

**Всероссийская олимпиада школьников
по ФИЗИКЕ**

Муниципальный этап

7 класс

Инструкция по выполнению работы

Время выполнения работы — 180 мин

Внимательно прочитайте и решите задачи. При решении можно пользоваться непрограммируемым калькулятором. Все записи в бланке ответов выполняйте ручкой, работу оформляйте разборчивым почерком. Решения задач записывайте подробно. Не забудьте переписать решение с черновика в бланк ответов. Черновики не проверяются!

Максимальное количество баллов — 40

Желаем успеха!

Задача 7.1. Книжный червь.

Червячок Геннадий прогрыз насквозь стоящий на полке четырёхтомный физический справочник (расположение книг изображено на рис. 7.1). Общая толщина страниц каждого тома этого справочника равна 4 см, а толщина каждой обложки — 3 мм. Известно, что Геннадий прогрызает путь от первой страницы первого тома до последней страницы второго тома за 12 мин, а путь от последней страницы третьего тома до первой страницы четвёртого — за 20 мин.

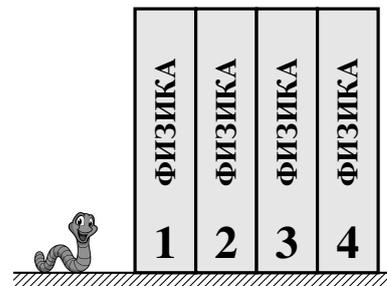


Рис. 7.1.

1. С какой скоростью v (в мм/мин) червячок грызёт обложку справочника?
2. С какой скоростью u (в мм/мин) Геннадий грызёт его страницы?
3. Найдите среднюю скорость $v_{\text{ср}}$ прогрызания червячком всего пути сквозь тома справочника.

Считать, что червячок всё время движется по прямой перпендикулярно страницам, нигде не останавливается и не разворачивается. Скорости u и v прогрызания страниц и обложек постоянны и не зависят от номера тома.

Задача 7.2. Дорога туда и обратно.

Как-то раз экспериментатор Иннокентий Иванов поехал на своём автомобиле из Аистово в Ведёркино. Первую четверть своего пути он ехал со скоростью 60 км/ч, половину оставшегося пути — со скоростью 45 км/ч, а последний участок — со скоростью 66 км/ч. Обратный же путь из Ведёркино в Аистово у него занял на 25% больше времени, причём первую треть всего времени движения в обратную сторону Иннокентий ехал со скоростью 15 м/с. Какова была средняя скорость автомобиля на оставшейся части пути из Ведёркино в Аистово? Путь туда и обратно был одинаковым.

Задача 7.3. Средняя скорость шляпы.

Экспериментатор Иннокентий Иванов, гуляя по набережной реки, уронил в воду свою любимую шляпу, которая, подхваченная течением, поплыла от него прочь. Решив во что бы то ни стало вернуть свой головной убор, Иннокентий нашёл лодку, сел в неё и догнал шляпу ниже по течению. После чего, быстро подобрав её, он немедленно развернулся и приплыл в то же самое место, где взял лодку. Скорость течения реки и скорость движения лодки относительно воды всюду постоянны и равны $u = 2$ м/с и $v = 6$ м/с соответственно, а средняя скорость шляпы (относительно берега) на всём её пути по реке туда-обратно $v_{\text{ср}} = 2,5$ м/с.

1. На каком расстоянии от места потери шляпы учёный нашёл лодку, если между моментом, когда он её уронил, и отплытием на лодке прошло $t_0 = 5$ мин?
2. Выше или ниже по течению (относительно места потери) Иннокентий нашёл лодку? Шириной реки можно пренебречь.

Задача 7.4. Чернила на графике.

Мальчики Паша и Миша экспериментировали в школьной лаборатории. Они взяли пустой сосуд, имеющий вертикальные стенки и плоское дно, поставили на дно цилиндр и начали тонкой струйкой наливать в сосуд воду. Через некоторое время Паша вспомнил, что хотел поместить в сосуд не один, а два цилиндра, после чего он, не выключая воду, аккуратно поставил на дно сосуда второй цилиндр. Мише же было поручено снять зависимость высоты h уровня воды в сосуде от времени t и построить соответствующий график. Мальчик, в целом, справился с заданием, но в последний момент умудрился капнуть чернилами и залить часть построенного графика (см. рис. 7.2). Определите по графику:

1. высоты первого и второго цилиндров,
2. площадь дна сосуда,
3. объёмы обоих цилиндров.

Мальчики помнили, что ежеминутно в сосуд поступало 72 мл воды, оба цилиндра стояли вертикально, а второй цилиндр Паша поставил очень быстро.

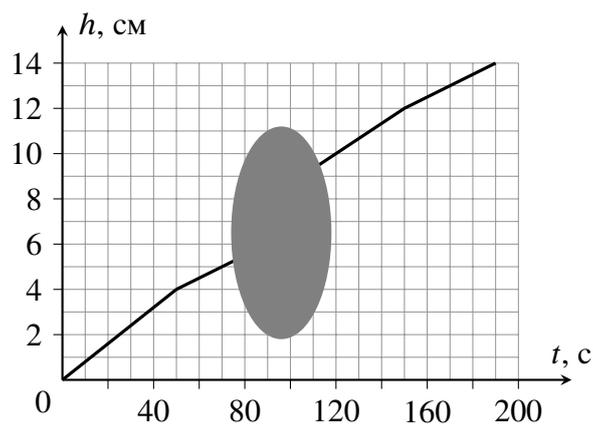


Рис. 7.2.

**Всероссийская олимпиада школьников
по ФИЗИКЕ
Муниципальный этап
8 класс**

**Инструкция по выполнению работы
Время выполнения работы — 180 мин**

Внимательно прочитайте и решите задачи. При решении можно пользоваться непрограммируемым калькулятором. Все записи в бланке ответов выполняйте ручкой, работу оформляйте разборчивым почерком. Решения задач записывайте подробно. Не забудьте переписать решение с черновика в бланк ответов. Черновики не проверяются!

Максимальное количество баллов — 40

Желаем успеха!

Задача 8.1. График скорости лодки.

Моторная лодка, отплывшая от пристани на реке, на протяжении 2 часов двигалась вдоль берега в одну сторону, затем развернулась и через 3 часа вернулась обратно на пристань. Скорость лодки **относительно воды** менялась со временем так, как показано на графике (рис. 8.1).

1. Чему равна скорость течения реки?
2. Вверх или вниз по течению вначале плыла лодка?
3. На каком расстоянии от пристани лодка развернулась?

Скорость течения реки считать постоянной. Временем, потраченным на разворот, и шириной реки пренебречь.

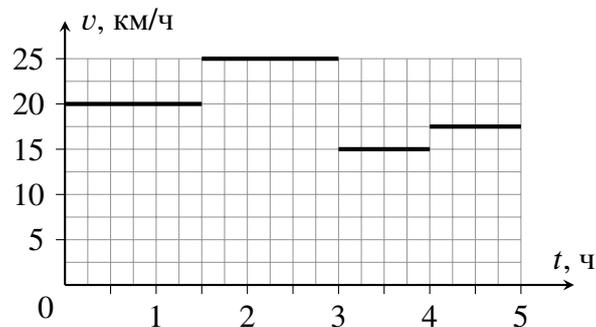


Рис. 8.1.

Задача 8.2. Раз термометр, два термометр.

Как-то раз, оставшись в школьной лаборатории, девочка Маша взяла два теплоизолированных калориметра. В первый из них она налила немного холодной воды, а во второй — немного горячей, после чего опустила в каждый калориметр один из двух **одинаковых** термометров. Записав показания приборов (5°C и 75°C), девочка быстро вытащила оба термометра и поменяла их местами. Оказалось, что теперь термометр, опущенный в холодную воду, показывает 7°C , в то время как другой — 70°C . Удивившись, Маша решила перелить всю горячую воду в калориметр с холодной, не вынимая оттуда прибор. Определите, какую температуру должен теперь показать термометр, оставшийся в калориметре с водой. Оба прибора исправны, а их показания Маша записывала, дождавшись наступления теплового равновесия. Теплоёмкостью стенок калориметров можно пренебречь, вода из сосудов не выливается.

Задача 8.3. Пузатый сосуд.

В сообщающиеся сосуды, правый из которых представляет собой вертикальный цилиндр диаметром d , закрытый тяжёлым поршнем, а левый — очень узкую вертикальную трубку с уширением в форме сферы диаметром D , налиты бензин и вода. Бензин полностью находится в сферической части, занимая её нижнюю половину, а поршень расположен на одном уровне с нижней поверхностью бензина (см. рис. 8.2). На поршень сверху поставили груз, масса которого в 2,8 раза больше массы поршня, в результате чего бензин полностью заполнил **верхнюю** половину сферической части левого сосуда. Каково отношение D/d ? Плотность бензина равна 70% от плотности воды. Трением между поршнем и стенками пренебречь.

Примечание: Объём шара вычисляется по формуле $V = 4\pi R^3/3$, где R — радиус шара, а площадь круга — по формуле $S = \pi r^2$, где r — радиус круга.

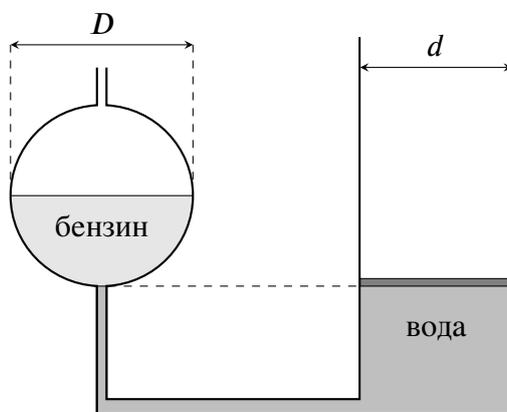


Рис. 8.2.

Задача 8.4. Эксперименты с грузиками.

Готовясь к экспериментальному туру олимпиады по физике, мальчик Паша взял рычаг, снабжённый сантиметровыми делениями и способный вращаться вокруг неподвижной горизонтальной оси, соответствующей делению «35», и два грузика с массами m_1 и m_2 . Положив грузик m_1 на деление «64», Паша обнаружил, что рычаг находится в равновесии, если второй грузик поместить на деление «9». Когда же мальчик передвинул первый грузик на деление «54», второй грузик для восстановления равновесия пришлось сместить на деление «21».

1. Найдите отношение m_1/m_2 .

2. Определите, на какое деление Паше нужно поместить грузик m_2 , чтобы рычаг оказался в равновесии, если грузик m_1 он переложил на деление «19».

Размерами грузиков можно пренебречь. Трение в оси рычага отсутствует.

Всероссийская олимпиада школьников
по ФИЗИКЕ
Муниципальный этап
9 класс

Инструкция по выполнению работы
Время выполнения работы — 230 мин

Внимательно прочитайте и решите задачи. При решении можно пользоваться непрограммируемым калькулятором. Все записи в бланке ответов выполняйте ручкой, работу оформляйте разборчивым почерком. Решения задач записывайте подробно. Не забудьте переписать решение с черновика в бланк ответов. Черновики не проверяются!

Максимальное количество баллов — 50

Желаем успеха!

Задача 9.1. Таков путь!

Одновременно с тем, как первое тело, находившееся на поверхности земли, бросили вертикально вверх, второе тело, находившееся на высоте $H = 7$ м, отпустили без начальной скорости. В некоторый момент времени оба тела столкнулись, не долетев до земли, причём второе тело прошло **путь**, в 1,8 раза больший, чем первое. Определите начальную скорость первого тела. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 , сопротивлением воздуха и размерами тел пренебречь.

Задача 9.2. Куб с полостью.

Если полый пластмассовый куб (в полости находится воздух) удерживается в воде с помощью нити, привязанной ко дну сосуда (рис. 9.1а), сила натяжения этой нити равна $T_1 = 56$ Н. Если же полость куба полностью заполнить водой и, подвесив на нити, наполовину погрузить в воду (рис. 9.1б), сила натяжения нити будет равна $T_2 = 44$ Н. Какова толщина стенок этого куба? Плотность воды равна 1000 кг/м^3 , плотность пластмассы — 1200 кг/м^3 . Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . Толщина стенок везде одинакова.

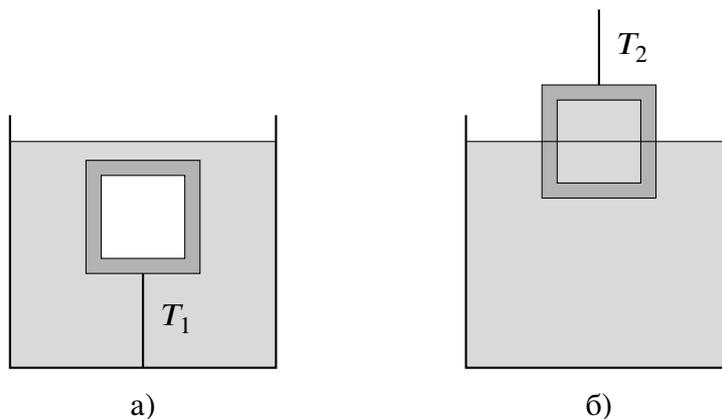


Рис. 9.1.

Задача 9.3. Лёд в керосине.

Экспериментируя в школьной лаборатории, мальчик Паша взял пустой теплоизолированный калориметр ёмкостью 100 см^3 и налил туда 98 см^3 горячего керосина. Затем он взял кусок льда при температуре 0°C и аккуратно, но быстро поместил его в калориметр. Дождавшись наступления теплового равновесия, Паша обнаружил, что весь лёд растаял, температура керосина опустилась до 0°C , а суммарный объём содержимого калориметра снова стал равен 98 см^3 . Чему была равна начальная температура керосина? Удельная теплоёмкость керосина равна $2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда — $330 \text{ кДж}/\text{кг}$. Плотности воды, льда и керосина, соответственно, равны $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, $900 \text{ кг}/\text{м}^3$ и $800 \text{ кг}/\text{м}^3$. Теплоёмкостью калориметра и тепловым расширением керосина пренебречь.

Задача 9.4. Переплывающее равновесие.

На однородную доску массой $M = 1,5 \text{ кг}$, лежащую своими краями на двух опорах, положили симметричный прямоугольный сосуд такой же массы, в котором находится ледяной кубик массой $m = 900 \text{ г}$. Длина сосуда равна половине длины доски, а его правый край совпадает с краем доски. Вначале лёд находится вплотную к правому краю сосуда (см. рис. 9.2). Определите длину доски L , если после того как весь лёд растаял, сила давления доски на левую опору увеличилась на 15% . Плотность льда равна $900 \text{ кг}/\text{м}^3$. Толщиной стенок сосуда можно пренебречь, вода из сосуда не выливается.

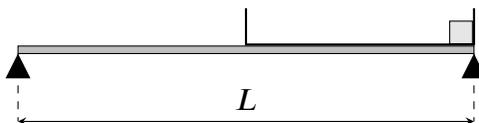


Рис. 9.2.

Задача 9.5. Большая цепь.

В цепи, изображённой на рис. 9.3, все резисторы имеют одинаковые сопротивления, а амперметр и вольтметр идеальны. К точкам M и N прикладывают постоянное напряжение, в результате чего амперметр показывает 75 мА , а вольтметр — $5,5 \text{ В}$. Найдите общее сопротивление цепи между точками M и N .

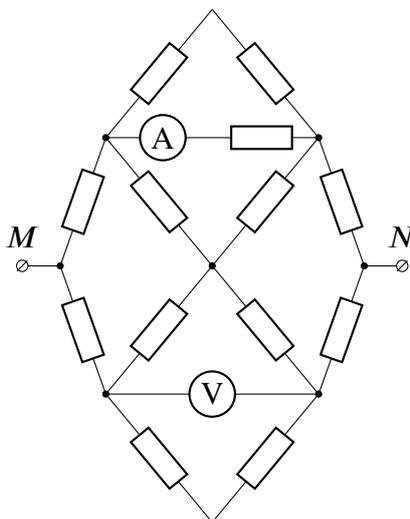


Рис. 9.3.

**Всероссийская олимпиада школьников
по ФИЗИКЕ
Муниципальный этап
10 класс**

**Инструкция по выполнению работы
Время выполнения работы — 230 мин**

Внимательно прочитайте и решите задачи. При решении можно пользоваться непрограммируемым калькулятором. Все записи в бланке ответов выполняйте ручкой, работу оформляйте разборчивым почерком. Решения задач записывайте подробно. Не забудьте переписать решение с черновика в бланк ответов. Черновики не проверяются!

Максимальное количество баллов — 50

Желаем успеха!

Задача 10.1. Движемся вместе.

На горизонтальной ледяной поверхности находятся два бруска, один на другом (рис. 10.1). Нижний брусок имеет массу $2m$, а верхний — массу m . К верхнему бруску прикладывают постоянную горизонтальную силу F . При каких значениях F бруски будут двигаться направо, не сдвигаясь друг относительно друга? Ускорение свободного падения равно g . Коэффициент трения нижнего бруска о лёд равен $0,1$, а коэффициент трения между брусками — $0,4$. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача 10.2. Прыг-скок.

Тело, брошенное под углом α к горизонту с одного края прямоугольной ямы, падает на другой её край (см. рис. 10.2). Если же, не меняя угол и место броска, уменьшить начальную скорость тела в три раза, оно, один раз упруго отскочив от плоского дна ямы, снова попадёт на её противоположный край. Чему равна глубина ямы H , если её длина равна L ? Сопротивлением воздуха и размерами тела пренебречь.

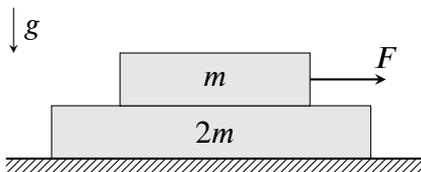


Рис. 10.1.

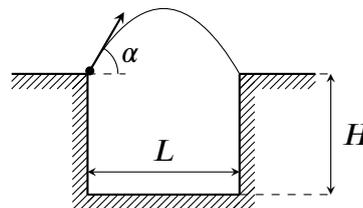


Рис. 10.2.

Задача 10.3. Делитель напряжения.

Потенциометром (рис. 10.3а) называется резистор, снабжённый дополнительным скользящим контактом (ему соответствует средний вывод устройства), который на схемах условно обозначается стрелкой. Вращением ручки потенциометра можно изменять сопротивление между средним и каким-либо другим выводом, в идеальном случае, от нуля до максимального значения R .

Готовясь к экспериментальному туру по физике, мальчик Паша собрал цепь, состоящую из источника постоянного напряжения, резистора, потенциометра и амперметра (рис. 10.3б). Вращая ручку потенциометра, Паша заметил, что сила тока через амперметр меняется, причём минимальное показание прибора равно $I_{min} = 2$ мА, а максимальное — $I_{max} = 5$ мА. Найдите напряжение источника U_0 и максимальное сопротивление потенциометра R , если сопротивление резистора $r = 200$ Ом. Амперметр, потенциометр и источник считайте идеальными.

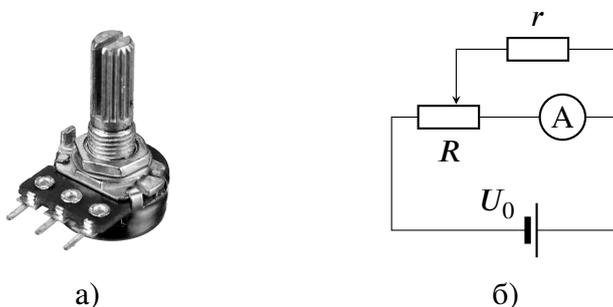


Рис. 10.3.

Задача 10.4. Преломление в полусфере.

На плоском столе находится прозрачная полусфера радиуса $R = 10$ см с показателем преломления $n = \sqrt{2}$. На неё вдоль поверхности стола на высоте $h = R/\sqrt{2}$ падает световой луч (рис. 10.4). Определите, на каком расстоянии s от поверхности полусферы луч попадёт на стол. Показатель преломления воздуха, окружающего полусферу, примите равным единице.

Задача 10.5. Поворот с ускорением.

Экспериментатор Иннокентий Иванов на своём полноприводном автомобиле хочет совершить следующий манёвр: стартовав из точки A (см. рис. 10.5) и разгоняясь по дуге AB , равной 90° , попасть в точку B . Скорость автомобиля в процессе движения меняется по закону $v = at$, где a — постоянная, называемая касательным ускорением, t — время, прошедшее от старта в точке A . Считая, что автомобиль Иннокентия всё время движется по горизонтальной поверхности, определите максимально возможное значение касательного ускорения a , при котором машина удержится на дуге AB . Коэффициент трения между колёсами и поверхностью равен μ , ускорение свободного падения — g . Сопротивлением воздуха пренебречь.

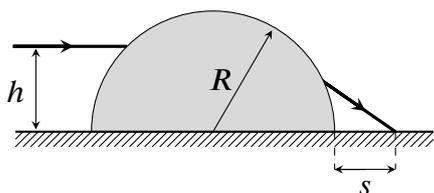


Рис. 10.4.

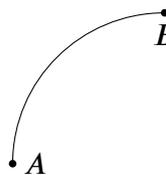


Рис. 10.5.

Всероссийская олимпиада школьников
по ФИЗИКЕ
Муниципальный этап
11 класс

Инструкция по выполнению работы
Время выполнения работы — 230 мин

Внимательно прочитайте и решите задачи. При решении можно пользоваться непрограммируемым калькулятором. Все записи в бланке ответов выполняйте ручкой, работу оформляйте разборчивым почерком. Решения задач записывайте подробно. Не забудьте переписать решение с черновика в бланк ответов. Черновики не проверяются!

Максимальное количество баллов — 50
Желаем успеха!

Задача 11.1. Тело на клине.

С каким горизонтальным ускорением a нужно двигать клин, чтобы маленький брусок, находящийся на его поверхности (рис. 11.1), оставался относительно клина неподвижным? Угол при основании клина равен α ($\operatorname{tg} \alpha = 0,5$), коэффициент трения между бруском и поверхностью равен $\mu = 0,2$. Сопротивление воздуха отсутствует. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.

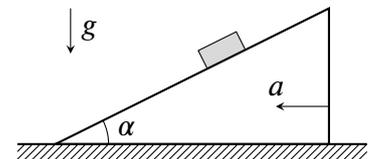


Рис. 11.1.

Задача 11.2. Сбалансированная зарядка.

В цепи, изображённой на рис. 11.2, оба ключа разомкнуты, а конденсаторы не заряжены. Сначала замыкают ключ K_1 , а затем, когда заряд на конденсаторе ёмкостью C станет равным $2C\mathcal{E}/3$, замыкают ключ K_2 . Определите сопротивление резистора R и ёмкость правого конденсатора C_0 , если после замыкания ключа K_2 токи через оба конденсатора одинаковы в каждый момент времени. Ёмкость левого конденсатора C , ЭДС батареи \mathcal{E} и её внутреннее сопротивление r считайте известными.

Задача 11.3. Дуговой процесс.

Идеальный газ переходит из состояния A в состояние B в процессе, график которого изображён на рис. 11.3. В безразмерных координатах p/p_0 и T/T_0 , где p — давление газа, а T — его абсолютная температура, кривая AB представляет собой дугу окружности с центром на горизонтальной оси (в точке с абсциссой 5).

1. Определите минимальную и максимальную температуру в процессе AB , выразив их через параметр T_0 .
2. Найдите отношение максимального и минимального объёмов газа в процессе AB .

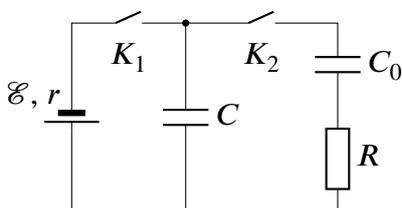


Рис. 11.2.

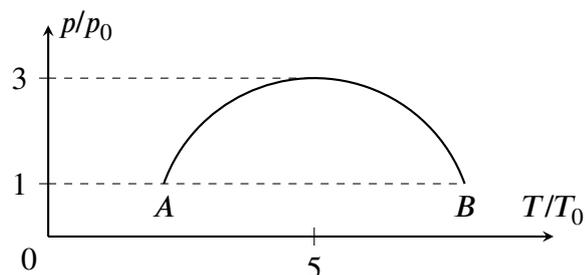


Рис. 11.3.

Задача 11.4. По материалам ЕГЭ.

Из начального положения, находящегося на высоте $3R/4$ (см. рис. 11.4), по поверхности гладкой сферической полости радиуса R скользит маленькая шайба.

1. Определите полное ускорение шайбы в нижней точке полости.
2. Определите, на какой высоте h_1 относительно нижней точки полости полное ускорение шайбы равно по величине ускорению свободного падения g .
3. Определите, на какой высоте h_2 относительно нижней точки полости полное ускорение шайбы в процессе её движения будет минимальным.

Начальная скорость шайбы равна нулю. Сопротивление воздуха и трение отсутствует.

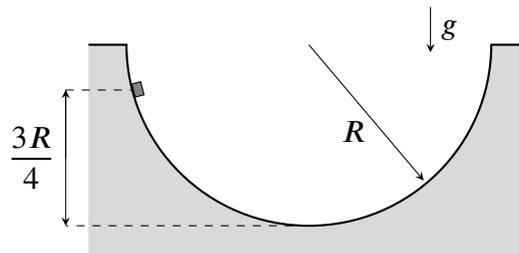


Рис. 11.4.

Задача 11.5. Полёты в полях.

Из ионной пушки Π с начальной скоростью v вылетают ионы и попадают в точку O на плоском экране \mathcal{E} , находящемся на расстоянии L от пушки. Когда в пространстве между пушкой и экраном включили однородное электрическое поле напряжённостью E , направленное вдоль плоскости экрана, ионы стали попадать на экране в точку M (рис. 11.5а). Затем электрическое поле выключили и включили однородное магнитное поле индукции B , направленное параллельно экрану и перпендикулярно вектору \vec{E} (рис. 11.5б). Оказалось, что и в этом случае ионы попадают в точку M . Найдите скорость v , если расстояние $OM = r$. Плоскость экрана перпендикулярна вектору \vec{v} . Влиянием гравитации пренебречь.

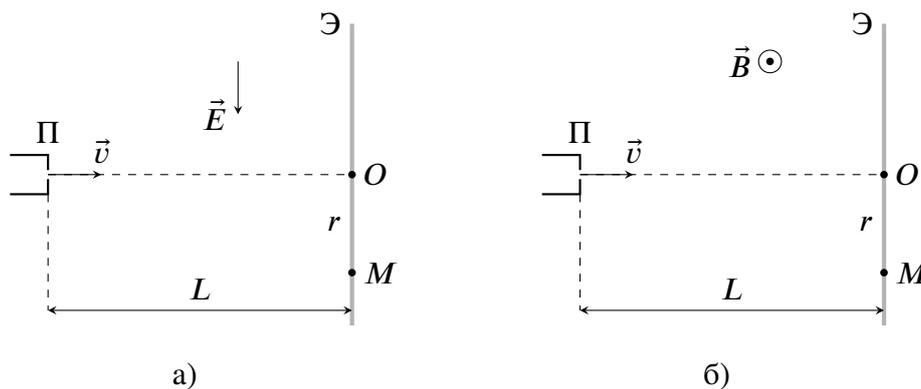


Рис. 11.5.