Тренировочный вариант единого государственного экзамена по ФИЗИКЕ
116

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 30 заданий.

В заданиях 3–5, 9–11, 14–16 и 20 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см.

Бланк 7,5

Ответом к заданиям 1, 2, 6–8, 12, 13, 17–19, 21, 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

А	Б
4	1

Бланк 41

Ответ к заданиям 24–30 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, или капиллярной, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

Желаем успеха!

© Денисова Анна Валерьевна, сайт «Простая физика» easy-physic.ru

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3{,}14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10$ м/с^2
гравитационная постоянная	$G = 6{,}7\cdot10^{-11}$ Н·м^2/кг^2
универсальная газовая постоянная	$R = 8{,}31$ Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	$k = 1{,}38\cdot10^{-23}$ Дж/К
постоянная Авогадро	$N_A = 6\cdot10^{23}$ моль$^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3\cdot10^8$ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot10^9$ Н·м^2/Кл^2
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл
постоянная Планка	$h = 6{,}6\cdot10^{-34}$ Дж·с

Соотношение между различными единицами

температура	0 К = –273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1{,}66\cdot10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1{,}6\cdot10^{-19}$ Дж

Масса частиц

электрона	$9{,}1\cdot10^{-31}$кг ≈ $5{,}5\cdot10^{-4}$ а.е.м.
протона	$1{,}673\cdot10^{-27}$ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	$1{,}675\cdot10^{-27}$ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	13 600 кг/м^3

Удельная теплоёмкость

воды	$4{,}2\cdot10^3$	Дж/(кг·К)	алюминия	900	Дж/(кг·К)
льда	$2{,}1\cdot10^3$	Дж/(кг·К)	меди	380	Дж/(кг·К)
железа	460	Дж/(кг·К)	чугуна	500	Дж/(кг·К)
свинца	130	Дж/(кг·К)			

© Денисова Анна Валерьевна, сайт «Простая физика» easy-physic.ru

Удельная теплота

парообразования воды	$2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2{,}5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3{,}3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0 °C

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$	кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$	кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$	кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$	кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$	кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$	кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$	кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$	кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$	кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$	кг/моль

© Денисова Анна Валерьевна, сайт «Простая физика» easy-physic.ru

Часть 1

Ответами к заданиям 1-23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

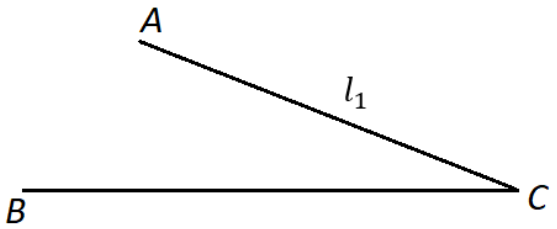
1 Два бруска одинаковой массы кладут на поверхности, наклоненные под углом $\alpha = 30°$ к горизонту. Коэффициенты трения между брусками и плоскостями разные: для первой поверхности коэффициент трения $\mu_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}$, для второй - $\mu_2 = \frac{1}{2\sqrt{3}}$. Во сколько раз отличаются силы трения, действующие на бруски? В ответе укажите отношение $\frac{F_{тр1}}{F_{тр2}}$, округлив до десятых.

Ответ:_____

2 Тележка массой 50 кг движется со скоростью 1 м/с. Мальчик массой 40 кг прыгает навстречу тележке со скоростью 2 м/с. Найти модуль скорости тележки с мальчиком после прыжка. Ответ округлить до сотых.

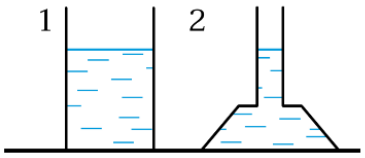
Ответ:_____м/с

3 Расстояние l_1 от точки A до точки C равно 12 м, а расстояние от точки B до точки C равно 15 м. Из точек A и B одновременно и в одинаковых фазах идут по направлению к точке C волны со скоростью $\vartheta = 330$ м/с и частотой $\nu = 550$ Гц. Амплитуды волн равны $A_1 = 4$ см, $A_2 = 8$ см. Какова амплитуда A колебания в точке C?



Ответ:_____см

4 Два сосуда разной формы заполнены горячей водой при одинаковой температуре. Вода в обоих сосудах создаёт одинаковое давление на дно, равное p_0. Что станет с давлением на дно сосудов после остывания воды (тоже до одинаковой температуры)? Определите, будет ли давление в каждом из сосудов больше, меньше или равно p_0. Учтите, что тепловым расширением материала сосудов можно пренебречь, а вода в используемом диапазоне температур увеличивается в объёме при нагревании.



На основании анализа условия, выберите все верные утверждения и укажите в ответе их номера.

1) Давление воды на дно в сосуде 1 увеличится, а в сосуде 2 останется неизменным
2) Давление воды на дно в сосуде 1 останется неизменным, а в сосуде 2 уменьшится
3) Давление воды на дно в сосудах 1 и 2 уменьшится
4) Давление воды на дно в сосудах 1 и 2 останется неизменным
5) Давление воды на дно в сосуде 1 уменьшится, а в сосуде 2 увеличится
6) Давление воды на дно в сосуде 1 останется неизменным, а в сосуде 2 увеличится

Ответ:_____

5 В ракете (спутник Земли) помещены два маятника: пружинный и математический с периодами 1 с. Ракета переходит на новую орбиту, где скорость у нее больше. Как изменится количество совершенных обоими маятниками колебаний за один и тот же промежуток времени по отношению к количеству до перехода? Переход считаем мгновенным. Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

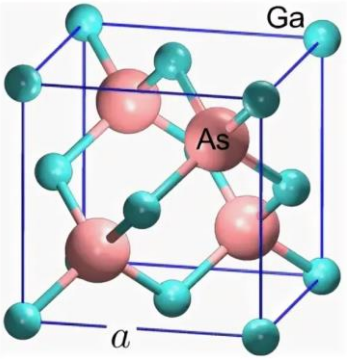
Математический маятник	Пружинный маятник

6 Однородный стержень массой 2 кг подвешен к горизонтальному потолку на трёх вертикальных нитях одинаковой длины, изготовленных из одинакового материала, только у крайних (прикреплённых к концам стержня) площадь поперечного сечения одинакова, а у средней (прикреплённой к середине стержня) — в два раза больше. Деформации нитей очень малы, а деформациями стержня и потолка можно полностью пренебречь. Найдите величины сил натяжения всех трёх нитей. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2. Ответы выразите в ньютонах, округлив до целого числа.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ЗНАЧЕНИЕ
А) Величина силы натяжения каждой из двух крайних нитей	1) 2 Н
Б) Величина силы натяжения центральной нити	2) 16 Н
	3) 5 Н
	4) 10 Н
	5) 6 Н
	6) 8 Н

А	Б

7 В полупроводниковой промышленности часто используется арсенид галлия — химическое соединение галлия и мышьяка. Структуру в случае $GaAs$ можно представить как две одинаковые взаимно проникающие гранецентрированные решётки атомов Ga и As, сдвинутые друг относительно друга на четверть главной диагонали. Элементарная ячейка такой решётки представляет собой куб с ребром $a = 0{,}56533$ нм, внутри которого находятся 14 атомов: по атому в каждой вершине куба и по одному атому на каждой грани куба. Чему равна плотность арсенида галлия? Атомные массы галлия и мышьяка соответственно 70 и 75 а.е.м. Ответ дать в кг/м^3, округлив до десятков.



Ответ:_____кг/м^3

8 В сосуде объемом 1,5 л находится смесь кислорода и углекислого газа. Масса смеси $m = 40$ г, температура - $T = 300$ К, давление – 2,0 МПа. Определите массу каждого газа. В ответ запишите большую массу в г.

Ответ:_____г

9 Сосуд объемом $V = 20$ дм^3 разделен тонкой подвижной перегородкой на две части. В левую часть помещены 16 г кислорода, а в правую – 27 г воды. При этом поддерживается температура $t = 100°C$. Определите объем правой части сосуда.

Ответ:_____л

10 Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится 8 г водорода, а в правой — один моль азота. Перегородка может пропускать молекулы водорода и является непроницаемой для молекул азота. Температура газов одинаковая и остаётся постоянной. Выберите все верные утверждения о процессах установления равновесия в системе и о состояниях газов.

1) В начальном состоянии концентрация водорода в 4 раза больше концентрации азота.
2) При проникновении в правую часть сосуда водород совершает положительную работу.
3) После установления равновесия в правой части сосуда будет находиться в 1,5 раза больше молекул, чем в левой части.
4) После установления равновесия давление газа в обеих частях сосуда одинаковое.
5) После установления равновесия внутренняя энергия газа в правой части сосуда увеличилась в 3 раза.

Ответ:_____

11 В неглубоком сосуде наблюдают установившийся процесс кипения воды, при этом со дна сосуда к поверхности поднимается газовый пузырек. Как изменяются при подъеме средняя кинетическая энергия молекул водяного пара и его температура?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

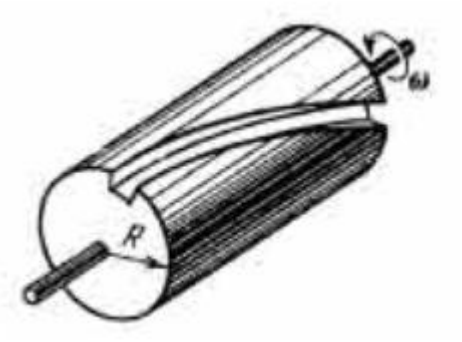
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могу повторяться.

Средняя кинетическая энергия	Средняя кинетическая энергия

12 В цепь переменного тока частотой 50 Гц последовательно включены омическое сопротивление 20 Ом, соленоид индуктивностью 0,3 Гн и конденсатор емкостью 200 мкФ. Определить полное сопротивление цепи. Ответ округлить до целых.

Ответ:_____Ом

13 Отверстие в стенке перекрыто цилиндрической пробкой. На поверхности пробки прорезан узкий винтовой канал с шагом $h = 1$ м. По одну сторону стенки находится разреженный газ, по другую - вакуум. Молекулы газа легко поглощаются стенками канала. Пробка вращается с угловой скоростью $\omega_0 = 628$ рад/с. Какой скоростью будут обладать молекулы, прошедшие по каналу?



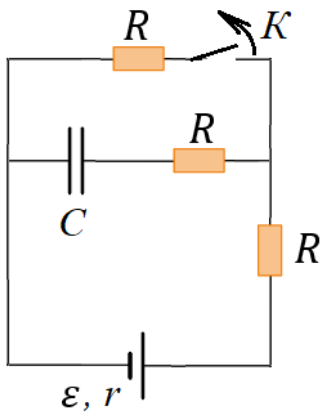
Ответ:_____м/с

14 При фотографировании некоторого предмета с расстояния 5 м требуется время экспозиции 0,1 с. Фокусное расстояние объектива равно 5 см. Какое время экспозиции нужно для съемки того же предмета с расстояния 10 м?

Ответ:_____с

15 На схеме $R = 6$ Ом, $\varepsilon = 3{,}9$ В, внутреннее сопротивление источника $r = 1$ Ом, $C = 1$ мкФ. Вначале ключ замкнут.

Выберите все верные утверждения, соответствующие схеме.



1) Ток в схеме при замкнутом ключе равен 0,5 А.
2) Ток в схеме при замкнутом ключе равен 0,3 А.
3) Заряд на конденсаторе при замкнутом ключе равен 3,9 мкКл.
4) Напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе равно 1,8 В.
5) При разомкнутом ключе напряжение на конденсаторе равно нулю.
6) При разомкнутом ключе заряд конденсатора в $\frac{13}{6}$ раза больше, чем при замкнутом.
7) При разомкнутом ключе ток в схеме равен 0,3 А.

Ответ:_____

16 А) Прямой провод, по которому течет постоянный ток, расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Если длину провода уменьшить в 2 раза, а силу тока в нем увеличить в 4 раза, то сила Ампера, действующая на проводник…

Б) Прямой провод, по которому течет постоянный ток, расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Если провод повернуть так, чтобы он располагался под углом 30° к линиям индукции, то сила Ампера, действующая на проводник…
К каждому пункту (А, Б) подберите результат под соответствующей цифрой:

1) Не изменится
2) Увеличится в 4 раза
3) Уменьшится в 4 раза
4) Увеличится в 2 раза
5) Уменьшится в 2 раза

А	Б

17 Для каждой величины из левого столбца подберите значение из правого. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) Чему равна разность фаз (в градусах) двух интерферирующих световых волн с длиной волны $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$ м, если разность хода равна $3{,}75 \cdot 10^{-7}$ м?	1) $90°$ 2) $180°$ 3) $270°$ 4) λ 5) $\frac{3\lambda}{2}$ 6) $\frac{\lambda}{2}$ 7) $\frac{\lambda}{4}$
Б) В некоторой точке пространства разность фаз двух волн равна $\frac{\pi}{2}$. В этой точке пространства разность хода этих волн составляет…	

А	Б

18 Мимо неподвижного наблюдателя вдоль оси Ox со скоростью $\vartheta = \frac{c}{2}$ движется стержень длиной 1 м, ориентированный под углом $\alpha = 45°$ к оси Ox. Определите значение наблюдаемой длины стержня.

Ответ:_____м

19 Для каждой величины из левого столбца подберите значение из правого. Цифры в ответе могут повторяться.

А) Лазерный луч, падая нормально на зеркало, полностью от него отражается. Если за время t лазер излучает энергию E, то импульс, получаемый зеркалом за 1 с, равен…	1) $\frac{E}{c\tau}$ 2) $\frac{2E}{c\tau}$ 3) $\frac{h\nu}{c\tau}$ 4) $\frac{h\nu}{c}$ 5) $\frac{2h\nu}{c}$ 6) $\frac{Et}{hc}$
Б) Импульс фотона меняется на величину…	

А	Б

20 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите в ответе их номера.

1) Плавание тел вследствие действия силы Архимеда возможно только в жидкостях.
2) Если тела находятся в тепловом равновесии, то их температура одинакова.
3) Сила взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов в вакууме обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.
4) Дифракция рентгеновского излучения принципиально невозможна.
5) «Красная граница» фотоэффекта — максимальная длина волны, при которой еще происходит фотоэффект.

Ответ:_____

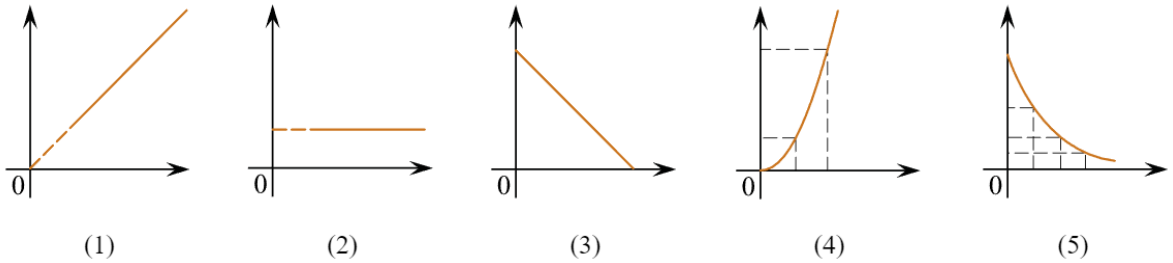
21 Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость модуля скорости свободно падающего тела от времени при начальной скорости тела, равной нулю

Б) зависимость внутренней энергии одного моля идеального газа от его температуры

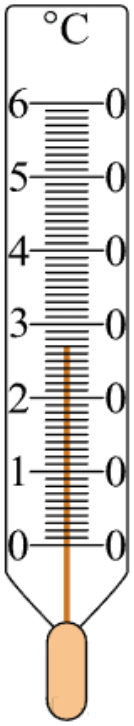
В) зависимость энергии электрического поля конденсатора электроемкостью *C* от напряжения между обкладками конденсатора

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1−5. Для каждой зависимости А−В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



А	Б	В

22 На рисунке изображён термометр, показывающий температуру в комнате в градусах Цельсия. Чему равна абсолютная температура воздуха в комнате, если погрешность измерения температуры равна цене деления термометра?



Ответ: (_____±_____) К

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23 Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с её помощью жёсткость пружины. При подготовке этого опыта школьник взял штатив, пружину и грузик. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения данного эксперимента?

1) транспортир
2) линейку
3) манометр
4) весы
5) стакан с водой

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:_____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

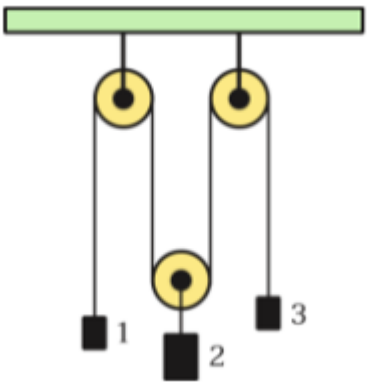
Часть 2

Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

24 Может ли система из трех точечных зарядов находиться в равновесии? Ответ поясните.

Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

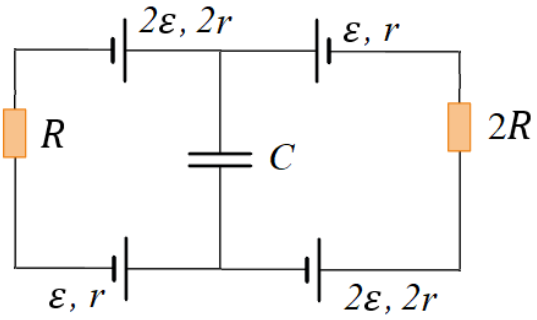
25 На легкой нерастяжимой веревке с помощью трех блоков подвешены три груза. Блоки легкие, вращаются без трения, веревка по ним не скользит. В некоторый момент времени скорость груза 1 направлена вверх и равна 5 см/с, скорость груза 2 направлена вниз и равна 10 см/с. Определите проекцию скорости груза 3 на ось Ox, направленную вертикально вверх, в этот же момент времени.



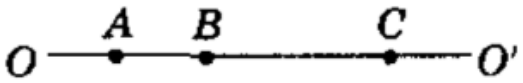
26 Поток электронов, пройдя ускоряющую разность потенциалов 5000 В, влетает в середину между двумя плоскими металлическими пластинами параллельно им. Какое минимальное напряжение нужно приложить к пластинам, чтобы электроны не вылетели из них? Длина пластин 5 см, расстояние между ними 1 см.

27 В сосуде объемом 1 л находится 0,2 г углекислого газа. При температуре $T = 2600$ К некоторая часть молекул CO_2 диссоциировала на молекулы оксида углерода CO и молекулы кислорода O_2. При этом давление в сосуде оказалось равным $1{,}1 \cdot 10^5$ Па. Найдите степень диссоциации молекул CO_2 на CO и O_2 при этих условиях.

28 В цепи, показанной на рисунке, определите энергию конденсатора. Параметры элементов указаны на рисунке.



29 Точечный источник света находится на главной оптической оси OO' линзы. Когда он находился в точке A, его изображение было в точке B, а когда его переместили в точку B, его изображение попало в точку C. Найти фокусное расстояние линзы, если $AB = 10$ см, $BC = 20$ см.



30 Небольшая ракета с массой $m = 10$ кг, запущенная с горизонтального участка поверхности Земли вертикально вверх, летит по окружности радиуса $R = 500$ м с постоянной по величине скоростью $v = 100$ м/с. Найдите величину силы тяги двигателя ракеты в тот момент времени, когда она, поднимаясь вверх, проходит отметку высоты $h = 400$ м над поверхностью Земли. Известно, что действующая на ракету сила сопротивления воздуха с хорошей точностью описывается формулой $F_c = -\alpha_c v$, где $\alpha_c \approx 1$ кг/с. Ускорение свободного падения равно $g \approx 10$ м/с^2, уменьшением массы ракеты из-за расхода топлива пренебрегите.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.