красного луча в воде равна длине волны зеленого луча в воздухе. Вода освещена красным светом. Какой цвет видит при этом свете человек, открывший глаз под водой?

573. Почему интерференционные явления наблюдаются только в тонких пленках и пластинках?

574*. Лучи белого света под углом падения $i = 45^\circ$ падают на тонкую прозрачную пластинку, которая при этом в окрашенном свете представляется окрашенной в зеленый цвет. Показать, что при уменьшении угла i цвет пластинки должен изменяться, переходя к красному концу спектра, а при увеличении угла i — наоборот, к фиолетовому.

575*. Определить энергию и массу фотона, длина волны которого соответствует:

а) видимой части спектра ($\lambda = 0,6 \text{ мк}$);

б) рентгеновскому излучению с длиной волны 1 \AA ;

в) γ -излучению с длиной волны $0,01 \text{ \AA}$.

576*. Вычислить длину волны фотона, энергия которого, равна энергии покоя электрона.

577*. а) Сколько квантов содержит 1 эрг излучения с длинами волн 1 мк и $0,02 \text{ \AA}$.

б) Сколько квантов в секунду испускает монохроматический источник ($\lambda = 1 \text{ мк}$), мощность излучения которого 1 вт .

578*. Медный шарик, отдаленный от других тел, облучают монохроматическим светом длиной волны $0,2 \text{ мк}$. До какого максимального потенциала зарядится шарик, испуская фотоэлектроны.

579. Работа выхода электрона с поверхности цезия равна $1,89 \text{ эв}$. С какой скоростью вылетают электроны из цезия, если металл освещен желтым светом с длиной волны $0,589 \text{ мк}$?

580. Работа выхода электронов для натрия равна $A = 2,27 \text{ эв}$. Найти красную границу для натрия.

581*. Два фотона движутся навстречу друг другу. Какова их относительная скорость.

582*. Показать, исходя из законов сохранения энергии и количества движения, что свободный электрон не может поглотить фотон.

ОТВЕТЫ

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

I. Механика

1. Кинематика

1. 15 ч.
2. 45 сек.
3. $v_1 = 7,5$ км/ч;
 $v_2 = 17,5$ км/ч.
4. 3,6 мин.
5. 5 км/ч.
6. 600 м/сек.
7. От вертикали по ходу
 $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{v_1}{v_2} \approx 18^\circ 30'$.
8. Не изменится.
9. 174 км/ч; на северо-запад
под углом $7^\circ 50'$ к меридиану.
10. ≈ 15 см/сек.
11. а) 40 м/сек; б) 0;
в) $20\sqrt{2}$ м/сек;
12. $\approx 16,2$ м/сек;
13. 54 км/ч; 36 км/ч.
14. 2:1.
15. 7 м/сек.
16. $v = \sqrt{La}$,
17. $a = 10$ м/сек²;
 $v = 300$ м/сек.
18. $a = \frac{2S(t_1 - t_2)}{t_1 t_2 (t_1 + t_2)} \approx$
 ≈ -3 м/сек².
 $v_0 = \frac{S_1}{t_1} - \frac{at_1}{2} \approx 11,5$ м/сек.
19. $\tau_n = \tau_1 (\sqrt{n} - \sqrt{n-1}) =$
 $= 0,8$ сек.
20. $1,8 \cdot 10^{-3}$ сек; $\approx 2,21 \times$
 $\times 10^5$ м/сек²; ≈ 282 м/сек;
32 см.
21. 45 см/сек; 30 см/сек².
22. $\approx 0,45$ сек; $\approx 0,023$ сек;
 $\approx 4,9$ м; ≈ 40 м.
23. За вторую секунду.
24. $\tau = \sqrt{\frac{2}{g}} (\sqrt{n_2} - \sqrt{n_1})$.
25. $v_0 = \frac{H-h}{2h} \sqrt{2gh}$.
26. ≈ 195 м.
27. $\approx 5,45$ сек; ≈ 145 м.
28. $v_0 = \sqrt{2gh}$.
29. ≈ 1 сек.
30. $v_0 = \frac{g}{2} \sqrt{t_0^2 + \frac{8h}{g}}$;
 $t = \sqrt{t_0^2 + \frac{8h}{g}}$.
31. 5 сек; 75 м ниже точки В.
32. $\frac{3}{4} \cdot \frac{v_0^2}{2g} = \frac{3}{4} h_{\max}$.
33. $t = \frac{v_0}{g} - \frac{\tau}{2} \approx 1,75$ сек.
34. $\approx 3,4$ сек.

$$35. \sqrt{\frac{Lg \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}}$$

$$36. 4,9 \text{ м.}$$

$$37. \operatorname{tg} \alpha = v \sqrt{\frac{2}{gh}}$$

$$38. \approx 56,4 \text{ м.}$$

$$39. \approx 28 \text{ м/сек.}$$

$$40. 3 \text{ м.}$$

$$41. l = 10,13 \text{ м.}$$

$$42. h_1 : h_2 : h_3 = 3 : 2 : 1$$

$$l_1 : l_2 : l_3 = \sqrt{3} : 2 : \sqrt{3}$$

$$43. \sqrt{\frac{2d}{g}}; \text{ от угла не зависит.}$$

$$44. \text{ Сферу с радиусом } v_0 t,$$

центр которой ниже начальной точки на $\frac{gt^2}{2}$.

$$45. v_0 = \sqrt{\frac{g \cdot l \cdot \cos \alpha}{2 \cos \beta \sin (\beta - \alpha)}}$$

$$46. \frac{2 \sqrt{2gh}}{g} \text{ от угла не зависит.}$$

$$47. 4H \sqrt{2}; S_1 : S_2 : S_3 : \dots \\ \dots = 1 : 2 : 3 : \dots \\ S_1 = 8h \sin \alpha.$$

$$48. H = \frac{2v_n^2}{g} \times \\ \times \frac{\cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cos (\alpha_1 + \alpha_2)}{\sin^2 (\alpha_1 + \alpha_2)}$$

2. Закон Ньютона

49. При заднем ходе сжимаются пружины и ослабляются сцепки. При последующем переднем ходе тепловоз преодолевает силу трения покоя и сообщает ускорение сначала первому вагону, затем второму и т. д.

$$50. \Delta P = 2(P - Q) = 800 \text{ кг.} \\ \Delta m = 800 \text{ кг.}$$

51. Оба вагона пройдут одинаковые расстояния.

$$52. P \left(1 + \frac{a}{g} \right) \approx 3150 \text{ кг.}$$

$$53. \approx 159 \text{ кг.}$$

54. В нижних частях подъема и спуска $\approx 1,051 \text{ кг}$; При равномерном движении $= 1 \text{ кг}$; В верхних частях подъема и спуска $0,949 \text{ кг}$.

$$55. a = \frac{Q - P}{P + Q} g \approx 1,37 \text{ м/сек}^2;$$

$$T = \frac{2PQ}{P + Q} \approx 5,9 \text{ кг.}$$

$$F = \frac{4PQ}{P + Q} \approx 11,8 \text{ кг.}$$

$$56. t = 0,213 \text{ сек.}$$

$$57. F = \frac{4M_1 M_2}{M_1 + M_2} \cdot g = 3,5 \text{ кг.}$$

58. Прогиб доски уменьшится при приседании; при выпрямлении увеличится.

59. Тело будет совершать колебания на пружине. Амплитуда колебаний будет равна удлинению пружины в неподвижной кабине.

$$60. F > (m_1 + m_2) \cdot g.$$

61. а) Поверхность жидкости наклонена к горизонту под углом $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{a}{g}$.

б) Поверхность жидкости параллельна наклонной плоскости

62. Бежать вдоль доски вниз с ускорением (относительно Земли)

$$a = g \sin \alpha \frac{M_1 + M}{M}$$

63. 1) $t = \sqrt{\frac{l}{g}}$; 2) обе обезьяны достигнут бло-

ка одновременно через

$$\tau = \frac{l}{3v}$$

$$64. a_1 = \frac{m_1 g - m_2 (g - a_2)}{m_1 + m_2};$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{m_1 m_2 (2g - a_2)}{m_1 + m_2}$$

$$65. 60 \text{ см/сек}^2; 32 \text{ Г.}$$

$$66. F_1 = T \frac{P_1 + P_2}{P_2} = 3,84 \text{ кг};$$

$$F_2 = T \frac{P_1 + P_2}{P_1} = 6,4 \text{ кг};$$

не изменится.

67. Раньше упадет шар большей массы.

68. Скорость большего шарика будет в 2 раз больше скорости меньшего.

$$69. a > 0,1 \text{ г.}$$

$$70. F = P \frac{kg + a}{g (\cos \alpha + k \sin \alpha)}$$

$$71. \text{а) } T = g \frac{m_1 m_2 (1 + k)}{m_1 + m_2} = 1,47 \text{ н.}$$

б) не изменится;

в) 2,08 н.

$$72. a > 0,1 \text{ г.}$$

$$73. t = \sqrt{\frac{2l}{g (\sin \alpha - k \cos \alpha)}} \approx 0,71 \text{ сек.}$$

$$74. 1) k < 0,07;$$

$$2) a \approx 0,39 \text{ м/сек}^2;$$

$$3) t = 22,7 \text{ сек};$$

$$4) v \approx 8,85 \text{ м/сек};$$

$$75. a = g \frac{m_2 - m_1 (\sin \alpha + k \cos \alpha)}{m_1 + m_2} \approx 0,417 \text{ м/сек}^2;$$

$$T = g \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (1 + \sin \alpha + k \cos \alpha) \approx 9,36 \text{ н.}$$

$$76. a = \frac{[m_1 (\sin \beta - k \cos \beta) - m_2 (\sin \alpha + k \cos \alpha)]}{m_1 + m_2} \cdot g \approx 0,214 \text{ м/сек};$$

$$T_1 = T_2 = \frac{m_1 m_2 g [\sin \alpha + \sin \beta + k (\cos \alpha - \cos \beta)]}{m_1 + m_2} = 6,0 \text{ н.}$$

3. Количество движения

Закон сохранения количества движения

$$77. \approx 0,42 \text{ н.}$$

$$78. \approx 86 \text{ н.}$$

$$79. 2 \text{ м/сек}; 3 \text{ м/сек.}$$

$$80. -12,5 \text{ м/сек.}$$

81. Второй осколок упадет на Землю вдвое дальше, чем упал бы снаряд Одновременно.

$$82. S_2 = 5000 \text{ м.}$$

$$83. \approx 160 \text{ м/сек};$$

$$84. 4 \text{ м.}$$

$$85. 0,3 \text{ м/сек.}$$

$$86. v_1 = \frac{P_1 (v + u) + P \cdot v}{P + P_1};$$

$$v_2 = v; v_3 = \frac{P_1 (v - u) + P \cdot v}{P + P_1};$$

87. Опшет над плоскостью параболу, вершина которой будет на высоте $\frac{h}{2}$;

2) будет равномерно скользить по плоскости со скоростью $v = \sqrt{gh}$;

88. Под прямым углом.

$$89. v_1 = \frac{m}{2(M + m)} \cdot v.$$

4. Работа и мощность

90. $A = \frac{1}{2} P \cdot l = 9,8 \text{ дж.}$
91. $N = P \cdot v \cdot 2 \sin \alpha = 11,8 \text{ квт.}$
92. $P_1 = P \left(\frac{\sin \alpha}{k} + \cos \alpha - 1 \right).$
93. 1 Т.
94. $h = \frac{v_0^2}{4g} \approx 6,5 \text{ м.}$
95. $E_k = 32,2 \text{ дж.}$
 $E_{\text{пот}} = 39,4 \text{ дж.}$
96. $l_2 = 40 \text{ см.}$
97. $A = F \cdot h = 200 \text{ кгм.}$
 $E_p = P \cdot h = 100 \text{ кгм.}$
98. Во втором случае.
99. $N = \frac{\pi \rho d^2 v^3}{8} \approx 284 \text{ квт.}$
100. $N = \frac{s \cdot v \cdot h \cdot g}{75000} \text{ л. с.}$
101. $A = \frac{m}{2} \left(\frac{g^2 t^2}{4} + \frac{s^2}{t^2} \right) = 5,2 \text{ дж.}$
102. а) $5 \cdot 10^4 \text{ кдж.}$
б) $16 \cdot 10^4 \text{ кдж.}$
103. 2,2 см; 0,088 сек.
104. $K = \frac{2S}{gt^2} = 0,02;$
 $P = \frac{4\pi r^2}{t^2} = 40 \text{ вт.}$
105. 800 л. с.
106. а) 0,176 м/сек²; 0,026 м/сек²;
б) 66 км/ч.
107. $T = \frac{2250 N}{\pi R n} \text{ кг.}$
108. 55,4 л. с.
109. 24,5 квт.
110. $s = 0,3 \text{ м.}$
111. В 4 раза.
112. 383 кг.
113. $v = 2 \cdot \cos \alpha \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2},$
т. к. α — мал, то
 $v_0 = 4,2 \text{ м/сек.}$
114. На расстоянии $\frac{M}{M-m} \cdot S,$
где M — масса поезда до разрыва, а m — масса вагона.

5. Закон сохранения энергии и количества движения

115. 1) 23 м; 2) 11,5 м.
116. 25 м.
117. а) 1,04 м/сек²;
б) 11,16 м/сек²;
в) 10,73 сек;
г) 761,77 кгм;
д) 45,33 м; е) 21,5 сек;
ж) 0,54 м/сек².
118. 4,4 м.
119. $\approx 0,57 \text{ м.}$
120. $k = \lg \alpha \cdot \frac{n^2 - 1}{n^2 + 1} = 0,1.$
121. $\approx -8,03 \text{ кгм.}$
122. 3,5 дж.
123. 160 кг.
124. $\approx 9,84 \text{ дж} \approx 2,36 \text{ кал.}$
125. 1) $L = 0,17 \text{ н. сек.}$
2) $Q = 37,2 \cdot 10^{-3} \text{ дж.}$
126. $\approx 2,7 \text{ м.}$
127. $\approx 18 \cdot 10^3 \text{ н.}$
128. $v = 550 \text{ м/сек.}$
129. $\alpha \approx 27^\circ.$
130. $a = \frac{(m_1 - m_2)^2}{(m_1 + m_2)^2} \cdot g.$
131. 93%.
132. 30 т.; 0,008 сек.
133. $k = \frac{h}{b + l} = 0,05.$
134. $q = \frac{m_2}{m_1 + m_2};$
135. $Q = \frac{mv^2}{2} \cdot \frac{M}{M + m}.$

$$136. h = 0,16 \text{ м}; 5,88 \text{ Дж} = 1,41 \text{ кал.}$$

$$137. 1) h_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$h_2 = 0,08 \text{ м};$$

$$2) 2 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

$$138. \text{ В } \frac{5}{3} \text{ раза.}$$

$$139. \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (v_1 - v_2)^2;$$

$$140. \alpha = 15^\circ.$$

$$141. h_2 = \frac{h_1 d_1}{d_2 - d_1};$$

$$t = \frac{d_1}{d_2 - d_1} \sqrt{\frac{2h_1}{g}};$$

$$a = \frac{(d_2 - d_1)}{d_1} g.$$

$$142. h = \frac{0,01 M \cdot l}{2m}.$$

$$143. l_{max} = \frac{8F}{\pi \rho d^2 g}.$$

$$144. 1) 100\%; 2) 1,9\%.$$

145. Движение будет неравномерным, но не равноускоренным; \sqrt{gl} ; $\sqrt{\frac{gl}{2}}$;

6. Движение по окружности

146. Дуга с радиусом R , центр которой находится в точке диска с плоскостью.

$$147. v_1 = 2v \cdot \cos \alpha; \alpha = \frac{v^2}{R}.$$

$$148. v = 30 \text{ км/сек.}$$

$$149. n = 9 \text{ об/сек};$$

$$a_{ц.с} = 950 \text{ м/сек}^2.$$

$$150. \operatorname{tg} \alpha = \sqrt{2}; \alpha = 54^\circ, 7.$$

$$151. h = 2 \text{ м.}$$

$$152. n > 6,75 \text{ об/мин.}$$

$$153. 89 \text{ км/ч.}$$

$$154. k = \frac{v^2}{R \cdot g} \approx 0,4.$$

$$155. \alpha = 22^\circ.$$

$$156. \text{ а) } v = \sqrt{R \cdot k \cdot g} = 19,6 \text{ м/сек.}$$

$$\text{ б) } \operatorname{tg} \alpha = k; \alpha = 21^\circ, 8.$$

$$157. \text{ а) } F_1 = P, F_1 \approx 29400 \text{ н};$$

$$\text{ б) } F_2 = P \left(1 - \frac{v^2}{gR} \right) F_2 \approx 15000 \text{ н};$$

$$\text{ в) } F_3 = P \left(1 + \frac{v^2}{gR} \right) F_3 \approx 44500 \text{ н.}$$

$$158. R = \frac{v^2}{g \cdot \operatorname{tg} \alpha} \approx 5780 \text{ м.}$$

$$159. F = P \sqrt{1 + \frac{v^4}{g^2 R^2}} = 5,1 \text{ кг.}$$

$$160. T = 1,6 \text{ Р кг.}$$

$$161. \operatorname{arc} \cos 0,75 \approx 41^\circ, 4^\circ.$$

$$162. \Delta h = d \frac{v^2}{R \cdot g} \approx 76,5 \text{ мм.}$$

$$163. \text{ а) } \approx 98 \cdot 10^{-4} \text{ н}; \text{ б) } \approx 3,92 \text{ н.}$$

$$164. v = \sqrt{\frac{dgR}{2h}} \approx 26,1 \text{ м/сек.}$$

$$165. 1) v = 2,43 \text{ м/сек};$$

2) В высшей точке $T = 0$;
в низшей точке $T = 39,2 \text{ н.}$

$$166. F_{низи} \approx 563 \text{ кг};$$

$$F_{верхи} \approx 403 \text{ кг.}$$

$$167. T = 0,9 \text{ кг}; n = 16 \text{ об/мин.}$$

$$168. v = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2D}} = 2,1 \text{ об/сек.}$$

$$169. V = \sqrt{g \cdot R \cdot \cos \alpha}.$$

$$170. \text{ а) } h \geq 2,5 R;$$

$$\text{ б) } F = 3 mg (1 + \cos \alpha).$$

$$171. h = \frac{R}{3}.$$

$$172. h = \frac{R - r}{2}.$$

$$173. 6 mg.$$

$$174. F_{ц} = 3P \sin \alpha; 3P.$$

$$175. F_{ц} = P \left(3 \cos \varphi - 2 \cos \varphi_0 + \frac{v_0^2}{lg} \right).$$

176. $h = \frac{4}{3} l$; по параболе — по траектории тела, брошенного под углом к горизонту $H = \frac{40}{27} l$;

$$v_{0 \min} = \sqrt{5gl};$$

177. Ниже точки подвеса на $\frac{l}{6}$;

по параболе; $\frac{2l}{27}$ ниже

точки подвеса; $\frac{21l}{96}$ ниже

точки подвеса.

178. $h = 1$ м; $N = 0,4$ кГ.

$$179. \rho = \frac{M^2}{R \cdot \rho \cdot d \cdot S \cdot t^2} = 560 \text{ н} \cdot \text{м}^2.$$

$$180. T = 2\pi \sqrt{\frac{R \cdot \operatorname{tg} \alpha}{g + a}}.$$

181. Затормозить.

182. В случае движения по выпуклой дуге.

$$183. \omega = 2 \sqrt{\frac{(m_1 - m_2)g}{(m_1 + m_2)l}};$$

$$F = g \frac{3(m_1^2 + m_2^2) - 2m_1m_2}{m_1 + m_2};$$

184. а) $F = 2mg \cos^2 \alpha$;

б) $F = 2mg(3 - 2 \cos \alpha)$;

в) $F = 2mg$.

$$185. \dot{F} \approx m \cdot g \sqrt{1 + \frac{4h^2n^2}{R^2}}.$$

$$186. F = m \cdot n^2 l = 4,8 \text{ н}.$$

7. Закон всемирного тяготения

187. $F = 2,34 \cdot 10^{-3}$ н.

$$188. F = \gamma \cdot M \cdot m \times \left[\frac{1}{d^2} - \frac{1}{8 \left(d - \frac{R}{2} \right)^2} \right].$$

189. $h = 13\,600$ км.

$$190. g = g_0 \left(\frac{R}{R+h} \right)^2 \approx 975 \text{ см/сек}^2.$$

191. 67,5 сек.

192. 1) Разбить шаровой слой на тонкие сферические слои, затем из точки А провести конусы (по обе стороны) с бесконечно малым раствором и показать, что сила притяжения массами в вырезанных конусах слоями тела в точке А равна нулю.

2) Сила тяготения со стороны наружного слоя массы m равна 0.

193. В направлении с востока на запад со скоростью $v \approx 464$ м/сек.

194. Используется скорость вращения Земли.

195. 1 ч. 25 м.

196. 351 000 раз.

197. $2 \cdot 10^{33}$ г.

$$198. v = R \sqrt{\frac{g}{R+H}};$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(H+R)^3}{R^2g}}.$$

199. $\omega = 0,001 \text{ сек}^{-1}$; $\approx 7,3$ км/сек.

200. $r = 42\,000$ км;

$v = 3,1$ км/сек; будет казаться неподвижным; в плоскости экватора.

8. Статика

201. $F = 16,2$ кГ.

$$202. H = h + \frac{\frac{l}{2} T}{\sqrt{4\rho^2 - T^2}} \approx 5,5 \text{ м}.$$

203. $\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} k$.

204. $k > \operatorname{tg} 15^\circ = 0,176$.

$$205. P = \frac{l+R}{\sqrt{l^2 + 2lR}};$$

$$P \frac{R}{\sqrt{l^2 + 2lR}}$$

206. $h = 2r \operatorname{ctg} \alpha$.

207. Для взвешивания достаточно четырех динамометров. Сумма их показаний равна весу бруска.

208. $F = \frac{P}{2} = 600 \text{ кг}$.

209. $K_{\min} = \frac{1}{2}$; $F > \frac{P}{2}$.

210. $F_1 = \frac{P \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \approx 20 \text{ н}$;

$F_2 = \frac{P \cdot \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} \approx 34 \text{ н}$.

211. $F \geq m \cdot g \sqrt{\frac{h(2R-h)}{R-h}}$.

215. $F = 0,5 mg \cos \alpha$; уменьшается.

213. Со стороны опоры $\frac{P}{2} \sqrt{4 + \operatorname{ctg}^2 \alpha}$;

Со стороны стены.

$$\frac{P}{2} \operatorname{ctg} \alpha$$

214. $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{Q}{P}$; $\alpha = 60^\circ$;

$$F_{AB} = \frac{P}{2} = Q = 2,5 \text{ нГ}$$

215. $\alpha < 38^\circ 40'$.

216. $\frac{R}{6}$ от центра.

217. На расстоянии 30 см от шарика весом 10 Г.

218. Горизонтальные силы

$$F_1 = F_2 = \frac{P \cdot R}{\sqrt{l^2 - 4R^2}} = 9 \text{ Г};$$

Вертикальная сила

$$F_3 = 25 \text{ Г}$$

219. $Q = 2P \left(1 - \frac{r}{R}\right)$.

220. $x = \frac{R}{\sqrt{2}}$.

221. 41 кгм; 110 кгм.

222. $A_1 = mgk \cdot a$;

$A_2 = 0,207 mga$;

$A_1 = A_2$ при $k = 0,207$.

9. Гидростатика

223. На дно $a^3 \rho g$; на боковую грань $\frac{a^3}{2} \rho g$.

224. $A = \frac{SgH^2 (\rho_0 - \rho_1)^2}{2\rho_0} \approx 7,84 \text{ Дж}$.

225. Уровень воды не изменится

226. $h = H - \frac{P}{Sd_0} = 4 \text{ см}$.

227. Меньше.

228. $\rho_2 = \frac{R_1^3 (\rho_2 - \rho_1) + R_2^3 \rho_1}{R_2^3}$.

229. $V = P \left(\frac{2}{\rho_{\text{воды}}} - \frac{1}{\rho} \right) \approx 9350 \text{ см}^3$.

230. 45 Г на другую чашку.

231. 0,75 Г/см³.

232. Зависит от соотношения термических коэффициентов расширения тела и жидкости.

Если термический коэффициент тела меньше чем у жидкости (как это в большинстве случаев бывает), то тело перетянет.

233. $\frac{V_1}{V} = \frac{d - d_2}{d_1 - d_2}$;

234. При одинаковом погружении стакана в воду в первом случае вытесненный объем воды меньше, чем во втором случае, а потому и работа меньше.

235. Динамометр показывает сумму веса трубки и силы

атмосферного давления на трубку, равную весу ртути в трубке.

При изменении атмосферного давления показания будут соответственно изменяться.

$$236. A = P \cdot S \left(H - \frac{P}{2d_0} \right),$$

где d_0 — удельный вес воды $A = 1000$ кг/м.

$$237. v \approx 44,3 \text{ м/сек};$$

$$V = 50 \text{ м}^3.$$

$$238. S_1 = \frac{Q}{60 \sqrt{\left(\frac{Q}{S_0 \cdot 60}\right)^2 - 2gh}} \approx$$

$$\approx 4,37 \text{ см}^2.$$

II. Молекулярная физика

1. Основы молекулярно-кинетической теории

$$239. n = 3,34 \cdot 10^{23} \text{ молекул};$$

$$m = 2,99 \cdot 10^{-28} \text{ кг};$$

$$d = 3,11 \cdot 10^{-10} \text{ м}.$$

$$240. \approx 90 \text{ млн. лет}.$$

$$241. 2 \cdot 10^5.$$

$$242. 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ см}.$$

$$243. 4 \cdot 10^{18}.$$

$$244. \text{ а) } p = 2m_0c^2v;$$

$$\text{ б) } p = 2m_0v_0(c+v)^2.$$

245. Давление увеличилось бы.

2. Тепловое расширение. Газовые законы

246. 1. Не изменится;

2. Увеличится;

3. Уменьшится.

$$247. 10,4 \text{ сек}.$$

$$248. \text{ а) } F = Es\beta\Delta t^\circ \approx 25,2 \text{ кг};$$

$$\text{ б) } F = 3060 \text{ кг}.$$

$$249. 0,99 \text{ мм рт. ст}.$$

$$250. n = \frac{\lg \frac{p}{p_0}}{\lg \frac{V}{V + \Delta V}}.$$

$$251. \frac{V_{\text{сос}}}{V_{\text{нас}}} = 2.$$

$$252. 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3.$$

$$253. 751 \text{ мм рт. ст}.$$

$$254. \approx 48,3 \text{ см}.$$

$$255. X = \frac{1}{2} [(H+l+l') -$$

$$- \sqrt{(H+l+l')^2 - 4l'H}] \text{ см}.$$

$$256. x = \frac{H+l}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{(H+l)^2 -$$

$$- 4h(H+h-l)}; x \approx 3 \text{ см}.$$

257. 5 см от одного конца.

258. 2 ат.

$$259. \frac{1}{373} \text{ град}^{-1}.$$

$$260. t_1 = 313^\circ \text{ C}.$$

$$261. P_1 = \frac{2PT_1}{T + T_1}.$$

$$262. 0,46 \text{ кг/м}^3.$$

$$263. \text{ а) } 1,6 \text{ кг/см}^2; \text{ б) } 1,82 \text{ л/г}.$$

$$\text{ в) } 1320 \text{ г}.$$

$$264. 8,2 \text{ кг}.$$

$$265. 637.$$

$$266. v = 1,55 \text{ м/сек}.$$

$$267. 1,48 \text{ г}.$$

$$268. 1250^\circ \text{ K}.$$

$$269. \approx 100 \text{ ат}.$$

$$270. 14,5 \text{ кг}.$$

3. Теплота и работа

271. Не изменится.

$$272. m_1 = 104 \text{ г};$$

$$m_2 = 46 \text{ г}.$$

273. $\approx 2,2$ км/сек (минимальная).

$$274. \Delta t \approx 0,28^\circ.$$

275. ≈ 74 г.

276. 50,5

277. $\approx 40\%$.

278. $\approx 57\,000$ Дж.

279. 110°C .

280. 1) Получает; 2) получает;
3) получает; 4) отдает.

4. Изменение агрегатного состояния вещества.

Влажность.

281. Не будет.

282. 0°C ; в сосуде, будет 495 г воды и 5 г льда.

283. 112,5 г. воды.

284. 3,6 кг.

285. ≈ 7 г воды.

286. 7,3%.

287. $\approx 88,5\%$.

288. В состоянии насыщенного пара.

289. Если над водой находится насыщенный пар, то при

любом наклоне трубки уровни в коленях ее будут одинаковы.

290. Изменится — в узкой трубке повысится.

291. 41 кг.

$$292. f_2 = f_1 \frac{P_1}{P_2} \frac{T_2}{T_1} \approx 29\%.$$

$$293. f_1 = \frac{mRT}{\mu U} \frac{760}{31,8} + 0,3 \approx 69\%.$$

294. $x = 0,55$.

III. Электричество

1. Закон Кулона

295. $9 \cdot 10^9$ нм²/кул².

296. $q = +577$ СГСЭ.

$q = -277$ СГСЭ.

297. $q = 1,6$ г/см³.

298. Шарик соприкоснутся, а затем установятся на расстоянии 3,1 см.

299. $v = 2,25 \cdot 10^8$ см/сек.

300. 0,076 мм.

$$301. q_1 = \frac{q}{\sqrt{3}}.$$

302. — 0,957 г.

303. $q = 1,73 \cdot 10^{-9}$ к.

304. Вследствие индукции заряды в шарах смещаются: разноименные на обращенные друг к другу поверхности, одноименные на удаленные части поверхностей.

305. Увеличится.

2. Напряженность поля. Работа сил электрического поля. Потенциал

306. $E = 246$ в/м.

307. 1) $E = \frac{1,15q}{a^2}$; 2) $E = \frac{1,06q}{q^2}$.

308. Да, несмотря на то, что на поверхности шара B будут находиться разноименные заряды.

309. $A = 1,2 \cdot 10^{-6}$ Дж.

310. $A = 1,13 \cdot 10^{-4}$ Дж.

311. а) $E = 0$; $\varphi = \frac{q}{r}$;

$$б) E = \frac{q}{\sqrt{(R^2 + a^2)^3}};$$

$$\varphi = \frac{q}{\sqrt{R^2 + a^2}};$$

$$312. V = \sqrt{\frac{4\pi\gamma}{m}}$$

$$313. v = \sqrt{2 \left[gh - \frac{q^2}{mh} (1 - \lg z) \right]}$$

314. В 1-м случае шар поднимается на большую высоту

$$H_1 = H + \frac{q^2}{mg} \left(\frac{1}{2r} - \frac{1}{H} \right)$$

(Замечание: в момент удара заряды нейтрализуются).

Во 2-м случае $H_2 = H$.

$$315. 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ см.}$$

$$316. \varphi = \varphi_0 \sqrt{n^2}$$

$$317. q_1 = \frac{q(R_1 + R_2)}{R_3} = 11 \text{ СГСЭ.}$$

318. $F = 2,5 \cdot 10^{-4}$ н. Взаимодействие заряженного шарика с металлической стенкой отведенной к земле, такое же, как двух разноименных шариков, находящихся на удвоенном расстоянии.

$$319. E_1 = 0, \varphi_1 = 2400 \text{ в.}$$

$$E_2 = 750 \text{ в/см, } \varphi_2 \approx -600 \text{ в.}$$

$$E_3 = -167 \text{ в/см.}$$

$$\varphi_3 = -1000 \text{ в.}$$

320. Уменьшится на величину

$$\Delta\varphi = \varphi \frac{R_2 - R_1}{R_2}$$

$$321. \varphi' = \varphi \frac{R_2 - R_1}{R_2}$$

322. Не изменится.

$$323. 4,74 \cdot 10^{-10} \text{ СГСЭ.}$$

324. Через 0,45 сек.

$$325. \frac{y_1}{y_2} = 2.$$

$$326. v = 2,53 \cdot 10^8 \text{ м/сек.}$$

$$327. \varphi_1 = \frac{mv^2}{2e} + \varphi \approx 1000 \text{ в.}$$

$$328. v = 1,33 \cdot 10^7 \text{ см/сек.}$$

$$\lg \alpha = 0,88,$$

(угол α между направлением вектора скорости электрона и горизонта).

$$329. U_2 = \frac{2d^2 U_1}{r^2} = 400 \text{ в.}$$

$$330. v - v_0 \approx \frac{e^2 E^2 / 2}{m^2 v_0^3} \approx 5 \cdot 10^7 \text{ см/сек.}$$

3. Электроемкость. Конденсаторы

$$331. q = 9 \cdot 10^{-9} \text{ к.}$$

$$332. E = 25 \text{ в/м, } \varphi = 75 \text{ в.}$$

$$333. E = 50 \text{ в/м, } \varphi = 50 \text{ в.}$$

$$334. A = \frac{Q^2}{2} \cdot \frac{C_1 - C_2}{C_1 C_2}$$

$$335. F = \frac{CU^2}{2d}$$

$$336. 9810 \text{ СГСЭ.}$$

$$337. C = 670 \text{ см.}$$

$$338. U_1 = 100 \text{ в.}$$

$$339. \text{Увеличится в } \frac{\varepsilon + 1}{\varepsilon} = 1,5 \text{ раза,}$$

$$340. \frac{mv^2}{2} = \frac{ne^2 t}{C}$$

$$341. 4 \text{ мкф, б) } 36 \text{ мкф.}$$

$$342. \frac{2\varepsilon}{1 + \varepsilon} = \frac{4}{3}$$

$$343. U_1 = 45 \text{ в.}$$

$$344. \text{Уменьшится в } \frac{1 + \varepsilon}{2} \text{ раз.}$$

$$345. U_1 = U \frac{C_2}{C_1 + C_2} = 80 \text{ в.}$$

$$U_2 = U \frac{C_1}{C_1 + C_2} = 40 \text{ в.}$$

$$346. E_1 = \frac{U}{E_1 + \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} d_2} = 375 \text{ в/см, } U_1 = 375 \text{ в,}$$

$$E_2 = 1312,5 \text{ в/см,}$$

$$U_2 = 2625 \text{ в.}$$

347. 20 000 квт.

348. Работа идет на увеличение энергии аккумулятора. Энергия конденсатора

уменьшается, которая также идет на зарядку аккумулятора.

349. $W = 1,5 \cdot 10^{24}$ Дж.

4. Электрический ток. Закон Ома для участка цепи

350. $q = \frac{SU(\varepsilon_1 - \varepsilon_0)}{9 \cdot 10^{11} 4\pi d} = 7,2 \cdot 10^{-10}$ Кл.

351. $I = \frac{SU(\varepsilon - \varepsilon_0)v}{9 \cdot 10^{11} \cdot 4\pi d \cdot a} \approx 3,3 \cdot 10^{-7}$ А.

352. $2,8 \cdot 10^{-11}$ В.

353. $E = \frac{\mathcal{E}\varepsilon\varphi}{(\varepsilon\varphi + 4\pi rC)d}$.

354. $\approx 2,1 \cdot 10^{-2}$ см/сек.

355. 57 Ом.

356. $U = 6,4$ В.

357. $\approx 2650^\circ\text{C}$.

358. Угольный стержень должен быть в 44 раза короче.

359. $\frac{\Delta R}{R} = 0,008$.

360. По I схеме $r_x = \frac{U}{I - \frac{U}{r_B}}$

I схема — для малых сопротивлений.

По II схеме $r_x = \frac{U}{I} - r_a$

II — схема — для больших сопротивлений.

5. Последовательное и параллельное соединение проводников

361. $U_1 = 48$ В; $U_2 = 24$ В; $U_3 = 16$ В, $U_4 = 12$ В.

362. 10 Ом и 30 Ом.

363. В 4 раза.

364. $\frac{1}{n+1} + \frac{1}{n+2} + \dots + \frac{1}{2n} > \frac{1}{2}$.

Это n-во очевидно, т. к.

$n \cdot \frac{1}{2n} = \frac{1}{2}$.

365. В n^2 раз.

366. На \sqrt{n} частей.

367. К точкам, делящим кольцо в отношении 113:887.

368. а) $r_0 \frac{(a+b)\sqrt{a^2+b^2}}{a+b+2\sqrt{a^2+b^2}}$

б) $r_0 \frac{2ab + (a+b)\sqrt{a^2+b^2}}{a+b+2\sqrt{a^2+b^2}}$

369. $4r, \frac{r}{4}, r, 1\frac{1}{3}r, 2,5r,$

$1\frac{2}{3}r, \frac{3}{5}r, \frac{2}{5}r.$

370. Четыре сопротивления.

371. 1) $\frac{3}{2}r$; 2) $\frac{5}{11}r$; 3) $\frac{r}{2}$;

4) а) $0,8r$; б) r ; 5) $\frac{5}{6}r.$

372. Уменьшилось в 9 раз.

373. 90; 400; 2000; 2500 Ом.

374. $V_1 = 4$ В.

375. $R = 261$ Ом.

376. 105,5 Ом.

377. $R_{доп} = 10^5$ Ом (для вольтметра).

$R_{шунта} = 0,1$ Ом (для амперметра).

378. $R = 899$ Ом.

379. На $\frac{1}{7}E.$

380. $U_1 = 140$ В; $U_2 = 80$ В; $U_{max} = 236$ В.

381. 4000 ом.

382. ≈ 15 в.

$$383. E = I_3 \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_2}$$

$$I_1 = \frac{R_2 + R_3}{R_2} I_3, \quad I_2 = \frac{R_3}{R_2} I_3.$$

$$384. I = \frac{UR_1}{R_2 R_1 + R(R_1 + R_2)} ;$$
$$I = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ а.}$$

385. Потребляемая 1-й лампочкой мощность уменьшится на 1,4 вт, а второй — на 2,1 вт.

6. Закон Ома для всей цепи. Соединение источников в батареях

386. 1,42 в.

$$387. r = \frac{(U_2 - U_1) R_1 R_2}{U_1 R_2 - U_2 R_1}$$

388. $I = 0,47$ а.

389. $R = 2$ ом.

$$390. E = \frac{V'_1 V'_2 (V_2 - V_1)}{V_2 V'_1 - V_1 V'_2}$$

391. 1) $U_1 = 2,93$ в;

2) $U_2 = 2,4$ в.

392. 20 а; 120 в.

393. $I \approx 24,2$ а; $I = I_2 \approx 21,6$ а;
 $I_3 \approx 2,6$ а; $U = 109,1$ в.

$$394. E = \frac{Q(r + 2R)}{C \cdot r} = 110 \text{ в.}$$

395. $E_2 = 1,95$ в.

396. $R = r_0$.

397. $U = 9,7$ в.

398. $n = 200, m = 2$.

399. 1,35 ом.

400. $E = 4,1$ в, $r = 0,05$ ом.

$$401. I_1 = 5,24 \text{ а, } I_2 = 1,59 \text{ а,}$$
$$I_3 = 3,65 \text{ а.}$$

402. 1,2 в; 0,12 ом; 1,1 в;
0,11 ом.

$$403. R = r_1 - r_2.$$

$$404. \frac{E_2}{r_2} < \frac{E_1}{r_1 + R}.$$

405. а) Нуль; б) нуль; в) разность потенциалов между проводниками через нечетное число элементов равна э. д. с. одного элемента, через четное — нулю.

$$406. i = 0,75 \text{ а; } U = 0;$$
$$U_1 = 0,75 \text{ в.}$$

407. 2 а; 1,5 в.

$$408. R = \frac{2}{3} \text{ ом, } I_R = 1,5 \text{ а,}$$
$$I_2 = 0,5 \text{ а.}$$

$$409. I_1 \approx 1,05 \text{ а; } i_2 \approx 0,87 \text{ а;}$$
$$U = 1,8 \text{ в.}$$

7. Работа и мощность тока

410. Большую в 1,5 раз потребляет лампочка с меньшим сопротивлением.

411. Другая часть раскалится еще больше.

412. Угольная. У угольной нити при уменьшении мощности в цепи (и уменьшении температуры) сопротивление увеличится, а у металлической уменьшится.

413. 8 вт.

414. Нагревательная спираль делится на две равные части — секции. Секции соединяются между собой параллельно.

415. Разветвление из двух 50-ти ваттных ламп соединяется последовательно со 100 ваттной лампой и включается в сеть 220 в.

416. 5 ом.

417. 1,5 а; 0,5 а.

418. 126 в; 1,04 квт; 1,3 квт.

419. $P_{R_1} = 267$ вт.

420. $E = 5$ в; $r = 1$ ом.

421. $I_{кз} = 1,63$ а.

422. 420 вт.

423. 11,04 вт.

425. Мощность будет наибольшей при $I = \frac{E}{2r}$ и $R = r$,

426. 300 в.

427. а) $I_1 = 2 \frac{2}{3} a$, $I_2 = 2a$.

б) $N_{max} = 8 \frac{1}{6}$ вт.

428. $I = \frac{E \pm \sqrt{E^2 - 4rN}}{2r}$,

$$\dot{U} = E \pm \sqrt{E^2 - 4rN},$$

$$R = \frac{[E \pm \sqrt{E^2 - 4rN}]^2}{4N}.$$

429. $R = \frac{R_0}{\sqrt{2}}$.

430. 11 или $\frac{1}{11}$ ом.

431. $S = \frac{2rIN}{E^2 n} = 8,5$ мм².

432. В $\frac{100 + n}{10(1 + n)}$ раз.

433. а) ≈ 28 т. б) $\approx 3,11$ т.

434. $\approx 1,02$ ом.

435. ≈ 10 м/сек; ≈ 5 м/сек.

8. Тепловое действие тока

436. ~ 1 кал; 1,25 раза.

437. $n = 133$.

438. 1) $Q_1 = 6,37$ дж;

$Q_2 = 3,82$ дж;

2) $Q_1 = 16,2$ дж;

$Q_2 = 27,2$ дж.

439. 0,54 мм².

440. $\Delta t^\circ = \frac{j^2 \rho t}{CD} \approx 0,41^\circ$.

441. $r = 1,5 R$.

442. 24 л.

443. а) $+2$ дж; $+2$ дж;

б) $+2$ дж; $+0,7$ дж;

в) -2 дж; $0,6$ дж.

444. 1 : 2 : 4.

445. 1) 45 мин, 2) 10 мин.

446. 121 ом.

447. 320° С.

448. $\Delta t = 66^\circ$ С.

9. Ток в электролитах и газах

449. $m_H = 1,65 \cdot 10^{-24}$ г,

$e = 4,77 \cdot 10^{-10}$ СГСЭ.

450. $m = 4$ мг.

451. $1,55 \cdot 10^{-2}$ мм.

452. 177 а, 1870 см³.

453. 1277° С.

454. $V = \sqrt{\frac{2e\varphi}{m}} = 1920$ км/сек.

455. Раскаленный угольный стержень испускает электроны. Электроны идут в течение одного полупериода с угля на металл.

456. $E = \frac{2d\varphi}{l(L + \frac{l}{2})}$.

10. Электромагнитные явления

а) Электромагнетизм

457. Указание: напряженность магнитного поля пропорциональна произведению

тока на длину участка проводника.

458. $H = 0$.

459. В проводниках объемный электрический заряд равен нулю. Поэтому проявляются магнитные силы — силы взаимодействия между движущимися зарядами. В катодных пучках преобладают силы отталкивания между одноименными зарядами.
460. $I = 9,8 \text{ а.}$
461. $4,3 \text{ г.}$
462. $\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,1 \text{ Нл}}{mg} = 1; \alpha = 45^\circ.$
463. 1) $\alpha \approx 12^\circ 15'.$
2) $I = 4,7 \cdot 10^{-7} \text{ а.}$
464. Электрон будет двигаться с возрастающей скоростью по кривой с увеличивающимся радиусом кривизны.
465. $r = \frac{mv}{eH}$; нулю, так как сила действующая на электрон все время перпендикулярна к его перемещению.

б) Электромагнитная индукция

466. а) Диэлектрик поляризуется;
б) В сверхпроводящем кольце образуется ток, магнитный поток которого в сумме с потоком магнита равен 0.
467. В кольце возникает индукционный ток, магнитное поле которого по величине и направлению будет равно выключенному внешнему полю.
$$\Phi = \pi R^2 H.$$
468. а) одинаково;
б) в первом случае больше.
469. За счет работы аккумулятора.
470. Основан на законе Ленца: индукционный ток противодействует движению его вызвавшему.
471. Одинаковые во всех случаях, 10^{-3} в.
472. $0,55 \text{ в.}$ Нельзя, так как, замкнув концы крыльев на вольтметр, получим контур, в котором при поступательном движении магнитный поток остается неизменным и э. д. с. индукции будет равна нулю. Наличие э. д. с. можно об-
- наружить лишь при поворотах самолета (изменении угла между контуром и магнитным полем).
474. $4 \cdot 10^{-3} \text{ тл.}$
475. Указание: э. д. с., в случае индукции равномерно распределена по всему контуру. Воспользуйтесь решением задачи 405.
476. $5 \cdot 10^{-3} \text{ в.}$
477. $\Delta \Phi = \frac{E \Delta t}{10^{-18} \text{ н}} = 10^5 \text{ мксв.}$
478. $5 \cdot 10^{-6} \text{ к.}$
479. $\varphi = 120^\circ.$
480. а) Первичная — 200 витков. Вторичная — 6600 витков.
б) Через сердечник пропустить провод, концы которого присоединить к вольтметру.
481. Работающий мотор нагревается быстрее, так как его якорь вращается с меньшим числом оборотов, поэтому противо-э. д. с. индукции меньше и сила тока в якоре больше.
482.
$$\begin{cases} N_{\text{max max}} = \frac{U^2}{4R} = 180 \text{ вт.} \\ I = 3 \text{ а.} \end{cases}$$

483. 80 в и 40 в. Одна и та же мощность, отдаваемая мотором, может быть при двух различных оборотах вращения его якоря.
484. $5 \sin 4 \pi t$.
485. $\frac{T}{4}; \frac{T}{12}; \frac{T}{6}$.
486. 90° .
487. 400 гц, 0,0025 сек
488. $\Phi = HS \cos \frac{2\pi}{T} \cdot t$;
 $E = kHS \frac{2\pi}{T} \sin \frac{2\pi}{T} t$.
489. 2,5 в.
490. На 0,05 T.
491. 1) $6,75 \cdot 10^{-3}$ кул.
 2) $1,82 \cdot 10^{-2}$ кул.
 3) $2,5 \cdot 10^{-2}$ кул.
492. $C \approx 110$ пф.
493. От 220 мгц до 2300 мгц.
494. От 8 мкн до 2,86 мн.
495. 1600 колеб.
496. Плотность потока энергии (мощности) обратно пропорциональна квадрату расстояний. В случае радиолокации увеличение дальности в 2 раза равносильно распространению энергии на расстояние в 4 раза большем (отраженный сигнал).

IV. Оптика

1. Фотометрия

497. 1000 м.
498. а) 10,2 лк; б) 10,9 лк.
499. Увеличится \approx в 1,11 раза
 $E_1 \approx 2,22$ лк; $E_2 \approx 2,68$ лк.
500. $E = 15,3$ лк.
501. Увеличится в 1,12 раза.
502. Так как $E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha$ можно воспользоваться указанием к зад. 192.
503. В 10^4 раз.
504. $R = 0,5$ м.

2. Отражение и преломление света

505. Под углом 24° к поверхности стола.
506. $\alpha = 7^\circ$.
507. $x = 2r \sin \alpha = 10,6$ см.
508. Не будет перемещаться (см. задачу 47 I части).
509. 0,02 св.
510. 1,25 км/сек.
511. 3,2 м.
512. 1,73 м; 3,44 м.
513. $61^\circ 18'$.
514. $\alpha = \arctg n$.
515. $24^\circ; 20^\circ$.
516. а) да;
 б) нет.
517. 40 мм.
518. 2 см.
519. Нет. Луч выйдет из шара несколько ослабленным.
520. $n = 2$.
521. На $5 \frac{1}{3}$ см позади передней поверхности зеркала.
522. 32 см.

3. Сферические зеркала и линзы

523. Указание: воспользуйтесь лучом, падающим на вершину зеркала.
524. 24 см.
525. $F = 10$ см.
526. а) $d = 30$ см;
б) $d = 10$ см.
527. 30 см.
528. В той же точке.
529. В фокусе другого зеркала.
531. 10 см; 10 диоптрий.
532. $d = 13,6$ см.
533. 8,25 см.
534. $2F$.
535. $h = \sqrt{h_1 h_2}$
536. 30 см.
537. $F = \frac{2}{9} d = 20$ см.*
538. 6 см.
539. а) $k = \frac{F}{d - F}$;
б) $k = \frac{F}{F - d}$;
540. 4.
541. $\Delta f = 40$ см.
542. На 0,55 мм.
543. 5,55 см.
544. На 10 см.
545. 40 см.
546. $f_2 = 30$ см; $h' = 6,75$ см.
547. 30,4 см (от центра рассеивающей линзы).
548. Линзы надо расположить так, чтобы совпали их главные фокусы.
549. $32 \frac{8}{11}$ см.
550. 1,5 F .
551. 4 диоптрий.
552. 660 раз.
553. а) 80 см; б) 19 см;
в) 69 см; г) 22 см.
554. а) 2500 лк и 12 500 лк;
б) 5000 лк и 15 000 лк.
555. Увеличилась в 6 раз.
556. 3,85 лк.

4. Зрение. Оптические приборы

557. 16,7 см.
558. $F_{\text{очк}} = 2,32$ м; $D \approx -0,4$ дп.
559. 3 г.
560. 148,5 см.
561. Уменьшится в $1 \frac{7}{9}$ раза.
562. 20 сек.
563. $t = 0,001$ сек.
564. 0,001 сек.
565. 50 м.
566. $F_{\text{об}} = 0,25$ см.
567. 3,54 см.
568. $a = 0,126$ см; $n = 3120$.
569. 20.
571. 564.

5. Волны и кванты

572. Красный.
573. Интерференционная картина обусловлена наложением волн, отраженных от верхней и нижней поверхностей пластины. Но с увеличением толщины пластинки увеличивается чис-

ло и густота максимумов и минимумов, уменьшается угловой интервал между ними и картина будет неразличима при монохроматическом свете. При белом свете интерференционная картина вообще исчезает, так как перекрываются максимумы и минимумы разных длин волн.

575. а) 2,07 эв; $3,68 \cdot 10^{-32}$ г.
 б) 12,4 кэв; $2,21 \cdot 10^{-28}$ г.
 в) 1,24 мэв; $2,21 \cdot 10^{-23}$ г.

576. 0,0242 Å.

577. а) $\approx 5,04 \cdot 10^{11}$ и 10^6 .

578. $\approx 1,73$ в.

579. $\approx 2,72 \cdot 10^7$ см/сек.

580. ≈ 560 мμ.

581. $c \approx 3 \cdot 10^{10}$ см/сек.

582. Совместное решение уравнений законов сохранения энергии и количества движения приводит к противоречию с одним из основных положений теории относительности: скорость движения любой частицы не может превышать скорости света — c .

Решение: $h\nu = \frac{mV^2}{2}$.

$$\frac{h\nu}{c} = mV.$$

Откуда $V = 2c!$

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

Условия задач	3
Вопросы	15
Решения задач	24

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

I. Механика

1. Кинематика	79
2. Законы Ньютона	85
3. Количество движения. Закон сохранения количества движения	89
4. Работа, мощность, энергия	91
5. Законы сохранения энергии и количества движения	94
6. Движение по окружности (кинематика, динамика)	98
7. Закон всемирного тяготения	103
8. Статика	105
9. Гидростатика	108

II. Молекулярная физика

1. Основы молекулярно-кинетической теории	110
2. Тепловое расширение. Газовые законы	110
3. Теплота и работа	114
4. Изменение агрегатного состояния вещества. Влажность	115

III. Электричество

1. Закон Кулона	117
2. Напряженность поля. Работа сил электрического поля. Потенциал	118
3. Емкость. Конденсаторы	121
4. Ток. Закон Ома для участка цепи	124
5. Последовательное и параллельное соединение проводников	126
6. Закон Ома для всей цепи. Соединение источников в батареях	129
7. Работа и мощность тока	133
8. Тепловые действия тока	136
9. Ток в электролитах и газах	139

10. Электромагнитные явления	140
а) электромагнетизм	140
б) электромагнитная индукция	141
11. Колебания и волны. Переменный ток	143

IV. Оптика

1. Фотометрия	145
2. Отражение и преломление света	146
3. Сферические зеркала и линзы. Оптические системы	148
4. Зрение. Оптические приборы	153
5. Волны. Кванты	156
Ответы	157
