

Департамент образования и науки Костромской области

областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«КОСТРОМСКОЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

**Методический конкурс педагогов образовательных организаций
Костромской области**

Номинация: Дидактические материалы для обучающихся

Калинина Е.О.

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Часть 1

Для всех специальностей

Кострома – 2020

Калинина Е.О. **Сборник задач по физике, часть 1** – РИК ОГБПОУ Костромской политехнический колледж, 2020. – 31 с.

Сборник содержит задачи по физике для самостоятельного решения в 1 семестре, а также примеры решения задач по следующим разделам физики: «Кинематика», «Динамика. Законы сохранения в механике», «Молекулярная физика». Предназначен для студентов 1-х курсов всех специальностей.

Рецензент: Баженов В.М. – руководитель РМО педагогических работников физики и электротехники, преподаватель ОГБПОУ "Костромской энергетический техникум им. Ф.В. Чижова"

© Калинина Е.О. 2020
© ОГБПОУ «Костромской
политехнический
колледж», 2020

Гарнитура шрифта «Times New Roman Cyr» 12 п.
Формат 60х84/16. Кол-во листов 31/16. Кол-во авт. с. 1,3.
РИК КПК
Файл «Документы\2020\Методички\Сборник задач по физике, часть 1.Калинина»

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
ТЕМА 1.1. КИНЕМАТИКА.....	5
ТЕМА 1.2. «КИНЕМАТИКА ПРЯМОЛИНЕЙНОГО РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ»	7
ТЕМА 1.3. «КИНЕМАТИКА РАВНОПЕРЕМЕННОГО ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ»	8
ТЕМА 1.4. «СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ».....	11
ТЕМА 1.5. «РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ ПО ОКРУЖНОСТИ»	13
ТЕМА 2.1. «ЗАКОНЫ НЬЮТОНА».....	16
ТЕМА 2.2. «ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА»	19
ТЕМА 2.3. «ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ»	21
ТЕМА 2.4. «ЗАКОН ГУКА ПРИ РАСТЯЖЕНИИ (СЖАТИИ) ТВЕРДОГО ТЕЛА»	22
ТЕМА 2.5 «РАБОТА И МОЩНОСТЬ».....	24
ТЕМА 2.6. «ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ И КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В КОНСЕРВАТИВНЫХ СИСТЕМАХ».....	27
ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ	28
ТЕМА 3.1. «ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ И ЕГО ЗАКОНЫ»	28
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	31

ВВЕДЕНИЕ

Основное назначение настоящего сборника – помочь студентам лучше усвоить курс физики. Пособие представляет собой систематический сборник вопросов и задач, отражающий программу 1 семестра курса физики для специальностей технического профиля, и состоит из трех разделов, соответствующих календарно-тематическому плану по физике для 1 курса. Каждый раздел состоит из подразделов. В первый подраздел «Вопросы для фронтального опроса» включен перечень вопросов, составленных на основе теоретического материала лекционных занятий по физике. Первый подраздел поможет определиться с вопросами при подготовке к занятию. Второй подраздел «Основные законы и формулы» содержит необходимые для решения задач основные законы физики и рабочие формулы, которые потребуются при решении задач. В третий подраздел «Задачи, рекомендуемые для решения на занятии» включены обязательные задачи, некоторые (наиболее важные для понимания) с подробными решениями и теоретическим анализом.

Сборник задач опирается на ФГОС, в основе которого лежит системно-деятельностный подход. На первые позиции выдвигается освоение умений и для учебного предмета определяются требования к предметным результатам, которые включают «освоенные обучающимися в ходе изучения учебного предмета умения, специфические для данной предметной области, и виды деятельности» [5].

Поэтому «Сборник задач по физике» ориентирован на формирование у обучающихся естественнонаучных компетенций, включающих в себя:

- понимание предметного материала и предметную грамотность,
- ключевые группы когнитивных, коммуникативных и проектных умений (критическое мышление, решение проблем, творческую активность, умения общаться и умения работать в команде),
- личностные качества (любопытность, инициативность, настойчивость, способность адаптироваться, лидерские качества).

Для блока личностных результатов наиболее значим вклад:

- в приобретение опыта самостоятельного исследования, открытия нового знания;
- в ответственное отношение к учению, готовность к самообразованию и саморазвитию, мотивация к познавательной деятельности.

Метапредметные результаты:

- определять цели своей деятельности и планировать пути достижения целей при выполнении учебных задач;
- осуществлять самоконтроль и самооценку в процессе деятельности, в том числе корректировать при необходимости план выполнения учебной задачи, самостоятельно оценивать результаты решения задач, фиксировать собственные трудности в освоении учебного материала по физике и намечать пути по их преодолению;
- строить логические рассуждения, использовать научные доказательства и имеющиеся данные для получения выводов, в том числе о наблюдаемых физических закономерностях, характере протекания физических процессов, численном значении физических величин;
- создавать и применять модели, выдвигать гипотезы для объяснения или описания физических явлений;
- перерабатывать информацию из текстов физического содержания («смысловое чтение»), в том числе находить нужную информацию в тексте, обобщать содержание текста и выделять в нем основные мысли, критически оценивать содержание текста, использовать информацию из текста для решения физических задач;
- воспринимать, перерабатывать и предъявлять информацию в различных формах: словесной, символической, в виде графиков, изображений, схем, диаграмм. [3]

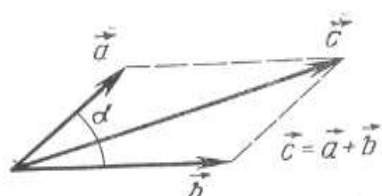
Тема 1.1. «КИНЕМАТИКА»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

1. Что изучает физика?
2. Что называется вектором?
3. Что называется скаляром?
4. Что называется модулем вектора? Что выражает модуль вектора?
5. Как можно сложить два вектора?
6. По какой формуле можно найти результирующий вектор?
7. Как найти разность двух векторов?
8. Что называется проекцией вектора на ось?

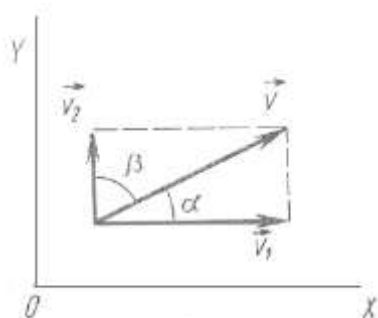
ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Модуль результирующего вектора



$$c = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \alpha}.$$

Разложение вектора на составляющие



$$\vec{v}_1 = \vec{v} \cos \alpha$$

$$\vec{v}_2 = \vec{v} \cos \beta = \vec{v} \sin \alpha$$

Проекции вектора на координатные оси

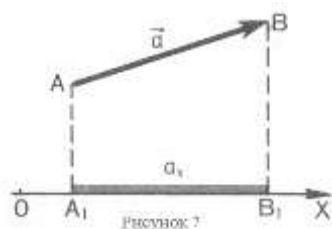


Рисунок 7

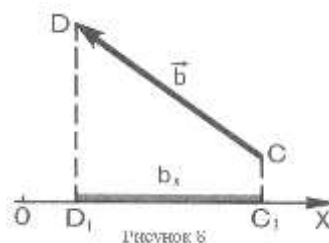


Рисунок 8

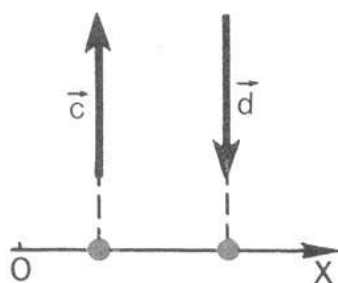
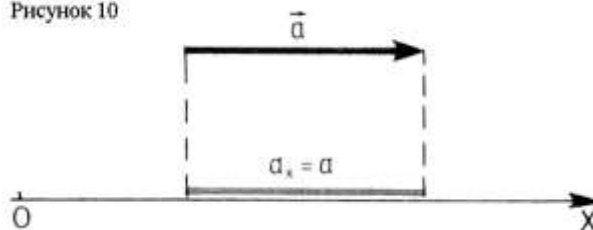
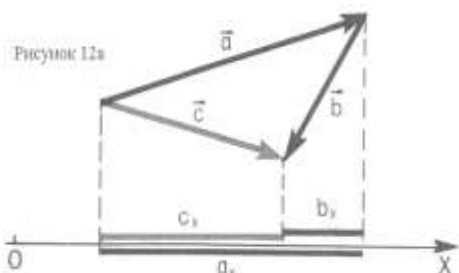
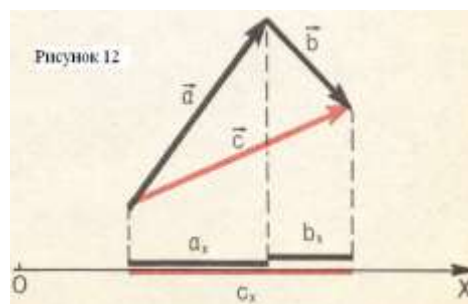
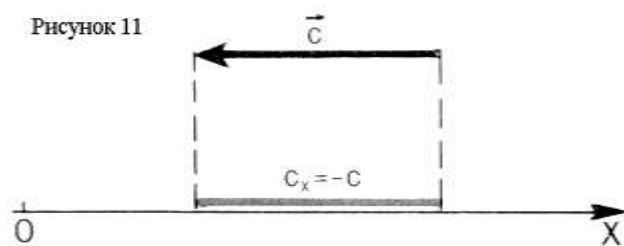


Рисунок 9

Рисунок 10





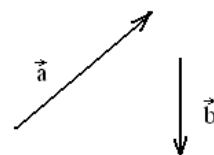
ЗАДАЧИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

ЗАДАЧА № 1

Даны векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$. Найдите $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$ а) по правилу параллелограмма; б) по правилу треугольника.[1]

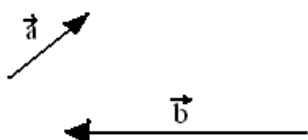
Методические указания к решению задачи

Напомнить, что вектора можно переносить параллельным переносом в любом направлении. По правилу параллелограмма вектора должны исходить из одной точки, а по правилу треугольника конец одного должен упираться в начало первого.



ЗАДАЧА № 2

Даны векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$. Найдите $\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$. [1]



Методические указания к решению задачи

Вектора можно переносить параллельным переносом. Вычитание векторов сводится к сложению по правилу треугольника. Напомнить, что вектора в данном случае выходят из одной точки, а результирующий вектор будет направлен в сторону уменьшаемого вектора.

ЗАДАЧА № 3

Найдите построением сумму и разность двух одинаковых по модулю взаимно перпендикулярных векторов. [1]

Методические указания к решению задачи

Разобрать, какие вектора являются взаимно перпендикулярными. Напомнить, что сумму векторов можно найти двумя способами: по правилу параллелограмма и по правилу треугольника. Вычитание векторов сводится к сложению по правилу треугольника. Напомнить, что вектора в данном случае выходят из одной точки, а результирующий вектор будет направлен в сторону уменьшаемого вектора.

Сравнить между собой модули полученных векторов.

ТЕМА 1.2. «КИНЕМАТИКА ПРЯМОЛИНЕЙНОГО РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

1. Что называют системой отсчета?
2. Как понять, что такое относительность движения?
3. В чём различие между физическим телом и материальной точкой?
4. Чем различаются расстояние и путь и траектория движения?
5. Какие виды движения существуют(по характеру и траектории)?
6. Дайте определение равномерное прямолинейного движения.
7. Как рассчитать расстояние, скорость и время при равномерном прямолинейном движении?
8. Какие из перечисленных ниже величин являются векторными?
Путь, перемещение, скорость.
9. Решаются две задачи:
 - 1) Рассчитывается маневр стыковки двух космических кораблей;
 - 2) Рассчитывается период обращения космических кораблей вокруг Земли.В каком случае космические корабли можно рассматривать как материальные точки?

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Скорость

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

Путь

$$\vec{s} = \vec{v} \cdot t$$

Средняя скорость

$$\langle v \rangle = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Закон движения

$$x(t) = x_0 + vt.$$

ЗАДАЧИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

ЗАДАЧА № 1

Первый искусственный спутник Земли был запущен в Советском Союзе 4 октября 1957 года. При выходе на орбиту он имел скорость 8 км/с. Какое расстояние пролетел спутник за 1,5 мин? [1]

Ответ: 720 км.

Методические указания к решению задачи

При записи данных задачи обратить внимание на то, что единицы измерения скорости - м/с, расстояния – м, времени – с. Формула пути $\vec{s} = \vec{v} \cdot t$. Главным при решении этой задачи является научиться правильно оформлять задачу. [1]

ЗАДАЧА № 2

В соревнованиях по ориентированию спортсмен пробежал 10 км на восток, затем 5 км на север, далее 4 км на запад, затем еще 2 км на север и, наконец, 6 км на запад. Определите модуль перемещения спортсмена от точки старта. [1]

Ответ: 7 км

Методические указания к решению задачи

Для решения этой задачи необходимо сделать рисунок с указанием сторон света и масштабом расстояния. Напомнить, что перемещение – это вектор, соединяющий начало и конец движения, а модуль перемещения – это длина вектора, т.е. пройденный путь.

ЗАДАЧА № 3

Из деревни вышел турист со скоростью 5 км/ч. Через 30 мин в том же направлении из этой же деревни выехал велосипедист со скоростью 15 км/ч. Построить графики зависимости пути и скорости от времени для туриста и велосипедиста. По графику пути определить время, когда велосипедист догонит туриста. [1]

ЗАДАЧА № 4

Поезд длиной 120 м движется по мосту равномерно со скоростью 18 км/ч. За сколько времени поезд пройдет мост, если длина моста 480 м? Можно ли поезд в этой задаче рассматривать как материальную точку? [1]

ЗАДАЧА № 5

Если лодка движется по течению реки, то расстояние $|AB|$ она проходит за 3 часа. Если лодка движется против течения реки, то это расстояние она проходит за 6 часов. За сколько часов лодка пройдет то же расстояние на озере? (Скорость лодки относительно воды считать во всех случаях одинаковой.) [1]

ТЕМА 1.3. «КИНЕМАТИКА РАВНОПЕРЕМЕННОГО ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

1. Что называется мгновенной скоростью?
2. Какое движение называется равноускоренным?
3. Что называется ускорением? Каков физический смысл ускорения? По какой формуле можно найти ускорение?
4. Какое ускорение называют касательным (тангенциальным)? Какое ускорение называют нормальным? Каков физический смысл нормального ускорения?
5. Что называют начальной скоростью? начальной координатой тела?

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Мгновенная скорость

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

Ускорение

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

Скорость тела v в любой момент времени

$$v = v_0 + at; \quad v_x^2 = 2a_x s_x$$

Тангенциальное (касательное) ускорение

$$a_\tau = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Перемещение

$$s_x = \frac{v_{0x} + v_x}{2} t; \quad s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}; \quad s_x = \frac{v_x^2}{2a_x}$$

Координата в любой момент времени

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

ЗАДАЧИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

ЗАДАЧА № 1

Тело в течение 25 с изменило скорость от 90 до 45 км/ч. Движение будем считать равнопеременным. Найти ускорение тела. [1]

Ответ: -0,05 м/с².

ЗАДАЧА № 2

Автомобиль ЗИЛ-133Г2, движущийся со скоростью 36 км/ч, останавливается при торможении в течении 4 с. Каково ускорение при торможении? Какое расстояние проходит автомобиль за это время? [1]

Ответ: -2,5 м/с², 20 м.

Методические указания к решению задач №№ 1, 2

При записи данных в этих задачах необходимо перевести данные скорости в м/с. Показать начальную и конечную скорости. После этого решить задачи, используя формулы $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$, $s_x = \frac{v_x^2}{2a_x}$. Объяснить, почему ускорение тела в обеих задачах

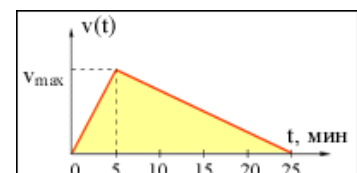
получается отрицательным.

ЗАДАЧА № 3

Расстояние между двумя железнодорожными станциями, равное $s = 22,5$ км, поезд прошел за время $t = 25$ мин. Первые $t_1 = 5$ мин поезд шел равноускоренно, остальные $t_2 = 20$ мин – равнозамедленно до полной остановки. Определите ускорения поезда на пути разгона и торможения. Чему равна максимальная скорость поезда?

Методические указания к решению задачи

Построим качественный график зависимости скорости поезда $v(t)$ от времени. Площадь под графиком $v(t)$ численно равна



пройденному пути s : $s = \frac{v_{\max} t}{2} = \frac{at_1^2}{2}$. Здесь a_1 – ускорение поезда на участке разгона:

$$a_1 = \frac{2s}{t_1^2}; \quad a_1 = 0,1 \text{ м/с}^2$$

Из графика видно, что ускорение a_2 на участке торможения по модулю в 4 раза меньше ускорения a_1 на участке разгона. Следовательно,

$$a_2 = -\frac{a_1}{4} = -0,025 \text{ м/с}^2.$$

Максимальная скорость $v_{\max}$ поезда равна $v_{\max} = a_1 t_1 = 30 \text{ м/с}$. [4]

ЗАДАЧА № 4

Дано уравнение координаты материальной точки $x = -9 + 8t + t^2$. Определить вид движения. Чему равны начальная координата, начальная скорость и ускорение точки? Построить графики ускорения, скорости, пути и координаты. [1]

Методические указания к решению задачи

Объяснить курсантам, что основным уравнением в данном случае является уравнение координаты в любой момент времени $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$.

Сравнить уравнение задачи с уравнением координаты и найти, что начальная координата показывает -9 м (знак минус показывает, что движение началось слева направо от начального положения тела), начальная скорость $v_0 = 8 \text{ м/с}$, ускорение 2 м/с^2 .

При построении графиков учитывать, что график ускорения – это прямая, параллельная оси ox . График скорости – это наклонная к оси ox , т.к. уравнение скорости в любой момент времени напоминает график наклонной прямой $y = kx + b$ ($v = v_0 + at$). Графики пути и координаты представляет собой параболы ветвями вверх.

ЗАДАЧА № 5

Тело начало двигаться равнопеременно. За 20 с оно прошло путь 60 м . С каким ускорением движется тело? Через сколько времени оно пройдет половину пути? Построить график пути за первые 10 с движения. [1]

ЗАДАЧА № 6

Поезд через 10 с после начала движения приобретает скорость $0,6 \text{ м/с}$. Каково ускорение поезда? Какой путь пройдет поезд за это время? [1]

ЗАДАЧА № 7

За какое время автомобиль, двигаясь из состояния покоя с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$, пройдет 30 м ? [1]

ЗАДАЧА № 8

Тело свободно падает с высоты 80 м . С какой высоты падает тело? С какой скоростью тело ударится о землю? [1]

ЗАДАЧА № 9

Стрела, выпущенная из лука вертикально вверх, упала на землю через 6 с . Какова начальная скорость стрелы и максимальная высота подъема? [1]

ТЕМА 1.4. «СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

1. Что называют свободным падением тела?
2. Какое ускорение у тела, брошенного вертикально вверх?
3. По какой траектории движется тело, брошенное под углом к горизонту?
4. По какой формуле можно найти дальность полета тела, брошенного под углом к горизонту?
5. По какой формуле можно найти наибольшую высоту подъема тела, брошенного под углом к горизонту?

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Время полета:

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}.$$

Дальность полета:

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}; \quad L = L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} \quad \text{при } \alpha = 45^\circ.$$

Максимальная высота подъема:

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}.$$

Проекция вектора скорости на оси OX и OY

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha \qquad v_{0y} = v_0 \sin \alpha.$$

Дальность полёта тела

$$s = v_{0x}t.$$

Наибольшая высота подъема тела

$$h = v_0 \sin \alpha (gt^2/2)$$

Координаты тела в любой момент времени

$$x = v_{0x}t.$$

$$y = v_{0y}t + \frac{gt^2}{2}$$

ЗАДАЧИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

ЗАДАЧА № 1

Сколько времени будет падать тело с верхней точки Останкинской телевизионной башни? Найти скорость тела в конце пути. Сопротивление воздуха не учитывать. Высота башни 535 м. [1]

Методические указания к решению задачи

Решение задачи начать с того, что дать определение свободного падения и подчеркнуть, что при свободном падении начальная скорость равна нулю.

Воспользоваться формулами $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ и $v = \sqrt{2gh}$.

ЗАДАЧА № 2

С высоты 180 м свободно падает тело. Через секунду после начала падения этого тела с той же высоты с некоторой начальной скоростью начало падать второе тело. Определить начальную скорость второго тела, если оба тела достигли Земли одновременно? [1]

ЗАДАЧА № 3

Тело бросают вертикально вниз со скоростью 9,8 м/с. За сколько времени тело упадёт на Землю, если при свободном падении оно падает за 3 с? [1]

Методические указания к решению задач № 2, 3

Начать задачи необходимо с рисунка, на котором указать тело в моменты начала и конца падения. Обязательно показать как направлена ось ОУ. Напомнить, что все тела падают на землю с ускорением g . Записать формулу координаты Y в любой момент времени $h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$. Рассмотреть сначала движение первого тела, найти время свободного падения. И только затем рассмотреть движение тела вертикально вниз в начальной скоростью.

ЗАДАЧА № 4

Под каким углом к горизонту нужно бросить тело, чтобы горизонтальная дальность полёта была равна максимальной высоте подъёма? [1]

Методические указания к решению задачи

В процессе анализа задачи сделать рисунок, на котором указать начальную скорость, ускорение и скорость в высшей точке траектории, дальность полёта. Записать формулы дальности полёта и максимальной высоты подъёма. Приравнять их друг к другу и сделать необходимые математические преобразования.

ЗАДАЧА № 5

Из орудия вылетел снаряд со скоростью 490 м/с под углом 30° к горизонту. На каком расстоянии от орудия снаряд упадёт на Землю? Сколько времени он будет двигаться? Орудие и точка падения находятся на одной горизонтали. Сопротивление воздуха не учитывать. [1]

Методические указания к решению задачи

В процессе анализа задачи сделать рисунок, на котором указать начальную скорость, ускорение и скорость в высшей точке траектории, дальность полёта. Записать формулы дальности полёта и максимальной высоты подъёма. Вывести формулу времени.

ЗАДАЧА № 6

Стоя над рекой на краю высокого обрыва высотой $H = 99$ м, мальчик бросил камень со скоростью $v = 10$ м/с под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите дальность L полета камня. [1]

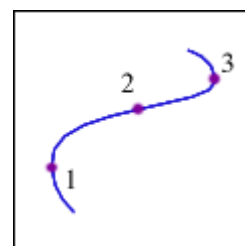
Методические указания к решению задачи

В процессе анализа задачи сделать рисунок, на котором указать начальную скорость, ускорение и скорость в высшей точке траектории, дальность полёта. Записать формулы дальности полёта и максимальной высоты подъёма. Указать, что в точке, находящейся на высоте 99 м и пройдено расстояние x , скорость точки направлена под углом φ , который необходимо найти из рисунка.

ТЕМА 1.5. «РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ ПО ОКРУЖНОСТИ»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

1. Что называют периодом обращения? По какой формуле находится? В каких единицах измеряется?
2. Что такое частота обращения? По какой формуле находится? В каких единицах измеряется?
3. Как связаны между собой период и частота?
4. Как направлено ускорение тела, движущегося по окружности с постоянной по модулю скоростью?
5. Как связаны угловая и линейная скорости?
6. В каких единицах измеряется угловая скорость?
7. Напишите формулу, выражающую связь центростремительного ускорения с угловой и линейной скоростями.
8. Автомобиль движется с постоянной по модулю скоростью по траектории, представленной на рисунке. В какой из указанных точек траектории центростремительное ускорение максимально?



ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Период обращения

$T = \frac{t}{n}$, где t – время, за которое совершается n оборотов

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi}{\omega}$$

Частота обращения $\nu = \frac{n}{t}$

Связь между периодом и частотой обращения

$$T = \frac{1}{\nu}$$

Линейная скорость

$$v = \frac{2\pi R}{T}, \text{ где } R - \text{радиус окружности} \quad v = 2\pi R \nu$$

Центростремительное ускорение

$$a = \frac{4\pi^2 R}{T^2}; \quad a = 4\pi^2 \nu^2 R; \quad a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R.$$

Связь между линейной и угловой скоростью

$$v = \omega R$$

Тангенциальное ускорение

$$a_\tau = R\varepsilon$$

Связь между линейными и угловыми величинами

$$s = R\varphi, \quad v = R\omega, \quad a_\tau = R\varepsilon, \quad a_n = \omega^2 R.$$

Уравнения равнопеременного движения точки по окружности ($\varepsilon = \text{const}$) $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$, $\varphi = \omega_0 t + \varepsilon t^2/2$

Угол поворота

$\varphi = 2\pi N$, где N – общее число оборотов

ЗАДАЧИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

ЗАДАЧА № 1

Точильный круг радиусом 10 см делает один оборот за 0,2 с. Найдите скорость точек, наиболее удалённых от оси вращения. [1]

ЗАДАЧА № 2

Автомобиль движется по закруглению дороги радиусом 100 м. Чему равно центростремительное ускорение автомобиля, если он движется со скоростью 54 км/ч? [1]

ЗАДАЧА № 3

Период обращения первого космического корабля – спутника Земли «Восток» равнялся 90 мин. Средняя высота спутника над Землей была равна 320 км. Радиус Земли 6400 км. Вычислить скорость корабля. [1]

ЗАДАЧА № 4

Точка движется по окружности диаметром 300 мм со скоростью 30 см/с. Определить угловую скорость. [1]

Методические указания к решению задачи

В процессе анализа задачи сделать рисунок, на котором указать линейную и угловую скорости. Записать формулу связи между линейной и угловой скоростью.

ЗАДАЧА № 5

Сравните модули центростремительного ускорения тела на экваторе при суточном вращении Земли вокруг своей оси и центростремительного ускорения тела при его годовом движении вместе с Землей вокруг Солнца. Радиус Земли примите равным $R_3 = 6,4 \cdot 10^6$ м, радиус земной орбиты $R_0 = 1,5 \cdot 10^{11}$ м. [4]

Решение

Модуль центростремительного ускорения при движении тела по окружности выражается соотношением

$$a_{\text{цс}} = a_n = \frac{v^2}{R} = R\omega^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} R.$$

Здесь v – скорость движения тела, ω – угловая скорость, T – период обращения, R – радиус траектории. В данной задаче удобно использовать формулу, выражающую центростремительное ускорение через период T и радиус R . Для тела на экваторе при суточном вращении Земли

$$a_{n1} = \frac{4\pi^2}{T_1^2} R_3 \quad \text{где } T_1 = 1 \text{ сутки} = 86400 \text{ с.}$$

Подставляя числовые значения, получим

$$a_{n1} = 0,034 \text{ м/с}^2.$$

При орбитальном движении Земли вокруг Солнца

$$a_{n2} = \frac{4\pi^2}{T_2^2} R_0,$$

где $T_2 = 1 \text{ год} = 3,2 \cdot 10^7 \text{ с}$. Числовой расчет дает

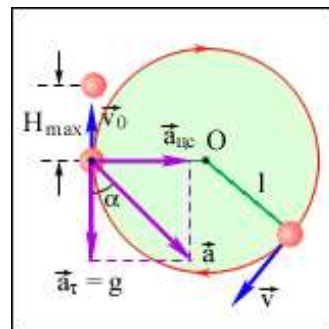
$$a_{n2} = 5,8 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2.$$

Таким образом,

$$\frac{a_{n1}}{a_{n2}} = 5,9.$$

ЗАДАЧА № 6

Мальчик вращает в вертикальной плоскости груз на нити длиной $l = 1,2 \text{ м}$. После обрыва нити груз летит вертикально вверх. На какую максимальную высоту он поднимется, если в момент обрыва нити полное ускорение груза было направлено под углом $\beta = 45^\circ$ к вертикали? [4]



ЗАДАЧА № 7

Маховое колесо, спустя $t = 1 \text{ мин}$ после начала вращения, приобретает скорость 720 об/мин . Найти угловое ускорение колеса и число оборотов колеса за эту минуту. Движение считать равноускоренным. [2]

ЗАДАЧА № 8

Вентилятор вращается со скоростью, соответствующей частоте 900 об/мин . После выключения вентилятора, вращаясь равнозамедленно, сделал до остановки 75 об . Сколько времени прошло с момента выключения вентилятора до полной остановки? [2]

ЗАДАЧА № 9

Вал вращается с постоянной скоростью, соответствующей частоте 180 об/мин . С некоторого момента вал тормозится и вращается равнозамедленно с угловым ускорением, численно равным 3 рад/с^2 . 1) Через сколько времени вал остановится? 2) Сколько оборотов он сделает до остановки? [2]

ЗАДАЧА № 10

Точка движется по окружности радиусом $R = 10 \text{ см}$ с постоянным тангенциальным ускорением a_t . Найти тангенциальное ускорение точки, если известно, что к концу пятого оборота после начала движений линейная скорость точки стала $v = 79,2 \text{ см/с}$. [2]

ЗАДАЧА № 11

Колесо вращается с постоянным угловым ускорением $\varepsilon = 2 \text{ рад/с}^2$. Через $t = 0,5 \text{ с}$ после начала движения полное ускорение колеса стало равно $13,6 \text{ см/с}^2$. Найти радиус колеса. [2]

ТЕМА 2.1. «ЗАКОНЫ НЬЮТОНА»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

1. Что называют силой? Какой буквой обозначают? В каких единицах измеряют в системе СИ?
2. Что называют массой? Какой буквой обозначают? В каких единицах измеряется масса в системе СИ?
3. Как читается второй закон Ньютона? Как записывается второй закон Ньютона?
4. Как читается третий закон Ньютона?
5. Какие силы называют внутренними?
6. Какие силы называют внешними?
7. Какую силу называют весом тела?
8. Какая сила называется силой реакции опоры?
9. Как читается первый закон Ньютона?
10. Какие системы отсчёта называют инерциальными? неинерциальными?

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Второй закон Ньютона

$$\vec{F} = m \vec{a}, \quad \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Равнодействующая всех сил

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

Соотношения масс и ускорений двух взаимодействующих тел

$$\frac{m_1}{m_2} = -\frac{a_2}{a_1} \text{ или } m_1 a_1 = -m_2 a_2$$

Третий закон Ньютона

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Сила трения

$$F_{\text{тр}} = (F_{\text{тр}})_{\text{max}} = \mu N.$$

ЗАДАЧИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

ЗАДАЧА № 1

Под действием постоянной силы $1,2 \cdot 10^{-2}$ Н материальная точка прошла путь 30 м за первые 10с. Определить массу точки. [1]

Методические указания к решению задачи

При анализе задачи указываю на то, что начальная скорость тела равна нулю, тело быстро набрало скорость, значит движение равноускоренное. Записываем второй закон Ньютона для нахождения массы.

ЗАДАЧА № 2

На два тела действуют равные силы. Первое тело имеет массу 50 г и движется с ускорением 1 м/с^2 . Второе тело движется с ускорением 1 см/с^2 . Чему равна масса второго тела? [1]

Методические указания к решению задачи

Напомнить, что при взаимодействии тела действуют друг на друга с силами равными по модулю, но противоположными по направлению. Чтобы найти силу, необходимо записать второй закон Ньютона для каждого тела и приравнять их, затем произвести математические вычисления и найти искомое.

ЗАДАЧА № 3

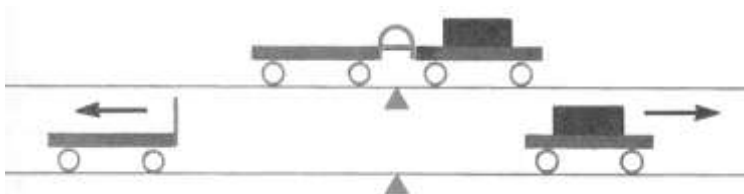
Автомобиль массой 3 т движется со скоростью 28,8 км/ч. При торможении он останавливается через 6 с. Определить силу торможения. [1]

Методические указания к решению задачи

Анализируя задачу, подчеркнуть, что движение равнозамедленное и сила, а значит, и ускорение направлены против движения, что и приводит к остановке автомобиля. Сила торможения определяется по второму закону Ньютона. Ускорение находится по формуле $a = \frac{v - v_0}{t}$.

ЗАДАЧА № 4

В опыте, схема которого представлена на рисунке, масса каждого равна 0,2 кг. Масса груза на правой тележке равна 0,3 кг. Пружинящая пластинка выпрямляется за 2 с. Силу упругости пластинки в течение этого времени считать постоянной и равной 1 Н. Какое перемещение совершит каждая из тележек за 2 с? Массой пластинки и трением пренебречь. [1]



Методические указания к решению задачи

Направить координатную ось X по направлению движения правой (нагруженной) тележки. На левую тележку действует сила F_l , а на правую F_n . Согласно третьему закону Ньютона $F_l = -F_n$. Обозначим эту одинаковую по модулю для обеих тележек силу через F , так что $-F = F_l, F = F_n$. Поэтому её проекция на ось X положительна. Тогда в соответствии со вторым законом Ньютона можно написать: $F = m_l a_{lx}$;

$F = m_n a_{nx}$, где m_l и m_n – массы левой и правой (нагруженных) тележек, a_{lx} , a_{nx} – проекции на ось X ускорений левой и правой тележек. Записать из этих формул выражения для проекций ускорений и подставить их

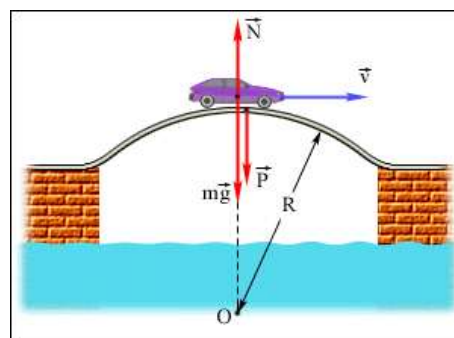
в формулы проекций перемещений $s_{lx} = \frac{a_{lx} t^2}{2}$; $s_{nx} = \frac{a_{nx} t^2}{2}$. В полученные формулы подставить данные задачи.

ЗАДАЧА № 5

Автомобиль массой $m = 10^3$ кг проходит по выпуклому мосту с радиусом кривизны $R = 40$ м со скоростью $v = 36$ км/ч. С какой силой автомобиль давит на мост в его наивысшей точке?

Решение

По вертикали на автомобиль действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$ и сила реакции моста $\vec{N}$



Эти силы не одинаковы по модулю, т. к. автомобиль имеет центростремительное ускорение $\vec{a}_{цс}$, направленное в наивысшей точке моста вертикально вниз. По второму закону Ньютона $ma_{цс} = mg - N$.

Центростремительное ускорение равно по модулю

$$a_{цс} = \frac{v^2}{R}.$$

Таким образом,

$$N = m \left(g - \frac{v^2}{R} \right).$$

Подставляя числовые значения, получим $N = 7,3 \cdot 10^4$ Н.

Следует отметить, что $\vec{N}$ – это сила, действующая на автомобиль со стороны моста. По третьему закону Ньютона с такой же по модулю силой, но направленной в противоположную сторону, действует автомобиль на мост: $\vec{P} = -\vec{N}$. [4]

ЗАДАЧА № 6

Тележка массой 200 кг движется горизонтально с ускорением 0,8 м/с². Определить силу трения, если на тележку действует сила в 300 Н. [1]

ЗАДАЧА № 7

Груз с какой максимальной массой можно равномерно двигать силой 588 Н по горизонтальной дороге, если коэффициент трения равен 0,5? [1]

Методические указания к решению задач 6, 7

Анализируя задачи, указать какое движение (равноускоренное или равномерное). Подчеркнуть, что сила трения направлена против движения. Указать на рисунке направление сил, действующих на тело и направление ускорения. Выбрать направление оси координат и записать II закон Ньютона в проекциях. Вспомнить, что сила трения находится по формуле $F_{тр} = (F_{тр})_{\max} = \mu N$.

ЗАДАЧА № 8

Тело скользит равномерно по наклонной плоскости. Наклонная плоскость образует с горизонтом угол 30°. Чему равен коэффициент трения? Как будет двигаться тело, если угол увеличить? уменьшить? Построить график зависимости силы трения от угла, который образует наклонная плоскость с горизонтом ($0 \leq \alpha \leq \pi/2$). [1]

Методические указания к решению задачи

Сделать рисунок. Ось X направить вдоль наклонной плоскости. Записать II закон Ньютона в векторной форме $m\vec{g} + \vec{F}_{мп} + \vec{N} = 0$. Затем снять вектора, получим систему уравнений:
$$\begin{cases} ox: mg \sin \alpha - F_{мп} = 0 \\ oy: N - mg \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

Напомнить, что $F_{тр} = \mu N$, а $N = mg \cos \alpha$ (из второго уравнения системы).

В итоге получаем $\mu = \tan \alpha$.

ЗАДАЧА № 9

Через легкий блок перекинута нить, к концам которой прикреплены два груза с массами $m_1 = 1,0$ кг и $m_2 = 1,2$ кг. Определите ускорения грузов, пренебрегая трением в оси блока.

Решение

На каждый из грузов действуют сила тяжести и упругая сила нити. Нить и блок предполагаются невесомыми, трение в блоке отсутствует. Поэтому натяжение нити одинаково с обеих сторон блока:

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T.$$

Оба груза движутся с одинаковыми по модулю ускорениями, т. к. нить предполагается нерастяжимой:

$$\vec{a}_2 = -\vec{a}_1.$$

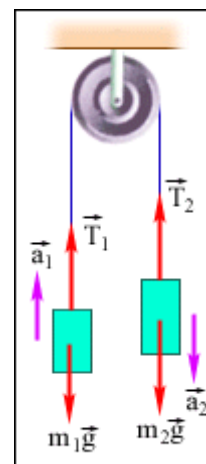
Направим координатную ось Ox вертикально вниз по направлению вектора $a_2=a$ (см. рис.). Применим к движению грузов второй закон Ньютона:

$$\begin{cases} -m_1 a = m_1 g - T \\ m_2 a = m_2 g - T \end{cases}.$$

Из этих соотношений следует:

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g, \quad T = \frac{2m_1 m_2}{m_2 + m_1} g.$$

Подставляя числовые значения, получим $a = 0,09g = 0,88 \text{ м/с}^2$,
 $T = 10,7 \text{ Н}$. [4]



ТЕМА 2.2. «ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

1. Что называют замкнутой системой?
2. Что называют импульсом тела?
3. Что называют импульсом силы?
4. Какой удар называют абсолютно упругим?
5. Какой удар называют абсолютно неупругим?
6. Сформулируйте закон сохранения импульса для замкнутой системы?
7. Что называется реактивным движением?
8. Где в природе встречается применение закона сохранения импульса?

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Второй закон Ньютона

$$\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}.$$

Закон сохранения импульса

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'.$$

Формула Циолковского

$$v = u \ln \left(\frac{M_0}{M} \right),$$

ЗАДАЧИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

ЗАДАЧА № 1

Металлический шарик массой 20 г, падающий со скоростью 5 м/с, ударяется упруго о стальную плиту и отскакивает от неё в противоположную сторону с той же по модулю скоростью. Найдите изменение импульса шарика и среднюю силу, вызвавшую это изменение, если соударение длилось 0,1 с. [1]

ЗАДАЧА № 2

Шофёр выключил двигатель автомобиля при скорости 72 км/ч. Через 3,4 с автомобиль остановился. Сила трения колёс по асфальту равна 5880 Н. Чему был равен импульс автомобиля в момент выключения двигателя? [1]

ЗАДАЧА № 3

Тележка массой 2 кг, движущаяся со скоростью 3 м/с, сталкивается с неподвижной тележкой массой 4 кг и сцепляется с ней. Чему равна скорость обеих тележек после взаимодействия? [1]

ЗАДАЧА № 4.

Орудие, не имеющее противооткатного устройства, стреляет снарядом под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Масса снаряда $m = 10$ кг, его начальная скорость $v = 500$ м/с. Определите скорость V орудия после выстрела, если его масса $M = 1000$ кг.

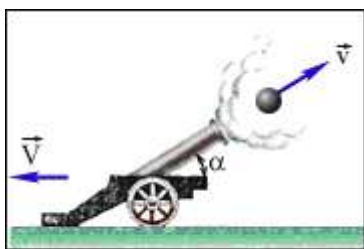


рисунок 1

Решение

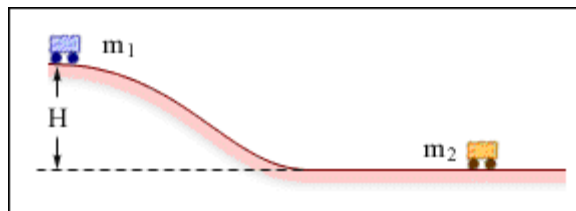
В момент выстрела сумма внешних сил, действующих на орудие, не равна нулю; поэтому импульс системы тел «орудие + снаряд» не сохраняется. До выстрела он был равен нулю, а после него – векторной сумме $m\vec{v} + M\vec{V}$ (рис. 1).

Однако в горизонтальном направлении внешние силы не действуют, поэтому в проекциях на горизонтальную ось закон сохранения импульса выполняется $mv \cos \alpha - MV = 0$.

Отсюда
$$V = \frac{mv \cos \alpha}{M}.$$
 Подстановка числовых значений дает: $V = 2,5$ м/с. [4]

ЗАДАЧА № 5

На сортировочной железнодорожной станции вагон массой $m_1 = 80$ т скатывается без начальной скорости с горки высотой $H = 1$ м и сталкивается с другим вагоном массой $m_2 = 120$ т, стоящим на горизонтальном участке пути. Пренебрегая трением, определите скорость u вагонов после срабатывания автосцепки. [4]



Методические указания к решению задачи

После срабатывания автосцепки вагоны движутся с одной скоростью как единое целое. Такое столкновение называется абсолютно неупругим. Скорость v первого вагона до столкновения равна $v = \sqrt{2gH}$.

Скорость u вагонов после срабатывания автосцепки найдется из закона сохранения количества движения:

$$m_1 v = (m_1 + m_2)u, \quad u = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v. \quad [4]$$

ЗАДАЧА № 6

Человек, бегущий со скоростью 7 м/с, догоняет тележку, движущуюся со скоростью 2 м/с, и вскакивает на неё. С какой скоростью станет двигаться тележка после этого? Массы человека и тележки соответственно 70 и 30 кг. [1]

ЗАДАЧА № 7 (для наиболее подготовленных)

Водометный катер движется с постоянной скоростью, забирая забортную воду и выбрасывая назад струю со скоростью $u = 20$ м/с относительно катера. Площадь поперечного сечения струи $S = 0,01$ м². Найдите скорость катера, если действующая на него сила сопротивления пропорциональна квадрату скорости: $F_c = kv^2$, причем $k = 7,5$ Н·с²/м². [4]

ТЕМА 2.3. «ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

1. Как читается закон Всемирного тяготения?
2. По какой формуле можно найти силу притяжения между телами?
3. Что такое гравитационная постоянная? Чему она равна? В каких единицах измеряется?
4. Что называют центром масс?
5. Что такое сила тяжести? Как направлена сила тяжести? Почему?
6. Как найти ускорение свободного падения на любой планете солнечной системы?

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Закон Всемирного тяготения

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad \text{где } G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

Сила тяжести на Земле

$$F = G \frac{M}{R_3^2} m = mg,$$

Ускорение свободного падения на Земле

$$g = G \frac{M}{R_3^2}.$$

ЗАДАЧИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

ЗАДАЧА № 1

Во сколько раз надо увеличить расстояние между телами, чтобы сила притяжения уменьшилась в 2 раза? [1]

ЗАДАЧА № 2

Советская космическая ракета 12 сентября 1959 г. доставила на Луну вымпел Советского Союза. Во сколько раз сила притяжения вымпела на Луне меньше, чем на Земле, если радиус Луны приблизительно в 3,8 раза меньше радиуса Земли, а её масса в 81 раз меньше массы Земли? [1]

Методические указания к решению задачи

При анализе задачи вспомнить, от каких величин зависит сила тяжести. Записать формулу ускорения для тела, находящегося на Земле и для тела, находящегося на Луне. Записать отношение сил тяжести и подставить численные данные.

ЗАДАЧА № 3

На какой высоте над поверхностью Земли сила тяжести, которая действует на тело, уменьшится в n раз? Вычислить для $n=4$. [1]

Методические указания к решению задачи

Напомнить, что формула силы тяжести выводится из закона Всемирного тяготения. Записать формулы для силы тяжести на поверхности Земли $F_{тз} = G \frac{mM_3}{R_3^2}$ и

на высоте h над поверхностью Земли $F_{тз} = G \frac{mM_3}{(R_3 + h)^2}$. Т.к. их отношение равно 4, то

после преобразований получаем квадратное уравнение, из которого и получаем значение h .

ЗАДАЧА № 4

Найти ускорение свободного падения на Марсе. Масса Марса $6 \cdot 10^{23}$ кг, радиус 3300 км. [1]

Методические указания к решению задачи

При анализе задачи уточнить, что называют ускорением свободного падения. Записать формулу и указать, что ускорение свободного падения зависит от характеристик планеты.

ТЕМА 2.4. «ЗАКОН ГУКА ПРИ РАСТЯЖЕНИИ (СЖАТИИ) ТВЕРДОГО ТЕЛА»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

1. Дайте определение силы упругости.
2. Что называют жесткостью тела? Какой буквой обозначают? В каких единицах измеряется в системе СИ?
3. Как записывается закон Гука?
4. По какой формуле находится относительная деформация? Какой буквой обозначается?
5. Что называют напряжением? Какой буквой обозначается напряжение? По какой формуле находится?
6. Как записать закон Гука, используя модуль Юнга?

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Закон Гука

$F_{\text{упр}} = -kx$, где k – жесткость тела, x – изменение длины тела

Относительная деформация

$$\varepsilon = x / l$$

Напряжение

$\sigma = -F_{\text{упр}} / S$, где S – площадь поперечного сечения

Закон Гука $\varepsilon = \frac{1}{E} \sigma$, где E – модуль Юнга

ЗАДАЧИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

ЗАДАЧА № 1

На стальной провод действовали с силой 120 Н. В результате этого провод удлинился на 2 мм. Найти жёсткость провода. [1]

ЗАДАЧА № 2

Жёсткость пружины равна 49 Н/м. Пружина удлинилась на 4 см, когда на неё повесили гирию. Чему равна масса гири? [1]

Методические указания к решению задач 1, 2

Анализ решения задач начать с рисунка, на котором указать действующие силы. Записать закон Гука и из него найти искомые величины.

ЗАДАЧА № 3

Тело массой 0,6 кг равномерно тянут по горизонтальной поверхности с помощью пружины. Пружина растянулась на 3 см. Коэффициент трения 0,2. Определить жесткость пружины. [1]

Методические указания к решению задачи

При анализе задачи обязательно сделать рисунок, на котором указать силу, с которой тело тянут вперед, силу упругости пружины и силу трения между телом и поверхностью. Записать выражение второго закона Ньютона для данного случая, из которого после найти выражение для жёсткости пружины.

ЗАДАЧА № 4

Груз, подвешенный на пружине, растянул ее на $\Delta x_1 = 14$ см. Определите растяжение пружины в кабине лифта, движущейся с ускорением $a = 2,8$ м/с², направленным вертикально вниз.

Методические указания с частичным решением

Когда груз неподвижно висит на пружине в инерциальной системе, связанной с Землей, сила упругости $\vec{F}$ уравнивается силой тяжести $m\vec{g}$. В проекциях на ось ОХ, направленную вниз, можно записать: $m\vec{g} - k\Delta x_1 = 0$, где k – жесткость пружины, откуда $k = m\vec{g} / \Delta x_1$.

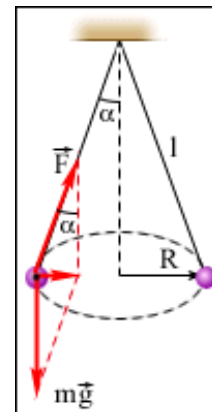
В ускоренно движущемся лифте сила тяжести и сила упругости не уравниваются друг друга; их равнодействующая сообщает телу ускорение $\vec{a}$, направленное вниз. В проекциях на ось ОХ теперь можно записать: $m\vec{g} - k\Delta x_2 = ma$.

Следовательно, $\Delta x_2 = \frac{m(g-a)}{k} = \frac{g-a}{g} \Delta x_1$

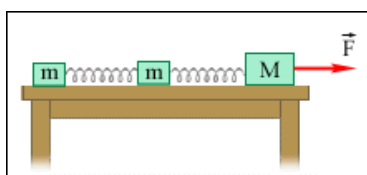
Числовой расчет дает следующий результат: $\Delta x_2 = 0,1$ м.

ЗАДАЧА № 5

Тело массой $m = 1$ кг, подвешенное на нити длиной $l = 0,5$ м, описывает в горизонтальной плоскости окружность с постоянной угловой скоростью, совершая 1 оборот в секунду. Определите модуль силы упругости F и угол α , который образует нить с вертикалью. [4]



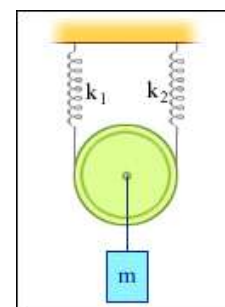
ЗАДАЧА № 6 (для наиболее подготовленных)



На концах и в середине длинной пружины жесткостью $k = 60$ Н/м закреплены три тела с массами $m_1 = m_2 = m$ и $M = 2m$ (рис. 1.12.2). Все тела располагаются на гладком горизонтальном столе. К телу массой M приложена горизонтальная внешняя сила $\vec{F}$ модуль которой $F = 20$ Н. Найдите общее растяжение всей пружины. [4]

ЗАДАЧА № 7 (для наиболее подготовленных)

Несомый блок подвешен с помощью легкой нерастяжимой нити и двух пружин жесткостями $k_1 = 40$ Н/м и $k_2 = 60$ Н/м. Определите, на какое расстояние опустится блок, если к его оси подвесить груз массой $m = 2,4$ кг. [4]



ТЕМА 2.5 «РАБОТА И МОЩНОСТЬ»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

1. Что называется механической работой? Какой буквой обозначается? В каких единицах измеряется?
2. Какой формулой выражается работа? Что показывает угол α в формуле?
3. Что можно сказать о работе силы тяжести?
4. Что можно сказать о работе силы тяжести при работе по замкнутой траектории?
5. Какие силы называются консервативными?
6. Что можно сказать о работе сжатой пружины?
7. Что называется мощностью? Какой буквой обозначается? В каких единицах измеряется?
8. Какой формулой выражается мощность?
9. Что называется коэффициентом полезного действия?

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Механическая работа

$$A = Fs \cos \alpha, \quad A > 0 \text{ при } 0^\circ \leq \alpha < 90^\circ \\ A < 0 \text{ при } 90^\circ < \alpha \leq 180^\circ \\ A = 0 \text{ при } \alpha = 90^\circ$$

$$\text{Работа силы упругости} \quad A = \frac{kx^2}{2}$$

$$\text{Работа силы тяжести} \quad A = mg(h_1 - h_2)$$

$$\text{КПД} \quad \eta = \frac{A_n}{A_c}, \text{ где } A_n - \text{полная работа, } A_c - \text{совершенная работа.}$$

Мощность

$$N = \frac{A}{t}, \quad 1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 1000 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

$$N = Fv$$

Работа, совершенная силой

$$A = Fs = ma \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}.$$

ЗАДАЧИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

ЗАДАЧА № 1

Тележка массой 1,5 т равномерно перемещается по горизонтальному пути на расстояние 600 м. Какую работу совершает сила, если коэффициент трения 0,008? [1]

Методические указания к решению задачи

Сделать рисунок, на котором указать все силы, действующие на тележку и их направление. Записать формулу механической работы. Для того, чтобы найти равнодействующую сил записать II закон Ньютона.

ЗАДАЧА № 2

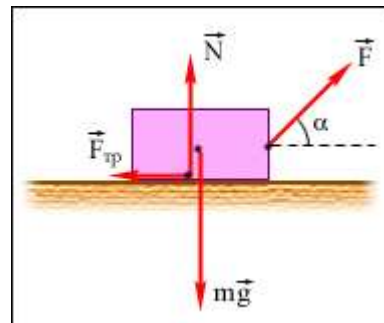
Какую работу нужно совершить, чтобы сжать пружину на 5 см, если для сжатия пружины на 1 см требуется сила $3 \cdot 10^4$ Н? [1]

Методические указания к решению задачи

Отметить, что пружина деформирована, значит, совершена работа против силы тяжести. Записать формулу и рассчитать.

ЗАДАЧА № 3

К лежащему на горизонтальной поверхности брусу массой $m = 10$ кг приложили силу, направленную под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, и равномерно переместили брусок на расстояние $s = 4$ м. Определите модуль этой силы и совершенную работу, если коэффициент трения между бруском и поверхностью равен $\mu = 0,5$. [4]



ЗАДАЧА № 4

Скатываясь под уклон с углом наклона $\alpha = 6^\circ$, автомобиль массой $m = 1000$ кг разгоняется при выключенной передаче до максимальной скорости $v = 72$ км/ч, после чего движение становится равномерным. Какую полезную мощность развивает двигатель автомобиля при подъеме с такой же скоростью по той же дороге вверх? [1]

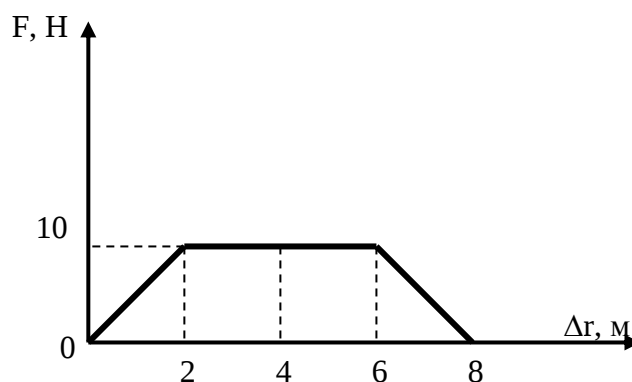
Методические указания к решению задачи

При равномерном спуске сила сопротивления равна по модулю проекции силы тяжести на наклонную плоскость: $F_{\text{сопр}} = mg \sin \alpha$.

При равномерном подъеме с той же скоростью сила сопротивления остается неизменной по модулю, но изменяет направление на противоположное. Поэтому сила тяги двигателя при равномерном подъеме равна $F_T = 2mg \sin \alpha$.

ЗАДАЧА № 5

График зависимости силы, которая действует на тело по направлению его движения, дан на рисунке. Какую работу совершает эта сила за 2 с? За 6 с? За 8 с? Будем считать, что от второй до шестой секунды тело двигалось равномерно. Определить скорость равномерного движения. [1]



ЗАДАЧА № 6 (устно)

Одинаковую ли мощность развивает человек, поднимаясь по одной и той же лестнице один раз в течение 30 с, а в другой раз в течение 1 минуты? Одинаковую ли работу совершает человек в обоих случаях? [1]

ЗАДАЧА № 7

Сила тяги локомотива 250 кН, мощность 3000 кВт. За какое время поезд пройдет расстояние 10,8 км, если он движется равномерно? [1]

Методические указания к решению задачи

Если локомотив движется равномерно, то можно воспользоваться формулой мощности $N = Fv$ для нахождения скорости, а затем рассчитать время по формуле равномерного движения.

ЗАДАЧА № 8

Подъемный кран должен за 8 ч поднять 3000 т строительных материалов на высоту 16 м. Чему равна мощность двигателя крана, если его КПД 60 %? [1]

Методические указания к решению задачи

Записать формулу КПД, разобрать, что за величины находятся в числителе и в знаменателе. Записать формулу связи работы и мощности. Разобрать, против каких сил совершается работа при поднятии тяжести.

ЗАДАЧА № 9

Поезд массой 1000 т поднимается по наклонной дороге ($\alpha=0,01$) со скоростью 36 км/ч. Коэффициент трения $\mu=0,02$. Чему равна мощность двигателя локомотива, если его КПД составляет 50%? [1]

ЗАДАЧА № 10

Какую работу надо совершить, чтобы втащить сани с грузом общей массой $m = 30$ кг на гору высотой $H = 10$ м? Угол наклона горы $\alpha = 30^\circ$. Коэффициент трения между санями и горой линейно убывает вдоль пути от $\mu_1 = 0,5$ у подножия горы до $\mu_2 = 0,1$ у вершины. [1]

ТЕМА 2.6. «ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ И КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В КОНСЕРВАТИВНЫХ СИСТЕМАХ»

ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

1. Что называют замкнутой системой?
2. Что называется кинетической энергией?
3. Что называется потенциальной энергией?
4. Сформулируйте закон сохранения энергии для механических процессов.

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Работа, совершённая силой

$$A = F_s = ma \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}.$$

Кинетическая энергия тела $E_k = \frac{mv^2}{2}$

Потенциальная энергия $E_p = mgh$

Потенциальная энергия тела массой m на расстоянии r от центра Земли

$$E_p = -G \frac{Mm}{r},$$

Закон сохранения механической энергии

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}.$$

ЗАДАЧИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

ЗАДАЧА № 1

Мяч бросили вверх с начальной скоростью 20 м/с. Найти скорость мяча на высоте 10 м. Сопротивлением воздуха пренебречь. [1]

ЗАДАЧА № 2

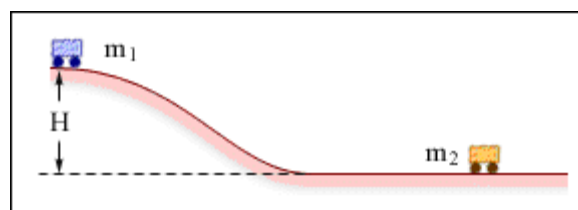
С какой скоростью нужно бросить мяч вниз, чтобы после удара он поднялся на 10 м выше уровня, с которого его бросили? Потерю энергии при ударе об пол не учитывать.

ЗАДАЧА № 3

Снаряд, получивший при выстреле из орудия начальную скорость 280 м/с, летит вертикально вверх. На какой высоте его кинетическая энергия будет равна потенциальной? [1]

ЗАДАЧА № 4

На сортировочной железнодорожной станции вагон массой $m_1 = 80$ т скатывается без начальной скорости с горки высотой $H = 1$ м и сталкивается с другим вагоном массой $m_2 = 120$ т, стоящим на горизонтальном участке пути (рис. 4).



Пренебрегая трением, определите скорость u вагонов после срабатывания автосцепки. Чему равно количество теплоты Q , выделившееся при столкновении вагонов?

Методические указания к решению задачи

После срабатывания автосцепки вагоны движутся с одной скоростью как единое целое. Такое столкновение называется абсолютно неупругим. Скорость v первого вагона до столкновения равна $v = \sqrt{2gH}$.

Скорость u вагонов после срабатывания автосцепки найдется из закона сохранения количества движения.

Количество теплоты Q , выделившееся при столкновении, равно разности кинетических энергий вагонов до и после столкновения. [4]

ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

1. Пловец плывет по течению реки. Чему равна скорость пловца относительно берега реки, если скорость пловца относительно воды 1,5 м/с, а скорость течения реки 0,5 м/с?
2. Точка движется по окружности диаметром 300 мм со скоростью 30 см/с. Определить угловую скорость.
3. Две пружины равной длины, скрепленные одними концами, растягивают за свободные концы руками. Пружина с жесткостью 100 Н/м удлинилась на 5 см. Какова жесткость второй пружины, если её удлинение равно 1 см?
4. Мальчик массой 50 кг, скатившись на санках с горки, проехал по горизонтальной дороге до остановки путь 20 м за 10 с. Найти силу трения и коэффициент трения.
5. Полезная мощность насоса 10 кВт. Какую массу воды может поднять этот насос с глубины 18 м в течение 1 ч?

ТЕМА 3.1. «ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ И ЕГО ЗАКОНЫ» ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА

1. Назвать основные положения молекулярно-кинетической теории.
2. Какими явлениями и опытами подтверждаются основные положения молекулярно-кинетической теории?
3. Дать понятие относительной атомной и относительной молярной массы вещества, количества вещества.
4. Что называют концентрацией молекул? Какая формула выражает смысл этого понятия?
5. Чему равен объем одного моля любого газа при нормальных условиях?
6. Какими параметрами определяют состояние данной массы газа?
7. Написать значение температуры и давления газа при нормальных условиях.
8. Какие процессы называют изопроцессами?
9. Написать формулы, выражающие законы: Гей-Люссака, Бойля-Мариотта и Шарля.
10. Записать уравнение Менделеева - Клапейрона для произвольной массы газа.

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

Обозначение	Единицы измерения	Физический смысл
p	Па	давление
V	м^3	объем
T	К	температура
N	–	число молекул
m	кг	масса
M	кг/Моль	молярная масса
ν	Моль	количество вещества
N_A	моль^{-1}	число Авогадро
n	м^{-3}	концентрация молекул
ρ	кг/м^3	плотность

$T=\text{const}$	<i>изотерма</i>	$PV=\text{const}$	<i>закон Бойля-Мариотта</i>
$p=\text{const}$	<i>изобара</i>	$V/T=\text{const}$	<i>закон Гей-Люссака</i>
$V=\text{const}$	<i>изохора</i>	$p/T=\text{const}$	<i>закон Шарля</i>

Давление

$$p = \frac{F}{S}$$

Удельный объем

$$\nu = \frac{V}{m}$$

Плотность газа

$$\rho = \frac{m}{V};$$

Концентрация молекул газа

$$n = \frac{N}{V};$$

Общее число молекул газа

$N = \frac{m}{M} N_A$, где m – масса газа; M – масса одного моля газа; N_A – число Авогадро ($N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$);

Уравнение состояния.

$$PV = \frac{m}{M} RT \quad \text{– уравнение состояния (уравнение Менделеева - Клапейрона)}$$

ЗАДАЧИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

ЗАДАЧА № 1

Давление воздуха внутри закрытого сосуда при температуре 300 К равно 10^5 Па. До какой температуры надо нагреть сосуд, чтобы давление стало равным $1,3 \cdot 10^5$ Па? [2]

Методические указания к решению задачи

В процессе анализа решения задачи отметить, что объем сосуда не изменяется, поэтому можно использовать закон Шарля. При записи условия задачи обратить внимание на то, что известна температура в первом состоянии, а давление в первом и втором состояниях газа. Следовательно, надо ввести соответствующие индексы.

ЗАДАЧА № 2

Газ при температуре 500 К занимает объем V_0 . До какой температуры следует охладить газ при постоянном давлении, чтобы его объем стал равным $2/5 V_0$. [2]

Методические указания к решению задачи

При записи условия задачи обратить внимание на то, что газ находится при постоянном давлении, следовательно, для решения задачи можно воспользоваться законом Гей-Люссака.

ЗАДАЧА № 3

Сколько молекул содержится в 5 см^3 газа при нормальных условиях? [2]

Методические указания к решению задачи

При анализе решения задачи обратить внимание, что если газ находится при нормальных условиях, то известны его температура и давление. Число молекул газа можно найти, если известна масса и молярная масса газа. Поскольку известны все параметры газа, то можно воспользоваться законом Менделеева - Клапейрона, чтобы найти отношение массы газа к его молярной массе.

ЗАДАЧА № 4

Определить плотность водорода при давлении 10^5 Па и температуре 250 К . [2]

Методические указания к решению задачи

В процессе решения задачи студентам следует научиться определять плотность вещества. Обратить внимание на то, что плотность газа находится из соотношения $\rho = m/V$.

В ходе решения задачи следует воспользоваться уравнением Менделеева-Клапейрона.

ЗАДАЧА № 5

Кислород массой 10 г находится под давлением $3 \cdot 10^5 \text{ Па}$ при температуре 283 К . После расширения, вследствие нагревания при постоянном давлении кислород занял объем 10^{-2} м^3 . Найти объем газа до расширения и температуру газа после расширения. [2]

Методические указания к решению задачи

Из уравнения Менделеева – Клапейрона следует найти объем газа до его расширения. Поскольку кислород расширяется при постоянном давлении, то его температуру после расширения можно найти по закону Гей-Люссака.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вердеревская Н.Н., Егорова С.П. «Сборник задач и вопросов по физике для студентов-иностранцев», изд. «Высшая школа», М, 1989 г.
2. Волькенштейн В.С. «Сборник задач по общему курсу физики», изд. «Наука», М, 1984 г.
3. Проект научно-обоснованной концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика», URL: <http://edu.pskov.ru/obrazovanie/obshchee-obrazovanie/koncepcii-prepodavaniya-uchebnyh-predmetov-predmetnyh-oblastey> (дата обращения 05.03.2020)
4. Интернет- ресурс «Открытая физика», глава 1: 1.6 Движение по окружности, URL: <https://multiring.ru/course/physicspart1/content/chapter1/section/paragraph6/theory.html#.XmDvWaAufcc> (дата обращения 05.03.2020)
5. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (Приказ Министерства образования и науки РФ №1897 от 17.12.2010. Приказ Минобрнауки России от 29.12.2014 №1644)