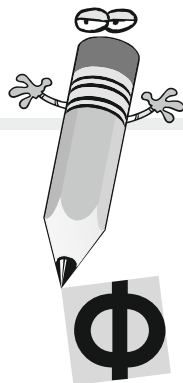


Национальный институт образования

Факультативные занятия



В. И. Анцулевич

Физика 11 класс



Повторяю физику, проверяю себя Рабочая тетрадь

Пособие для учащихся
общеобразовательных учреждений
с белорусским и русским языками обучения

*Рекомендовано
Научно-методическим учреждением
«Национальный институт образования»
Министерства образования
Республики Беларусь*

2-е издание

Минск • «АБЕРСЭВ» • 2012

УДК 53(075.3=161.3=161.1)
ББК 22.3я721
А74

Серия основана в 2010 году

Анцулевич, В. И.

А74 Физика. 11 класс. Повторяю физику, проверяю себя :
рабочая тетрадь : пособие для учащихся общеобразоват.
учреждений с белорус. и рус. яз. обучения / В. И. Анцу-
левич. — 2-е изд. — Минск : Аверсэв, 2012. — 128 с. :
ил. — (Факультативные занятия).

ISBN 978-985-533-121-7.

Тетрадь содержит задачи по всем темам, изучаемым в школьном курсе
физики. Пособие предназначено учащимся 11 классов для использования
на факультативных занятиях и составлено в соответствии с учебной про-
граммой факультативного курса. Тетрадь также может быть использована
для подготовки к централизованному тестированию.

УДК 53(075.3=161.3=161.1)
ББК 22.3я721

Учебное издание

ФАКУЛЬТАТИВНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Анцулевич Владимир Иванович

ФИЗИКА. 11 КЛАСС

Повторяю физику, проверяю себя

Рабочая тетрадь

Пособие для учащихся общеобразовательных учреждений
с белорусским и русским языками обучения

2-е издание

Ответственный за выпуск *Д. Л. Дембовский*

Подписано в печать 25.10.2011. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 5,52. Тираж 2100 экз. Заказ

Общество с дополнительной ответственностью «Аверсэв».
ЛП № 02330/0003944 от 03.02.2009. Ул. Н. Олешева, 1, офис 309, 220090, Минск.

E-mail: info@aversev.by; www.aversev.by

Контактные телефоны (017) 268-09-79, 268-08-78.

Для писем: а/я 3, 220090, Минск.

Республиканское унитарное предприятие
«Издательство “Белорусский Дом печати”».

ЛП № 02330/0494179 от 03.04.2009.

Просп. Независимости, 79, 220013, Минск.

ISBN 978-985-533-121-7

© НМУ «Национальный институт
образования», 2010

© Оформление. ОДО «Аверсэв», 2010

© НМУ «Национальный институт образования»

© ОДО «Аверсэв»

Введение

В настоящее время централизованное тестирование является единственной формой проведения вступительных испытаний в вузы Республики Беларусь. Уровень требований, предъявляемых к знаниям и умениям абитуриентов на тестировании, высок. В то же время значительное сокращение времени, выделяемого на изучение физики в средней школе, приводит к снижению уровня подготовленности учащихся к вступительным испытаниям. Все более актуальными являются различные формы внеурочной работы с будущими абитуриентами, среди которых основной являются факультативные занятия.

Настоящее пособие рассчитано на учащихся выпускных классов, посещающих факультативные занятия «Повторяю физику, проверяю себя», программа которых утверждена Министерством образования Республики Беларусь. Пособие содержит условия задач по всем темам, изучаемым в школьном курсе физики. Часть задач предполагается разбирать в аудитории с учителем, часть рекомендуется для самостоятельного решения с целью проверки и закрепления приобретенных навыков.

Занятие



Программа вступительных испытаний и требования к уровню подготовки к ЦТ по физике. Обзор заданий, предлагавшихся на ЦТ в предыдущие годы

- 1.** Прочитайте и обсудите документ «Физика. Программа вступительных испытаний для лиц, имеющих общее среднее образование и поступающих в высшие учебные заведения».
- 2.** Просмотрите одно или несколько доступных изданий из списка [28] — [32]. Выберите несколько заданий, которые кажутся вам сложными. Попробуйте их решить. Оцените уровень подготовки, необходимый для успешной сдачи вступительного экзамена. Ознакомьтесь с бланком ответов и правилами его заполнения.
- 3.** Попытайтесь самостоятельно оценить свои знания на данный момент. Сделайте выводы.

Занятие

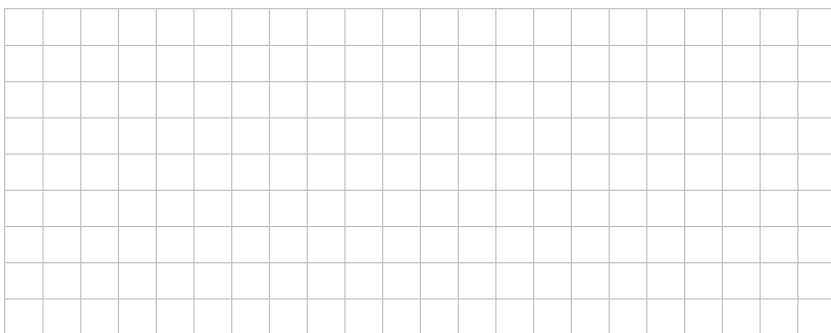


Равномерное прямолинейное движение

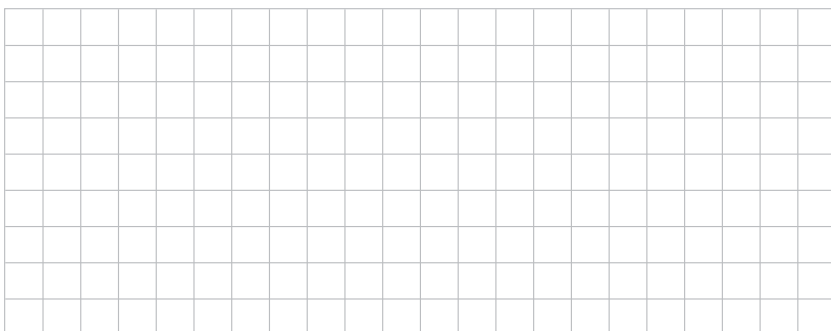


Задания для факультативного занятия

1. Координата материальной точки изменяется по закону $x = -4t + 3$, где t — время в секундах, а x — координата в метрах. Путь s , пройденный точкой за промежуток времени $\Delta t = 2$ с от начала отсчета времени, равен ... м.



2. Уравнения прямолинейного движения двух тел имеют вид: $x_1 = 8 + t$ и $x_2 = 18 - 4t$, где t — время в секундах, а x_1, x_2 — координаты в метрах. Найдите координату x места встречи и промежуток времени Δt , через который тела встретились.



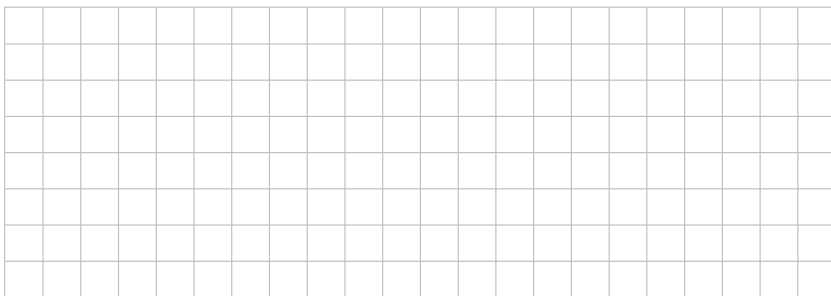
3. Из Минска в Барановичи отправились два поезда с одинаковой скоростью $v_1 = v_2 = 50 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ через промежуток времени $\Delta t_1 = 12$ мин друг за другом. С какой скоростью v_3 двигалась встречная электричка, если она встречала поезда через промежуток времени $\Delta t_2 = 5$ мин?

4. Спортсмены бегут со скоростью v колонной, длина которой l . Навстречу бежит тренер со скоростью $u < v$. Каждый спортсмен, поравнявшись с тренером, разворачивается и начинает бежать назад с той же по модулю скоростью v . Какова будет длина l_1 колонны, когда все спортсмены развернутся?



Задания для самостоятельного решения

1. Два спортсмена бегут по дорожке стадиона длиной $l = 400$ м. Первый пробегает круг за время $t_1 = 50$ с, второй — за $t_2 = 60$ с. Сколько раз они встретятся на дистанции $s = 4$ км, если стартуют одновременно и бегут в одном направлении?



2. Два велосипедиста начали движение из одной точки одновременно. На рисунках 1 и 2 приведены графики зависимости путей, пройденных велосипедистами, от времени. Если велосипедисты движутся в одном направлении, то через промежуток времени $\Delta t = 1$ ч 15 мин расстояние l между ними станет равно ... км.

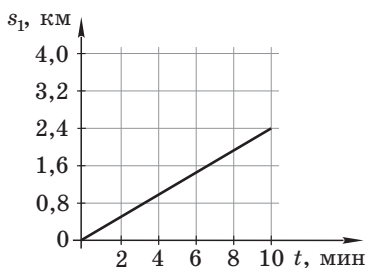


Рис. 1

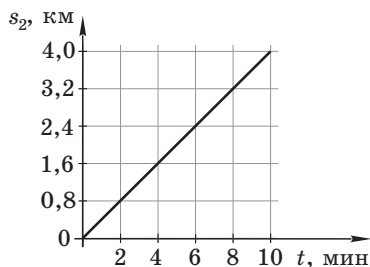
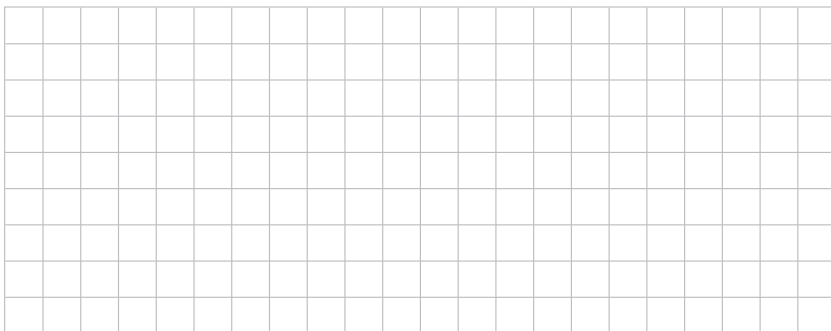


Рис. 2



Занятие

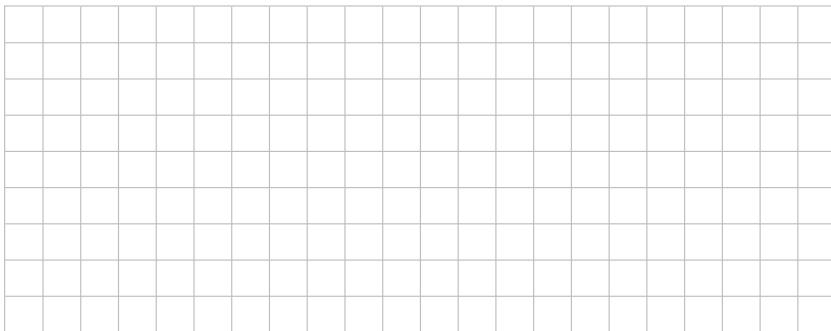


Равномерное прямолинейное движение. Относительность движения

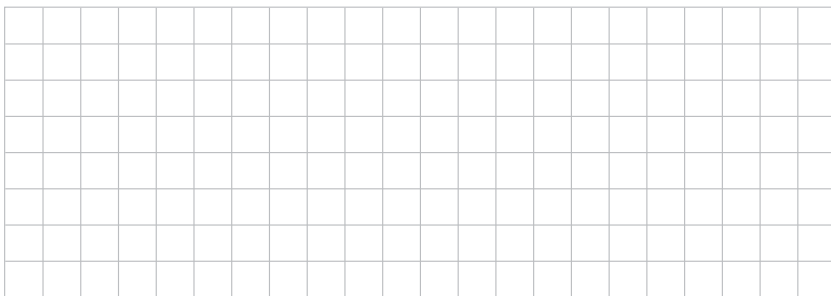


Задания для факультативного занятия

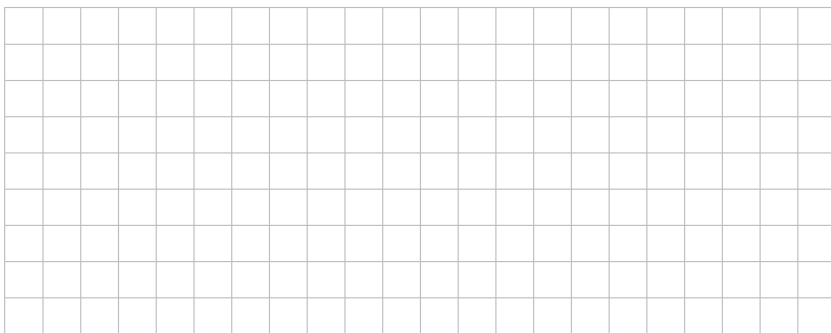
1. Два автомобиля приближаются к перекрестку по взаимно перпендикулярным дорогам. Модуль скорости первого автомобиля $v_1 = 54 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, модуль скорости второго — $v_2 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. В начальный момент времени первый автомобиль находится на расстоянии $l_1 = 400$ м, а второй — на расстоянии $l_2 = 950$ м от перекрестка. Расстояние l между автомобилями станет таким же, как в начальный момент времени, через промежуток времени Δt , равный ... с.



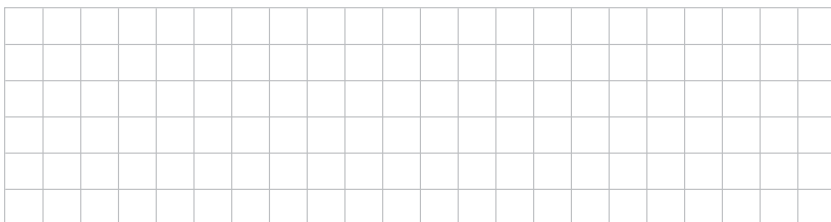
2. Первую половину времени движения вертолет перемещался на север со скоростью, модуль которой $v_1 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а вторую половину времени — на восток со скоростью, модуль которой $v_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите среднюю путевую скорость $\langle v_{\text{пути}} \rangle$ вертолета, а также модуль средней скорости перемещения $\langle v_{\text{перем.}} \rangle$ за все время движения.



3. Автомобиль, модуль скорости которого $v_1 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, догоняет мотоциклиста, модуль скорости которого $v_2 = 54 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Если в момент начала отсчета времени расстояние между ними $l = 1500 \text{ м}$, то автомобиль догонит мотоциклиста через промежуток времени Δt , равный ... мин.



4. Решите задачу 3 занятия 2 с помощью принципа относительности движения.



5. Переправляясь на противоположный берег реки шириной $h = 45$ м, лодочник все время направляет лодку перпендикулярно течению. Если скорость лодки в стоячей воде $v_1 = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а скорость течения $v_2 = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, то за время переправы лодку снесет по течению на расстояние l , равное ... м.



Задания для самостоятельного решения

1. Первую половину времени тело движется со скоростью, модуль которой $v_1 = 6,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, под углом $\alpha_1 = 45^\circ$ к оси Ox , а вторую половину времени — под углом $\alpha_2 = 135^\circ$ к оси Ox со скоростью, модуль которой $v_2 = 9,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите среднюю путевую скорость $\langle v_{\text{пути}} \rangle$ тела, а также модуль средней скорости перемещения $\langle v_{\text{перем.}} \rangle$ за все время движения.

2. Два автомобиля удаляются друг от друга со скоростями, модули которых $v_1 = 71 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и $v_2 = 55 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Если в начальный момент времени расстояние между автомобилями $l_1 = 350$ м, то через промежуток времени $\Delta t = 1,5$ мин расстояние будет l_2 , равное ... км.

3. Когда модуль скорости ветра $u_1 = 6,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, капли дождя падают под углом $\alpha_1 = 30^\circ$ к вертикали. Капли будут падать под углом $\alpha_2 = 60^\circ$ к вертикали, если модуль скорости u_2 ветра станет равным ... $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

4. На рисунке 3 изображены графики зависимости координат двух тел, движущихся вдоль оси Ox , от времени. Модуль относительной скорости $v_{\text{отн}}$ тел равен ... $\frac{\text{см}}{\text{с}}$.

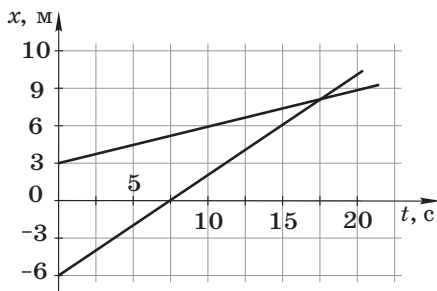


Рис. 3



Занятие

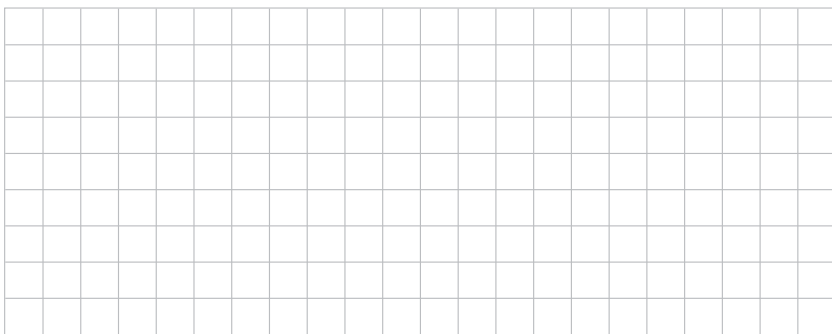


Равноускоренное прямолинейное движение. Свободное падение



Задания для факультативного занятия

1. Уравнение движения материальной точки вдоль оси Ox имеет вид $x = 2,0 + 6,0t - 0,50t^2$, где t — время в секундах, x — расстояние в метрах. За промежуток времени $\Delta t = 8,0$ с от начала отсчета времени точка пройдет путь s , равный ... м.



2. Тело движется равноускоренно вдоль оси Ox . На рисунке 4 изображен график зависимости проекции скорости v_x тела от пути, пройденного телом с момента начала отсчета времени. Модуль средней скорости перемещения $\langle v \rangle$ тела за промежуток времени $\Delta t = 4$ с от начала отсчета времени равен ... $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

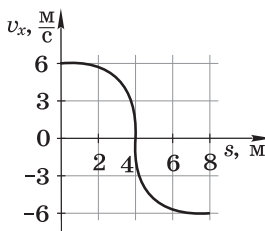
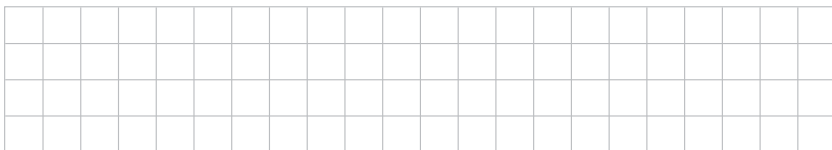
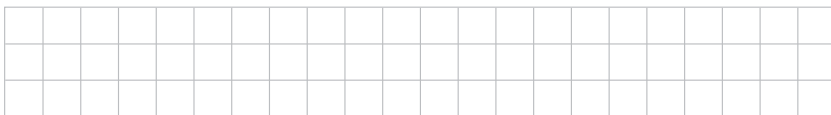


Рис. 4



3. Если свободно падающее тело последнее расстояние $\Delta h = 200$ м пролетело за промежуток времени $\Delta t = 4,0$ с, то тело падало с высоты h_0 , равной ... м.

4. Поезд прошел расстояние $s = 20$ км между двумя станциями со средней скоростью $\langle v \rangle = 50 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. При этом на разгон в начале движения и торможение перед остановкой он потратил в общей сложности время $\Delta t_1 = 6$ мин, а остальное время двигался с постоянной скоростью v , равной ... $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.



5. Мяч свободно падает с высоты $h = 9,0$ м на горизонтальную поверхность. Если при каждом отскоке модуль его скорости уменьшается в 2 раза, то путь s , пройденный мячом до полной остановки, равен ... м.



Задания для самостоятельного решения

1. На рисунке 5 изображен график зависимости пути, пройденного телом при равноускоренном прямолинейном движении, от времени. Модуль начальной скорости v_0 тела равен ... $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

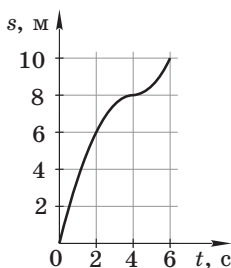
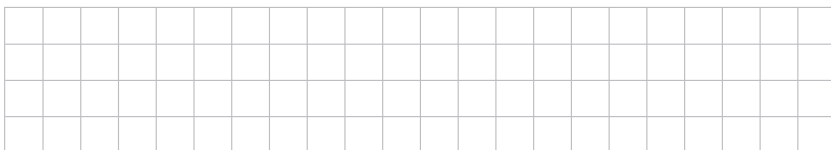
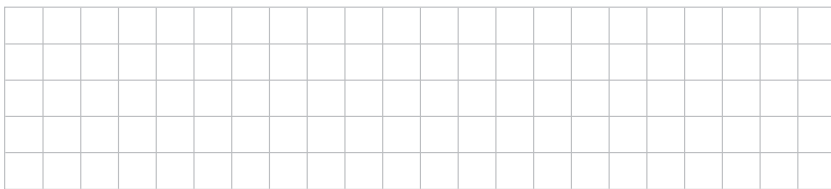


Рис. 5

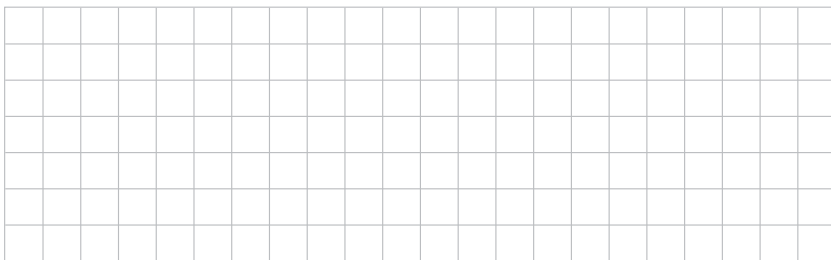




2. Тело скользит из состояния покоя вниз по наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 60^\circ$ с горизонтом. Через промежуток времени $\Delta t_1 = 3,0$ с от начала движения тело въезжает на горизонтальную поверхность и движется по ней до остановки в течение промежутка времени $\Delta t_2 = 5,0$ с. Если модуль ускорения тела при движении по горизонтальной поверхности $a_2 = 6,4 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$, то модуль средней скорости $\langle v \rangle$ перемещения тела за все время движения равен ... $\frac{\text{см}}{\text{с}}$.



3. Тело, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, за тринадцатую секунду проходит путь $s_{13} = 25$ м. За семнадцатую секунду тело пройдет путь s_{17} , равный ... м.



4. На рисунках 6, 7 изображены графики зависимости проекций скорости материальной точки от времени. Модуль ускорения a материальной точки равен ... $\frac{\text{см}}{\text{с}^2}$.

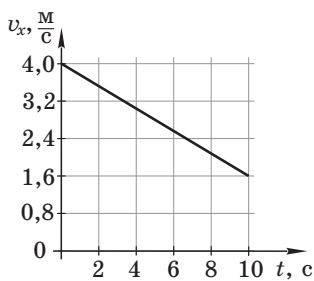


Рис. 6

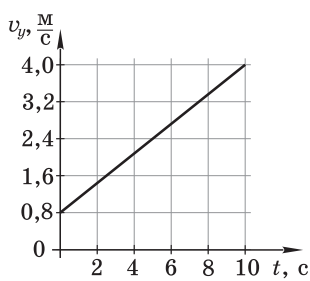
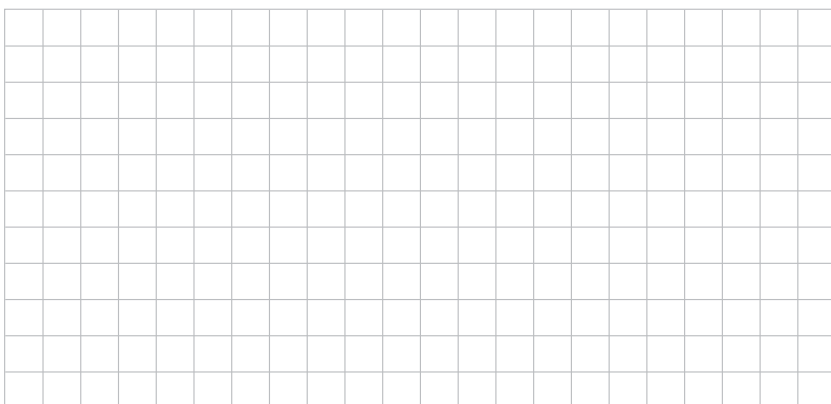


Рис. 7



Занятие

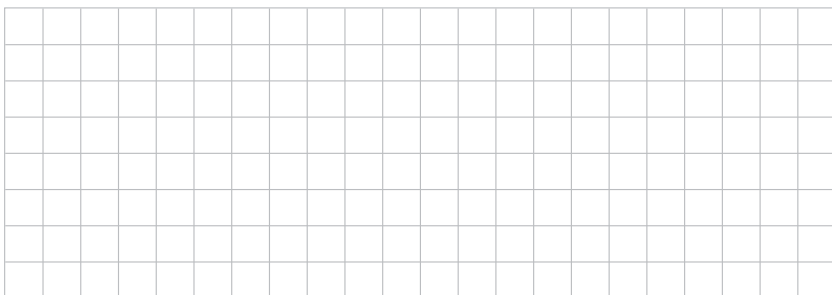


Криволинейное движение



Задания для факультативного занятия

1. Материальная точка равномерно вращается по окружности радиусом $R = 50$ см. Если модуль линейной скорости точки $v = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, то модуль ее ускорения a равен ... $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

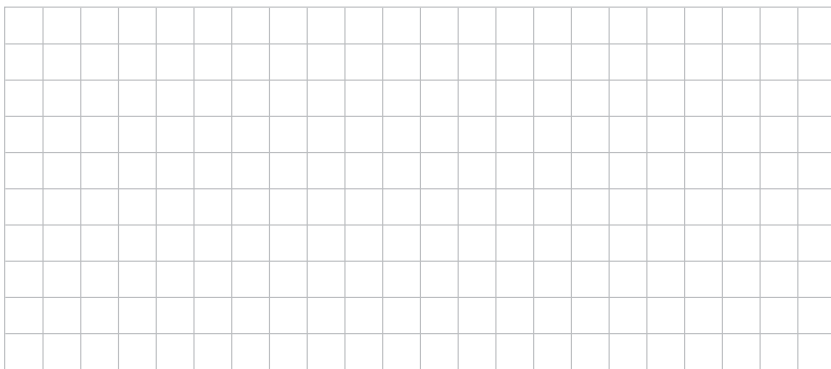


2. Материальная точка равномерно вращается по окружности радиусом $R = 40$ см. Если угловая скорость точки $\omega = 11 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$, то за промежуток времени $\Delta t = 5,0$ с точка пройдет путь s , равный ... м.





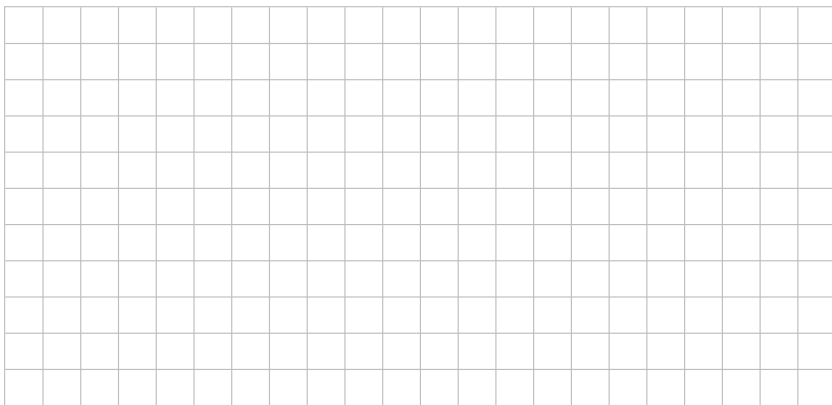
5. Камень брошен горизонтально со склона холма, образующего угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. Если камень упал на склон на расстоянии $l = 30$ м от точки бросания, то модуль его начальной скорости v_0 равен ... $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.



Задания для самостоятельного решения

1. Материальная точка равномерно вращается по окружности со скоростью, модуль которой $v = 26,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Если за промежуток

времени $\Delta t = 1,57$ с она совершает число полных оборотов $N = 3$, то радиус R окружности равен ... м.



2. Мяч, брошенный горизонтально с начальной скоростью $v_0 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, упал на землю через промежуток времени $\Delta t = 3,0$ с.

С какой высоты h брошен мяч? Какова дальность l его полета по горизонтали?



Занятие



Законы Ньютона. Силы в механике



Задания для факультативного занятия

1. На рисунке 8 изображены силы $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, под действием которых тело движется с ускорением, модуль которого $a = 2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Если проекция $F_{2x} = 3,0 \text{ Н}$, то масса m тела равна ... кг.

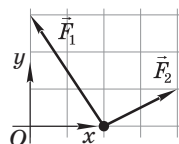
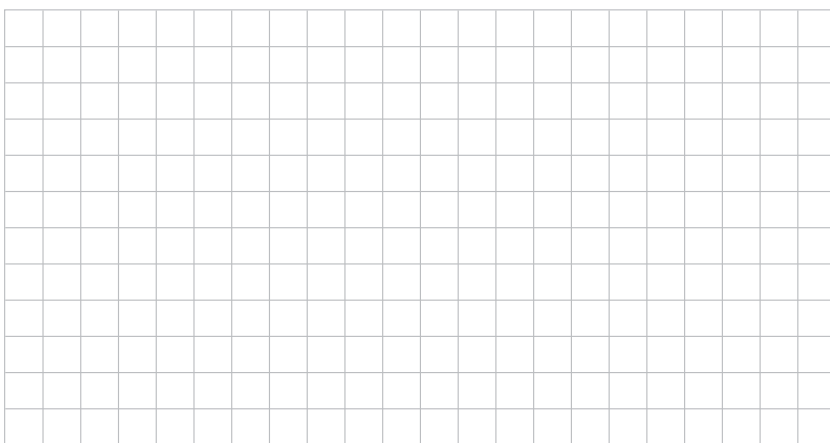


Рис. 8



2. Тело находится на наклонной плоскости, угол наклона которой может изменяться. На рисунке 9 изображен график зависимости модуля силы трения, действующей на это тело, от угла наклона плоскости к горизонту. Если при угле $\alpha_1 = 15^\circ$ модуль силы трения, действующей на тело, $F_{\text{тр.1}} = 1,73 \text{ Н}$, то при угле $\alpha_2 = 75^\circ$ на тело действует сила трения, модуль которой $F_{\text{тр.2}}$ равен ... Н.

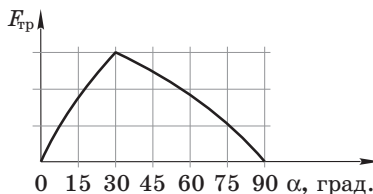
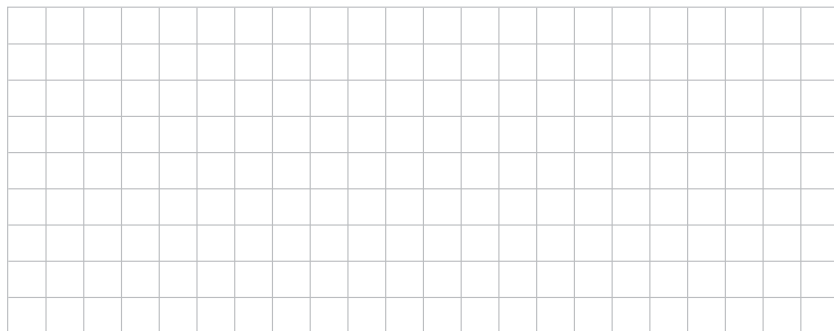


Рис. 9



3. Груз массой $m = 22$ кг равномерно протаскивают сквозь горизонтальный туннель с помощью невесомой нити, перекинутой через невесомые блоки I и II одинакового диаметра (рис. 10), прикладывая к нити горизонтальную силу $\vec{F}$. Расстояние между осями блоков $L = 2,5$ м, блоки смещены друг относительно друга по горизонтали на расстояние $l = 1,7$ м. Если коэффициент трения между грузом и дном туннеля $\mu = 0,50$, то модуль силы давления P на ось блока II равен ... Н.

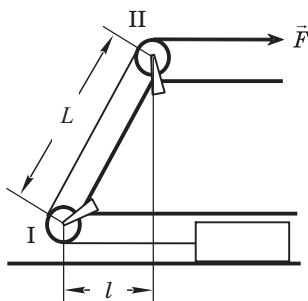
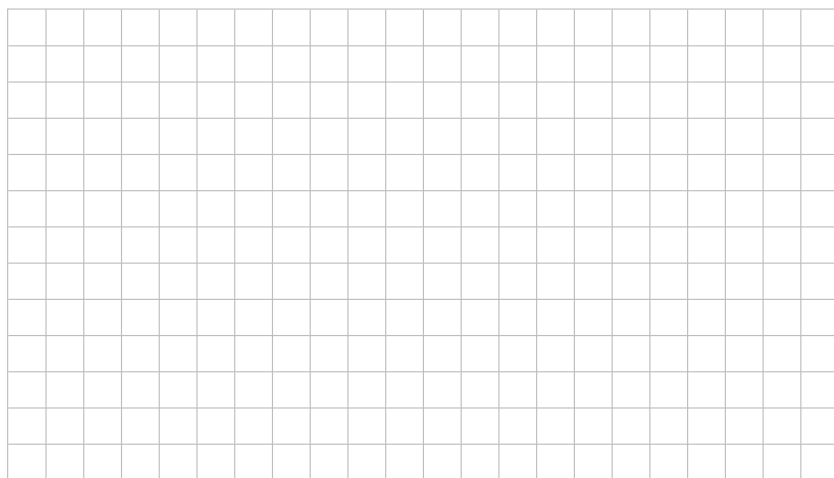


Рис. 10





Задания для самостоятельного решения

1. На рисунке 11 изображены силы $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, действующие на тело массой $m = 1,5$ кг. Если модуль силы $F_2 = 6,6$ Н, то модуль ускорения a тела равен ... $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

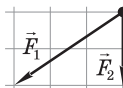
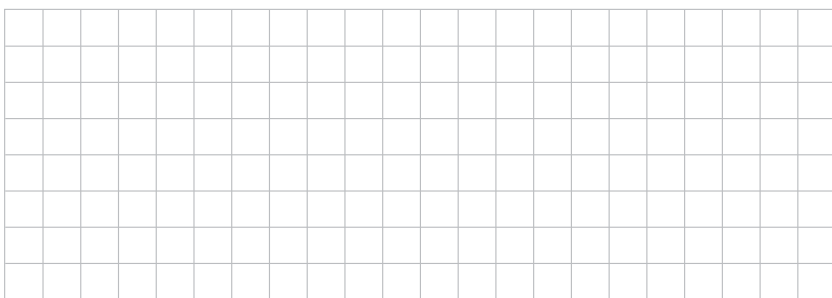
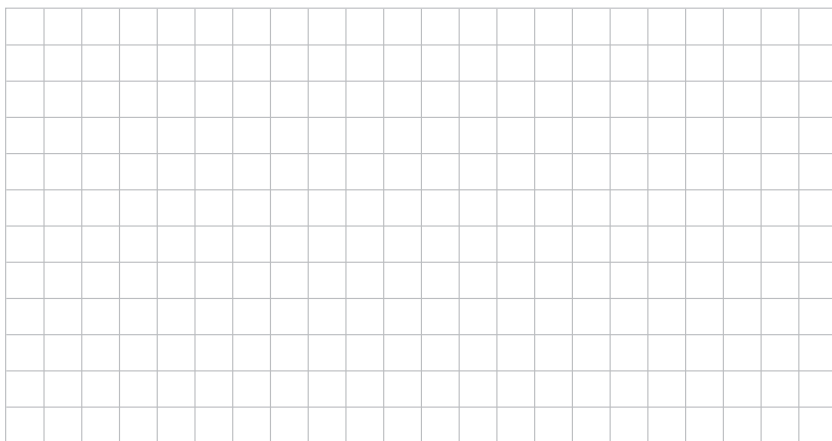


Рис. 11



2. Стекланный $\left(\rho = 2,5 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$ цилиндр стоит на горизонтальном полу лифта, движущегося с направленным вертикально вниз ускорением, модуль которого $a = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Если давление цилиндра на пол лифта $p = 7,5$ кПа, то высота h цилиндра равна ... см.



3. К потолку лифта, движущегося с ускорением, подвешен груз на пружине жесткостью $k = 150 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ (рис. 12). Если при движении лифта с ускорением, проекция которого $a_y = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, модуль деформации пружины $\Delta l = 2,0 \text{ см}$, то масса m груза равна ... кг.

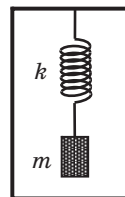


Рис. 12



Занятие



7 Движение связанных тел

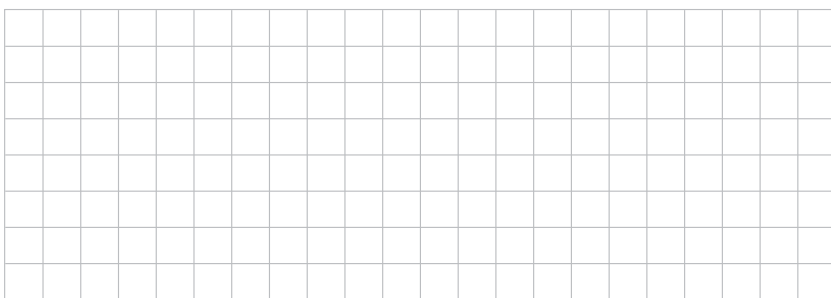


Задания для факультативного занятия

1. Два тела расположены вплотную друг к другу на гладкой горизонтальной поверхности. На первое тело действует внешняя горизонтальная сила, модуль которой $F_1 = 45$ Н, на второе — внешняя горизонтальная сила, модуль которой $F_2 = 42$ Н (рис. 13). Если масса первого тела $m_1 = 8,0$ кг, а модуль силы давления первого тела на второе $P_2 = 44$ Н, то масса m_2 второго тела равна ... кг.



Рис. 13



2. Два тела массами $m_1 = 340$ кг и $m_2 = 170$ кг связаны невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый неподвижный блок (рис. 14). Если коэффициент трения между телом массой m_1 и горизонтальной поверхностью $\mu = 0,17$, то модули ускорений a тел равны ... $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

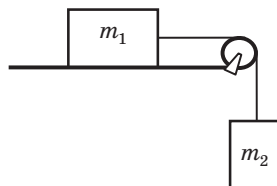
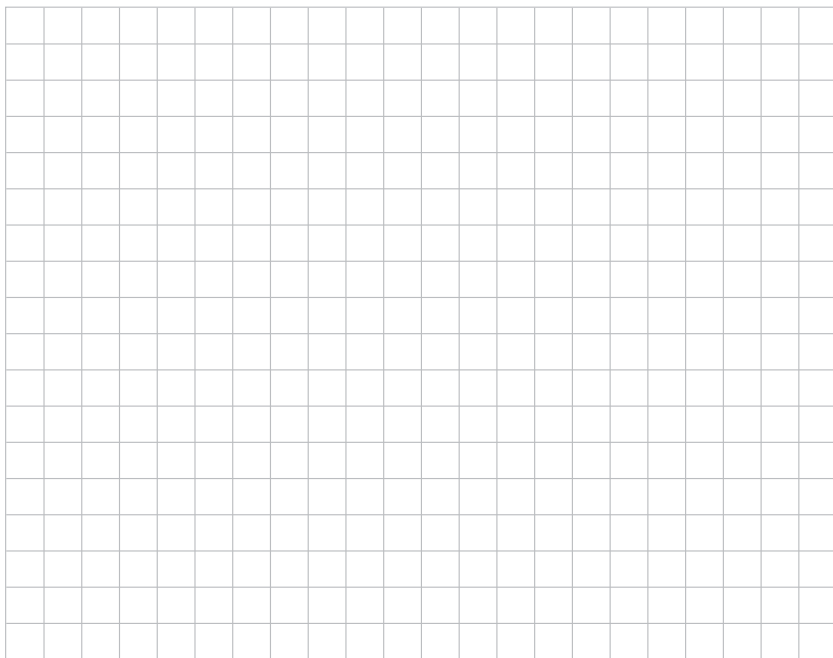


Рис. 14



3. На гладком горизонтальном столе лежит брусок массой $M = 3,0$ кг, на котором находится другой брусок массой $m = 1,0$ кг. Оба бруска соединены невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый неподвижный блок. Коэффициент трения скольжения между брусками $\mu = 0,40$. Если нижний брусок под действием постоянной силы $\vec{F}$ (рис. 15) переместился на расстояние $s = 1,0$ м за промежуток времени $\Delta t = 1,0$ с, то модуль действующей на него силы F равен ... Н.

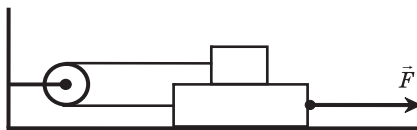
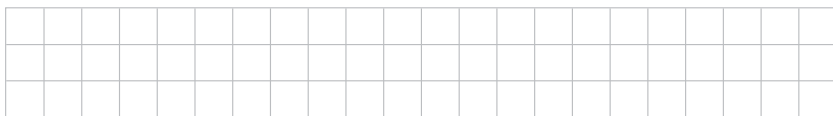


Рис. 15





Задания для самостоятельного решения

1. Два тела массами $m_1 = 6,0$ кг и $m_2 = 9,0$ кг, связанные невесомой нерастяжимой нитью, находятся на гладкой горизонтальной поверхности. На первое тело действует внешняя горизонтальная сила, модуль которой $F_1 = 73$ Н (рис. 16). Если модуль силы упругости, действующей на второе тело, $T_2 = 61$ Н, то модуль внешней горизонтальной силы F_2 , действующей на второе тело, равен ... Н.

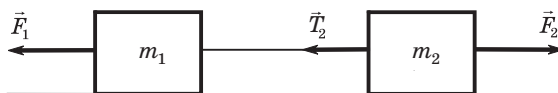
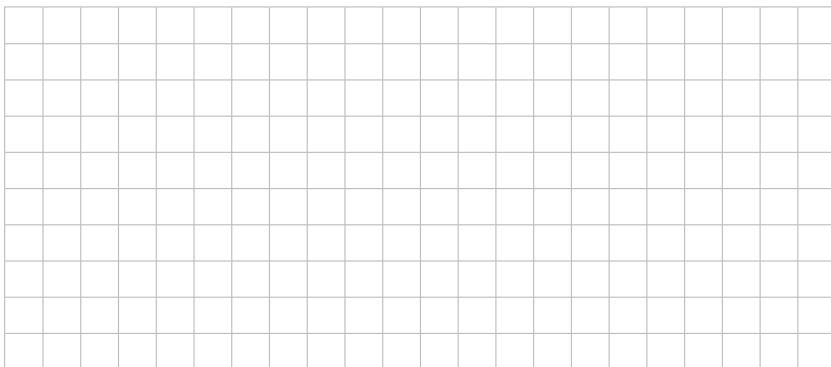


Рис. 16



2. Два тела, связанные невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок, находятся на гладких поверхностях, образующих одинаковые углы $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом (рис. 17). Если массы тел $m_1 = 1,2$ кг и $m_2 = 0,80$ кг, то модуль силы давления P на ось блока равен ... Н.

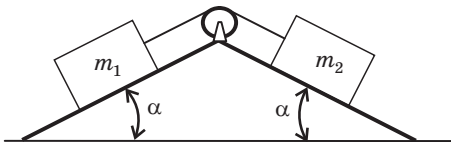


Рис. 17



8

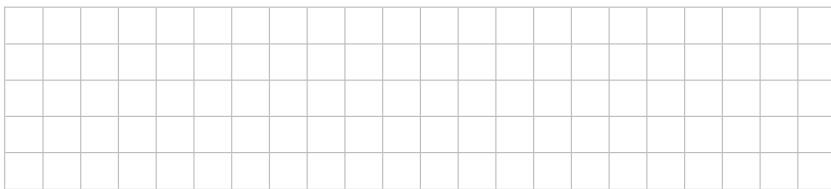
8



Задания для факультативного занятия

1. На конце жесткого стержня длиной $l = 0,50$ м укреплен груз массой $m = 0,40$ кг, приводимый во вращение в вертикальной плоскости вокруг оси, проходящей через другой конец стержня, с постоянной угловой скоростью $\omega = 4,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Модуль силы взаимодействия F груза со стержнем в нижней точке траектории равен ... Н.

2. Мотоциклист массой $m = 56,0$ кг выполняет поворот, двигаясь по горизонтальной дороге со скоростью, модуль которой $v = 15,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Если модуль силы давления мотоциклиста на сиденье мотоцикла $P = 700$ Н, то радиус R поворота равен ... м.



3. Монета массой $m = 3,00$ г лежит на шероховатой поверхности горизонтального диска, равномерно вращающегося вокруг вертикальной оси, проходящей через центр диска. Если модуль силы взаимодействия монеты с диском $F = 37,5$ мН, а центр масс монеты находится на расстоянии $R = 30,0$ см от оси вращения, то угловая скорость ω диска равна ... $\frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

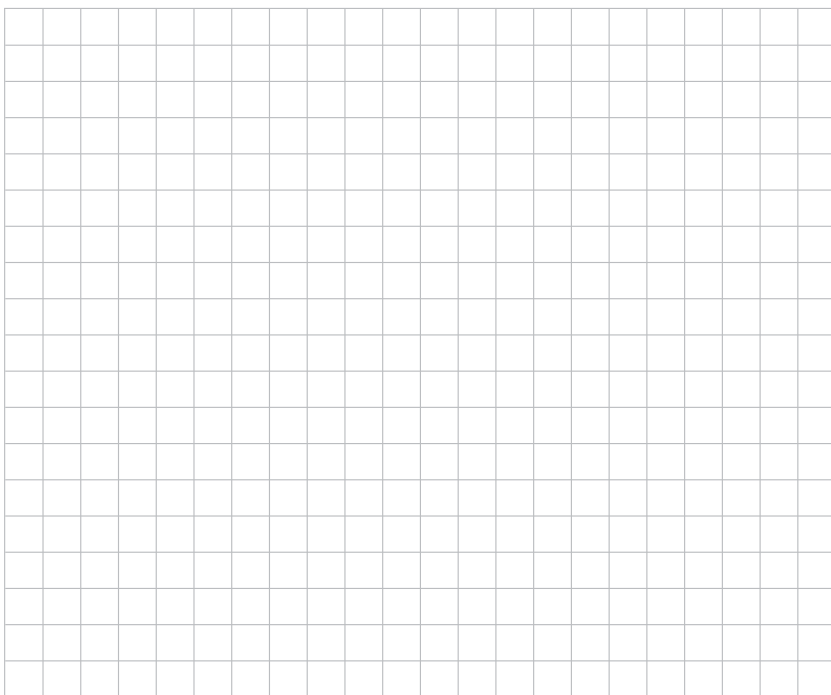


Задания для самостоятельного решения

1. На конце жесткого стержня длиной $l = 0,60$ м укреплен груз массой $m = 0,36$ кг, приводимый во вращение в вертикальной плоскости вокруг оси, проходящей через другой конец стержня, с постоянной угловой скоростью $\omega = 5,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Модуль силы взаимодействия F груза со стержнем в верхней точке траектории равен ... Н.



2. Система «двойная звезда» состоит из двух звезд массами m_1 и m_2 , вращающихся вокруг общего центра масс. Если период вращения звезд T , то расстояние r между их центрами равно



Занятие



Импульс. Закон сохранения импульса. Реактивное движение



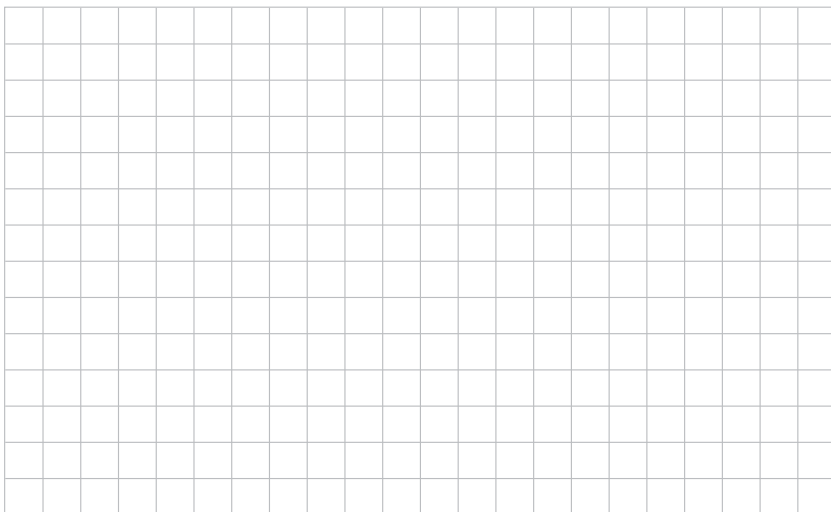
Задания для факультативного занятия

1. Среднее значение проекции скорости продуктов сгорания на ось сопла ракеты, взлетающей вертикально вверх, $\langle v_x \rangle = 2300 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Если в момент времени, когда масса ракеты $M = 8,5 \text{ т}$, модуль ее ускорения $a = 13 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, то масса m' топлива, расходуемого двигателем ракеты каждую секунду, равна ... $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$.

2. Снаряд, выпущенный из ствола орудия под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту, в верхней точке траектории разорвался на два одинаковых осколка, разлетевшихся под углом $\theta = 90^\circ$ друг к другу. Если осколки упали на горизонтальную поверхность Земли одновременно и расстояние между точками их падения $l = 5780 \text{ м}$, то модуль начальной скорости v_0 снаряда равен ... $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.



3. Шар массой $m_1 = 4$ кг движется со скоростью $v_1 = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ навстречу шару массой $m_2 = 1$ кг. После центрального неупругого удара скорость шаров оказалась $u = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Определите начальную скорость v_2 второго шара и количество теплоты Q , выделившейся при ударе.





1. Мимо наблюдателя равномерно и прямолинейно движется тележка массой $M = 1 \cdot 10^2$ кг со скоростью $v = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. В тот момент, когда тележка поравнялась с наблюдателем, он положил на нее ящик массой $m = 5$ кг. Определите энергию E , которая в этом процессе переходит в теплоту.

2. В вертикальной стенке сосуда с жидкостью, покоящегося на горизонтальной поверхности, имеется отверстие площадью $S = 1,0 \text{ см}^2$, через которое жидкость вытекает со скоростью, модуль которой $v = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Если плотность жидкости $\rho = 0,90 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, то модуль силы трения $F_{\text{тр}}$, действующей на сосуд, равен ... Н.

Занятие



Механическая работа. Мощность

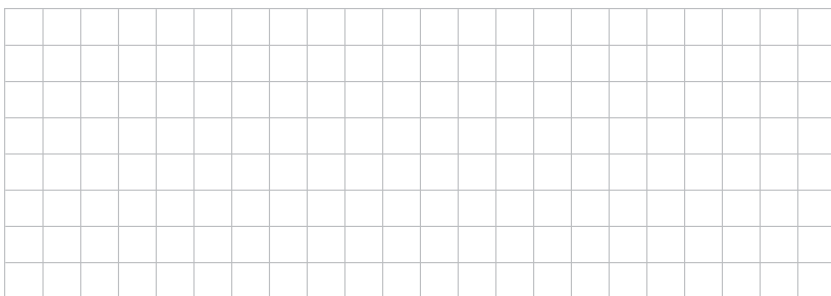


Задания для факультативного занятия

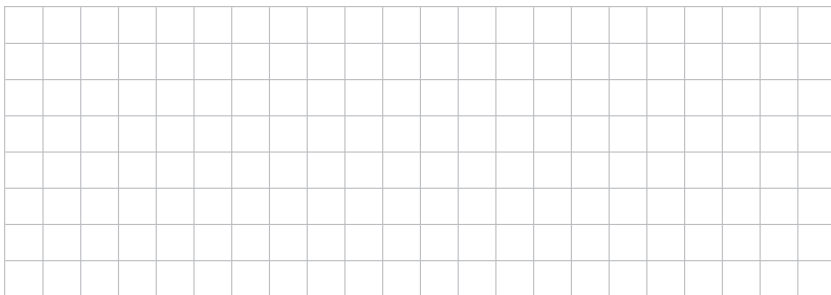
1. Рабочий поднимает груз массой $m = 133$ кг с помощью механизма, изображенного на рисунке 18, коэффициент полезного действия которого $\eta = 95\%$. Если масса рабочего $M = 75$ кг, то модуль силы давления P рабочего на пол в процессе равномерного подъема равен ... Н $\left(g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}\right)$.



Рис. 18



2. Минимальная работа A , которую необходимо совершить, чтобы поставить вертикально лежащий на земле однородный стержень длиной $l = 2$ м и массой $m = 100$ кг, равна ... Дж.



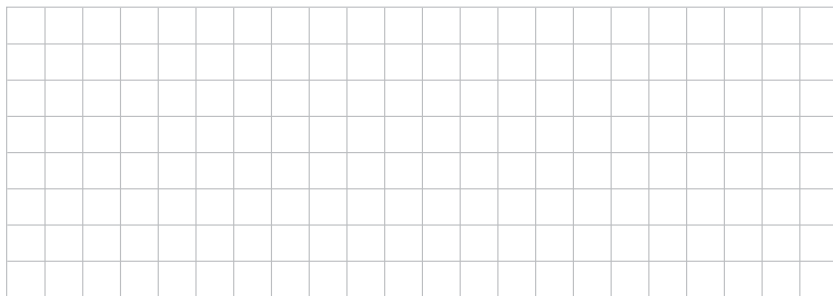
3. Санки равномерно перемещают по снегу на расстояние $s = 40$ м, при этом совершается работа $A = 20$ Дж. Определите силу F , приложенную к санкам, если известно, что она направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту.

4. Транспортер поднимает песок массой $m = 6,0$ т в кузов автомобиля. Длина ленты транспортера $l = 3,0$ м, угол наклона ее к горизонту $\alpha = 30^\circ$. Если полезная мощность двигателя транспортера $P = 1,8$ кВт, то песок будет загружен за промежуток времени Δt , равный ... с.



Задания для самостоятельного решения

1. Какую минимальную мощность P имеет установка, КПД которой $\eta = 80\%$, приводящая в действие насос, подающий с постоянной скоростью воду массой $m = 200$ т в час на высоту $h = 20$ м?



2. Вертикальный колодец, имеющий глубину $H = 4,0$ м и площадь дна $S = 4,6 \text{ м}^2$, заполнен водой $\left(\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$ до уровня

$h = 2,0$ м (рис. 19). Для откачивания воды применили насос, двигатель которого работает на бензине $\left(q = 46 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}\right)$. Попе-

речное сечение шланга насоса $S_1 = 75 \text{ см}^2$, за каждую секунду насос откачивает объ-

ем воды $V' = 33 \frac{\text{л}}{\text{с}}$. Выходное отверстие шланга расположено на

высоте $h_1 = 0,40$ м над поверхностью Земли. Если коэффициент полезного действия насоса $\eta = 21,5 \%$, то при полном откачивании воды будет израсходован бензин, масса m которого равна ... г.

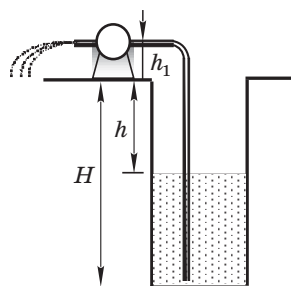
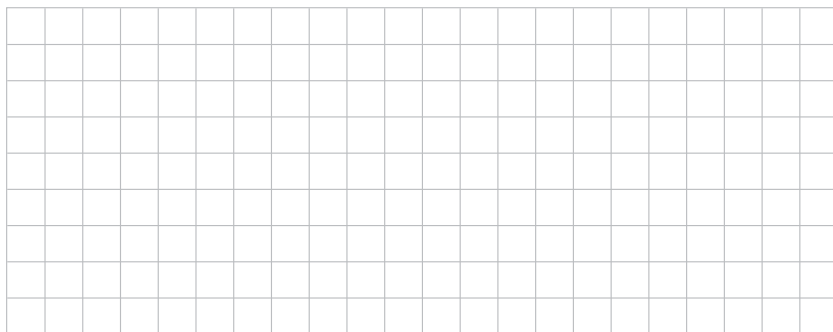


Рис. 19



Занятие



Закон сохранения энергии. Теорема о кинетической энергии

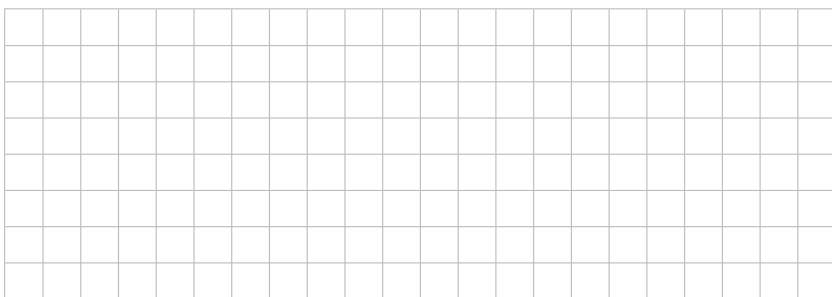


Задания для факультативного занятия

1. Тело массой $m = 800$ г скользит из точки A в точку B (рис. 20). В процессе движения модуль скорости тела изменился от $v_0 = 5,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ до $v = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а сила трения, действующая на тело, совершила работу $A_{\text{тр}} = -4,0$ Дж. Если высота точки B относительно нижней точки траектории $H = 1,1$ м, то высота h точки A равна ... см.



Рис. 20



2. Груз массой $m = 100$ кг медленно поднимают по наклонной плоскости, угол наклона которой к горизонту $\alpha = 30^\circ$, с помощью веревки, перекинутой через неподвижный блок, который вращается без трения на оси (рис. 21). При достижении высоты $h = 2,0$ м веревка обрывается, и груз соскальзывает вниз.

Если у основания наклонной плоскости модуль скорости груза $v = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, то модуль силы F , с которой поднимали груз, равен ... Н.

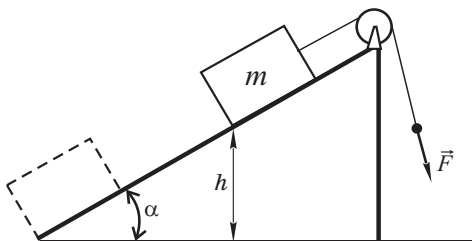
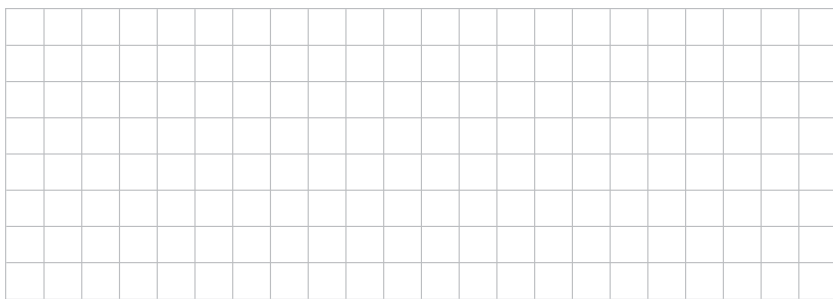
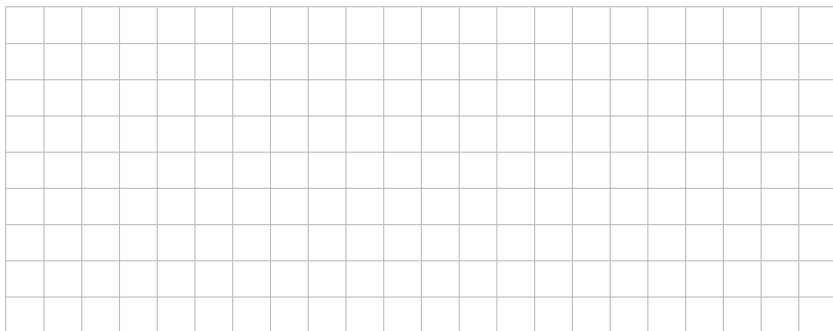


Рис. 21



3. Два шара движутся вдоль одной прямой. Шар массой m_1 со скоростью v_1 догоняет шар массой m_2 , имеющий скорость v_2 . Какими станут скорости шаров после абсолютно упругого столкновения?





1. Аэросани массой $m = 2,0$ т начинают двигаться из состояния покоя по заснеженной равнине с постоянным ускорением, модуль которого $a = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, и достигают скорости, модуль которой $v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Если коэффициент трения $\mu = 0,1$, то средняя мощность $\langle P \rangle$ силы тяги двигателя аэросаней за время разгона равна ... кВт.

2. Шарик привязали к нерастяжимой нити, отвели в сторону так, что нить стала горизонтальной, и отпустили. Во сколько раз сила натяжения нити в нижней точке траектории больше силы тяжести, действующей на шарик?

Занятие

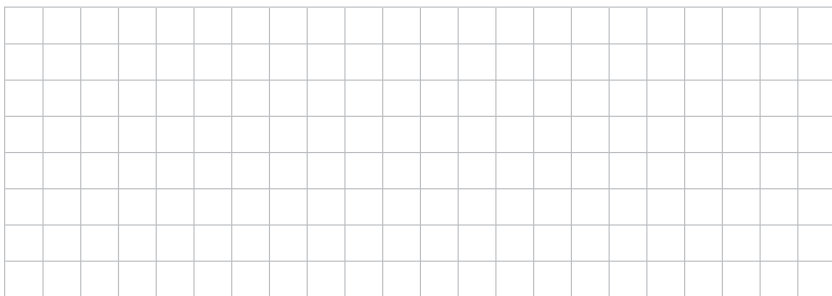
12

Условия равновесия тел



Задания для факультативного занятия

1. Два человека несут трубу длиной $l = 5,0$ м и массой $m = 80$ кг. Первый человек поддерживает трубу на расстоянии $a = 1,0$ м от ее конца, второй — за противоположный конец. Определите модули сил P_1 и P_2 , с которыми труба давит на каждого человека.



2. На невесомом шнуре ABC подвешено тело массой $m = 8,7$ кг (рис. 22). Определите силы, действующие на части шнура AB и BC , если $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 60^\circ$.

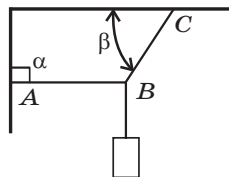
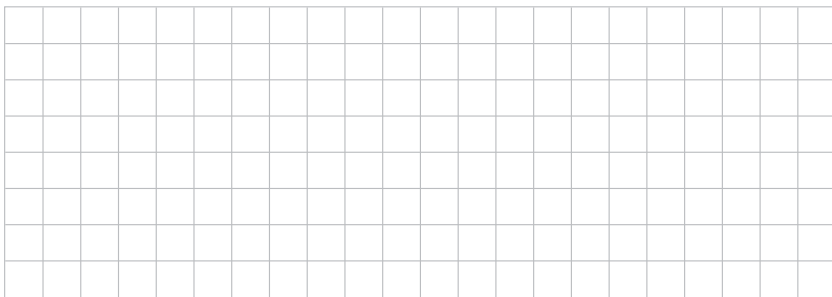


Рис. 22



3. Однородный стержень AB опирается о шероховатый пол и удерживается в равновесии горизонтальной нитью BC (рис. 23). Коэффициент трения между стержнем и полом $\mu = 0,5$. При каком наименьшем угле наклона α это возможно?

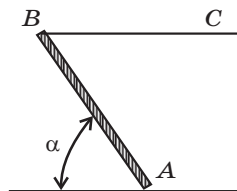
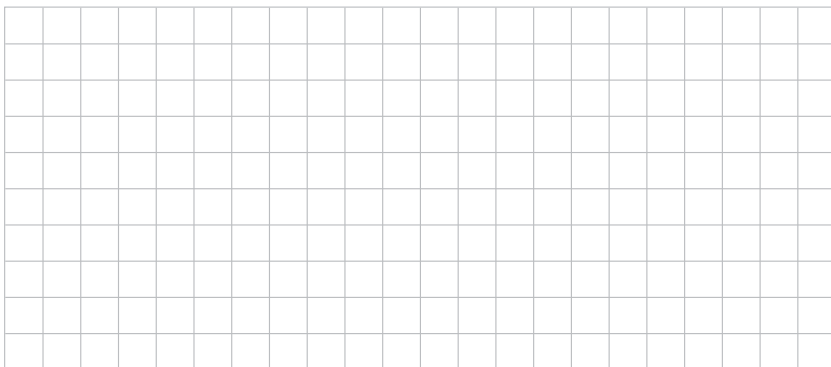
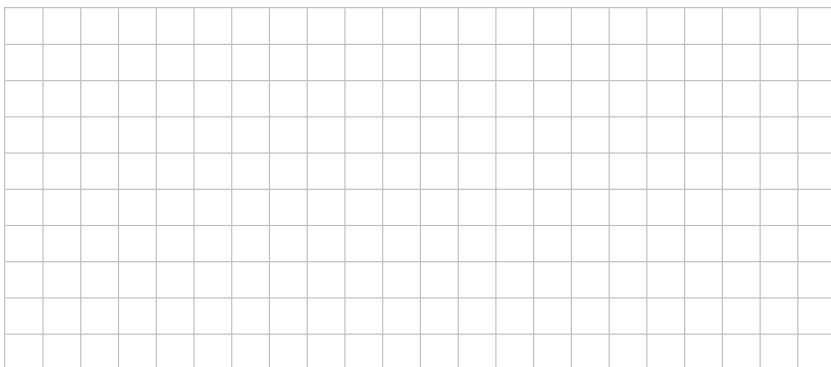


Рис. 23



Задания для самостоятельного решения

1. Лестница стоит у гладкой стены. Коэффициент трения между лестницей и полом $\mu = 0,4$. Определите наибольший угол между стеной и лестницей, при котором лестница не будет скользить.



2. В ящике, длина которого $l = 60$ см, лежит шар массой $m = 6,0$ кг (рис. 24). С какими силами шар будет давить на дно и стенку ящика, если край ящика приподнят на высоту $h = 20$ см?

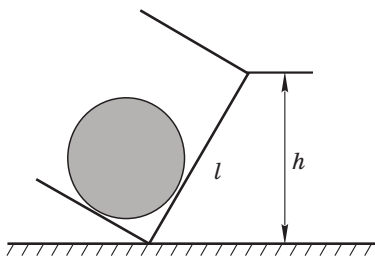


Рис. 24



13

Механика жидкости и газа



Задания для факультативного занятия

1. Два сообщающихся цилиндрических сосуда одинакового поперечного сечения $S = 6,00 \text{ см}^2$ частично заполнены ртутью ($\rho = 13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$). Когда в один из сосудов долили воду массой $m = 408 \text{ г}$, уровень ртути в другом сосуде повысился на высоту h , равную ... мм.

2. Модуль силы давления на малый поршень гидравлического пресса $F_1 = 200$ Н. Под действием этой силы поршень опускается на расстояние $\Delta h_1 = 25$ см. Если при этом большой поршень поднимается на $\Delta h_2 = 5,0$ мм, то модуль силы давления F_2 на большой поршень равен ... кН.

3. В сосуде с вертикальными стенками, площадь горизонтального дна которого $S_0 = 1,0 \text{ дм}^2$, находится жидкость плотностью $\rho_0 = 0,80 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. На поверхности жидкости плавает в вертикальном положении цилиндрический поплавок, площадь основания которого $S = 0,4 \text{ дм}^2$ и высота $H = 10 \text{ см}$, изготовленный из вещества плотностью $\rho = 0,60 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Поплавок медленно извлекают из жидкости, сохраняя вертикальное положение его оси. Минимальная работа A , совершенная внешней силой при полном извлечении поплавка из жидкости, равна ... мДж.





Задания для самостоятельного решения

1. Два сообщающихся цилиндрических сосуда одинакового поперечного сечения частично заполнены ртутью $\left(\rho_0 = 13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$.

В левый сосуд добавили керосин $\left(\rho_1 = 0,80 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$, а в правый — масло $\left(\rho_2 = 0,90 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$. Если высота слоя керосина $h_1 = 19$ см, а высота слоя масла $h_2 = 4,8$ см, то понижение Δh уровня ртути в левом сосуде равно ... мм.

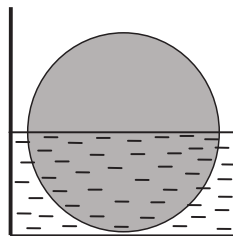
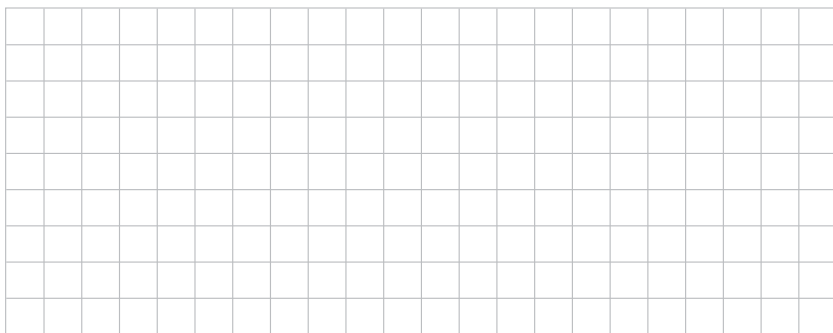


Рис. 25

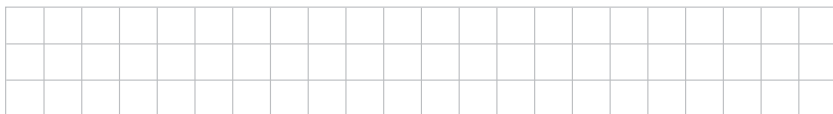
сина $h_1 = 19$ см, а высота слоя масла $h_2 = 4,8$ см, то понижение Δh уровня ртути в левом сосуде равно ... мм.

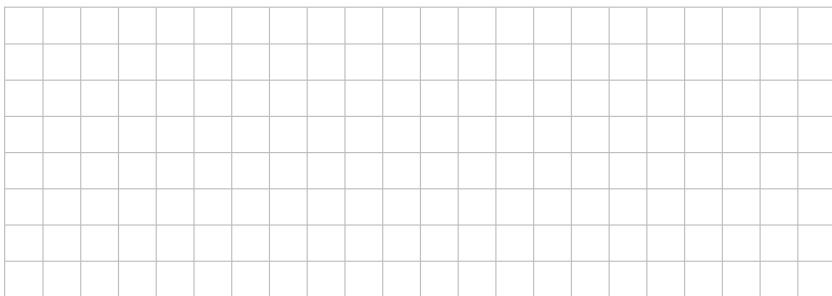


2. Деревянный $\left(\rho = 0,80 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$ шар лежит на дне сосуда

(рис. 25), наполовину погрузившись в воду $\left(\rho_0 = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$.

Если модуль силы взаимодействия шара со дном сосуда $F = 9,0$ Н, то масса m шара равна ... кг.





3. Плавающее в ртути тело объемом $V = 33 \text{ см}^3$ погружено в нее на четверть своего объема. Поверх ртути наливают слой жидкости, плотность которой в $k = 12$ раз меньше плотности ртути. Если долитая жидкость полностью закрывает тело, то объем V_1 части тела, находящейся над уровнем ртути, равен ... см^3 .



14

14

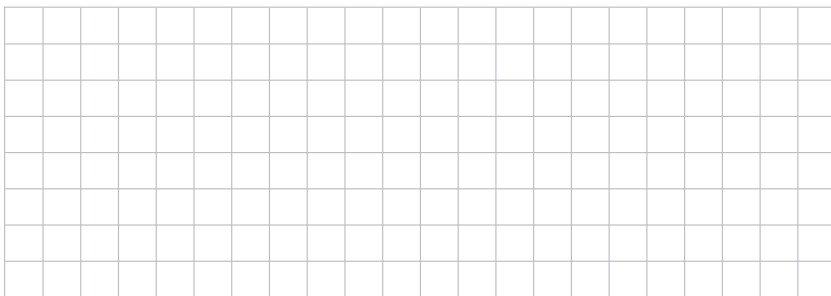


Задания для факультативного занятия

3. Определите среднюю квадратичную скорость $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ движения молекул газа, который занимает объем $V = 5 \text{ м}^3$ при давлении $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и имеет массу $m = 6 \text{ кг}$.

4. При температуре $T = 296 \text{ К}$ средняя квадратичная скорость молекул некоторого газа $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 480 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. В массе $m = 10 \text{ г}$ этого газа содержится количество N молекул, равное

5. За промежуток времени $\Delta t = 10$ суток из стакана полностью испарилась вода массой $m = 100 \text{ г}$. Среднее количество N молекул, которые покидали поверхность воды каждую секунду, равно



Задания для самостоятельного решения

1. Когда в баллон, содержащий неон $\left(M_1 = 20 \frac{\text{г}}{\text{моль}}\right)$ массой $m_1 = 45$ г, добавили кислород $\left(M_2 = 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}\right)$, давление в нем возросло в 2 раза. Если температура газа в баллоне не изменилась, то масса m_2 добавленного кислорода равна ... г.



2. Определите среднюю молярную массу $\langle M \rangle$ смеси газов, состоящей из водорода $\left(M_1 = 2,0 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \right)$ массой $m_1 = 4,0$ г, азота $\left(M_2 = 28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \right)$ массой $m_2 = 42$ г и неона $\left(M_3 = 20 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \right)$ массой $m_3 = 10$ г.



Занятие



Газовые законы. Изопроцессы



Задания для факультативного занятия

1. При изохорном нагревании идеального газа его температура изменилось от $T_1 = 300 \text{ К}$ до $T_2 = 360 \text{ К}$. Если начальное давление газа $p_1 = 150 \text{ кПа}$, то его конечное давление p_2 равно ... кПа.

2. В цилиндре, площадь основания которого $S = 60 \text{ см}^2$, под поршнем находится газ при температуре $T_1 = 310 \text{ К}$ под давлением $p_1 = 93 \text{ кПа}$. Когда на поршень поставили гирию, он опустился. Если для возвращения поршня в первоначальное положение температуру газа увеличили на $\Delta T = 100 \text{ К}$, то масса m гири равна ... кг.

3. Если при изобарном охлаждении идеального газа от начальной температуры $T_1 = 380$ К его плотность увеличилась в два раза, то его температура уменьшилась на ΔT , равное ... К.

4. Определите давление газа в горизонтальной закрытой трубке с поперечным сечением площадью $S = 0,4 \text{ см}^2$, разделенной столбиком ртути массой $m = 10$ г на два объема по $V = 50 \text{ см}^3$, если при повороте трубки в вертикальное положение нижний объем $V_2 = 40 \text{ см}^3$. Температура постоянна.



Задания для самостоятельного решения

1. При изобарном расширении идеального газа его температура изменилась от $t_1 = 57^\circ \text{C}$ до $t_2 = 97^\circ \text{C}$. Если начальный объем газа $V_1 = 66$ л, то его конечный объем V_2 равен ... л.

2. Процесс, происходящий с данной массой идеального газа, описывается уравнением $TV^3 = \text{const}$, где T — абсолютная температура, V — объем газа. Если в ходе процесса объем газа уменьшается в $n_1 = 2$ раза, то давление возрастает в n_2 раз, равное

3. Открытую с обеих сторон трубку длиной $l = 1,96$ м погружают до половины в ртуть $\left(\rho = 13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$, затем закрывают верхнее отверстие трубки и вынимают ее из ртути. Если в трубке остается столбик ртути высотой $l_1 = 30,0$ см, то атмосферное давление p_0 равно ... кПа.

16

16



Задания для факультативного занятия

1. Два сосуда, заполненные инертными газами с одинаковой температурой, соединены тонкой трубкой с закрытым краном. Объем первого сосуда $V_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, давление в нем $p_1 = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Объем второго сосуда $V_2 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, давление в нем $p_2 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Если после открывания крана температура газов не изменилась, то давление p в них стало равно ... кПа.

2. Баллон, содержащий азот при давлении $p_1 = 1,5 \cdot 10^7$ Па и температуре $t_1 = 27^\circ \text{C}$, имеет массу $m_1 = 97$ кг. Когда часть азота была израсходована так, что при температуре $t_2 = -3^\circ \text{C}$ давление в баллоне стало $p_2 = 6,0 \cdot 10^6$ Па, масса баллона с азотом оказалась $m_2 = 93,5$ кг. Масса Δm_2 азота, оставшегося в баллоне, равна ... кг.



1. Баллон с гелием при давлении $p_1 = 6,5 \cdot 10^6$ Па и температуре $t_1 = -3^\circ\text{C}$ имеет массу $m_1 = 21$ кг, а при давлении $p_2 = 1,1 \cdot 10^6$ Па и той же температуре — массу $m_2 = 20$ кг. Какую массу m гелия содержит баллон при давлении $p = 1,5 \cdot 10^7$ Па и температуре $t = 27^\circ\text{C}$?

2. В запаянной с одной стороны трубке находится столб воздуха, запёртый каплей ртути. Длина столба воздуха при расположении трубки открытым концом вверх $l_1 = 10$ см, а при отклонении трубки на $\alpha = 60^\circ$ от вертикали — $l_2 = 12$ см. Если трубку повернуть открытым концом вниз, то длина l_3 столба воздуха станет равна ... см.

Занятие



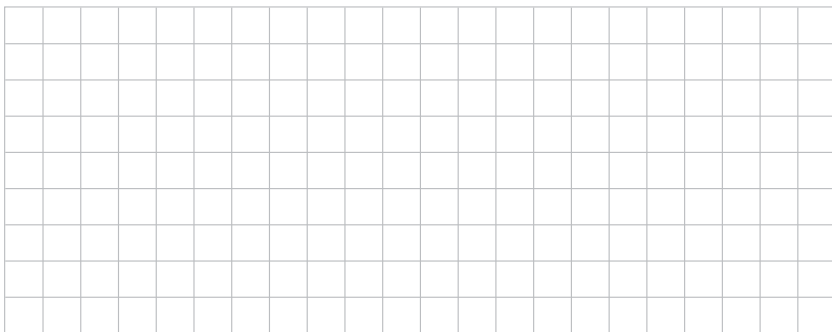
Первый закон термодинамики



Задания для факультативного занятия

1. Тающий лед $\left(\lambda = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right)$ массой $m_1 = 63 \text{ г}$ опустили в калориметр, содержащий воду $\left(c = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$ массой $m_2 = 450 \text{ г}$.

Когда весь лед растаял, в калориметре установилась температура $t = 50^\circ\text{C}$. Если теплоемкость калориметра пренебрежимо мала, то начальная температура t_2 воды в нем равна ... $^\circ\text{C}$.



2. Два сообщающихся цилиндрических сосуда одинакового сечения $S = 30,0 \text{ см}^3$ частично заполнены ртутью $\left(\rho = 13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$, поверх кото-

рой расположены одинаковые легкоподвижные поршни, находящиеся в начальном состоянии на одном горизонтальном уровне. Левый сосуд открыт. Пространство высотой $H = 50,0 \text{ см}$ над поршнем герметично закрытого правого сосуда заполняет одноатомный идеальный газ. Когда на левый поршень действовали вертикальной силой, модуль которой

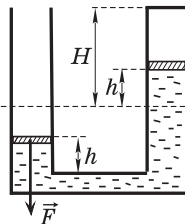
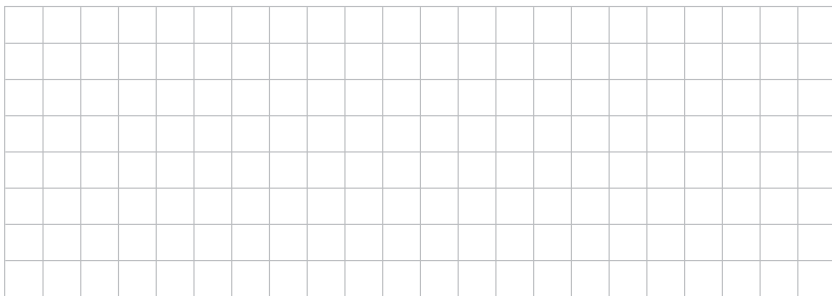


Рис. 26

$F = 856 \text{ Н}$, он опустился на высоту $h = 25,0 \text{ см}$ (рис. 26). Если атмосферное давление $p_0 = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Па}$, то изменение внутренней энергии ΔU газа в правом сосуде равно ... Дж.



3. Одноатомный идеальный газ находится в баллоне вместимостью $V = 0,02 \text{ м}^3$. Если внутренняя энергия газа $U = 600 \text{ Дж}$, то его давление p равно ... кПа.



4. Газ нагревают изобарно при давлении $p = 100 \text{ кПа}$ так, что его объем увеличивается на $\Delta V = 4,0 \text{ л}$. Если в процессе нагревания газ получил количество теплоты $Q = 3,2 \text{ кДж}$, то его внутренняя энергия изменилась на ΔU , равное ... кДж.



Задания для самостоятельного решения

1. Над идеальным газом в количестве $\nu = 1,10$ моль совершают циклический процесс, состоящий из двух изохор и двух изобар (рис. 27). Состояниям 1 и 3 соответствуют точки на графике, расположенные на прямой, проходящей через начало координат. Работа сил давления газа за цикл $A = 913$ Дж. Если в состоянии 3 температура газа $T_3 = 1296$ К, то в состоянии 1 его температура T_1 равна ... К.

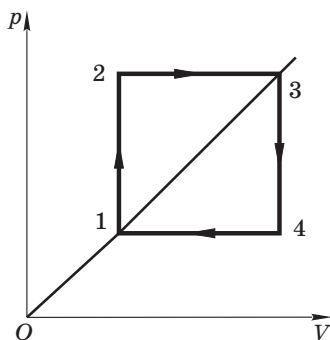


Рис. 27

2. Над идеальным газом в количестве $\nu = 0,400$ моль совершают циклический процесс, состоящий из двух изохор и двух изобар (рис. 28). Состояниям 2 и 4 соответствуют точки на графике, расположенные на одной изотерме. Работа сил давления газа за цикл $A = 332$ Дж. Если в состоянии 3 температура газа $T_3 = 1156$ К, то в состоянии 1 его температура T_1 равна ... К.

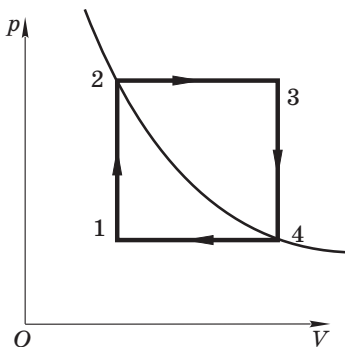


Рис. 28



Занятие



18

Тепловые двигатели. КПД тепловых двигателей



Задания для факультативного занятия

1. Тепловой двигатель, рабочим телом которого является идеальный газ, работает по циклу, состоящему из двух изотерм и двух адиабат (рис. 29). Если отношение максимального давления газа в цикле к минимальному $\frac{p_{\max}}{p_{\min}} = 5,0$, а отношение максимального объема газа в цикле к минимальному $\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = 2,2$, то коэффициент полезного действия η двигателя равен ... %.

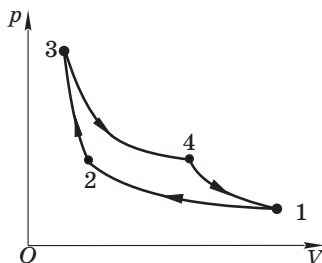
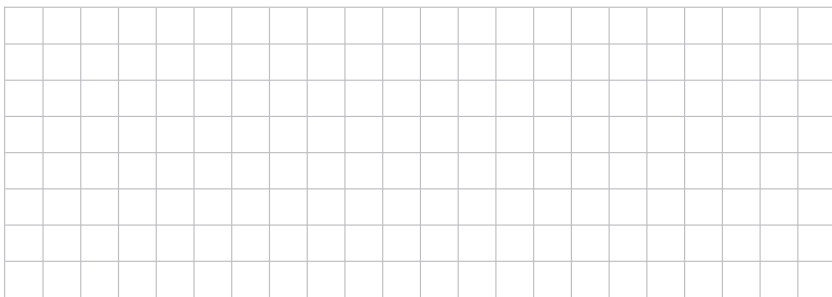


Рис. 29



2. Теоретический цикл теплового двигателя Дизеля состоит из двух адиабат, изобары и изохоры (рис. 30). Предположим, что рабочим телом такого двигателя является одноатомный идеальный газ, который за один цикл получает от нагревателя количество теплоты $Q_1 = 2200$ Дж и отдает холодильнику количество теплоты $Q_2 = 870$ Дж. Если в процессе изохорного охлаждения

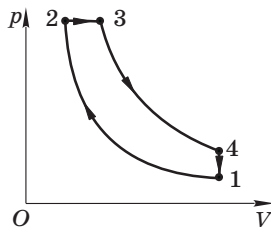
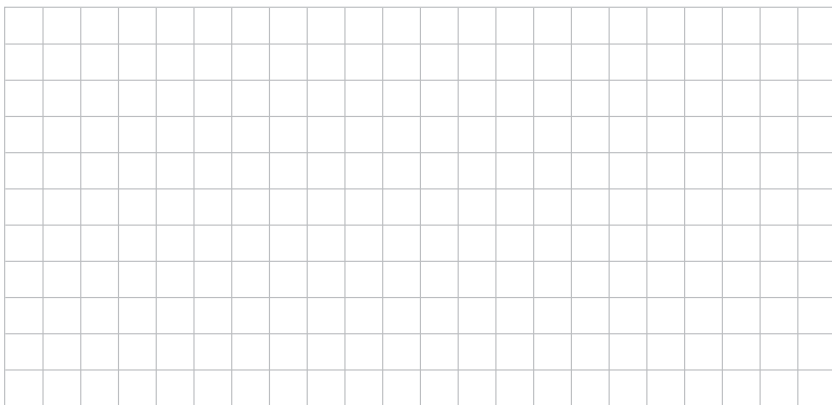
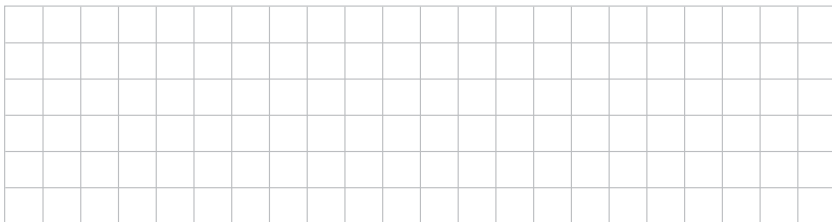


Рис. 30

температура газа изменяется на $\Delta T_2 = 290 \text{ К}$, то изменение температуры ΔT_1 газа в процессе изобарного расширения равно ... К.



3. Тепловой двигатель, работающий по циклу Карно, совершает за один цикл работу $A = 1,2 \text{ кДж}$, получая от нагревателя количество теплоты $Q_1 = 3,0 \text{ кДж}$. Если температура нагревателя $T_1 = 1500 \text{ К}$, то температура T_2 холодильника равна ... К.



4. Над идеальным газом в количестве $\nu = 1,00$ моль совершают циклический процесс, состоящий из двух изохор и двух изобар (рис. 31). Состояниям 1 и 3 соответствуют точки на графике, расположенные на прямой, проходящей через начало координат. Работа сил давления газа за цикл $A = 830 \text{ Дж}$. Если в состоянии 3 температура газа $T_3 = 1225 \text{ К}$, то в состоянии 1 его температура T_1 равна ... К.

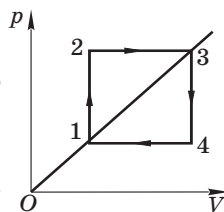


Рис. 31

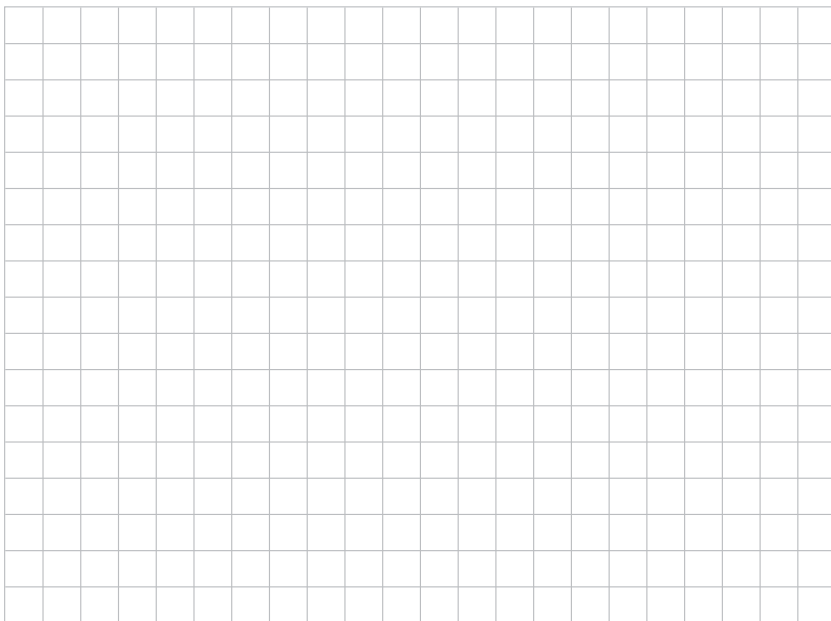


Задания для самостоятельного решения

1. Тепловой двигатель, рабочим телом которого является идеальный газ, работает по циклу, состоящему из двух изотерм и двух адиабат. Отношение максимальной температуры газа в цикле к минимальной $\frac{T_{\max}}{T_{\min}} = 2,7$. Если за один цикл двигатель совершает полезную работу $A = 3400$ Дж, то от нагревателя газ получает за цикл количество теплоты Q_1 , равное ... Дж.



2. У тепловой машины, работающей по циклу Карно, температура нагревателя в 1,6 раза больше температуры холодильника. Если за один цикл машина совершает работу $A = 12,0$ кДж, то от нагревателя она получает количество теплоты Q_1 , равное ... кДж.



Занятие

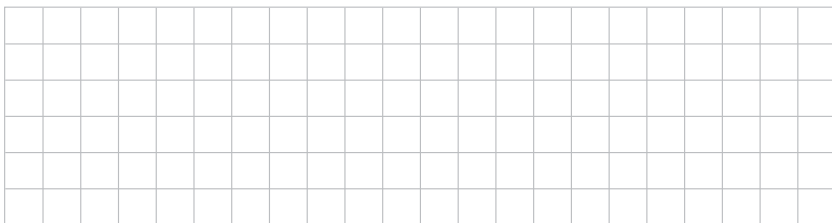
19

Закон Кулона. Напряженность электростатического поля



Задания для факультативного занятия

1. Два маленьких одинаковых шарика с одинаковыми по модулю зарядами притягиваются друг к другу с силой, модуль которой $F_1 = 84$ мН. Если половину заряда с одного шарика перенести на другой, не изменяя расстояние между ними, то модуль силы кулоновского взаимодействия F_2 между шариками станет равным ... мН.



2. Одна из силовых линий электростатического поля, созданного двумя неподвижными точечными зарядами, изображена на рисунке 32. Если заряд $q_2 = 8$ нКл, то заряд q_1 равен ... нКл.

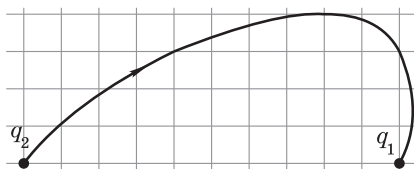
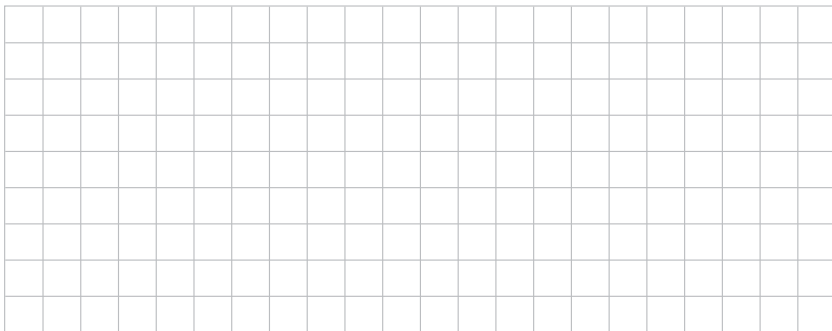
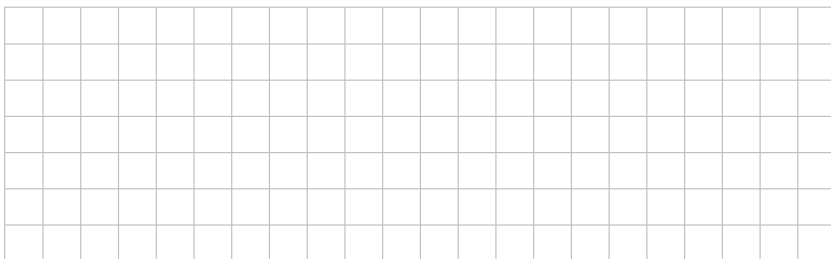


Рис. 32

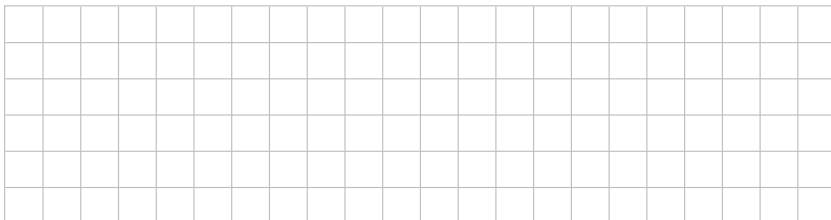




3. Если два точечных заряда $q_1 = +0,6 \text{ нКл}$ и $q_2 = -0,2 \text{ нКл}$ находятся в вакууме на расстоянии $l = 0,4 \text{ м}$ друг от друга, то модуль напряженности E электростатического поля в точке, расположенной на середине отрезка, соединяющего заряды, равен ... $\frac{\text{В}}{\text{м}}$.



4. Два одинаковых маленьких шарика с зарядами $q_1 = 3 \text{ мкКл}$ и $q_2 = -9 \text{ мкКл}$ привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Сила кулоновского взаимодействия шариков изменилась в ... раз.





1. Два одинаковых маленьких шарика с одинаковыми по модулю зарядами первоначально расположены на расстоянии $r_1 = 1,8$ м друг от друга. Половину заряда с одного шарика перенесли на другой. Чтобы сила кулоновского притяжения между шариками не изменилась, расстояние r_2 между ними должно быть равным ... см.

2. На шелковых нитях длиной $l = 60$ см каждая висят, соприкасаясь друг с другом, два одинаковых шарика массой $m = 8,0$ г каждый. Если каждому из них сообщить заряд $q = 5$ нКл, то шарики разойдутся на расстояние r ($r \ll l$), равное ... мм.

Занятие

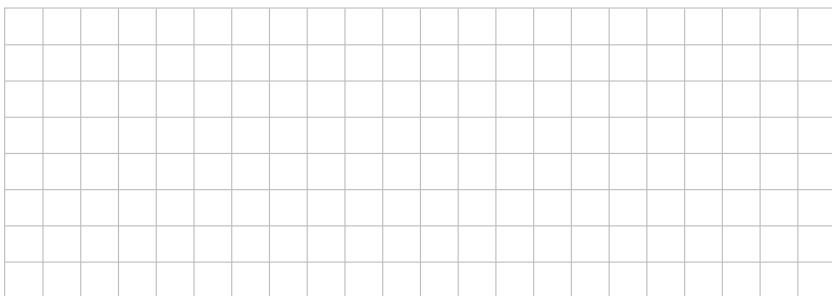


Потенциал. Разность потенциалов

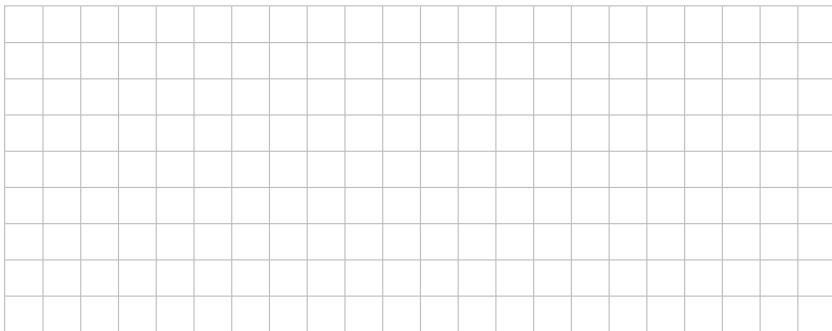


Задания для факультативного занятия

1. Одноименные точечные заряды $q_1 = 10$ нКл и $q_2 = 40$ нКл находятся в вакууме на расстоянии $r_1 = 10$ см друг от друга. Для того чтобы сблизить их до расстояния $r_2 = 1,0$ см, внешняя сила должна совершить минимальную работу A , равную ... мкДж.



2. Три одинаковых одноименных точечных заряда $q_1 = q_2 = q_3 = 18$ нКл закреплены в вершинах прямоугольного равнобедренного треугольника, катет которого $a = 20$ см. Если отпустить заряд, находящийся в вершине прямого угла, то он приобретет кинетическую энергию W_k , равную ... мкДж.



3. На рисунке 33 указаны координаты y , м двух точечных зарядов q_1 и q_2 . Если в точке A проекции напряженности электростатического поля, создаваемого этими зарядами, $E_x = -200 \frac{\text{В}}{\text{м}}$ и $E_y = -300 \frac{\text{В}}{\text{м}}$, то потенциал

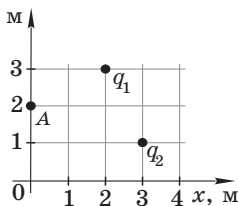
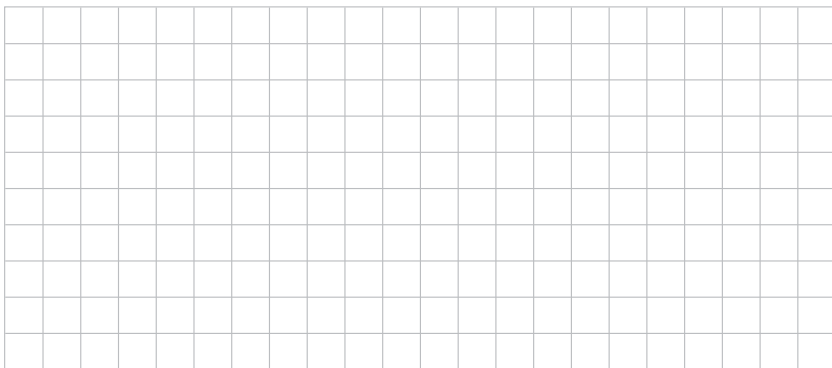


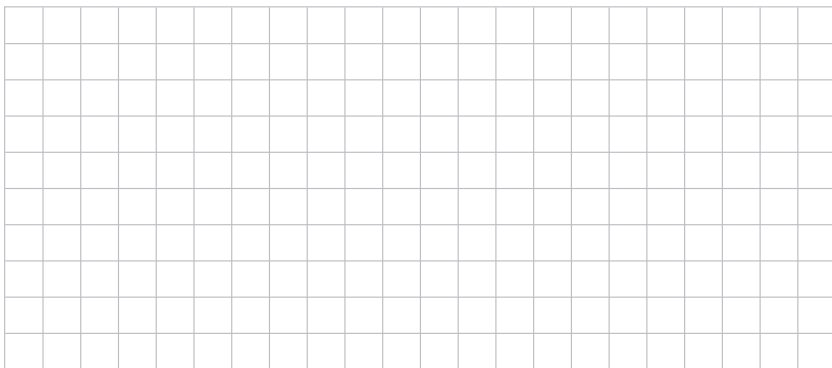
Рис. 33

ал ϕ поля в этой точке равен ... В.



Задания для самостоятельного решения

1. В трех вершинах квадрата со стороной $a = 20$ см находятся одинаковые точечные заряды $q = 1,0$ нКл. Потенциал электростатического поля ϕ в четвертой вершине квадрата равен ... В.



2. Два точечных заряда q_1 и q_2 расположены в вакууме на оси Ox так, что их координаты $x_1 = 0,0$ м и $x_2 = 1,0$ м. На рисунке 34 изображен график зависимости потенциала φ электростатического поля, создаваемого этими зарядами, от координаты x . Проекция напряженности E_x электростатического поля в точке $x = 0,50$ м равна ... $\frac{\text{В}}{\text{м}}$.

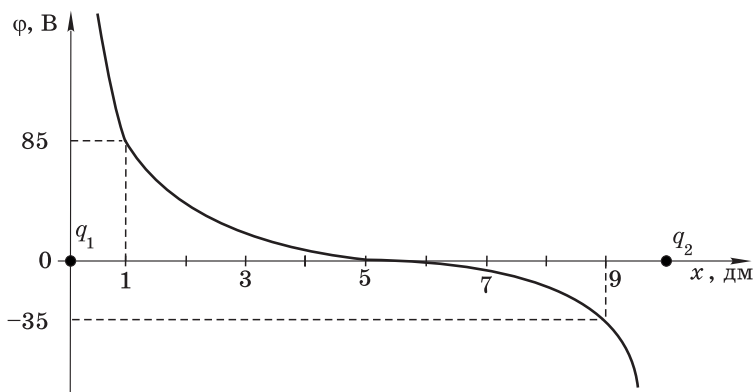


Рис. 34



Занятие

21

Електроёмкость. Конденсаторы



Задания для факультативного занятия

1. Электрическая цепь, схема которой дана на рисунке 35, состоит из конденсаторов ёмкостями $C_1 = 1,16 \text{ мкФ}$ и $C_2 = 1,74 \text{ мкФ}$, источника постоянного тока напряжением $U = 25 \text{ В}$ и ключа К. В начальном состоянии ключ в положении 1 замыкает конденсатор ёмкостью C_1 на клеммы источника тока. Если изменить положение ключа на положение 2, то энергия W_2 электростатического поля, создаваемого конденсатором ёмкостью C_2 , станет равна ... мкДж.

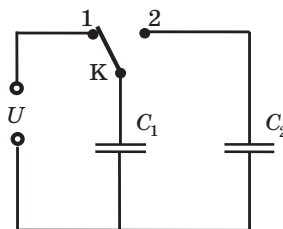
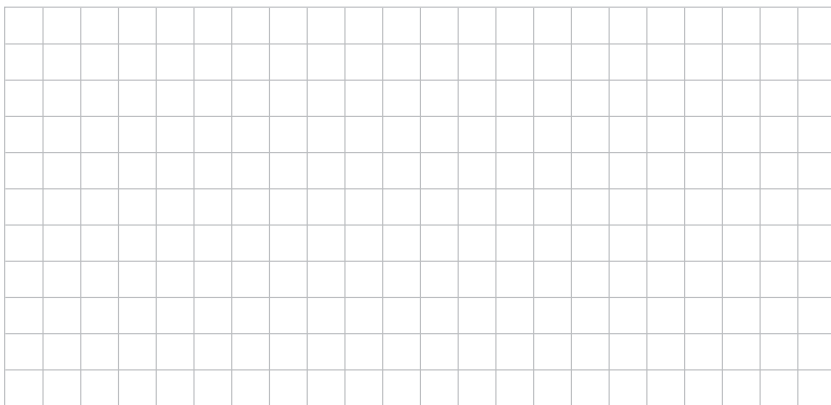


Рис. 35



2. Плоский воздушный конденсатор зарядили до разности потенциалов $U_0 = 10 \text{ В}$, отключили от источника, а затем погрузили в керосин, диэлектрическая проницаемость которого в 2 раза больше, чем диэлектрическая проницаемость воздуха. При этом разность потенциалов на пластинах конденсатора стала равна ... В.



3. Шарик радиусом R_1 с зарядом q_1 привели в соприкосновение с шариком радиусом R_2 с зарядом q_2 . Определите заряды q'_1 и q'_2 шариков после соприкосновения.



4. Плоский конденсатор емкостью C , пространство между пластинами которого заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ , зарядили до напряжения U и отключили от источника тока. Чтобы медленно извлечь диэлектрик из конденсатора, необходимо совершить работу A , равную



5. Решите предыдущую задачу при условии, что диэлектрик извлекают, не отключая конденсатор от источника тока.



Задания для самостоятельного решения

1. Электрическая цепь, схема которой дана на рисунке 36, состоит из конденсаторов емкостями $C_1 = 510$ пФ и $C_2 = 780$ пФ, источника постоянного тока напряжением $U = 43$ В и ключа К. В начальном состоянии ключ в положении 1 замыкает конденсатор емкостью C_1 на клеммы источника тока. Если ключ перекинуть в положение 2, то напряжение U_1 на конденсаторах станет равно ... В.

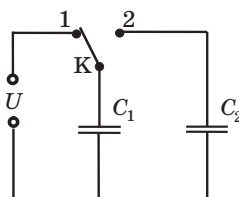
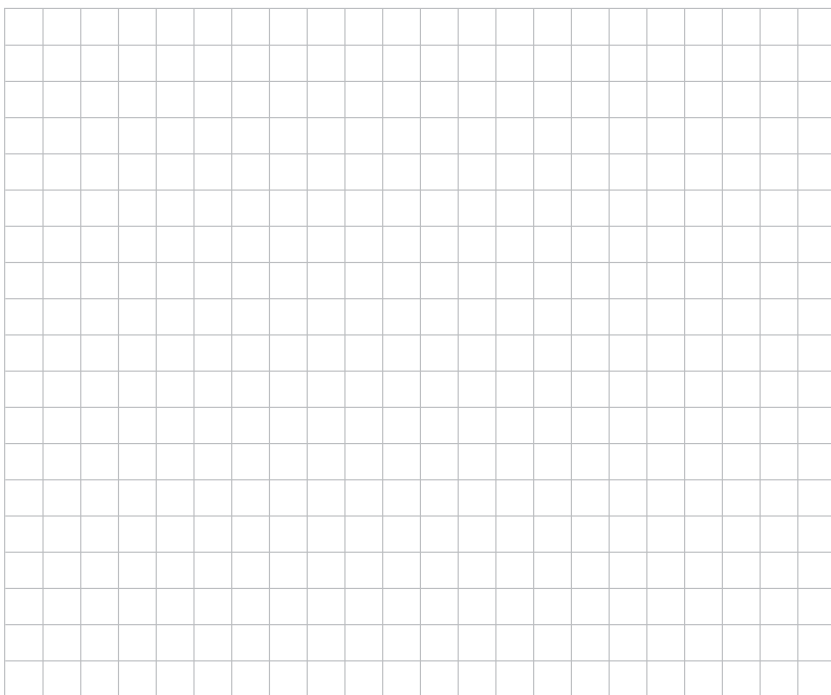


Рис. 36



2. Энергия плоского воздушного конденсатора $W_1 = 0,2$ мкДж. Определите энергию W_2 этого конденсатора после того, как его заполнили диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$, если конденсатор отключен от источника тока.



Занятие



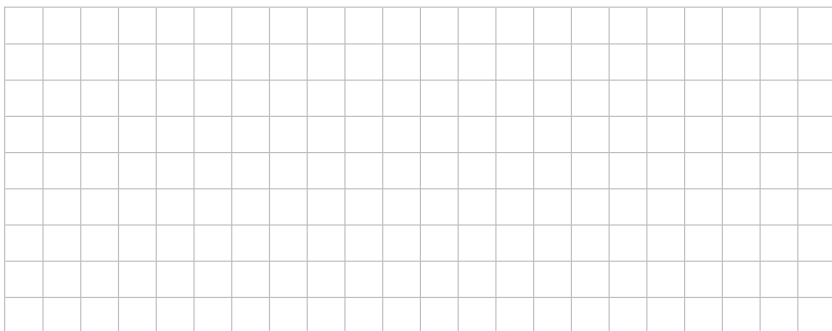
Закон Ома для участка цепи.

Закон Ома для полной цепи



Задания для факультативного занятия

1. Три резистора соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения $U = 16$ В. Сопротивление первого резистора $R_1 = 13$ Ом, второго — $R_2 = 8$ Ом. Если разность потенциалов на концах третьего резистора $U_3 = 4$ В, то его сопротивление R_3 равно ... Ом.



2. Электрическая цепь, схема которой дана на рисунке 37, состоит из источника постоянного напряжения $U = 24$ В, резисторов сопротивлением R_1 и R_2 , проволоки AB постоянного сечения длиной $l = 48$ см и резистора сопротивлением $R_3 = 45$ Ом, один контакт которого C может перемещаться по проволоке AB . Если подвижный контакт C находится в крайнем левом положении (совмещен с A), то в резисторе сопротивлением R_3 выделяется тепловая мощность $P_1 = 0,2$ Вт. Если подвижный контакт C находится в крайнем правом положении (совмещен с B), то в резисторе сопротивлением R_3 выделяется тепловая мощность $P_2 = 1,8$ Вт. Определите длину l_1 участка проволоки AC , при котором тепловая мощность в резисторе сопротивлением R_3 равна нулю, а также сопротивления R_1 и R_2 .

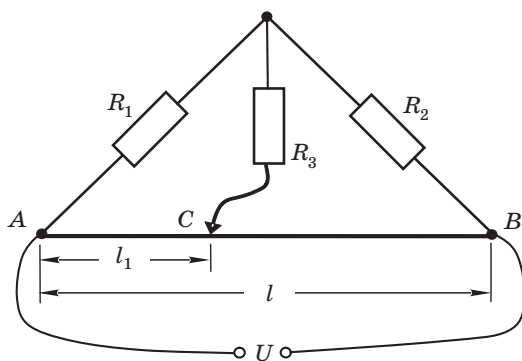
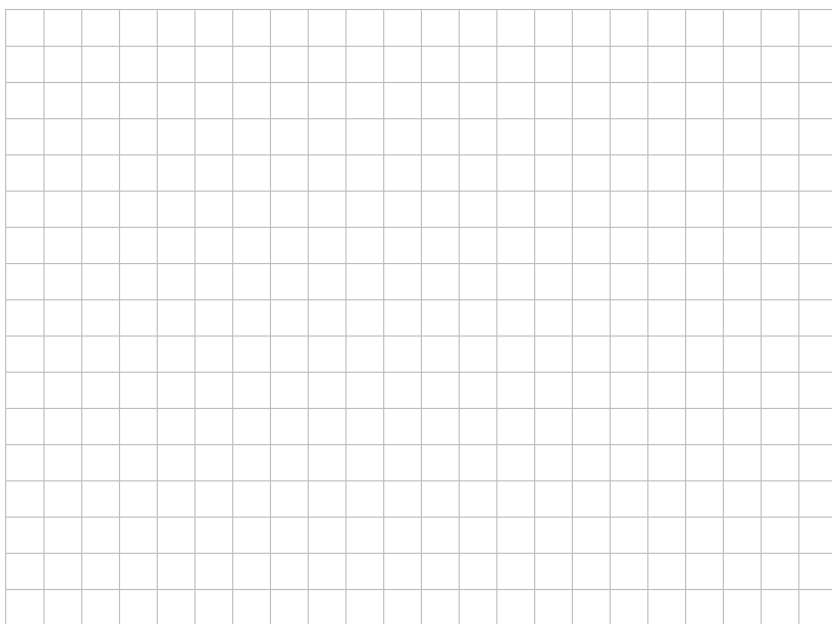


Рис. 37



3. Одни и те же приборы при соединении их по трем разным схемам (рис. 38) дают следующие показания: $I_1, U_1; I_2, U_2; I_3, U_3$. Напряжение, подаваемое на эти схемы, не обязательно одинаковое. Найдите сопротивление R резистора, R_V вольтметра и R_A амперметра.

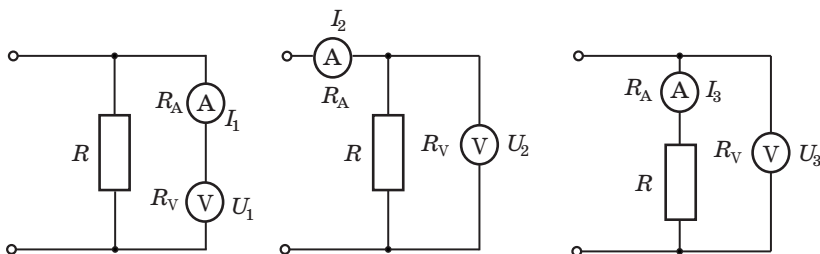
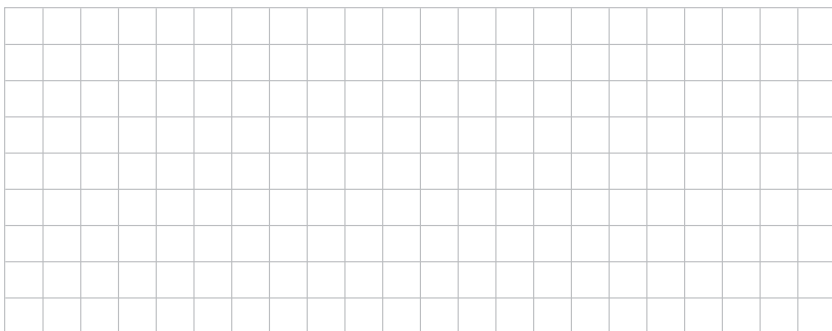


Рис. 38



Задания для самостоятельного решения

1. Все электроизмерительные приборы в цепи, схема которой дана на рисунке 39, идеальные. Сопротивления резисторов $R_1 = 220 \text{ Ом}$, $R_2 = 440 \text{ Ом}$, $R_3 = 660 \text{ Ом}$, $R_4 = 880 \text{ Ом}$. Если вольтметр V_1 показывает напряжение $U_1 = 36 \text{ В}$, то амперметр A_4 показывает силу тока I_4 , равную ... мА.

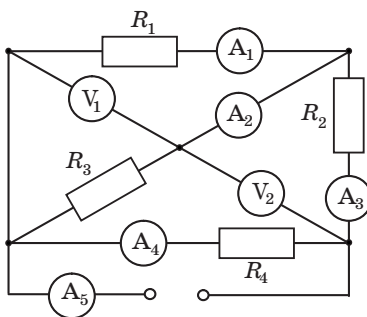


Рис. 39



2. В электрической цепи, схема которой дана на рисунке 40, сопротивления резисторов $R_1 = 24$ Ом, $R_2 = 40$ Ом, $R_3 = 16$ Ом, $R_4 = 24$ Ом, $R_5 = 8,0$ Ом, $R_6 = 16$ Ом, $U = 48$ В. Определите силу тока в каждом резисторе.

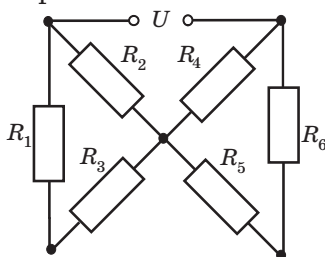


Рис. 40



Занятие



Работа и мощность тока



Задания для факультативного занятия

1. Если при подключении лампочки накаливания к источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 10 \text{ В}$ напряжение на ней $U = 8 \text{ В}$, то коэффициент полезного действия η источника тока равен ... %.

2. При поочередном подключении к источнику постоянного тока резисторов сопротивлениями $R_1 = 0,68 \text{ Ом}$ и $R_2 = 2,72 \text{ Ом}$ в них выделяется одинаковая тепловая мощность. Если сила тока короткого замыкания этого источника $I_{\text{к. з.}} = 10 \text{ А}$, то максимальная мощность P_{max} , которую он может обеспечить во внешнем участке цепи, равна ... Вт.

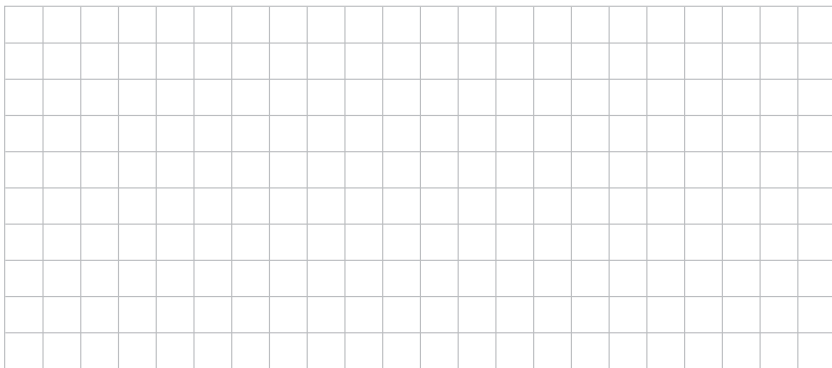
3. Через резистор сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$ в течение промежутка времени от $t_0 = 0 \text{ с}$ до $t_1 = 20 \text{ с}$ пропускают постоянный электрический ток силой $I_1 = 0,5 \text{ А}$. В следующий промежуток времени от $t_1 = 20 \text{ с}$ до $t_2 = 40 \text{ с}$ сила тока возрастает по закону

$$I = I_1 \sqrt{\frac{t}{t_1}}.$$

Затем сила тока уменьшается до нуля по закону

$$I = I_1 \sqrt{4 - \frac{t}{t_1}}.$$

Количество теплоты Q , выделившейся в резисторе за все время, равно ... Дж.



Задания для самостоятельного решения

1. Электрическая цепь, схема которой дана на рисунке 41, содержит источник тока с внутренним сопротивлением $r = 0,54 \text{ Ом}$. Сопротивления резисторов $R_1 = 24r$, $R_2 = 2r$, $R_3 = 3r$, $R_4 = 4r$, $R_5 = 5r$, $R_6 = 6r$, $R_7 = 20r$, $R_8 = 8r$. Если в резисторе R_1 выделяется мощность $P_1 = 0,25 \text{ Вт}$, то ЭДС $\mathcal{E}$ источника равна ... В.

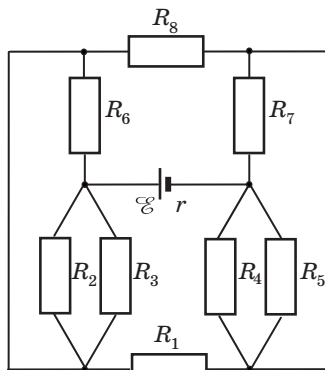


Рис. 41



2. Цепи, состоящие из двух резисторов сопротивлениями $R_1 = 1,28 \text{ Ом}$ и $R_2 = 2,0 \text{ Ом}$, соединенных первый раз последовательно, второй — параллельно, поочередно подключают к источнику постоянного тока. В обоих случаях суммарная тепловая мощность, выделяющаяся в резисторах, одинакова. Если сила тока короткого замыкания этого источника $I_{\text{к.з.}} = 15 \text{ А}$, то максимальная мощность P_{max} , которую он может обеспечить во внешнем участке цепи, равна ... Вт.



24

24



Задания для факультативного занятия



1. Никелирование металлического изделия, имеющего площадь поверхности $S = 120 \text{ см}^2$, продолжалось в течение времени $\Delta t = 5,0 \text{ ч}$ при силе тока $I = 0,30 \text{ А}$. Если валентность никеля $n = 2$, плотность $\rho = 8,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, то толщина d нанесенного слоя никеля равна ... мкм.

2. Какая энергия W необходима для получения алюминия массой $m=1,00$ кг, если электролиз ведется при напряжении $U=10,0$ В, а КПД установки $\eta=60\%$? Электрохимический эквивалент алюминия $k=0,0932 \frac{\text{мг}}{\text{Кл}}$.

Занятие

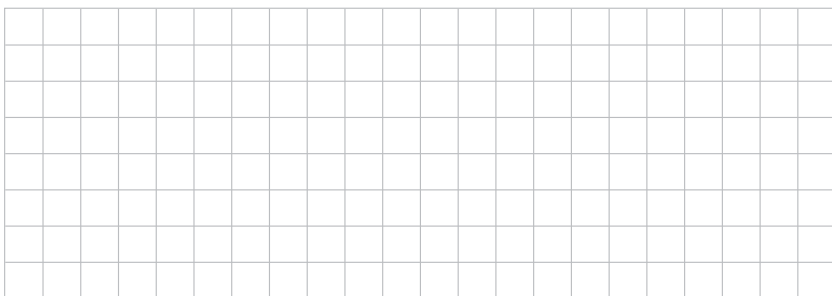


Сила Ампера.
Сила Лоренца

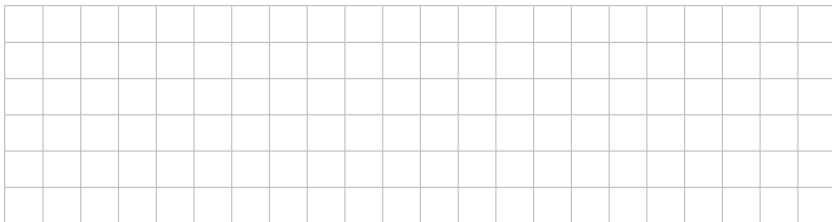


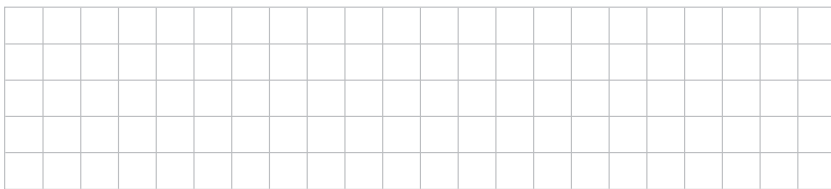
Задания для факультативного занятия

1. Два длинных параллельных проводника расположены на расстоянии $r = 9,0$ см друг от друга. Сила тока в первом проводнике $I_1 = 4,3$ А, во втором — $I_2 = 9,0$ А. Если токи текут в одном направлении, то каждый участок первого проводника длиной $l = 1,0$ м притягивается ко второму с силой, модуль которой F равен ... мкН.



2. В вертикальном однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 0,2$ Тл, на двух параллельных нитях одинаковой длины подвешен горизонтальный стержень длиной $l = 10$ см и массой $m = 48$ г, подключенный к источнику тока проводами, находящимися вне поля. Если нити отклонились от вертикали на угол $\alpha = 45^\circ$, то сила тока I в стержне равна ... А.





3. Протон, пролетевший из состояния покоя расстояние $l = 30$ см в однородном электростатическом поле, модуль напряженности которого $E = 90 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$, влетает в полосу однородного магнитного поля перпендикулярно его границам. Если ширина полосы магнитного поля $h = 8,0$ см, а, пролетев сквозь него, протон изменил направление движения на угол $\alpha = 45^\circ$, то модуль индукции магнитного поля B равен ... Тл.



Задания для самостоятельного решения

1. Электрон, прошедший из состояния покоя ускоряющую разность потенциалов $U = 715$ В, влетает в однородное магнитное поле и движется в нем по дуге окружности. Если радиус окружности $R = 0,3$ мм, то модуль индукции магнитного поля B равен ... Тл.

2. Проводящий стержень AO длиной $l=10$ см равномерно вращается вокруг оси, проходящей через его конец O в плоскости, перпендикулярной линиям магнитной индукции. Если модуль индукции $B=0,2$ Тл и за промежуток времени $\Delta t=2$ с стержень поворачивается на угол $\alpha=90^\circ$ в направлении, указанном на рисунке 42, то разность потенциалов $\Delta\phi$ между точками A и O равна ... мВ.

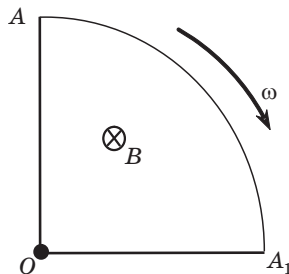


Рис. 42

26

Электромагнитная индукция. Правило Ленца



Задания для факультативного занятия

1. В однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 0,01$ Тл, находится квадратная рамка, плоскость которой составляет с направлением линий индукции магнитного поля угол $\alpha = 30^\circ$. Если сторона рамки $a = 4$ см, то поток магнитной индукции Φ , пронизывающий поверхность, ограниченную рамкой, равен ... мкВб.

2. Стержень длиной $l = 25$ см с сопротивлением $R = 0,2$ Ом движется со скоростью, модуль которой $v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, перпендикулярной оси стержня и линиям однородного магнитного поля, модуль индукции которого $B = 0,4$ Тл. Если проводник замкнут накоротко гибким проводником, находящимся вне поля, то сила тока I в стержне равна ... А.

- 3.** Прямолинейный проводник движется со скоростью $v = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ в однородном магнитном поле, модуль индукции которого $B = 0,2 \text{ Тл}$. Если скорость движения перпендикулярна оси проводника и линиям поля, то модуль напряженности E электрического поля внутри проводника равен ... $\frac{\text{В}}{\text{м}}$.

- 4.** Круговой виток радиусом $r = 8 \text{ см}$, изготовленный из проводника, сопротивление единицы длины которого $R = 0,012 \frac{\text{Ом}}{\text{м}}$, находится в стационарном однородном магнитном поле индукцией $B = 30 \text{ мТл}$, перпендикулярном плоскости витка. Если виток, не перекручивая, превратить в восьмерку, составленную из двух одинаковых колец, то через его сечение пройдет заряд q , равный ... Кл.



1. Кольцо радиусом $r=10$ см, изготовленное из медной ($\rho=1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м) проволоки диаметром $d=1$ мм, помещено в однородное магнитное поле, модуль индукции которого $B=1$ мТл, так, что плоскость кольца перпендикулярна линиям индукции магнитного поля. Если кольцо преобразовать в квадрат, то по проводнику пройдет заряд q , равный ... мКл.

2. Из медной ($\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$) проволоки длиной $l = 0,8 \text{ м}$ с поперечным сечением площадью $S = 0,68 \text{ мм}^2$ изготовлен квадрат, расположенный горизонтально в вертикальном магнитном поле индукцией $B = 0,2 \text{ Тл}$. Если квадрат потянуть за две противоположные вершины так, чтобы он сложился, то через сечение проводника пройдет заряд q , равный ... Кл.

Занятие



Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля



Задания для факультативного занятия

1. Сила тока в катушке равномерно уменьшается от $I_1 = 4,4$ А до $I_2 = 0,4$ А за промежуток времени $\Delta t = 0,20$ мс. Если индуктивность катушки $L = 0,10$ мГн, то в ней возникает ЭДС самоиндукции $\mathcal{E}_{si}$, равная ... В.

2. Катушку индуктивностью $L = 3$ мГн и пренебрежимо малым активным сопротивлением замыкают на источник тока с ЭДС $\mathcal{E} = 15$ В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением. Сила тока достигнет значения $I = 50$ А через промежуток времени Δt , равный ... мс.

2. Ток в короткозамкнутом сверхпроводящем соленоиде изменяется вследствие нарушения контакта. Создаваемое этим соленоидом магнитное поле уменьшается на 2 % в час. Если индуктивность соленоида $L = 1$ Гн, то сопротивление R контакта равно ... мкОм.



Занятие

28

Механические колебания и волны



Задания для факультативного занятия

1. На рисунке 43 изображен график зависимости координаты x материальной точки, совершающей гармонические колебания с периодом T , от времени. Если эта зависимость описывается формулой $x(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$, то начальная фаза φ_0 колебаний равна ... рад.

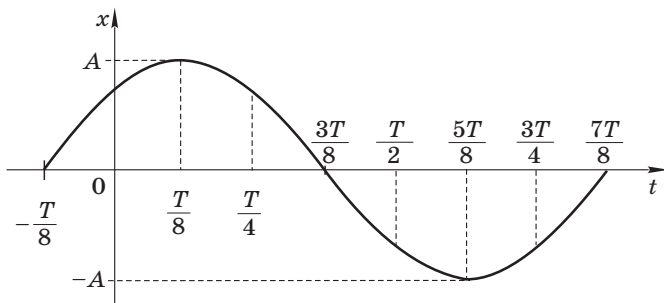


Рис. 43



2. Материальная точка совершает колебания вдоль оси Ox по закону $x(t) = A \sin\left(\frac{\pi}{15}t + \frac{\pi}{30}\right)$. Если в момент времени $t = 2,0$ с потенциальная энергия точки $W_{\text{п}} = 7,0$ мДж, то ее кинетическая энергия $W_{\text{к}}$ в этот момент равна ... мДж.

3. Частота излучения ультразвукового гидролокатора $\nu = 0,60$ МГц, длина ультразвуковой волны в воде $\lambda = 2,5$ мм. Если глубина моря $h = 75$ м, то посланный с поверхности моря ко дну сигнал возвратился через промежуток времени Δt , равный ... с.

4. Звуковая волна длиной $\lambda_1 = 11,6$ м, распространяющаяся в однородной среде со скоростью, модуль которой $v_1 = 5800 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, проникает в другую среду. Если скорость звука в другой среде $v_2 = 330 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, то длина λ_2 этой волны в ней равна ... м.



Задания для самостоятельного решения

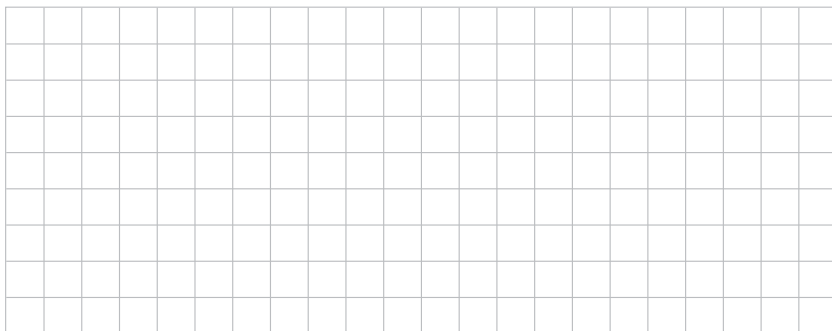
1. В основных единицах СИ уравнение движения материальной точки, совершающей колебания вдоль оси Ox , имеет вид:

$$x(t) = 0,16 \sin\left(\frac{\pi}{15}t + \frac{\pi}{30}\right).$$
 Если максимальное значение модуля

возвращающей силы, действующей на материальную точку, $F_{\max} = 200$ мН, то в момент времени $t = 2,0$ с ее кинетическая энергия W_k равна ... мДж.



2. Разность фаз колебаний звуковой волны между двумя точками $\Delta\varphi = 0,2\pi$ рад. Если минимальное расстояние между этими точками $l = 25$ см, то длина волны λ равна ... м.



3. На рисунке 44 изображен график зависимости координаты x материальной точки, совершающей гармонические колебания, от времени. Модуль максимальной скорости $v_{\max}$ точки равен ... $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

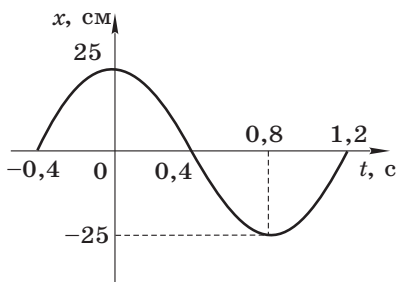
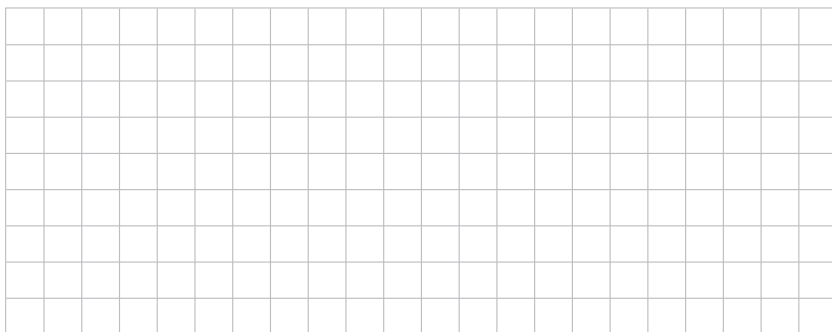


Рис. 44



29

29



Задания для факультативного занятия

1. Идеальный колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 9,9$ мГн и конденсатора емкостью $C = 110$ нФ. Если максимальная сила тока в контуре $I_0 = 80$ мА, то максимальное напряжение U_0 на конденсаторе равно ... В.

2. Идеальный колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 25$ мГн и конденсатора емкостью $C = 500$ нФ. Если полная энергия контура $W = 51,5$ мкДж, то в момент времени, когда заряд конденсатора $q = 4,5$ мкКл, сила тока I в контуре равна ... мА.

3. Если промежутки времени между испусканием и приемом отраженных от самолета импульсов корабельного радиолокатора за время $\tau = 1$ с уменьшились на $\Delta t = 1,8$ мкс, то самолет приближается к кораблю со скоростью v , равной ... $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.



Задания для самостоятельного решения

1. Самолет приближается к кораблю со скоростью $v = 225 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Если отраженный от самолета импульс корабельного радиолокатора вернулся в антенну локатора через промежуток времени $\Delta t_1 = 242$ мкс после испускания, то импульс, испущенный через время $\tau = 2$ с после первого, вернется в антенну локатора через промежуток времени Δt_2 , равный ... мкс.

2. Идеальный колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 14$ мГн и конденсатора емкостью $C = 400$ нФ. Если полная энергия контура $W = 30,5$ мкДж, то в момент времени, когда сила тока в контуре $I = 30$ мА, напряжение U на конденсаторе равно ... В.

3. Частота колебаний в идеальном колебательном контуре $\nu = 16$ кГц. Если амплитудное значение силы тока в контуре $I_0 = 0,31$ А, то максимальный заряд q_0 на конденсаторе равен ... мкКл.

Занятие

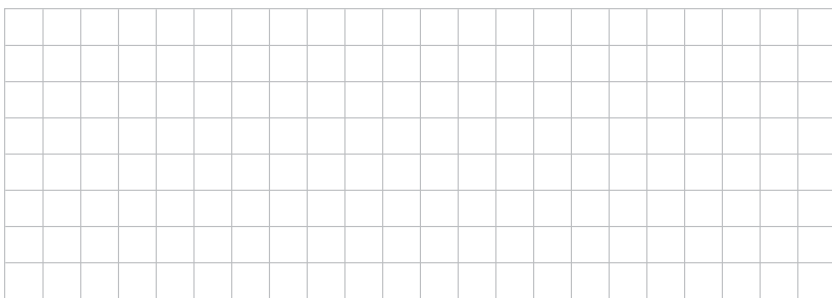


Прямолинейное распространение света. Закон отражения

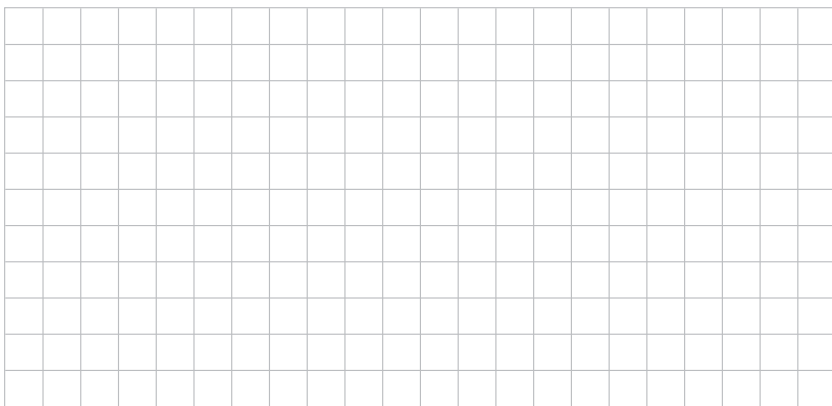


Задания для факультативного занятия

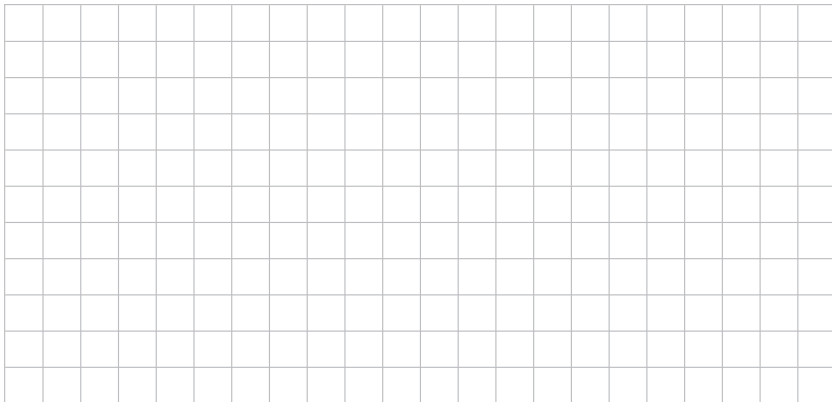
1. Для освещения дна вертикального колодца солнечными лучами использовали плоское зеркало, наклонив его под углом $\alpha = 20^\circ$ к вертикали. Под каким углом β к горизонту были направлены солнечные лучи?



2. Какую минимальную высоту h должно иметь плоское зеркало, чтобы человек ростом $H = 1,8$ м смог увидеть себя в полный рост?



3. Если вертикально стоящий шест высотой $h = 110$ см, освещенный солнцем, отбрасывает на горизонтальную поверхность земли тень длиной $l = 130$ см, а длина тени от телеграфного столба на $\Delta l = 520$ см больше, то высота H столба равна ... м.

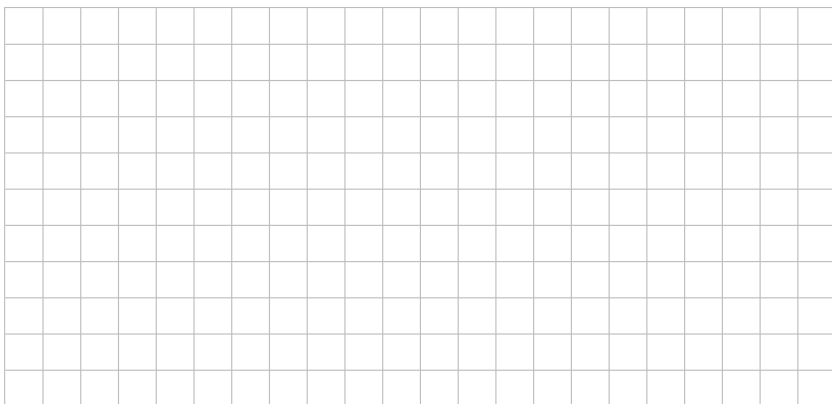


Задания для самостоятельного решения

1. Под каким углом β к горизонту следует расположить плоское зеркало, чтобы осветить дно вертикального колодца, если высота Солнца над горизонтом $\alpha = 30^\circ$?



2. От закрепленного на потолке точечного источника света с помощью круглого зеркала радиусом R , лежащего на полу, получают «зайчик» на потолке. Диаметр D «зайчика» равен



3. Определите количество N изображений точечного источника света в двух плоских зеркалах, образующих прямой двугранный угол.



Занятие

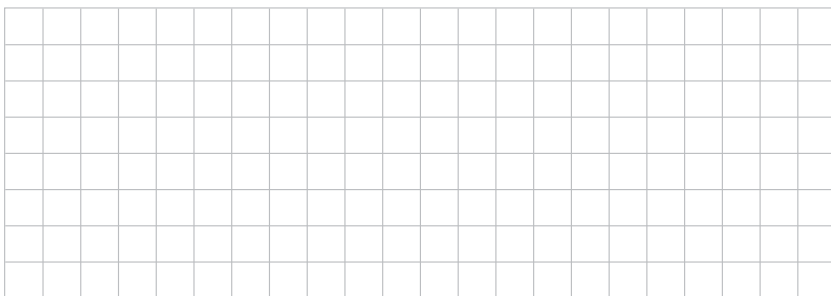


Закон преломления света



Задания для факультативного занятия

1. Луч света, падающий на плоскую поверхность под углом $\alpha = 45^\circ$, оставляет на ней светлое пятнышко. Если на эту поверхность поставить плоскопараллельную пластинку из стекла ($n = \sqrt{2,5}$) толщиной $d = 18$ мм, то светлое пятнышко сместится по поверхности на расстояние l , равное ... мм.



2. На стеклянную ($n = \sqrt{2}$) треугольную призму падает луч света (рис. 45). Если угол падения луча на левую грань $\alpha_1 = 45^\circ$, а на правую — $\alpha_2 = 10^\circ$, то преломляющий угол θ призмы равен ... град.

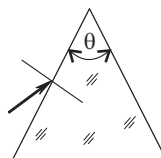
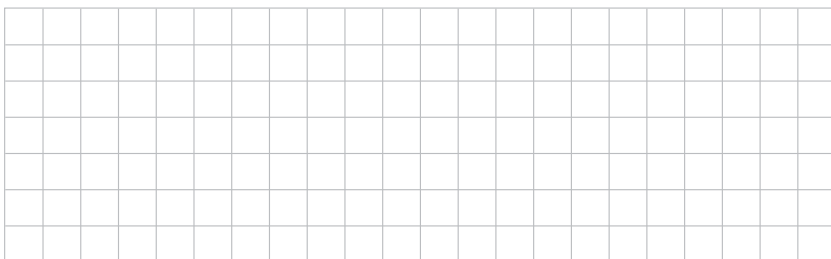


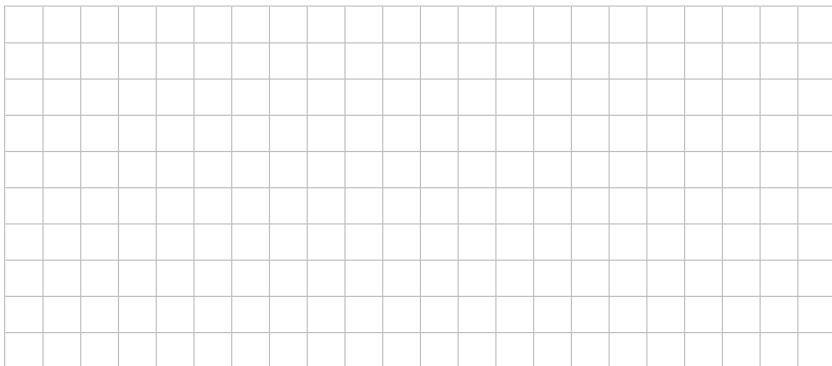
Рис. 45



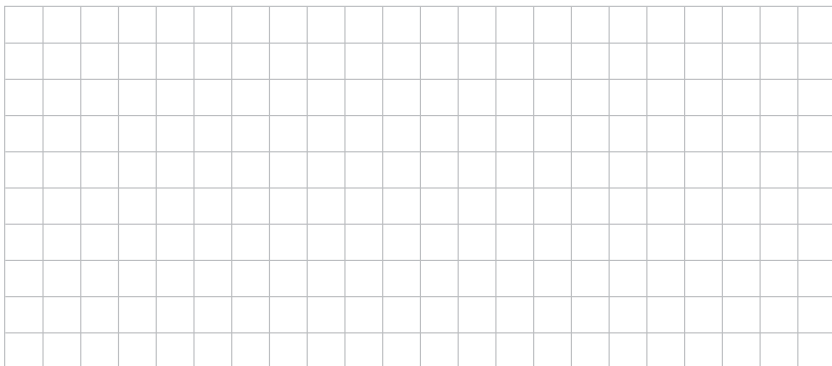


Задания для самостоятельного решения

1. Угловая высота Солнца над горизонтом $\alpha_0 = 30^\circ$. Под каким углом α видит Солнце водолаз, находящийся под водой, если показатель преломления воды $n = 1,33$?



2. Угол падения светового луча на стеклянную $\left(n = \sqrt{\frac{7}{3}}\right)$ плоско-параллельную пластинку $\alpha = 30^\circ$. Если толщина пластинки $d = 25$ мм, то прошедший сквозь нее луч сместился от первоначального направления на расстояние x , равное ... мм.



Занятие

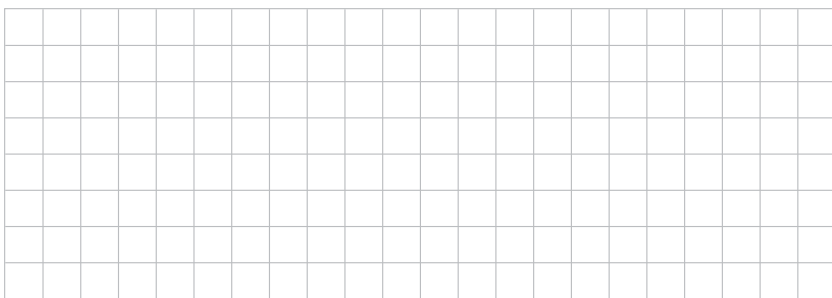


Построение изображений в линзах. Формула тонкой линзы

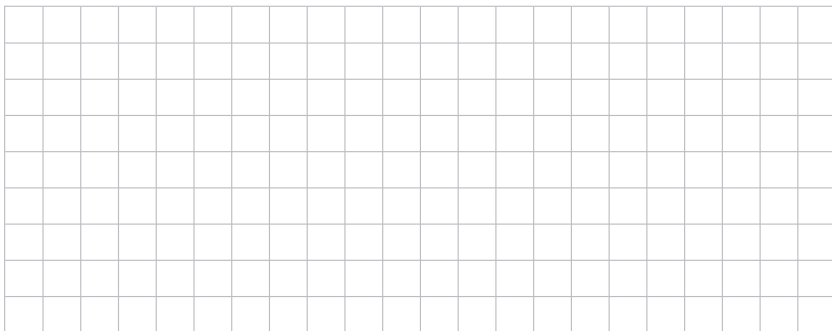


Задания для факультативного занятия

1. Предмет расположен на расстоянии $a = 10$ см от переднего фокуса линзы. Если экран, на котором получено четкое изображение предмета, находится на расстоянии $b = 40$ см от заднего фокуса, то фокусное расстояние F линзы равно ... см.



2. При фотографировании с расстояния $d_1 = 3$ м высота изображения предмета на пленке в фотоаппарате $h_1 = 20$ мм. Если при фотографировании этого предмета с расстояния $d_2 = 4$ м высота изображения $h_2 = 10$ мм, то фокусное расстояние F объектива фотоаппарата равно ... см.



3. Постройте изображение S' точечного источника S в тонкой линзе (рис. 46).

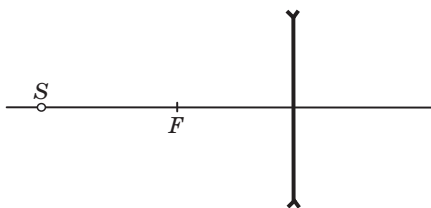
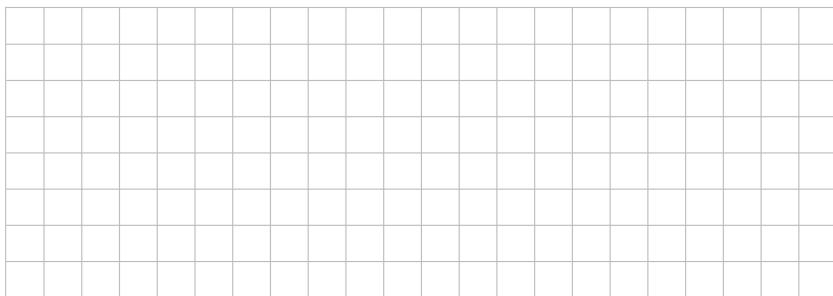


Рис. 46



4. Светящаяся точка S расположена перед собирающей линзой. Постройте ход произвольного луча SK , падающего на линзу. Положение оптического центра O линзы и ход луча SBC указаны на рисунке 47.

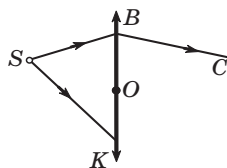


Рис. 47





Задания для самостоятельного решения

1. Постройте ход луча до линзы, если известен его ход после прохождения линзы. Положения главных фокусов линзы известны (рис. 48).

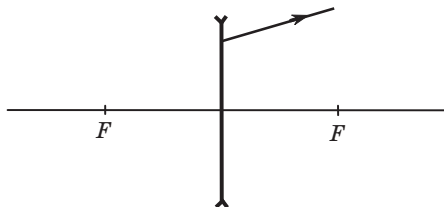


Рис. 48



2. На рисунке 49 показан ход луча ABC через рассеивающую линзу. Определите построением положения ее главных фокусов.

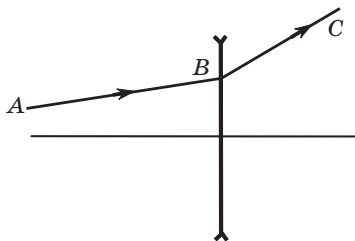


Рис. 49



3. На тонкую собирающую линзу падает сходящийся пучок лучей. Продолжения лучей пересекаются за линзой на расстоянии $l_1 = 40$ см, а преломленные лучи — на расстоянии $l_2 = 20$ см. Если обе точки лежат на главной оптической оси, то ее фокусное расстояние F равно ... см.



Занятие

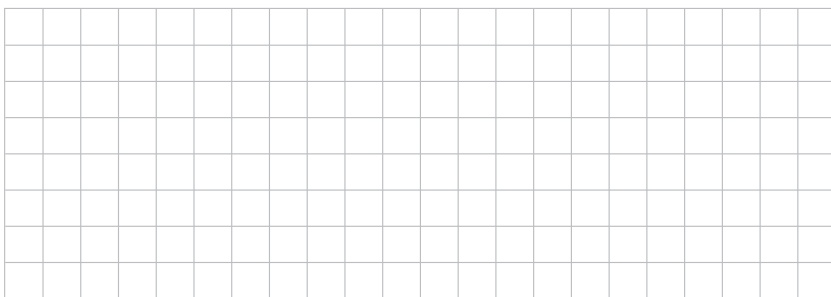


Интерференция и дифракция света

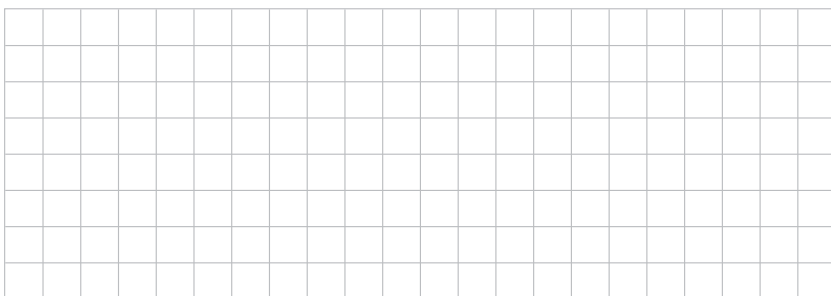


Задания для факультативного занятия

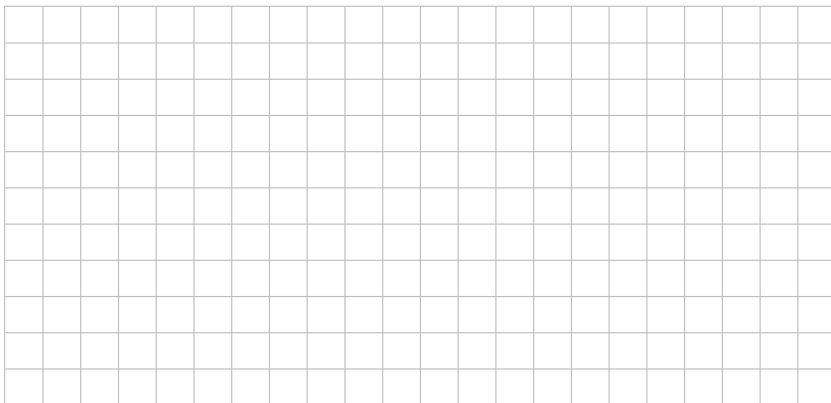
1. Две когерентные электромагнитные волны частотой $\nu = 1,25 \cdot 10^{14}$ Гц, распространяющиеся в однородной среде, образуют интерференционный максимум третьего порядка. Если оптическая разность хода волн $\Delta = 4,00$ мкм, то абсолютный показатель преломления n среды равен



2. Найдите длину волны λ монохроматического света, падающего на дифракционную решетку, если угол между максимумами первого порядка $\alpha = 8^\circ$. Дифракционная решетка содержит $N = 120 \frac{\text{штр}}{\text{мм}}$.



3. На дифракционную решетку с периодом $d = 2,0$ мкм перпендикулярно ее поверхности падает монохроматический свет. Если второй дифракционный максимум наблюдается под углом $\varphi_2 = 30^\circ$, то длина волны λ света равна ... нм.



Задания для самостоятельного решения

1. Третий дифракционный максимум при освещении решетки светом длиной волны $\lambda = 589$ нм оказался расположенным от нулевого максимума на расстоянии $x = 16,5$ см. Если расстояние от решетки до экрана $l = 1,5$ м, то период d решетки равен ... мкм.



2. В некоторую точку пространства приходят световые волны от двух когерентных источников одинаковой длины волны $\lambda_1 = \lambda_2 = 520$ нм. Если геометрическая разность хода волн $\Delta d = 2,6$ мкм, то разность фаз $\Delta\varphi$ колебаний в этой точке равна ... рад.



34

34



Задания для факультативного занятия

3. В результате трех α -распадов и двух β^- -распадов ядро изотопа ${}_{92}^{238}\text{U}$ превращается в ядро изотопа

4. Удельные энергии связи ядер: изотопа ${}^7_3\text{Li} - E_{\text{уд.1}} = 5,61$ МэВ, изотопа ${}^2_1\text{H} - E_{\text{уд.2}} = 1,11$ МэВ, изотопа ${}^8_4\text{Be} - E_{\text{уд.3}} = 7,06$ МэВ. Энергия E , выделяющаяся в реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + {}^1_0\text{n}$, равна ... МэВ.



Задания для самостоятельного решения

1. Атом водорода испустил фотон. Если при этом электрон в атоме перешел с третьего энергетического уровня ($E_3 = -2,41 \cdot 10^{-19}$ Дж) на первый ($E_1 = -2,17 \cdot 10^{-18}$ Дж), то частота ν испущенного фотона равна ... Гц.

2. Если энергетический эквивалент массы ядра изотопа ${}_{11}^{22}\text{Na}$ $m = 20482,22$ МэВ, то его удельная энергия связи $E_{\text{уд}}$ равна ... МэВ.

3. Удельные энергии связи ядер: изотопа ${}^6_3\text{Li} - E_{\text{уд.1}} = 5,33$ МэВ, изотопа ${}^4_2\text{He} - E_{\text{уд.2}} = 7,08$ МэВ, изотопа ${}^3_2\text{He} - E_{\text{уд.3}} = 2,57$ МэВ. Энергия E , выделяющаяся в реакции ${}^6_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^3_2\text{He}$, равна ... МэВ.

Ответы

Занятие 2. 3Ф¹. 1. $s = 8$ м. 2. $x = 10$ м, $\Delta t = 2$ с.

3. $v_3 = v_1 \left(\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} - 1 \right) = 70 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. 4. $l_1 = l \frac{v-u}{v+u}$.

ЗС². 1. $n = 1$. 2. $l = 12$ км.

Занятие 3. 3Ф. 1. $\Delta t = \frac{2(l_1 v_1 + l_2 v_2)}{v_1^2 + v_2^2} = 80$ с.

2. $\langle v_{\text{пути}} \rangle = \frac{1}{2}(v_1 + v_2) = 35 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $\langle v_{\text{перем.}} \rangle = \frac{1}{2} \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

3. $\Delta t = \frac{l}{|v_2 - v_1|} = 5$ мин. 5. $l = h \frac{v_2}{v_1} = 15$ м.

ЗС. 1. $\langle v_{\text{пути}} \rangle = 7,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $\langle v_{\text{перем.}} \rangle = 5,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. 2. $l_2 = 3,5$ км. 3. $U_2 = U_1 \frac{\text{tg } \alpha_2}{\text{tg } \alpha_1} = 18 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

4. $v_{\text{отн}} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$.

Занятие 4. 3Ф. 1. $s = 20$ м. 2. $\langle v \rangle = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

3. $h_0 = \frac{g}{2} \left(\frac{\Delta h}{g \Delta t} + \frac{\Delta t}{2} \right)^2 = 245$ м. 4. $v = \frac{2 \langle v \rangle s}{2s - \langle v \rangle \Delta t_1} = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. 5. $s = \frac{5}{3} h = 15$ м.

ЗС. 1. $v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. 2. $\langle v \rangle = \frac{a_2 \Delta t_2 \sqrt{\Delta t_1^2 + \Delta t_2^2} + \Delta t_1 \Delta t_2}{2(\Delta t_1 + \Delta t_2)} = 14 \frac{\text{см}}{\text{с}}$.

3. $s_{17} = \frac{2 \cdot 17 - 1}{2 \cdot 13 - 1} \cdot s_{13} = 33$ м. 4. $a = 40 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$.

Занятие 5. 3Ф. 1. $a = \frac{v^2}{R} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. 2. $s = \omega \Delta t R = 22$ м.

3. $\Delta t = \frac{7}{9} T = 1120$ мин. 4. $R = \frac{v \Delta t}{\Delta \varphi} = 42$ см.

5. $v_0 = \frac{1}{2} \sqrt{3gl} = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

ЗС. 1. $R = \frac{v \Delta t}{2\pi N} = 2,2$ м. 2. $h = \frac{g \Delta t^2}{2} = 45$ м, $l = v_0 t = 75$ м.

¹ 3Ф — задание факультатива.

² ЗС — задание самостоятельное.

Занятие 6. 3Ф. 1. $m = 2,5$ кг. **2.** $F_{\text{тр.2}} = \frac{F_{\text{тр.1}}}{\sqrt{3}} = 100$ Н.

3. $P = \mu mg \sqrt{2\left(1 - \frac{l}{L}\right)} = 88$ Н.

3С. 1. $a = 11 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. **2.** $h = \frac{P}{\rho(g - a)} = 40$ см. **3.** $m = \frac{k\Delta l}{g + a} = 0,25$ кг.

Занятие 7. 3Ф. 1. $m_2 = m_1 \frac{P_2 - F_2}{F_1 - P_2} = 16$ кг. **2.** $a = \frac{m_2 - \mu m_1}{m_1 + m_2} g = 2,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

3. $F = (m + M) \frac{2s}{\Delta t^2} + 2\mu mg = 16$ Н.

3С. 1. $F_2 = T_2 - \frac{m_2}{m_1}(F_1 - T_2) = 43$ Н. **2.** $P = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g = 4,8$ Н.

Занятие 8. 3Ф. 1. $F = m(g + \omega^2 l) = 7,2$ Н. **2.** $R = \frac{mv^2}{\sqrt{P^2 - (mg)^2}} = 30$ м.

3. $\omega = \sqrt{\frac{\sqrt{F^2 - (mg)^2}}{mR}} = 0,75 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

3С. 1. $F = m(\omega^2 l - g) = 1,8$ Н. **2.** $r = \sqrt[3]{\frac{G(m_1 + m_2)T^2}{4\pi^2}}$.

Занятие 9. 3Ф. 1. $m' = M \frac{a + g}{\langle v_x \rangle} = 85 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$. **2.** $v_0 = \sqrt{\frac{gl}{\sin 2\alpha}} = 340 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

3. а) $v_2 = \frac{m_1 v_1 - (m_1 + m_2)u}{m_2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $Q = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2)u^2}{2} = 40$ Дж;

б) $v_2 = \frac{m_1 v_1 + (m_1 + m_2)u}{m_2} = 35 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $Q = 640$ Дж.

3С. 1. $E = \frac{Mmv^2}{2(M + m)} = 9,5$ Дж. **2.** $F_{\text{тр}} = \rho S v^2 = 0,36$ Н.

Занятие 10. 3Ф. 1. $P = \left(M - \frac{m}{2\eta} \cdot 100\%\right)g = 50$ Н. **2.** $A = mg \frac{l}{2} = 1000$ Дж.

3. $F = \frac{A}{s \cos \alpha} = 0,58$ Н. **4.** $\Delta t = \frac{mgl \sin \alpha}{P} = 50$ с.

$$\text{ЗС. 1. } P = \frac{mgh}{\eta \Delta t} \cdot 100\% = 14 \text{ кВт.}$$

$$\text{2. } m = \frac{\rho S(H-h)}{\eta q} \left(g \left(\frac{H+h}{2} + h_1 \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{V'}{S_1} \right)^2 \right) = 40 \text{ г.}$$

$$\text{Занятие 11. 3Ф. 1. } h = H + \frac{v^2 - v_0^2}{2g} - \frac{A_{\text{тр}}}{mg} = 20 \text{ см.}$$

$$\text{2. } F = m \left(g - \frac{v^2}{4h} \right) = 930 \text{ Н. 3. } v'_{1x} = \frac{2m_2 v_2 + (m_1 - m_2) v_1}{m_1 + m_2},$$

$$v'_{2x} = \frac{2m_1 v_1 + (m_2 - m_1) v_2}{m_1 + m_2}.$$

$$\text{ЗС. 1. } \langle P \rangle = \frac{mv}{2} (a + \mu g) = 21 \text{ кВт. 2. } \frac{T}{mg} = 3.$$

$$\text{Занятие 12. 3Ф. 1. } P_1 = \frac{mgl}{2(l-a)} = 500 \text{ Н, } P_2 = mg - P_1 = 300 \text{ Н.}$$

$$\text{2. } T_2 = \frac{mg}{\sin \beta} = 100 \text{ Н, } T_1 = T_2 \cos \beta = 50 \text{ Н. 3. } \tan \alpha = \frac{1}{2\mu} = 1, \alpha = 45^\circ.$$

$$\text{ЗС. 1. } \alpha = \arctg 2\mu = 39^\circ. \text{ 2. } F_1 = mg \sqrt{1 - \frac{h^2}{l^2}} = 57 \text{ Н, } F_2 = mg \frac{h}{l} = 20 \text{ Н.}$$

$$\text{Занятие 13. 3Ф. 1. } h = \frac{m}{2\rho S} = 25 \text{ мм. 2. } F_2 = F_1 \frac{\Delta h_1}{\Delta h_2} = 10 \text{ кН.}$$

$$\text{3. } A = \frac{\rho^2 (S_0 - S) S H^2 g}{2\rho_0 S_0} = 54 \text{ мДж.}$$

$$\text{ЗС. 1. } \Delta h = \frac{\rho_1 h_1 - \rho_2 h_2}{2\rho_0} = 4 \text{ мм. 2. } m = \frac{F}{g \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} \right)} = 2,4 \text{ кг.}$$

$$\text{3. } V_1 = \frac{9}{11} V = 27 \text{ см}^3.$$

$$\text{Занятие 14. 3Ф. 1. } m_2 = m_1 \cdot \frac{M_2}{M_1} \cdot \frac{M_1 - \langle M \rangle}{\langle M \rangle - M_2} = 210 \text{ г.}$$

$$\text{2. } n = \frac{3p}{2\langle E_k \rangle} = 2,4 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}. \text{ 3. } \langle v_{\text{кв}} \rangle = \sqrt{\frac{3pV}{m}} = 707 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$4. N = \frac{m \langle v_{\text{KB}}^2 \rangle}{3kT} = 1,88 \cdot 10^{23}. \quad 5. N = \frac{mN_A}{M\Delta t} = 3,9 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1}.$$

$$3\text{С. } 1. m_2 = m_1 \frac{M_2}{M_1} = 72 \text{ г. } 2. \langle M \rangle = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} + \frac{m_3}{M_3}} = 14 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}.$$

$$\text{Занятие 15. } 3\Phi. 1. p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1} = 180 \text{ кПа. } 2. m = \frac{p_1 S}{g} \cdot \frac{\Delta T}{T_1} = 18 \text{ кг.}$$

$$3. \Delta T = \frac{1}{2} T_1 = 190 \text{ К. } 4. p = \frac{mgV_2(2V - V_2)}{2S(V - V_2)} = 7,5 \text{ кПа.}$$

$$3\text{С. } 1. V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1} = 74 \text{ л. } 2. n_2 = n_1^4 = 16. \quad 3. p_0 = \frac{2\rho g l_1(l - l_1)}{l - 2l_1} = 99,6 \text{ кПа.}$$

$$\text{Занятие 16. } 3\Phi. 1. p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} = 160 \text{ кПа.}$$

$$2. \Delta m_2 = \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2 - p_2 T_1} \cdot (m_1 - m_2) = 2,8 \text{ кг.}$$

$$3. m = \frac{(\varphi(V_0 + nV_1) - V_0) p_{\text{H}} M}{RT} = 170 \text{ мг.}$$

$$3\text{С. } 1. m = (m_1 - m_2) \frac{p}{p_1 - p_2} \cdot \frac{T_1}{T} = 2,5 \text{ кг. } 2. l_3 = \frac{l_1 l_2 (1 - \cos \alpha)}{2l_1 - l_2 (1 + \cos \alpha)} = 30 \text{ см.}$$

$$\text{Занятие 17. } 3\Phi. 1. t_2 = \frac{\lambda m_1}{cm_2} + \left(\frac{m_1}{m_2} + 1 \right) t = 68 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$2. \Delta U = 1,5(F(H - h) - p_0 Sh - 2\rho g Sh(H - h)) = 132 \text{ Дж.}$$

$$3. p = \frac{2U}{3V} = 20 \text{ кПа. } 4. \Delta U = Q - p\Delta V = 2,8 \text{ кДж.}$$

$$3\text{С. } 1. T_1 = \left(\sqrt{T_3} - \sqrt{\frac{A}{\nu R}} \right)^2 = 676 \text{ К. } 2. T_1 = \left(\sqrt{T_3} - \sqrt{\frac{A}{\nu R}} \right)^2 = 576 \text{ К.}$$

$$\text{Занятие 18. } 3\Phi. 1. \eta = 56 \text{ } \%. \quad 2. \Delta T_1 = \Delta T_2 \frac{3Q_1}{5Q_2} = 440 \text{ К.}$$

$$3. T_2 = T_1 \left(1 - \frac{A}{Q_1} \right) = 900 \text{ К. } 4. T_1 = \left(\sqrt{T_3} - \sqrt{\frac{A}{\nu R}} \right)^2 = 625 \text{ К.}$$

$$3\text{С. } 1. Q_1 = \frac{A}{\frac{T_{\text{max}}}{T_{\text{min}}} - 1} \cdot \frac{T_{\text{max}}}{T_{\text{min}}} = 5400 \text{ Дж. } 2. Q_1 = \frac{A}{\frac{T_1}{T_2} - 1} \cdot \frac{T_1}{T_2} = 32 \text{ кДж.}$$

Занятие 19. 3Ф. 1. $F_2 = \frac{1}{4} F_1 = 21 \text{ мН}$. **2.** $q_1 = -\frac{1}{8} q_2 = -1 \text{ нКл}$.

3. $E = \frac{4k(|q_1| + |q_2|)}{l^2} = 180 \frac{\text{В}}{\text{м}}$. **4.** $\frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{3}$.

3С. 1. $r_2 = \frac{1}{2} r_1 = 90 \text{ см}$. **2.** $r = \sqrt[3]{\frac{2kq^2 l}{mg}} = 15 \text{ мм}$.

Занятие 20. 3Ф. 1. $A = kq_1 q_2 \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) = 324 \text{ мкДж}$.

2. $W_k = 2 \frac{kq^2}{a} = 29 \text{ мкДж}$. **3.** $\varphi = 300 \text{ В}$.

3С. 1. $\varphi = \frac{kq}{2a} (4 + \sqrt{2}) = 122 \text{ В}$. **2.** $E_x = 54 \frac{\text{В}}{\text{м}}$.

Занятие 21. 3Ф. 1. $W_2 = \frac{C_2}{2} \left(\frac{C_1 U}{C_1 + C_2} \right)^2 = 87 \text{ мкДж}$. **2.** $U_1 = \frac{1}{2} U_0 = 5 \text{ В}$.

3. $q'_1 = (q_1 + q_2) \frac{R_1}{R_1 + R_2}$, $q'_2 = (q_1 + q_2) \frac{R_2}{R_1 + R_2}$. **4.** $A = \frac{CU^2(\varepsilon - 1)}{2}$.

5. $A = \frac{CU^2(\varepsilon - 1)}{2\varepsilon}$.

3С. 1. $U_1 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} \cdot U = 17 \text{ В}$. **2.** $W_2 = \frac{W_1}{\varepsilon} = 0,1 \text{ мкДж}$.

Занятие 22. 3Ф. 1. $R_3 = \frac{U_3}{U - U_3} \cdot (R_1 + R_2) = 7 \text{ Ом}$.

2. $R_1 = U \sqrt{\frac{R_3}{P_2}} - \frac{4}{3} R_3 = 60 \text{ Ом}$, $R_2 = R_1 \sqrt{\frac{P_2}{P_1}} = 180 \text{ Ом}$, $l_1 = \frac{l}{\sqrt{\frac{P_2}{P_1}} + 1} = 12 \text{ см}$.

3. $R_V = \frac{U_1}{I_1}$, $R = \frac{U_1 U_2}{U_1 I_2 - U_2 I_1}$, $R_A = \frac{U_3}{I_3} - \frac{U_1 U_2}{U_1 I_2 - U_2 I_1}$.

3С. 1. $I_4 = \frac{U_1}{R_4} \left(1 + \frac{(R_1 + R_3) R_2}{R_1 R_3} \right) = 150 \text{ мА}$.

2. $I_1 = I_3 = U \left(R_1 + R_3 + \frac{R_4(R_5 + R_6)}{R_2} \cdot \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_4 + R_5 + R_6} \right)^{-1} = 0,75 \text{ А}$,

$I_2 = U \left(R_2 + \frac{R_4(R_5 + R_6)}{R_1 + R_3} \cdot \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_4 + R_5 + R_6} \right)^{-1} = 0,75 \text{ А}$,

$$I_4 = U \left(R_4 + \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_5 + R_6} \cdot \frac{R_4 + R_5 + R_6}{R_1 + R_2 + R_3} \right)^{-1} = 0,75 \text{ А},$$

$$I_5 = I_6 = U \left(R_5 + R_6 + \frac{R_2(R_1 + R_2)}{R_4} \cdot \frac{R_4 + R_5 + R_6}{R_1 + R_2 + R_3} \right)^{-1} = 0,75 \text{ А}.$$

Занятие 23. 3Ф. 1. $\eta = \frac{U}{\mathcal{E}} \cdot 100\% = 80\%$. **2.** $P_{\max} = \frac{I_{\kappa. \text{ з.}}^2}{4} \sqrt{R_1 R_2} = 34 \text{ Вт}.$

3. $Q = 225 \text{ Дж}.$

3С. 1. $\mathcal{E} = \sqrt{\frac{200rP_1}{3}} = 3 \text{ В}.$ **2.** $P_{\max} = \frac{1}{4} I_{\kappa. \text{ з.}}^2 \sqrt{R_1 R_2} = 90 \text{ Вт}.$

Занятие 24. 3Ф. 1. $m = \frac{Mq}{Fn} = 45 \text{ мГ}.$ **2.** $k = \frac{M}{Fn} = 1,12 \cdot 10^{-6} \frac{\text{КГ}}{\text{КЛ}}.$

3. $N = \frac{I\Delta t}{e} = 6,25 \cdot 10^{18}.$ **4.** $d = \frac{U}{E} = 2,7 \text{ мм}.$

3С. 1. $d = \frac{MI\Delta t}{Fn\rho S} = 15 \text{ мкм}.$ **2.** $W = \frac{Um}{\eta k} = 1,8 \cdot 10^8 \text{ Дж}.$

Занятие 25. 3Ф. 1. $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi r} = 86 \text{ мкН}.$ **2.** $I = \frac{mgtg\alpha}{Bl} = 24 \text{ А}.$

3. $B = \frac{1}{h} \sqrt{\frac{mEl}{q}} = 0,2 \text{ Тл}.$

3С. 1. $B = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{2mU}{e}} = 0,3 \text{ Тл}.$ **2.** $\Delta\varphi = \frac{\pi l^2 B}{4\Delta t} = 0,8 \text{ мВ}.$

Занятие 26. 3Ф. 1. $\Phi = Ba^2 \sin \alpha = 8 \text{ мкВб}.$ **2.** $I = \frac{vBl}{R} = 5 \text{ А}.$

3. $E = vB = 0,8 \frac{\text{В}}{\text{м}}.$ **4.** $q = \frac{rB}{4R} = 0,05 \text{ Кл}.$

3С. 1. $q = \frac{\pi r d^2 B}{8\rho} \left(1 - \frac{\pi}{4} \right) = 0,5 \text{ мКл}.$ **2.** $q = \frac{SlB}{16\rho} = 0,4 \text{ Кл}.$

Занятие 27. 3Ф. 1. $\mathcal{E}_{si} = -L \frac{I_2 - I_1}{\Delta t} = 2 \text{ В}.$ **2.** $\Delta t = \frac{LI}{\mathcal{E}} = 10 \text{ мс}.$

3. $I_2 = \frac{I_1}{\sqrt{10}} = 320 \text{ мА}.$

3С. 1. $\Phi_2 = \Phi_1 - \mathcal{E}_i \Delta t = 0,18 \text{ мВб}.$ **2.** $R = 0,02 \frac{L}{\Delta t} = 5,6 \text{ мкОм}.$

Занятие 28. 3Ф. 1. $\varphi_0 = \frac{\pi}{4}$ рад. **2.** $W_{\kappa} = \frac{W_{\pi}}{\operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{15}t + \frac{\pi}{30}\right)} = 21$ мДж.

3. $\Delta t = \frac{2h}{\lambda_V} = 0,1$ с. **4.** $\lambda_2 = \lambda_1 \frac{v_2}{v_1} = 0,66$ м.

3С. 1. $W_{\kappa} = \frac{1}{2} A F_{\max} \cos^2(\omega t + \varphi_0) = 12$ мДж. **2.** $\lambda = \frac{2\pi l}{\Delta\varphi} = 2,5$ м.

3. $v_{\max} = \frac{2\pi}{T} A = 0,98 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$

Занятие 29. 3Ф. 1. $U_0 = I_0 \sqrt{\frac{L}{C}} = 24$ В. **2.** $I = \sqrt{\frac{2W}{L} - \frac{q^2}{LC}} = 50$ мА.

3. $v = \frac{c\Delta t}{2\tau} = 270 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$

3С. 1. $\Delta t_2 = \Delta t_1 - \frac{2v\tau}{c} = 239$ нс. **2.** $U = \sqrt{\frac{2W - LI^2}{C}} = 11$ В. **3.** $q_0 = \frac{I_0}{2\pi\nu} = 3,1$ мкКл.

Занятие 30. 3Ф. 1. $\beta = 50^\circ$. **2.** $h = 0,9$ м. **3.** $H = h \frac{\Delta l + l}{l} = 5,5$ м.

3С. 1. $\beta = 60^\circ$. **2.** $D = 4R$. **3.** $N = 3$.

Занятие 31. 3Ф. 1. $l = d \left(1 - \frac{\sin \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}\right) = 9$ мм. **2.** $\theta = 40^\circ$.

3С. 1. $\cos \alpha = \frac{\cos \alpha_0}{n}$, $\alpha = 49^\circ$. **2.** $x = d \sin \alpha \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}\right) = 5$ мм.

Занятие 32. 3Ф. 1. $F = \sqrt{ab} = 20$ см. **2.** $F = \frac{h_1 d_1 - h_2 d_2}{h_1 - h_2} = 200$ см.

3С. 3. $F = \frac{l_1 \cdot l_2}{l_1 - l_2} = 40$ см.

Занятие 33. 3Ф. 1. $n = \frac{3c}{v\Delta} = 1,8$. **2.** $\lambda = 580$ нм. **3.** $\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k} = 500$ нм.

3С. 1. $d = \frac{k\lambda}{\sin \varphi} \approx \frac{k\lambda}{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{k\lambda l}{x} = 16$ мкм. **2.** $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta d = 10\pi$ рад.

Занятие 34. 3Ф. 1. $U_3 = 4,3$ В. **2.** $P = 1,5$ Вт. **3.** ${}^{226}_{88}\text{Ra}$. **4.** $E = 14,9$ МэВ.

3С. 1. $\nu = \frac{E_3 - E_1}{h} = 2,9 \cdot 10^{15}$ Гц. **2.** $E_{\text{уд}} = 7,94$ МэВ. **3.** $E = 4,05$ МэВ.

Літэратура

1. Аксенович, Л. А. Физика в средней школе: Теория. Задания. Тесты / Л. А. Аксенович, Н. Н. Ракина, К. С. Фарино ; под ред. К. С. Фарино. — Минск : Адукацыя і выхаванне, 2004.
2. Балаш, В. А. Задачи по физике и методы их решения / В. А. Балаш. — М. : Просвещение, 1983.
3. Беликов, В. С. Решение задач по физике. Общие методы / В. С. Беликов. — М. : Высшая школа, 1986.
4. Дамитов, Б. К. Физические задачи и методы их решения / Б. К. Дамитов, Л. М. Фридман. — Алма-Ата : Мектеп, 1987.
5. Демков, В. П. Физика. Теория. Методика. Задачи / В. П. Демков, О. Н. Третьякова. — М. : Высшая школа, 2001.
6. Задачи по физике : учеб. пособие / И. И. Воробьев, П. И. Зубков, Г. А. Кутузова [и др.] ; под ред. О. Я. Савченко. — 2-е изд., перераб. — М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988.
7. Кембровский, Г. С. Олимпиады по физике 2003—2004 гг. / Г. С. Кембровский, Л. Г. Маркович, А. И. Слободянюк. — Минск : Бел. ассоц. «Конкурс», 2006.
8. Кембровский, Г. С. Олимпиады по физике : 7—11 классы (2006 год) / Г. С. Кембровский, Л. Г. Маркович, А. И. Слободянюк. — Минск : Аверсэв, 2007.
9. Олимпиады по физике: 7—11 классы (2007 год) / Г. С. Кембровский, А. И. Слободянюк, Л. Г. Маркович [и др.]. — Минск : Аверсэв, 2008.
10. Кембровский, Г. С. Олимпиады по физике: от школьных до международных / Г. С. Кембровский, Л. Г. Маркович, А. И. Слободянюк. — Минск : ИООО «Красико-Принт», 2003.
11. Луцэвіч, А. А. Тэхналогія рашэння задач па механіцы і малекулярнай фізіцы на аснове даследавання фізічных сістэм / А. А. Луцэвіч, С. У. Якавенка. — Мінск : Народная асвета, 2004.

- 12.** Наумчик, В. Н. Физика. Решение задач повышенной сложности / В. Н. Наумчик. — Минск : Мисанта, 2003.
- 13.** Олимпиады по физике : 7—11 классы (2008 год) / Г. С. Кембровский [и др.]. — Минск : Аверсэв, 2008.
- 14.** Жилко, В. В. Сборник заданий по физике для проведения выпускных экзаменов за курс средней школы, тестирования, вступительных экзаменов в высшие учебные заведения / В. В. Жилко, Л. А. Исаченкова, А. А. Луцевич. — Минск : Адукацыя і выхаванне, 2003.
- 15.** Слободянюк, А. И. Олимпиады по физике / А. И. Слободянюк, Л. Г. Маркович, А. В. Лавриненко. — Минск : Аверсэв, 2003.
- 16.** Усова, А. В. Практикум по решению физических задач / А. В. Усова, Н. Н. Тулькибаева. — М. : Просвещение, 1992.
- 17.** Физика. Теория и технология решения задач / В. А. Бондарь [и др.] ; под ред. В. А. Яковенко. — Минск : ТетраСистемс, 2003.
- 18.** Фирганг, Е. В. Руководство к решению задач по курсу общей физики / Е. В. Фирганг. — СПб. : Лань, 2008.
- 19.** Гельфгат, И. М. 1001 задача по физике с ответами, указаниями, решениями / И. М. Гельфгат, Л. Э. Генденштейн, Л. А. Кирик. — М. : ООО «Илекса», 2001.
- 20.** Капельян, С. Н. Физика: типичные ошибки на централизованном тестировании и экзамене / С. Н. Капельян, В. А. Малашонок. — Минск : Аверсэв, 2006.
- 21.** Игропуло, В. С. Физика: алгоритмы, задачи, решения : пособие для всех, кто изучает и преподаёт физику / В. С. Игропуло, Н. В. Вязников. — М. : Илекса ; Ставрополь : Сервисшкола, 2004.
- 22.** Богатин, А. С. Физика: пособие для абитуриентов / А. С. Богатин, Л. М. Монастырский. — Минск : Интерпрессервис ; Ростов н/Д. : Феникс, 2002.
- 23.** Аксенович, Л. А. Физика. Задачи и решения : учеб. пособие для школ нового типа / Л. А. Аксенович, Н. Н. Ракина. — 2-е изд., испр. — Минск : Дизайн ПРО, 2003.

- 24.** Савченко, Н. Е. Решение задач по физике : учеб. пособие / Н. Е. Савченко. — 7-е изд. — Минск : Вышэйшая школа, 2006.
- 25.** Касаткина, И. Л. Репетитор по физике. Механика. Молекулярная физика. Термодинамика / И. Л. Касаткина ; под ред. Т. В. Шкиль. — 6-е изд., перераб. и доп. — Ростов н/Д. : Феникс, 2006.
- 26.** Касаткина, И. Л. Репетитор по физике. Электромагнетизм. Колебания и волны. Оптика. Элементы теории относительности. Физика атома и атомного ядра / И. Л. Касаткина ; под ред. Т. В. Шкиль. — 6-е изд., перераб. и доп. — Ростов н/Д. : Феникс, 2006.
- 27.** Централизованное тестирование. Физика : сб. тестов / Респ. ин-т контроля знаний Мин-ва образования Респ. Беларусь. — Минск : ЧУП «Изд-во Юнипресс», 2005.
- 28.** Централизованное тестирование. Физика : сб. тестов / Респ. ин-т контроля знаний Мин-ва образования Респ. Беларусь. — Минск : Аверсэв, 2006.
- 29.** Централизованное тестирование. Физика : сб. тестов / Респ. ин-т контроля знаний Мин-ва образования Респ. Беларусь. — Минск : Аверсэв, 2007.
- 30.** Централизованное тестирование. Физика : сб. тестов / Респ. ин-т контроля знаний Мин-ва образования Респ. Беларусь. — Минск : Аверсэв, 2008.
- 31.** Централизованное тестирование. Физика : сб. тестов / Респ. ин-т контроля знаний Мин-ва образования Респ. Беларусь. — Минск : Аверсэв, 2009.
- 32.** Капельян, С. Н. Физика : пособие для подготовки к экзамену и централизованному тестированию : пособие для учащихся учреждений, обеспечивающих получение общ. сред. образования / С. Н. Капельян, В. А. Малашонок. — 6-е изд. — Минск : Аверсэв, 2009.

Содержание

Введение	3
Занятие 1. Программа вступительных испытаний и требования к уровню подготовки к ЦТ по физике. Обзор заданий, предлагавшихся на ЦТ в предыдущие годы	4
Занятие 2. Равномерное прямолинейное движение	5
Занятие 3. Равномерное прямолинейное движение. Относительность движения.	8
Занятие 4. Равноускоренное прямолинейное движение. Свободное падение	13
Занятие 5. Криволинейное движение	18
Занятие 6. Законы Ньютона. Силы в механике	22
Занятие 7. Движение связанных тел	26
Занятие 8. Динамика движения материальной точки по окружности	30
Занятие 9. Импульс. Закон сохранения импульса. Реактивное движение	33
Занятие 10. Механическая работа. Мощность	36
Занятие 11. Закон сохранения энергии. Теорема о кинетической энергии.	39
Занятие 12. Условия равновесия тел	42
Занятие 13. Механика жидкости и газа	45
Занятие 14. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории	49
Занятие 15. Газовые законы. Изопроцессы	53
Занятие 16. Уравнение состояния идеального газа	56
Занятие 17. Первый закон термодинамики	59
Занятие 18. Тепловые двигатели. КПД тепловых двигателей.	63
Занятие 19. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля	67
Занятие 20. Потенциал. Разность потенциалов	70
Занятие 21. Емкость. Конденсаторы	73
Занятие 22. Закон Ома для участка цепи. Закон Ома для полной цепи	77
Занятие 23. Работа и мощность тока	81
Занятие 24. Электрический ток в металлах, жидкостях и газах	84
Занятие 25. Сила Ампера. Сила Лоренца	87
Занятие 26. Электромагнитная индукция. Правило Ленца	90
Занятие 27. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля	93
Занятие 28. Механические колебания и волны	96
Занятие 29. Электромагнитные колебания и волны	100
Занятие 30. Прямолинейное распространение света. Закон отражения.	103
Занятие 31. Закон преломления света	106
Занятие 32. Построение изображений в линзах. Формула тонкой линзы	108
Занятие 33. Интерференция и дифракция света	112
Занятие 34. Физика атома и атомного ядра	115
Ответы	118
Литература	125