

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Первякова Светлана Валерьевна

Должность: Директор колледжа СКФУ в г. Ставрополе

Дата подписания: 18.06.2026 11:51:08

Уникальный программный ключ:

63a18c373da05c089b08fcc89c468af301900f17

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

«Северо-Кавказский федеральный университет»

Колледж СКФУ в г. Ставрополе

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к практическим занятиям

по (учебной) дисциплине **ОД.11 Физика**

Специальность **34.02.01 Сестринское дело**

Форма обучения **очная**

Ставрополь

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Физика» составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО и предназначены для студентов, обучающихся по специальности: 34.02.01 Сестринское дело.

Методические указания для учебной дисциплины разработаны:

- 1 Афанасьев Сергей Георгиевич, преподаватель колледжа СКФУ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Данные методические указания предназначены для оказания помощи студентам в выполнении практических работ по учебной дисциплине «Физика».

На практических занятиях по физике обычно используются:

- 1) задачи-упражнения, помогающие студентам приобрести твёрдые навыки расчёта и вычислений;
- 2) задачи для демонстрации практического применения тех или иных законов;
- 3) задачи для закрепления и контроля знаний;
- 4) познавательные задачи.

Задачи для закрепления и контроля знаний и задачи-упражнения рассчитаны на использование готовых знаний, полученных из книг, лекций, от преподавателя. Решение таких задач опирается в основном на механизмы памяти и внимания. Оно в известном смысле полезно и даже необходимо.

Например, при решении задачи-упражнения на количественный расчёт средней квадратичной скорости молекул газа при заданных условиях (температуре) студенты должны знать формулу для расчёта средней квадратичной скорости молекул, значение универсальной газовой постоянной, и убедиться, что скорости молекул очень велики даже при комнатных температурах. Всё это полезно для изучения молекулярной физики. Однако только те задачи, в которых устанавливаются новые, неизвестные ранее студентам связи между знакомыми физическими характеристиками, являются стимулятором их умственной деятельности. К таким задачам в первую очередь относятся познавательные задачи. Отличие познавательных задач от задач других видов состоит в том, что в процессе их решения обучающийся приобретает новые знания.

Если студент имеет слабую теоретическую подготовку, решение задач подобного рода может оказаться для него непосильным. Даже в этом случае, если, присутствуя на занятиях, он познакомится с ходом решения и результатом, этого будет недостаточно для достижения цели познавательной задачи. Поэтому нужно требовать, чтобы студенты готовили теоретический материал, и показывать им, что именно невыполнение этого требования приводит к неудаче при решении задач.

Для решения задач расчётного характера достаточно составить систему уравнений, а дальше всё сводится к математическим действиям. Некоторые задачи требуют для решения геометрических построений и использования графиков. Несмотря на различие в видах задач, их решение можно проводить по следующему общему плану (некоторые пункты плана могут выпадать в некоторых конкретных случаях), который надо продиктовать студентам:

1. прочесть внимательно условие задачи;
2. посмотреть, все ли термины в условиях задачи известны и понятны (если что-то неясно, следует обратиться к учебнику, просмотреть решения предыдущих задач, посоветоваться с преподавателем);
3. записать в сокращённом виде условие задачи (когда введены стандартные обозначения, легче вспоминать формулы, связывающие соответствующие величины, чётче видно, какие характеристики заданы, все ли они выражены в одной системе единиц и т.д.);
4. сделать чертёж, если это необходимо (делая чертёж, нужно стараться представить ситуацию в наиболее общем виде, например, если решается задача о колебании маятника, его следует изобразить не в положении равновесия, а отклонённым);
5. произвести анализ задачи, вскрыть её физический смысл (нужно чётко понимать, в чём будет заключаться решение задачи; так, если требуется найти траекторию движения точки, то ответом должна служить запись уравнений кривой, описывающей эту траекторию; на вопрос, будет ли траектория замкнутой линией, следует ответить «да» или «нет» и объяснить, почему выбран такой ответ);
6. установить, какие физические законы и соотношения могут быть использованы при решении данной задачи;

7. составить уравнения, связывающие физические величины, которые характеризуют рассматриваемые явления с количественной стороны;

8. решить эти уравнения относительно неизвестных величин, получить ответ в общем виде. Прежде чем переходить к численным значениям, полезно провести анализ этого решения: он поможет вскрыть такие свойства

рассматриваемого явления, которые не видны в численном ответе;

9. перевести количественные величины в общепринятую систему единиц (СИ), найти численный результат;

10. проанализировать полученный ответ, выяснить, как изменяется искомая величина при изменении других величин, функцией которых она является, исследовать предельные случаи.

Приведённая последовательность действий при решении задач усваивается студентами, как правило, в ходе занятий, когда они на практике убеждаются в её целесообразности. Поэтому в конце занятия, полезно подвести итог, сформулировать найденный алгоритм рассуждений. Заметим, впрочем, что не всегда может быть предложен алгоритм решения задачи.

При анализе задач на аудиторных занятиях полезно возвращаться к плану. Отклонение от него в большинстве случаев не позволяет студенту решить задачу. Тогда нужно напомнить ему, какой этап пропущен и указать, что именно это и послужило причиной неудачи.

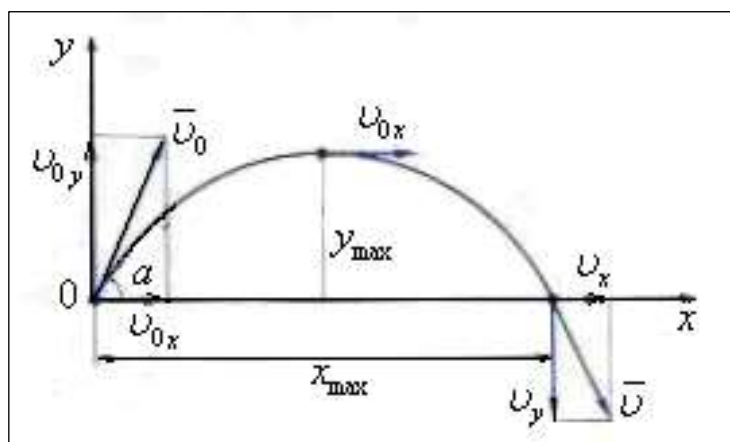
Пример решения задачи

Задача.

Тело брошено от поверхности земли под углом α к горизонту с начальной скоростью

v_0 . Определить высоту подъёма и дальность полёта.

Дано:	Решение
α	Пусть тело брошено от поверхности земли под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 .
v_0	
Найти:	Выберем систему отсчёта таким образом:
y-?	- совместив начало прямоугольной декартовой системы координат с началом движения тела;
x-?	- ось икс направлена горизонтально;
	- ось игрек – вертикально;
	- часы отсчитывают время от момента начала движения.



Движение тела под углом к горизонту является равноускоренным, так как происходит в поле тяготения и его описывают следующие уравнения:

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$\vec{a} = const$$

Уравнения в проекции на выбранные оси координат запишутся:

$$\begin{cases} x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \\ v_x = v_{0x} + a_x t \\ a_x = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = x_0 + v_{0x}t \\ v_x = v_{0x} \end{cases}$$

$$\begin{cases} y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2} \\ v_y = v_{0y} + a_y t \\ a_y = -g \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y = y_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} \\ v_y = v_{0y} - gt \end{cases}$$

Уравнение проекции начальной скорости на оси координат запишется:

$$\begin{cases} v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

Из систем уравнений можно выразить время, учитывая, что в верхней точке $v_y = 0$, определить время подъёма тела:

$$0 = v_0 \sin \alpha - gt$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

Высота подъёма: $y = y_0 + v_0 \sin \alpha \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right)^2 = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g}$

Дальность полёта: $x = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

Ответ: $y = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g}$, $x = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$.

Объем и содержание практических занятий

№	Наименование темы дисциплины и практического занятия	Форма контроля	Объем часов
Раздел 1. Механика			
1	Тема 1.1. Кинематика. Изучение законов движения и решение задач по кинематике.	письменный отчёт	4
2	Тема 1.2. Динамика. Изучение законов движения и решение задач по динамике	письменный отчёт	4
3	Тема 1.3. Законы сохранения в механике. Изучение законов сохранения механического движения	письменный отчёт	2
Раздел 2. Молекулярная физика			

4	Тема 2.1 Молекулярно-кинетическая теория. Задачи на газовые законы и применение уравнения состояния идеального газа.	письменный отчёт	2
5	Тема 2.2 Начала термодинамики. Изучение начал термодинамики и решение задач по теме.	письменный отчёт	2
6	Тема 2.3 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы. Изучение агрегатных состояний вещества, фазовых переходов и решение задач по теме.	письменный отчёт	2
Раздел 3. Электродинамика			
7	Тема 3.1 Электрическое поле Изучение законов электрического поля и решение задач по теме.	письменный отчёт	2
8	Тема 3.2 Постоянный электрический ток. Изучение законов электрического тока и решение задач по теме.	письменный отчёт	2
9	Тема 3.3 Электрический ток в различных средах. Изучение законов электрического тока в различных средах и решение задач по теме.	письменный отчёт	2
10	Тема 3.4 Магнитное поле. Изучение законов магнитного поля и решение задач по теме.	письменный отчёт	2
11	Тема 3.5 Электромагнитное поле Изучение законов электромагнитного поля и решение задач по теме.	письменный отчёт	4
Раздел 4. Колебания и волны			
12	Тема 4.1 Механические колебания и волны. Изучение природы механических колебаний и решение задач по теме.	письменный отчёт	3
13	Тема 4.2 Электромагнитные колебания и волны. Изучение природы электромагнитных колебаний и решение задач по теме.	письменный отчёт	3
Раздел 5. Оптика			
14	Тема 5.1 Геометрическая оптика. Изучение законов геометрической оптики и решение задач по теме.	письменный отчёт	3
15	Тема 5.2 Волновая оптика. Изучение законов волновой оптики и решение задач по теме.	письменный отчёт	3
16	Тема 5.3 Специальная теория относительности. Изучение положений СТО и решение задач по теме.	письменный отчёт	2
Раздел 6. Квантовая физика			
17	Тема 6.1 Квантовая оптика. Изучение строения атома и решение задач по теме.	письменный отчёт	2
18	Тема 6.2 Физика атома и атомного ядра. Изучение строения ядра атома и решение задач по теме.	письменный отчёт	2
Раздел 7. Строение Вселенной			
19	Тема 7.1 Строение солнечной системы. Изучение строения солнечной системы и решение задач по теме.	письменный отчёт	2

20	Тема 7.2 Эволюция Вселенной. Изучение основных положений современной космологии и решение задач по теме.	письменный отчёт	2
Итого:			68

Раздел 1. Механика

Тема 1.1. Кинематика

Практическое занятие № 1

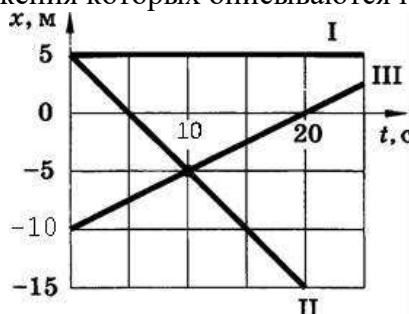
Цели занятия: Изучить законы кинематики и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

Уравнение движения материальной точки вдоль оси x имеет вид $x=A+Bt+Ct^2$, где $A=2\text{ м}$, $B=1\text{ м/с}$, $C=-0,5\text{ м/с}^2$. Найти координату x , скорость v и ускорение a точки в момент времени $t=2\text{ с}$.

Задача

По заданным графикам (рис.) найти начальные координаты тел и проекции скорости их движения. Написать уравнения движения тел $x = x(t)$. Из графиков и уравнений найти время и место встречи тел, движения которых описываются графиками II и III.



Задача

Два поезда движутся навстречу друг другу со скоростями 32 км/ч и 54 км/ч. Пассажир, находящийся в первом поезде, замечает, что второй поезд проходит мимо него в течение 14 с. Какова длина второго поезда?

Задача

Рыболов, двигаясь на лодке против течения реки, уронил удочку. Через 1 мин он заметил потерю и сразу же повернул обратно. Через какой промежуток времени после потери он догонит удочку? Скорость течения реки и скорость лодки относительно воды постоянны. На каком расстоянии от места потери он догонит удочку, если скорость течения воды равна 2 м/с?

Задача

Частота обращения воздушного винта самолета 1500 об/мин. Сколько оборотов делает винт на пути 90 км при скорости полета 180 км/ч?

Раздел 1. Механика

Тема 1.2. Динамика

Практическое занятие № 2

Цели занятия: Изучить законы динамики и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

При выстреле из пружинного пистолета вертикально вверх пуля массой $m=20\text{ г}$ поднялась на высоту $h=5\text{ м}$. Определить жесткость k пружины пистолета, если она была сжата на $s=10\text{ см}$. Массой пружины пренебречь.

Задача

Шар массой m_1 , движущийся горизонтально с некоторой скоростью v_1 , столкнулся с неподвижным шаром массой m_2 . Удар — прямой, центральный, абсолютно упругий. Какую долю E_k своей кинетической энергии первый шар передал второму?

Задача

Платформа в виде сплошного диска радиусом $R=1,5$ м и массой $m_1=180$ кг вращается по инерции вокруг вертикальной оси с частотой $n=10$ об/мин. В центре платформы стоит человек массой $m_2=60$ кг. Какую линейную скорость относительно пола помещения будет иметь человек, если он перейдет на край платформы?

Задача

Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. На какой высоте и через какое время скорость тела (по модулю) будет в 3 раза меньше, чем в начале подъема?

Задача

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

Задача

Во сколько раз отличается скорость искусственного спутника, движущегося на высоте 21 600 км от поверхности Земли, от скорости спутника, движущегося на высоте 600 км над поверхностью? Радиус Земли принять равным 6400 км.

Задача

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

Задача

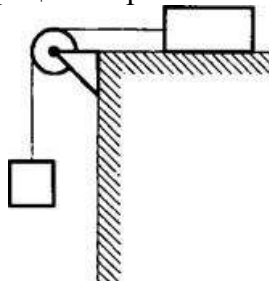
С каким ускорением a скользит брусок по наклонной плоскости с углом наклона $\alpha=30^\circ$ при коэффициенте трения $\mu=0,2$?

Задача

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

Задача

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



Задача

Могут ли силы 10 и 14 Н, приложенные к одной точке, дать равнодействующую, равную 2, 4, 10, 24, 30 Н?

Задача

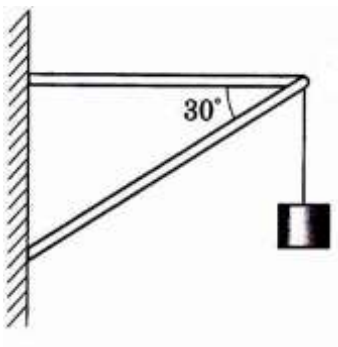
Нить, на которой висит груз массой 1,6 кг, отводится в новое положение силой 12 Н, действующей в горизонтальном положении. Найти силу натяжения нити.

Задача

При каком минимальном коэффициенте трения санки не будут скатываться с горы, если угол наклона горы равен 30° ?

Задача

На кронштейне висит груз массой 100 кг, угол между наклонным и горизонтальным стержнями равен 30° . Определите силу, растягивающую горизонтальный стержень, и силу, сжимающую наклонный стержень.



Задача

Два однородных шара массами 10 кг и 12 кг с радиусами 4 см и 6 см соответственно соединены посредством стержня массой 2 кг и длиной 10 см. Центры шаров лежат на продолжении оси стержня. Найдите положение центра тяжести этой системы.

Раздел 1. Механика

Тема 1.3. Законы сохранения в механике.

Практическое занятие № 3

Цели занятия: Изучить законы сохранения в механике и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, нагоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с. Какова скорость вагонов после взаимодействия, если удар неупругий?

Задача

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

Задача

С какой начальной скоростью v_0 надо бросить вертикально вниз мяч с высоты h , чтобы он после удара о землю подпрыгнул относительно начального уровня на высоту: а) $h=10$ м; б) h . Считать удар абсолютно упругим.

Задача

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

Задача

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

Задача

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

Задача

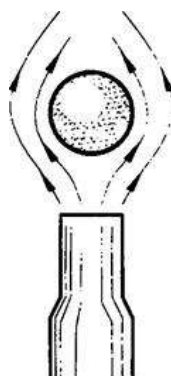
С какой скоростью понижается уровень воды в баке, площадь сечения которого 1 м^2 , если скорость течения воды в отводящей трубе течением 20 см^2 равна 2 м/с? Каков расход воды в баке?

Задача

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

Задача

Если подключить шланг к выходному отверстию пылесоса и поместить в струю мячик для настольного тенниса (рис.), то он будет парить в струе и при движении шланга будет следовать за ним. Объяснить явление.



Задача

В водопроводной трубе образовалось отверстие сечением 4 мм^2 , из которого бьет вертикально вверх струя воды, поднимаясь на высоту 80 см . Какова утечка воды за сутки?

Раздел 2. Молекулярная физика

Тема 2.1 Молекулярно-кинетическая теория

Практическое занятие № 4

Цели занятия: Изучить газовые законы и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

При сжатии газа его объем уменьшился с 8 до 5 л , а давление повысилось на 60 кПа . Найти первоначальное давление.

Задача

Пузырек воздуха всплывает со дна водоема. На глубине 6 м он имел объем 10 мм^3 . Найти объем пузырька у поверхности воды.

Задача

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

Задача

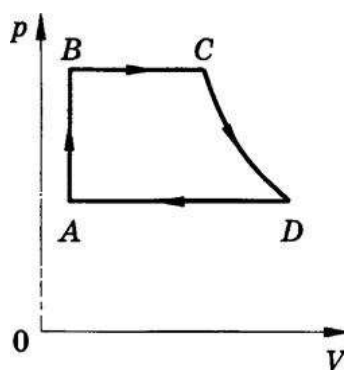
Какой объем займет газ при температуре 77°C , если при температуре 27°C его объем был шесть литров?

Задача

При какой температуре находился газ в закрытом сосуде, если при нагревании его на 140°C давление возросло в $1,5$ раза?

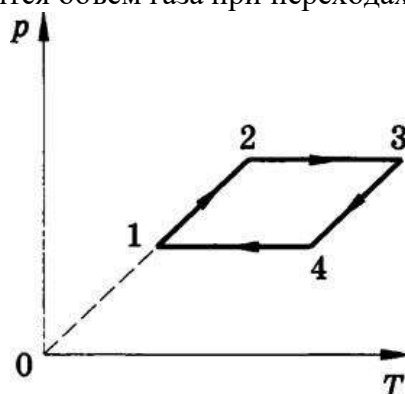
Задача

На рисунке представлен замкнутый цикл. Участок CD соответствует изотерме. Вычертить эту диаграмму в координатах p, T и p, V .



Задача

С газом некоторой массы был произведен замкнутый процесс, изображенный на рисунке. Объяснить, как изменятся объем газа при переходах 1-2, 2-3, 3-4, 4-1.



Раздел 2. Молекулярная физика

Тема 2.2 Начала термодинамики

Практическое занятие № 5

Цели занятия: Изучить законы начал термодинамики и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

Насколько изменится внутренняя энергия гелия массой 200 г при увеличении температуры на 20°C ?

Задача

Как изменяется внутренняя энергия одноатомного газа при изобарном нагревании? при изохорном охлаждении? при изотермическом сжатии?

Задача

Какую работу A совершает газ, количество вещества которого ν , при изобарном повышении температуры на ΔT ?

Задача

В двух цилиндрах под подвижным поршнем находятся водород и кислород. Сравнить работы, которые совершают эти газы при изобарном нагревании, если их массы, а также начальные и конечные температуры равны.

Задача

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

Задача

В калориметр с теплоемкостью 63 Дж/К было налито 250 г масла при 12°C . После

опускания в масло медного тела массой 500 г при 100 °С установилась общая температура 33 °С. Какова, по данным опыта, удельная теплоемкость масла?

Задача

В идеальной тепловой машине за счет каждого килоджоуля энергии, получаемой от нагревателя, совершается работа 300 Дж. Определить КПД машины и температуру нагревателя, если температура холодильника 280 К.

Задача

Какую среднюю мощность развивает двигатель мотоцикла, если при скорости движения 108 км/ч расход бензина составляет 3,2 л на 100 км пути, а КПД двигателя 25% ?

Задача

С какой наименьшей скоростью должна лететь свинцовая дробинка, чтобы при ударе о препятствие она расплавилась? Считать, что 80% кинетической энергии превратилось во внутреннюю энергию дробинки, а температура дробинки до удара была 127 °С.

Раздел 2. Молекулярная физика

Тема 2.3 Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

Практическое занятие № 6

Цели занятия: Изучить агрегатные состояния вещества, фазовые переходы и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

Какое количество теплоты необходимо сообщить двум килограммам воды, взятым при температуре 50 0С, чтобы полностью эту воду превратить в пар?

Задача

200 грамм водяного пара, взятого при температуре 100 0С, перевели в воду, взятую при температуре 20 0С. Какое количество теплоты при этих процессах вода и пар передали окружающей среде?

Задача

В воду массой 400 г и температурой 10 °С впустили 10 г водяного пара с температурой 100 °С. Определите, какая температура установится в сосуде.

Задача

Кусок льда массой 8 кг имеет температуру 0 °С. Его начинают плавить, сжигая керосин. Что будет в сосуде, когда сгорит 100 г керосина?

Задача

В сосуд с водой массой 2 кг и температурой 60 °С положили кусочек льда массой 50 г и температурой 0 °С. Какая температура установится в сосуде? (Ответ: $t = 56\text{ }^{\circ}\text{C}$.)

Задача

Какое количество теплоты выделяется при конденсации водяного пара массой 5 кг при температуре 100 °С и охлаждении образовавшейся воды до 30 °С? (Ответ: $Q = 1,3 \cdot 10^7$ Дж.)

Задача

Определите КПД двигателя трактора, которому для выполнения работы $1,89 \cdot 10^7$ Дж потребовалось 1,5 кг топлива с удельной теплотой сгорания $4,2 \cdot 10^6$ Дж.

Раздел 3. Электродинамика

Тема 3.1 Электрическое поле

Практическое занятие № 7

Цели занятия: Изучить законы электрического поля и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

Два точечных электрических заряда $Q_1=1\text{ нКл}$ и $Q_2=-2\text{ нКл}$ находятся в воздухе на расстоянии $d=10\text{ см}$ друг от друга. Определить напряжённость E и потенциал ϕ поля, создаваемого этими зарядами в точке A , удалённой от заряда Q_1 на расстояние $r_1=9\text{ см}$ и от заряда Q_2 на $r_2=7\text{ см}$.

Задача

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

Задача

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



Задача

Два шарика, расположенные на расстоянии 10 см друг от друга, имеют одинаковые отрицательные заряды и взаимодействуют с силой $0,23\text{ мН}$. Найти число избыточных электронов на каждом шарике.

Задача

С каким ускорением движется электрон в электрическом поле напряженностью 10 кВ/м ?

Задача

Два заряда, один из которых по модулю в 4 раза больше другого, расположены на расстоянии r друг от друга. В какой точке пространства напряженность поля равна нулю, если заряды: а) одноименные; б) разноименные?

Задача

Заряженный металлический лист свернули в цилиндр. Как изменилась поверхностная плотность заряда?

Задача

Найти напряженность поля заряженной бесконечной пластины, если поверхностная плотность заряда на ней равна 354 нКл/м^2

Задача

Между двумя пластинами, расположенными горизонтально в вакууме на расстоянии $4,8\text{ мм}$ друг от друга, находится в равновесии отрицательно заряженная капелька масла массой 10 нг . Сколько «избыточных» электронов имеет капелька, если на пластины подано напряжение 1 кВ ?

Задача

Емкость одного конденсатора 200 пФ , а другого — 1 мкФ . Сравнить заряды, накопленные на этих конденсаторах при их подключении к полюсам одного и того же источника постоянного напряжения.

Задача

Во сколько раз изменится емкость конденсатора при уменьшении рабочей площади пластинок в 2 раза и уменьшении расстояния между ними в 3 раза?

Задача

При введении в пространство между пластинами воздушного конденсатора твердого диэлектрика напряжение на конденсаторе уменьшилось с 400 В до 50 В . Какова

диэлектрическая проницаемость диэлектрика?

Задача

Расстояние между пластинами заряженного плоского конденсатора уменьшили в 2 раза. Во сколько раз изменилась энергия и плотность энергии поля? Рассмотреть два случая: а) конденсатор отключили от источника напряжения; б) конденсатор остался присоединенным к источнику постоянного напряжения.

Раздел 3. Электродинамика

Тема 3.2 Постоянный электрический ток

Практическое занятие № 8

Цели занятия: Изучить законы электрического тока и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

Сколько времени длилось никелирование, если на изделие осел слой никеля массой 1,8г при силе тока 2А? Электрохимический эквивалент никеля равен $3 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл.

Задача

При серебрении изделий пользовались током 5А в течение 15 мин. Какое количество серебра израсходовано за это время? Электрохимический эквивалент серебра равен $1,12 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл.

Задача

ЭДС элемента 1,5В, а его внутреннее сопротивление 0,5 Ом. Сопротивление внешней цепи также равно 0,5 Ом. Какова сила тока в цепи?

Задача

Аккумулятор с внутренним сопротивлением 0,2Ом и ЭДС 2В замкнут проволокой. Определить площадь поперечного сечения проволоки, если сила тока в цепи равна 5А, удельное сопротивление проволоки равно $0,1 \cdot 10^{-6}$ Ом·м, а ее длина равна 5м.

Задача

Какова масса меди, выделившейся за 1 ч на катоде, если сила тока через раствор медного купороса равна 5000 А? Электрохимический эквивалент меди $3,28 \cdot 10^{-7}$ кг/ Кл.

Задача

Два проводника сопротивлением 5Ом и 7Ом соединены параллельно и подключены к источнику электрического тока. В первом выделилось в виде тепла 17,6 кДж энергии. Какое количество теплоты выделилось во втором проводнике за то же время?

Задача

Сколько времени длится нагревание в электрическом чайнике мощностью 800Вт 3л воды от 180°С до температуры кипения? КПД чайника равен 87%.

Раздел 3. Электродинамика

Тема 3.3 Электрический ток в различных средах

Практическое занятие № 9

Цели занятия: Изучить законы электрического тока в различных средах и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

5.Когда через электролит проходил ток 1,5 А, на катоде в течение 5 мин выделилось 503 мг металла. Какой это металл?

Задача

При электролизе раствора $ZnSO_4$ выделяется 61,2 г цинка. Определить затраченную энергию электрического тока, если напряжение на зажимах ванны 10 В.

Задача

При облучении газа – излучением образуется каждую секунду $5 \cdot 10^{18}$ пар ионов. Определить силу тока насыщения, проходящего через газ, если заряд каждого иона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл?

Задача

Через сколько минут медный анод станет толще на 0,03 мм, если плотность тока при электролизе 300 А/м²?

Задача

При электролизе раствора серной кислоты расходуется мощность 37 Вт. Определите сопротивление электролита, если за 50 мин выделяется 0,3 г водорода.

Задача

Потенциал ионизации атома гелия 24,5 В. Найти работу ионизации.

Задача

В электролитической ванне через раствор прошел заряд $Q=193$ кКл. При этом на катоде выделился металл количеством вещества $\nu=1$ моль. Определить валентность Z металла.

Задача

Чему равен КПД (в %) установки для электролиза раствора серебряной соли, если при затрате 800 кДж энергии выделилось 0,6 г серебра при разности потенциалов на электродах 4 В?

Задача

С какой скоростью ударяется электрон об анод катодной трубки, если между её электродами поддерживается напряжение 220 В?

Задача

Определить какая масса алюминия отложится на катоде за 10 ч при электролизе $Al_2(SO_4)_3$, если сила тока равна 1 А. Электрохимический эквивалент алюминия $9,3 \cdot 10^{-8}$ кг/Кл.

Раздел 3. Электродинамика

Тема 3.4 Магнитное поле

Практическое занятие № 10

Цели занятия: Изучить законы магнитного поля и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

Два параллельных бесконечно длинных провода D и C , по которым текут в одном направлении токи силой $I=60$ А, расположены на расстоянии $d=10$ см друг от друга. Определить магнитную индукцию B поля, создаваемого проводниками с током в точке A , отстоящей от одного проводника на расстоянии $r_1=5$ см, от другого на расстоянии $r_2=12$ см.

Задача

Рамка площадью 400 см² помещена в однородное магнитное поле индукцией 0,1 Тл так, что нормаль к рамке перпендикулярна линиям индукции. При какой силе тока на рамку будет действовать вращающий момент 20 мН·м?

Задача

Магнитный поток внутри контура, площадь поперечного сечения которого 60 см², равен 0,3 мВб. Найти индукцию поля внутри контура. Поле считать однородным и перпендикулярным плоскости проводника.

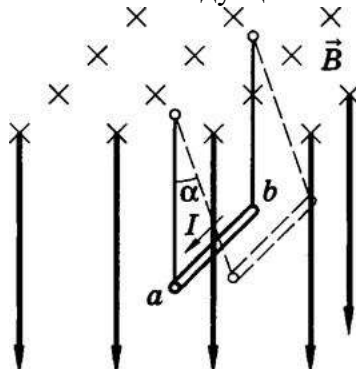
Задача

Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части

5 см действует сила 50 мН? Сила тока в проводнике 25 А. Проводник расположен перпендикулярно вектору индукции магнитного поля.

Задача

Проводник ab , длина которого l и масса m , подвешен на тонких проволочках. При прохождении во нему тока I он отклонился в однородном магнитном поле (рис.) так, что нити образовали угол α с вертикалью. Какова индукция магнитного поля?



Задача

Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью 10 Мм/с в магнитном поле индукцией 0,2 Тл перпендикулярно линиям индукции?

Задача

Протон в магнитном поле индукцией 0,01 Тл описал окружность радиусом 10 см. Найти скорость протона.

Задача

Протон и α -частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Сравнить радиусы окружностей, которые описывают частицы, если у них одинаковы: а) скорости; б) энергии. Заряд α -частицы в 2 раза больше заряда протона, а масса α -частицы в 4 раза больше его массы.

Раздел 3. Электродинамика

Тема 3.5 Электромагнитное поле

Практическое занятие № 11

Цели занятия: Изучить законы электромагнитного поля и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

По какому закону должен изменяться магнитный поток в зависимости от времени, чтобы ЭДС индукции, возникающая в контуре, оставалась постоянной?

Задача

Сколько витков должна содержать катушка с площадью поперечного сечения 50 см², чтобы при изменении магнитной индукции от 0,2Тл до 0,3 Тл в течение 4 мс в ней возбуждалась ЭДС 10В?

Задача

С какой скоростью надо перемещать проводник под углом 60° к линиям индукции магнитного поля, чтобы в проводнике возбуждалась ЭДС индукции 1В? Индукция магнитного поля равна 0,2Тл. Длина активной части 1м.

Задача

Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита индуктивностью 0,4 Гн при равномерном изменении силы тока в ней на 5А за 0,02с?

Задача

В катушке индуктивностью 0,6 Гн сила тока равна 20 А. Какова энергия магнитного поля этой катушки? Как изменится энергия поля, если сила тока уменьшится вдвое?

Задача

Какой должна быть сила тока в обмотке дросселя индуктивностью 0,5 Гн, чтобы энергия поля оказалась равной 1 Дж?

Раздел 4. Колебания и волны

Тема 4.1 Механические колебания и волны

Практическое занятие № 12

Цели занятия: Обобщить и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

Точка совершает гармонические колебания с частотой $\nu=10$ Гц. В момент, принятый за начальный, точка имела максимальное смещение $x_{\text{макс}}=1$ мм. Написать уравнение колебаний точки.

Задача

Грузик, колеблющийся на пружине, за 8 с совершил 32 колебания. Найти период и частоту колебаний.

Задача

На какое расстояние надо отвести от положения равновесия груз массой 640 г, закрепленный на пружине жесткостью 0,4 кН/м, чтобы он проходил положение равновесия со скоростью 1 м/с?

Задача

Если к некоторому грузу, колеблющемуся на пружине, подвесить гирию массой 100 г, то частота колебаний уменьшится в 1,41 раза. Какой массы груз был первоначально подвешен к пружине?

Задача

Во сколько раз изменится частота колебаний математического маятника при увеличении длины нити в 3 раза?

Задача

Мальчик несет на коромысле ведро с водой, период собственных колебаний которых 1,6 с. При какой скорости движения мальчика вода начнет особенно сильно выплескиваться, если длина его шага 60 см?

Задача

При измерении глубины моря под кораблем при помощи эхолота оказалось, что моменты отправления и приема ультразвука разделены промежутком времени 0,6 с. Какова глубина моря под кораблем?

Задача

Скорость распространения звука в стали равна 5 км/с. Какова длина звуковой волны, которая распространяется в стали, если частота колебаний равна 4кГц?

Задача

Лодка качается в море на волнах, распространяющихся со скоростью 2м/с. Расстояние между ближайшими гребнями волны 6м. Какова частота ударов волн о корпус лодки?

Задача

В океанах длина волны достигает 300 м; период колебаний в волне равен 13,5с. Какова скорость распространения таких волн?

Задача

По поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью 6м/с. Каковы период и частота колебаний бакена, если длина волны 3м?

Задача

Динамик подключен к выходу звукового генератора электрических колебаний. Частота колебаний 165 Гц. Определите длину звуковой волны, зная, что скорость звуковой

волны в воздухе 330 м/с.

Раздел 4. Колебания и волны

Тема 4.2 Электромагнитные колебания и волны

Практическое занятие № 13

Цели занятия: Изучить природу электромагнитных колебаний и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

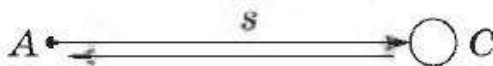
Определите расстояние от Земли до Луны в момент локации, если посланный сигнал вернулся через 2,56 с.

Задача

В каком диапазоне длин волн может работать приёмник, если ёмкость конденсатора в его колебательном контуре плавно изменяется от $C_1 = 50$ пФ до $C_2 = 500$ пФ, а индуктивность катушки постоянна и равна $L = 20$ мкГн?

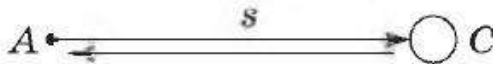
Задача

На каком расстоянии s от антенны радиолокатора А находится объект С, если отражённый от него радиосигнал возвратился обратно через промежуток времени $\tau = 200$ мкс?



Задача

Каким может быть максимальное число импульсов, испускаемых радиолокатором за время $t = 1$ с, при разведывании цели, находящейся на расстоянии $s = 30$ км от него?



Задача

Скорость v распространения электромагнитных волн в некоторой среде равна 200 Мм/с. Определите длину λ электромагнитных волн в этой среде, если их частота колебаний в вакууме $\nu_0 = 2$ МГц.

Задача

Определите длину электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, если максимальный заряд на обкладках конденсатора $Q_m = 10$ нКл, а максимальная сила тока в контуре $I_m = 1$ А. Активным сопротивлением контура пренебречь.

Задача

Плоская электромагнитная волна распространяется в однородной и изотропной среде напряженности электрического поля волны $E_0 = 12$ В/м. Определите: фазовую скорость волны; амплитуду напряженности магнитного поля волны.

Задача

Источник монохроматического света с длиной волны $\lambda_0 = 550$ нм движется в вакууме со скоростью $v = 0,2c$ по направлению к наблюдателю. Определите длину волны, которую зафиксирует приемник наблюдателя.

Раздел 5. Оптика

Тема 5.1 Геометрическая оптика

Практическое занятие № 14

Цели занятия: Изучить законы геометрической оптики и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

От ближайшей звезды (α Центавра) свет доходит до Земли за 4,3 года. Каково расстояние до звезды?

Задача

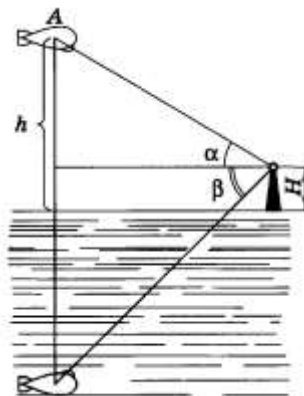
Под каким углом должен падать луч света на плоское зеркало, чтобы угол между отраженным и падающим лучами был равен 70° ?

Задача

Изобразить два взаимно перпендикулярных зеркала АО и ОВ, луч CD, падающий на зеркало ОВ, и направления DE и EF дальнейшего хода этого луча. Доказать, что луч EF параллелен лучу CD при любом угле падения луча CD в плоскости двугранного угла.

Задача

На какой высоте h находится аэростат А, если с башни высотой H он виден под углом α над горизонтом, а его изображение в озере видно под углом β под горизонтом (рис.)?



Задача

На какой угол отклонится луч света от первоначального направления, упав под углом 45° на поверхность стекла? на поверхность алмаза?

Задача

Луч света переходит из воды в стекло. Угол падения равен 35° . Найти угол преломления.

Задача

Каковы радиусы кривизны поверхностей выпукло-вогнутой собирающей линзы с оптической силой 5 дптр., если один из них больше другого в 2 раза?

Задача

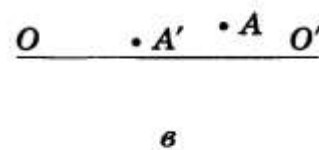
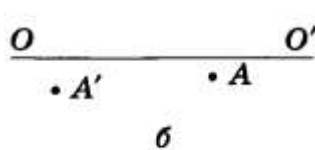
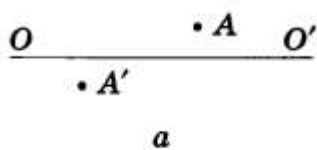
Предмет расположен в 25 см от собирающей линзы с радиусами кривизны поверхностей 20 см. Определить показатель преломления стекла, из которого изготовлена линза, если действительное изображение предмета получилось на расстоянии 1 м от неё.

Задача

Определить оптическую силу рассеивающей линзы, если известно, что предмет, помещенный перед ней на расстоянии 40 см, дает мнимое изображение, уменьшенное в 4 раза.

Задача

На рисунке показаны положения главных оптических осей ОО', светящихся точек А и их изображений А'. Какие линзы (собирающие или рассеивающие) соответствуют рисункам а, б, в? Найти построением положение линз и их главных фокусов.



Раздел 5. Оптика

Тема 5.2 Волновая оптика

Практическое занятие № 15

Цели занятия: Изучить законы волновой оптики и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

На дифракционную решетку в направлении нормали к её поверхности падает монохроматический свет. Период решётки $d=2$ мкм. Какого наибольшего порядка дифракционный максимум даёт эта решётка в случае красного света ($\lambda_1=0,7$ мкм) и в случае фиолетового ($\lambda_2=0,41$ мкм)?

Задача

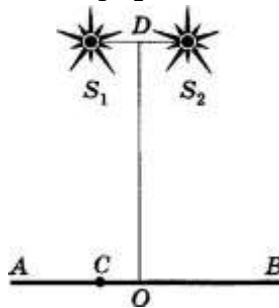
В кабинете физики есть дифракционные решетки, имеющие 50 и 100 штрихов на 1 мм. Какая из них даст на экране более широкий спектр при прочих равных условиях?

Задача

Дифракционная решетка содержит 120 штрихов на 1 мм. Найти длину волны монохроматического света, падающего на решетку, если угол между двумя спектрами первого порядка равен 8° .

Задача

Два когерентных источника S_1 и S_2 (рис.) излучают монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Определить, на каком расстоянии от точки O на экране будет первый максимум освещенности, если $OD=4$ м и $S_1 S_2 = 1$ мм.



Задача

В установке для наблюдения колец Ньютона используется плосковыпуклая линза с радиусом кривизны 8,6 м. При освещении установки монохроматическим светом, падающим нормально на плоскую поверхность линзы, радиус четвертого темного кольца был равен 4,5 мм. Определить длину волны света, если наблюдение велось в отраженном свете.

Задача

Свет, отраженный от поверхности воды, частично поляризован. Как убедиться в этом, имея поляририд?

Задача

Какие частоты колебаний соответствуют крайним красным ($L_k=0,76$ мкм) и крайним фиолетовым ($L_f = 0,4$ мкм) лучам видимой части спектра?

Задача

Для данного света длина волны в воде 0,46 мкм. Какова длина волны в воздухе?

Раздел 5. Оптика

Тема 5.3 Специальная теория относительности

Практическое занятие № 16

Цели занятия: Изучить положения СТО и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

Элементарная частица нейтрино движется со скоростью света c . Наблюдатель

движется навстречу нейтрино со скоростью v . Какова скорость нейтрино относительно наблюдателя?

Задача

Две частицы, расстояние между которыми $x = 10$ м, летят навстречу друг другу со скоростями $v = 0,6c$ (шестьдесят процентов от скорости света). Через какой промежуток времени по лабораторным часам произойдет соударение?

Задача

Какова масса протона, летящего со скоростью $2,4 \cdot 10^6$ м/с? Массу покоя протона считать равной 1 а. е. м.

Задача

Во сколько раз увеличивается масса частицы при движении со скоростью $0,99c$?

Задача

Электрон движется со скоростью $0,8c$. Определить полную и кинетическую энергию электрона.

Раздел 6. Квантовая физика

Тема 6.1 Квантовая оптика

Практическое занятие № 17

Цели занятия: Изучить модели строения атома и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

При облучении паров ртути электронами энергия атома ртути увеличивается на 4,9 эВ. Какова длина волны излучения, которое испускают атомы ртути при переходе в невозбужденное состояние?

Задача

Для ионизации атома азота необходима энергия 14,53 эВ. Найти длину волны излучения, которое вызовет ионизацию?

Задача

Для однократной ионизации атомов неона требуется энергия 21,6 эВ, для двукратной — 41 эВ, для трехкратной — 64 эВ. Какую степень ионизации можно получить, облучая неон рентгеновскими лучами, наименьшая длина волны которых 25 нм?

Задача

В 1814 г. И. Фраунгофер обнаружил четыре линии поглощения водорода в видимой части спектра Солнца. Наибольшая длина волны в спектре поглощения была 656 нм. Найти длины волн в спектре поглощения, соответствующие остальным линиям.

Задача

Какую минимальную скорость должны иметь электроны, чтобы ударом перевести атом водорода из первого энергетического состояния в пятое?

Задача

Определить максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности серебра:

1) ультрафиолетовыми лучами с длиной волны $\lambda_1 = 0,155$ мкм;

2) γ - лучами с длиной волны $\lambda_2 = 0,01$ А (ангстрем)

Задача

Электрон, начальной скоростью которого можно пренебречь, прошел ускоряющую разность потенциалов U . Найти длину волны де Бройля λ для двух случаев: 1) $U_1 = 51$ В; 2) $U_2 = 510$ кВ.

Задача

При какой минимальной энергии квантов произойдет фотоэффект на цинковой пластине?

Задача

Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для меди 282 нм. Найти работу выхода электронов из меди (в эВ).

Задача

Угол рассеяния рентгеновских лучей с длиной волны 5 пм равен 30° , а электроны отдачи движутся под углом 60° к направлению падающих лучей. Найти: а) импульс электронов отдачи; б) импульс фотонов рассеянных лучей.

Раздел 6. Квантовая физика

Тема 6.2 Физика атома и атомного ядра

Практическое занятие № 18

Цели занятия: Изучить модели строения ядра атома и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

Каковы преимущества кобальтовой пушки перед рентгеновской установкой при обнаружении внутренних дефектов изделий?

Задача

Какой изотоп образуется из урана $^{239}\text{U}_{92}$ двух β -распадов и одного α -распада?

Задача

В результате какого радиоактивного распада натрий $^{22}\text{Na}_{11}$ превращается в магний $^{22}\text{Mg}_{12}$?

Задача

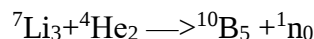
Активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза за 8 суток. Найти период полураспада.

Задача

Вычислить дефект массы и энергию связи ядра $^3\text{Li}_7$.

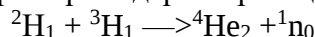
Задача

Какую минимальную энергию должна иметь α -частица для осуществления ядерной реакции



Задача

Какая энергия выделяется при термоядерной реакции:



Задача

При облучении углерода $^{12}\text{C}_6$ протонами образуется изотоп углерода $^{13}\text{C}_6$. Какая при этом выбрасывается частица? Написать реакцию.

Задача

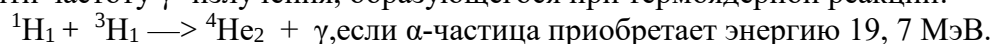
В результате термоядерной реакции соединения двух протонов образуется дейтрон и нейтрино. Какая еще появляется частица? Написать реакцию.

Задача

В установках для γ -облучения в сельском хозяйстве используется β -радиоактивный изотоп цезия $^{137}\text{Cs}_{55}$. Написать реакцию β -распада. Найти максимальную частоту γ -излучения, если наибольшая энергия γ -квантов равна 0,66 МэВ. Вычислить релятивистскую скорость β -частиц, если их энергия 1,18 МэВ.

Задача

Найти частоту γ -излучения, образующегося при термоядерной реакции:



Задача

При аннигиляции электрона и позитрона образовалось два одинаковых γ -кванта. Найти длину волны, пренебрегая кинетической энергией частиц до реакции.

Раздел 7. Строение Вселенной

Тема 7.1 Строение солнечной системы

Практическое занятие № 19

Цели занятия: Изучить модели строения солнечной системы и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

Принимая, что Сатурн обращается вокруг Солнца по круговой орбите с радиусом около 10 а.е., определить видимую звездную величину Солнца с одного из спутников Сатурна. Звездную величину Солнца при наблюдениях с Земли считать равной $-26,7^m$.

Задача

На каком расстоянии от Земли находится Марс, наблюдаемый в квадратуре? Орбиты Земли и Марса считать круговыми. Решение поясните рисунком.

Задача

Под утро 14 августа 2012 года жители российских регионов к востоку от озера Байкал могли наблюдать редкое явление – покрытие Венеры Луной. Во сколько раз Луна была ярче Венеры, если их видимые звездные величины были -8^m и -4^m , соответственно?

Задача

Какие астрономические явления иллюстрируют схемы, приведенные на рисунках а и б?

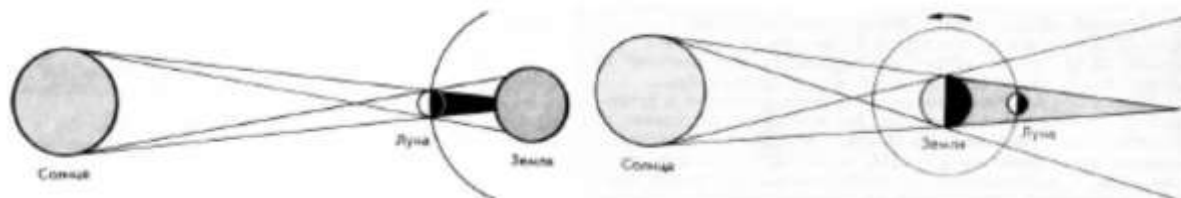


Рис. а

Рис. б

Задача

На рисунке приведена фотография прохождения Венеры по солнечному диску 6 июня 2012 года. Зная, что диаметр Венеры составляет 12100 км, а ее расстояние от Земли в момент съемки было 0,289 астрономической единицы, определите диаметр Солнца в километрах. Поясните ход своего решения.

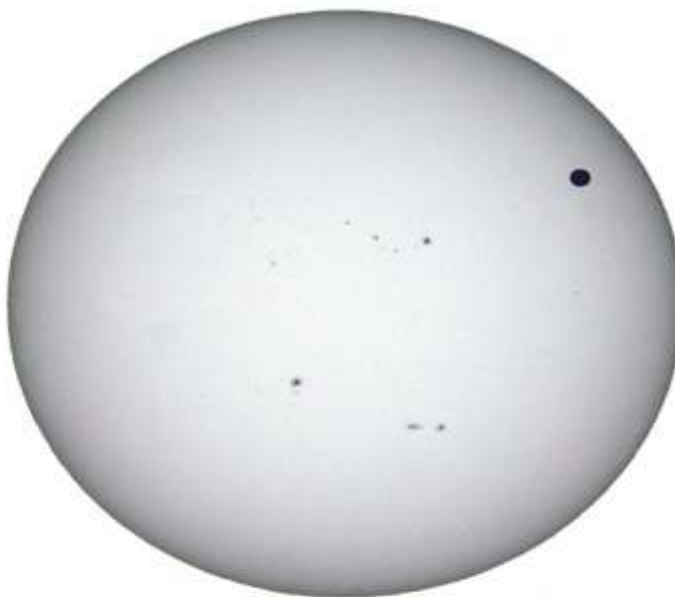


Рис. Фотография прохождения Венеры по диску Солнца
6 июня 2012 года

Задача

Расстояние от Земли до Луны в ближайшей к ней точке своей орбиты составляет 363 тыс.км, а в наиболее удаленной точке 405 тыс.км. Определите горизонтальный параллакс Луны в этих положениях.

Раздел 7. Строение Вселенной

Тема 7.2 Эволюция Вселенной

Практическое занятие № 20

Цели занятия: Изучить основные положения современной космологии и закрепить знания на практическом решении задач по теме.

Задача

Две главные звезды созвездия Близнецов: – Кастор ($1,9^m$) и – Поллукс ($1,2^m$). Кастор удален от нас на 52 световых года, а Поллукс – на 34. Определите, что ярче – Кастор при наблюдении из окрестностей Поллукса или Поллукс при наблюдениях из окрестностей Кастора?

Задача

Новая звезда в момент вспышки имела видимую звездную величину $3,2^m$. Вычислите расстояние до нее, если известно, что большинство новых звезд этого типа имеют абсолютную звездную величину -8^m .

Задача

Найдите размеры звезды Альтаир, если ее светимость равна десяти светимостям Солнца, а температура фотосферы 8400К.

Задача

При изучении масс звезд и их светимостей установлено, что для звезд, принадлежащих к главной последовательности, в интервале от 0,5М Солнца до 10М Солнца светимость пропорциональна четвертой степени ее массы. Проведите необходимые расчеты и укажите на диаграмме местонахождение звезд.

Задача

Какова средняя плотность красного сверхгиганта, если его диаметр в 300 раз больше солнечного, а масса в 30 раз больше, чем масса Солнца?

Задача

У звезды Альтаир годичный параллакс равен $0,198''$, собственное движение $0,658''$ и лучевая скорость $-26,3$ км/с. Определите тангенциальную и пространственную скорости звезды.

Задача

Определите массу Большой газопылевой туманности в Орионе, если ее видимые размеры составляют около 1° , а расстояние до нее 400пк, а плотность газопылевой среды 10^{-19} кг/м³.

Задача

Планетарная туманность в созвездии Лиры имеет угловой диаметр $83''$ и находится от нас на расстоянии в 660пк. Каковы ее линейные размеры в астрономических единицах?

Задача

Галактика удаляется от нас со скоростью 6000км/с и имеет видимый угловой размер $2'$. Определите расстояние до галактики и ее линейные размеры.

Задача

Величина, обратная постоянной Хаббла, дает примерную оценку времени, которое прошло с момента начала расширения Вселенной. Подсчитайте это время.

Список информационных источников:

Основные печатные издания

1. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Оптика (главы курса) : учебное пособие для спо / Е. Н. Аксенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 76 с. — ISBN 978-5-8114-6538-5.
2. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Механика (главы курса) : учебное пособие для спо / Е. Н. Аксенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 128 с. — ISBN 978-5-8114-6539-2
3. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Электричество и магнетизм (главы курса) : учебное пособие для СПО / Е. Н. Аксенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 112 с. — ISBN 978-5-8114-6536-1.
4. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Колебания и волны (главы курса) : учебное пособие для спо / Е. Н. Аксенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 72 с. — ISBN 978-5-8114-6540-8.
5. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика (главы курса) : учебное пособие для спо / Е. Н. Аксенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 72 с. — ISBN 978-5-8114-6537-8.

Основные электронные издания

1. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Оптика (главы курса) : учебное пособие для спо / Е. Н. Аксенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 76 с. — ISBN 978-5-8114-6538-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148483>
2. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Механика (главы курса) : учебное пособие для спо / Е. Н. Аксенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 128 с. — ISBN 978-5-8114-6539-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148484>
3. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Электричество и магнетизм (главы курса) : учебное пособие для спо / Е. Н. Аксенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 112 с. — ISBN 978-5-8114-6536-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148481>
4. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Колебания и волны (главы курса) : учебное пособие для спо / Е. Н. Аксенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 72 с. — ISBN 978-5-8114-6540-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148485>
5. Аксенова, Е. Н. Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика (главы курса) : учебное пособие для спо / Е. Н. Аксенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 72 с. — ISBN 978-5-8114-6537-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148482>

Дополнительные источники

1. Бирюкова, О. В. Физика. Электричество и магнетизм. Задачи с решениями / О. В. Бирюкова, Б. В. Ермаков, И. В. Корецкая. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 180 с. — ISBN 978-5-507-44637-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/231494> (дата обращения: 22.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Трунов, Г. М. Общая физика. Дополнительные материалы для самостоятельной работы : учебное пособие для спо / Г. М. Трунов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 72 с. — ISBN 978-5-8114-5797-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/146680>
3. Практикум по решению задач общего курса физики. Механика : учебное пособие для спо / Н. П. Калашников, Т. В. Котырло, С. Л. Кустов, Г. Г. Спирин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 292 с. — ISBN 978-5-8114-6884-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153652>

4. Физика. Механические колебания. Сборник задач с решениями [Электронный ресурс]: задачник для СПО/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, 2019.— 164 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/86468.html>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Щербаков, Р. Н. Великие физики как педагоги: от научных исследований - к просвещению общества / Р. Н. Щербаков. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2024. — 297 с. — ISBN 978-5-93208-687-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/135838.html> (дата обращения: 23.01.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Колебания и волны. Оптика : учебное пособие для спо / Н. П. Калашников, Н. М. Кожевников, Т. В. Котырло, Г. Г. Спирин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-6885-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153653> (дата обращения: 23.11.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.