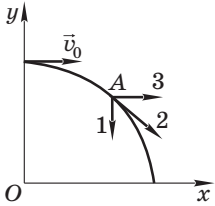


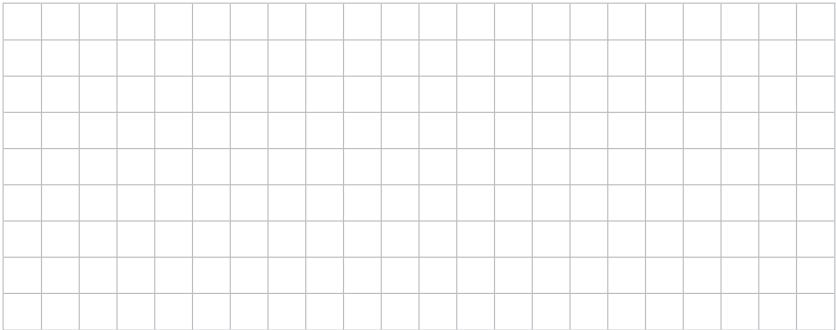
Занятие

26

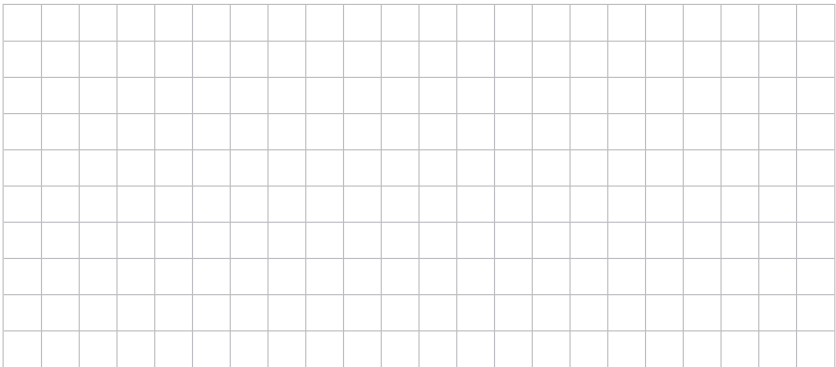
Импульс тела. Импульс силы

26.1. Ответьте на вопросы.

Вопрос	Ответ
Могут ли быть равными модули импульсов различных по массе тел?	
Могут ли быть равными модули импульсов двух тел, скорости которых направлены перпендикулярно друг другу, а массы тел равны?	
Могут ли быть равными импульсы двух тел, скорости которых направлены противоположно друг другу, а массы равны?	
Могут ли быть равными модули импульсов сил, если модули сил различны?	
Тело, брошенное горизонтально, свободно падает на поверхность Земли. С каким по направлению вектором, показанным на рисунке, совпадает импульс тела, а с каким — импульс силы в момент времени, когда тело находилось в точке A ?	



- 26.3.** Координата x тела, движущегося вдоль оси Ox , зависит от времени t по закону $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 4$ м, $B = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $C = -1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите проекцию импульса тела в момент времени $t_0 = 0$ с и $t = 2$ с, если масса тела $m = 0,2$ кг. Найдите проекцию изменения импульса тела за промежуток времени $\Delta t = 2$ с.



- 26.4.** Шарик массой $m = 40$ г летел со скоростью, модуль которой $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. После удара о стенку он отскочил со скоростью, модуль которой $v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, под углом $\alpha = 90^\circ$ к прежнему направлению. Найдите модуль изменения импульса шарика при ударе.

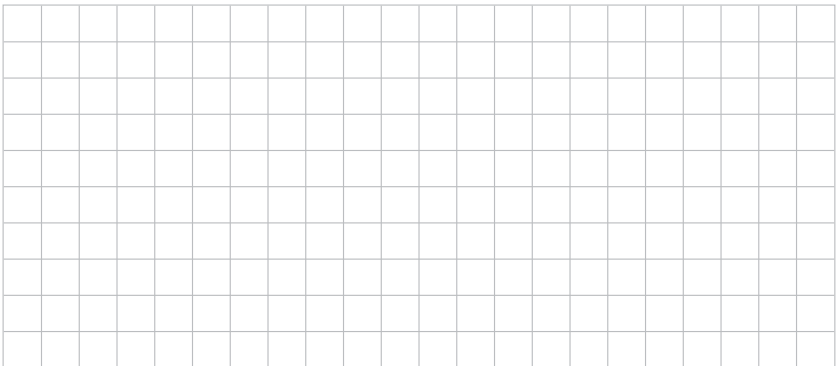


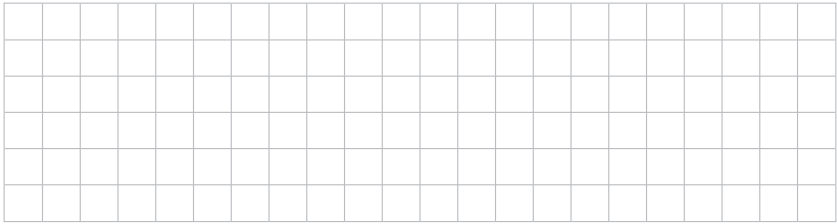
26.5. Резиновый шарик падает на горизонтальную поверхность стола с высоты $h_0 = 45$ см и, отскочив, поднимается на высоту $h = 20$ см. Масса шарика $m = 0,10$ кг. Каков модуль средней силы, с которой шарик действовал на стол при ударе, если соприкосновение со столом длилось $\Delta t = 0,050$ с? Сопротивлением воздуха при полете шарика пренебречь.



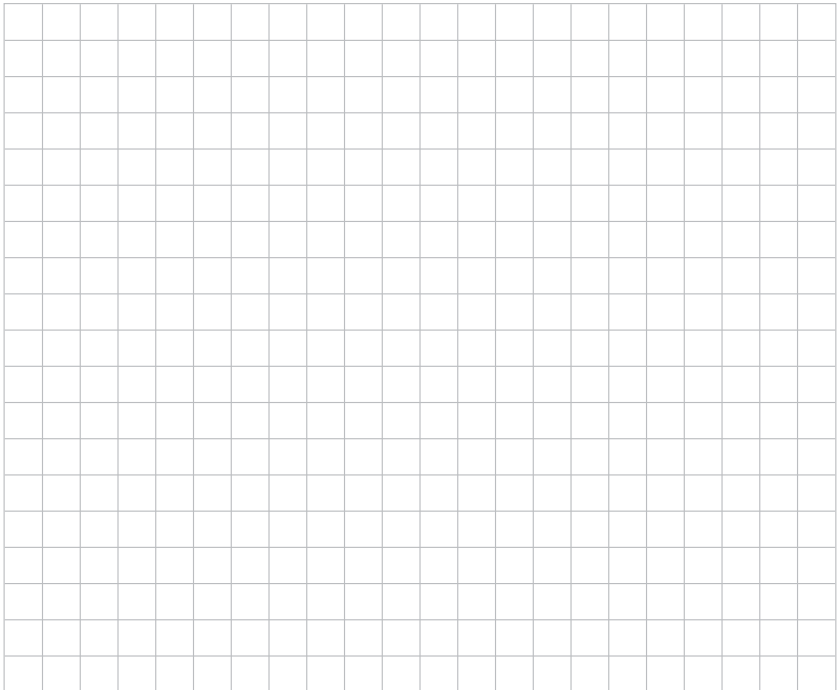


27.3. Артиллерийский снаряд, летевший горизонтально со скоростью, модуль которой $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, разорвался на два осколка массами $m_1 = 5,0$ кг и $m_2 = 10$ кг. При этом скорость меньшего осколка оказалась направленной вертикально вниз. Определите модуль скорости большего осколка сразу после разрыва, если модуль скорости меньшего осколка сразу после разрыва $v_1 = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.





27.4. Граната, летящая горизонтально со скоростью, модуль которой $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, разорвалась на два осколка в отношении 1 : 2. Скорость меньшего осколка направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Определите модуль скорости большего осколка, если модуль скорости меньшего осколка после разрыва гранаты $v_1 = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.



- 27.5.** По гладкой горизонтальной поверхности движется тележка с песком общей массой $m_1 = 5$ кг со скоростью, модуль которой $v_1 = 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. В песок попадает гиря массой $m_2 = 1$ кг, упавшая с некоторой высоты без начальной скорости. Определите модуль скорости тележки после попадания в нее гири.



Занятие

28

Механическая работа

28.1. Отметьте верные утверждения.

- 1) При равномерном движении тела работа равнодействующей силы равна нулю.
- 2) Работа силы является максимальной, когда угол между силой и перемещением тела равен 90° .
- 3) Работа силы является отрицательной, когда сила и перемещение составляют тупой угол.
- 4) Работа силы зависит от выбора системы отсчета.
- 5) По графику (рис. 31) зависимости проекции скорости v_y десантника, спускающегося на парашюте, от времени t следует, что работа равнодействующей сил, действующих на десантника, равна нулю в течение промежутка времени $0 - t_1$.

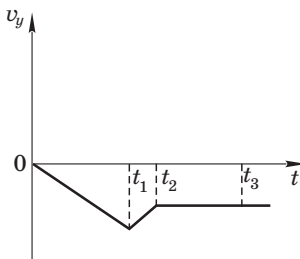


Рис. 31

- 6) Ящик равномерно перемещают вверх вдоль наклонной плоскости, угол наклона которой к горизонту α . Работа силы тяги \vec{F} , приложенной к ящику вдоль наклонной плоскости, определяется по формуле $A = F \cdot \Delta r \cos \alpha$, где Δr — модуль перемещения ящика.
- 7) Спутник движется по круговой орбите радиусом r . Сила \vec{F} притяжения спутника к Земле совершает работу, которая определяется по формуле $A = F \cdot 2\pi r$.

- 8) Площадь фигуры, ограниченной графиком зависимости проекции силы \vec{F}_x от координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , и осью Ox численно равна работе силы F при перемещении тела на расстояние l (рис. 32).

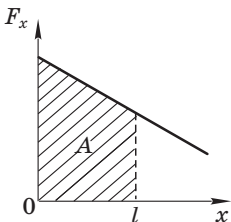


Рис. 32

- 28.2.** Тело массой $m = 8,0$ кг движется вдоль оси Ox по горизонтальной поверхности. Зависимость проекции скорости от времени описывается уравнением $v_x = A + Bt$, где $A = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $B = 4,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Определите работу силы трения при перемещении тела на $\Delta r = 20$ м, если на тело действует горизонтально направленная сила тяги, модуль которой $F = 34$ Н.



- 28.3.** Тело массой $m = 6,0$ кг равномерно тянут по горизонтальной поверхности, прилагая к нему силу \vec{F} , направленную под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Коэффициент трения между телом и плоскостью $\mu = 0,30$. Определите работу, совершенную силой \vec{F} при перемещении тела на $\Delta r = 39$ м.



28.4. Какую работу совершит сила, модуль которой $F = 20$ Н, подняв по наклонной плоскости груз массой $m = 2$ кг на высоту $h = 2,5$ м с ускорением, модуль которого $a = 5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$?

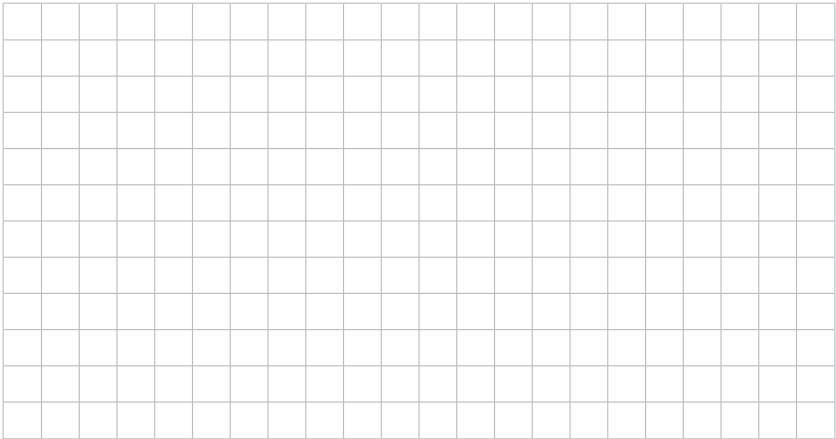
Сила действует параллельно наклонной плоскости. Трением пренебречь.



28.5. Цилиндрическая бочка диаметром $d = 0,7$ м плавает вертикально на поверхности воды. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы вынуть бочку из воды, если ее масса $m = 200$ кг? Плотность воды $\rho = 1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

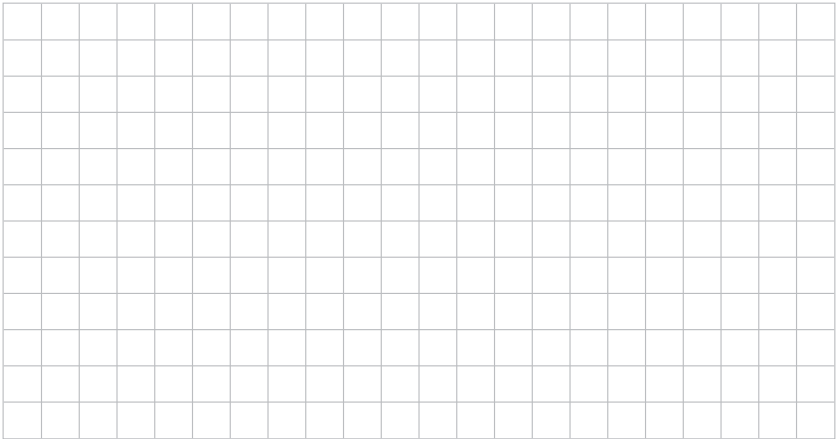
Силы сопротивления не учитывать.





29.3. Автомобиль массой $m = 1,0$ т трогается с места и, двигаясь равноускоренно и прямолинейно, проходит путь $l = 50$ м за промежуток времени $\Delta t = 5,0$ с. Какую мощность развивает автомобиль в конце пятой секунды движения? Силой сопротивления пренебречь.





29.6. Какую среднюю мощность необходимо развить, чтобы сжать пружину на $\Delta x_1 = 4$ см в течение промежутка времени $\Delta t = 0,5$ с, если для сжатия ее на $\Delta x_2 = 1$ см требуется сила, модуль которой $F = 25$ кН?



Занятие

30

Механическая энергия

30.1. Отметьте верные утверждения.

- 1) Если равнодействующая сил, действующих на тело, равна нулю, то кинетическая энергия тела не может изменяться.
- 2) Если равнодействующая сил, действующих на тело, равна нулю, то потенциальная энергия тела не может изменяться.
- 3) Если центр масс тела не перемещается, то потенциальная энергия тела не изменяется.
- 4) Кинетическая энергия тела не может одновременно быть равной 0 Дж и 100 Дж.
- 5) Потенциальная энергия тела может одновременно быть равной 0 Дж и 100 Дж.
- 6) Два тела могут обладать разной потенциальной энергией, даже если их массы равны и находятся они на одинаковой высоте относительно нулевого уровня.
- 7) Два легких жгута, абсолютные удлинения которых равны, обладают равной потенциальной энергией.
- 8) Алюминиевый $\left(\rho = 2,7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}\right)$ и медный $\left(\rho = 8,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}\right)$

шарики равного объема обладают равной кинетической энергией относительно одной и той же ИСО, если их скорости движения одинаковы.

- 9) Кинетическая и потенциальная энергии тела одновременно уменьшаться не могут.

30.2. Пробковый шарик, плотность которого в 5 раз меньше плотности воды, начинает всплывать вверх со дна водоема. Определите кинетическую энергию шарика спустя промежуток времени $\Delta t = 0,4$ с, если модуль силы сопротивления воды, действующей на шарик, в 3,5 раза больше модуля силы тяжести. Масса шарика $m = 20$ г.



- 30.3.** Пуля массой $m = 5,0$ г, летевшая горизонтально со скоростью, модуль которой $v_0 = 800 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, пробивает доску и вылетает из нее со скоростью, модуль которой $v = 400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
Найдите работу силы сопротивления доски, считая ее при движении пули в доске постоянной.

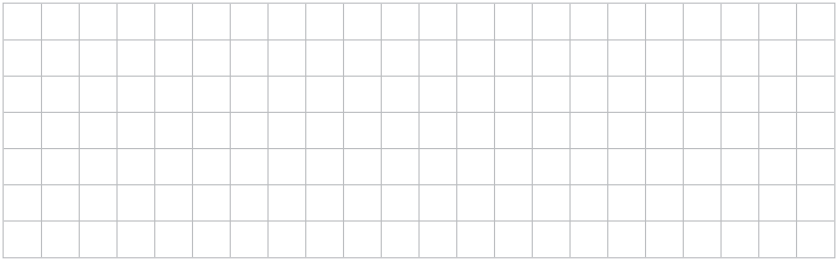


- 30.4.** Брусок массой $m = 2$ кг равномерно движется по горизонтальной поверхности под действием горизонтальной легкой пружины жесткостью $k = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Определите потенциальную энергию пружины, если коэффициент трения бруска о плоскость $\mu = 0,2$.

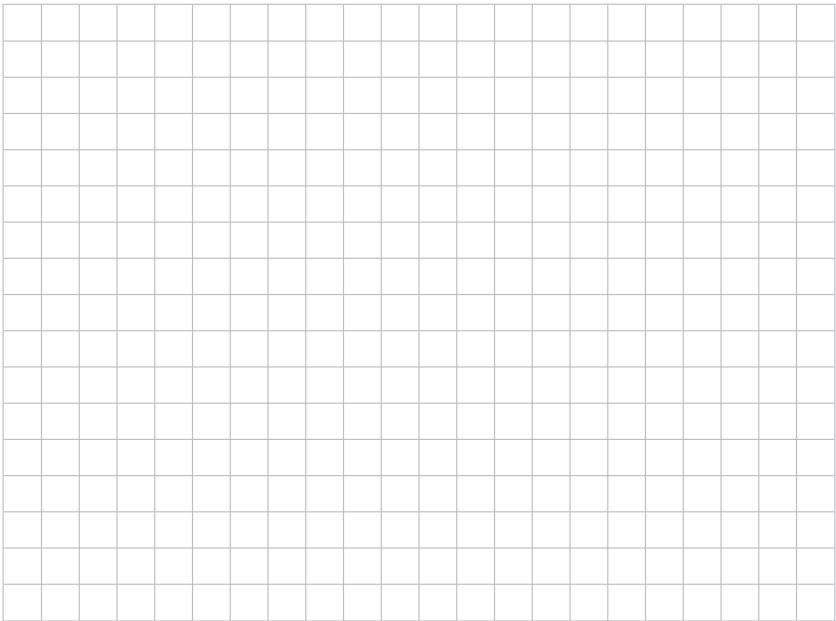


- 30.5.** На горизонтальной плоскости лежит тонкая цепочка длиной $l = 80$ см и массой $m = 25$ г. Чему равна минимальная работа по подъему цепочки, взятой за один конец, на высоту, при которой нижний ее конец будет находиться на расстоянии $2l$ от плоскости?





- 31.2.** Определите модуль минимальной горизонтальной скорости, которую надо сообщить шарiku, чтобы он сделал полный оборот в вертикальной плоскости, если он висит: а) на жестком невесомом стержне длиной l ; б) на легкой нерастяжимой нити длиной l . Сопротивлением пренебречь.



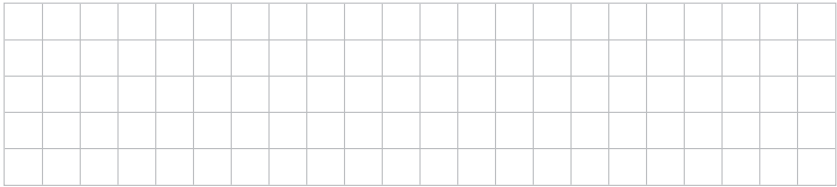
- 31.3.** Легкий стержень длиной $l = 80$ см с закрепленными на его концах грузами массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 3$ кг может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей

через середину стержня. Стержень приводят в горизонтальное положение и отпускают. Найдите модуль скорости грузов в тот момент, когда стержень проходит вертикальное положение. Трением пренебречь.



31.4. Груз массой $m = 1,0$ кг, подвешенный к легкой пружине жесткостью $k = 200 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, приподнимают так, что пружина становится недеформированной, и отпускают без начальной скорости. Определите максимальную деформацию пружины. Сопротивлением пренебречь.





- 31.5.** Небольшая шайба скользит вниз по гладкому наклонному желобу, переходящему в «мертвую петлю» радиусом $R = 20$ см (рис. 34). Определите минимальную высоту h наклонного желоба, при которой шайба сможет совершить полный оборот в петле.

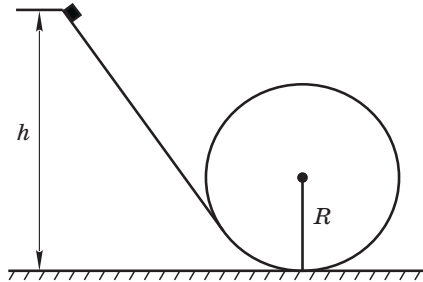
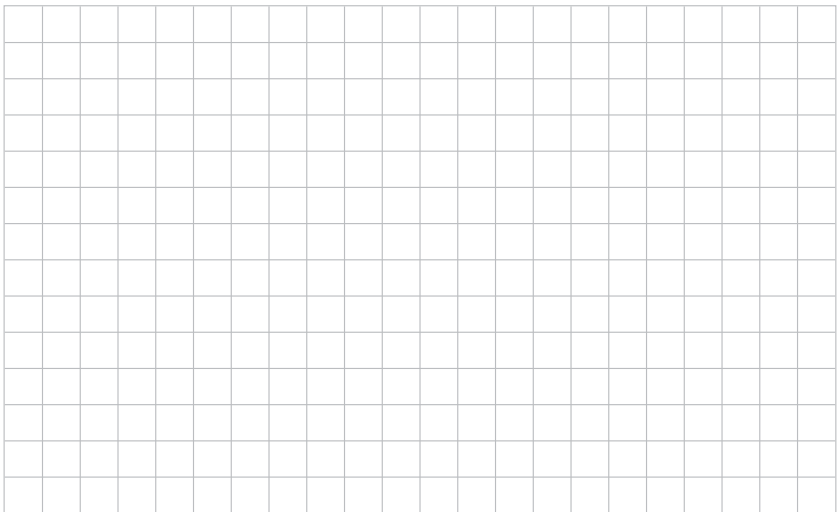


Рис. 34



Занятие



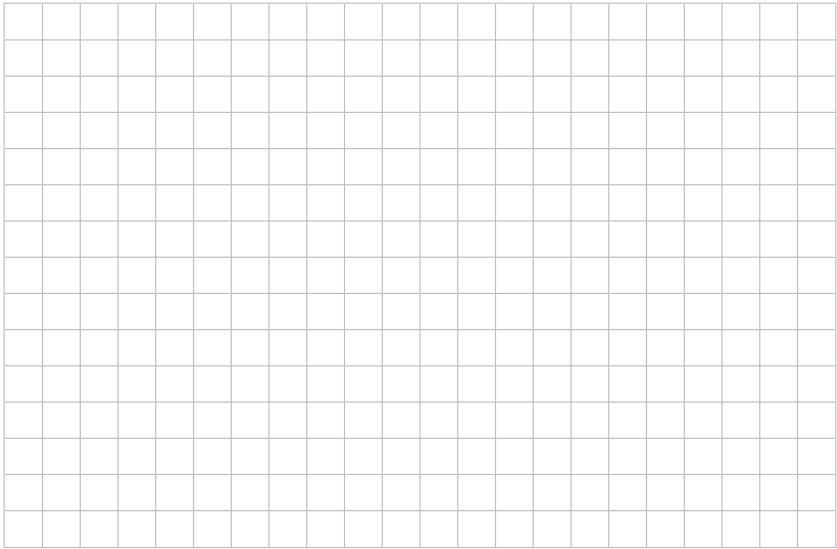
Закон сохранения энергии

32.1. Ответьте на вопросы.

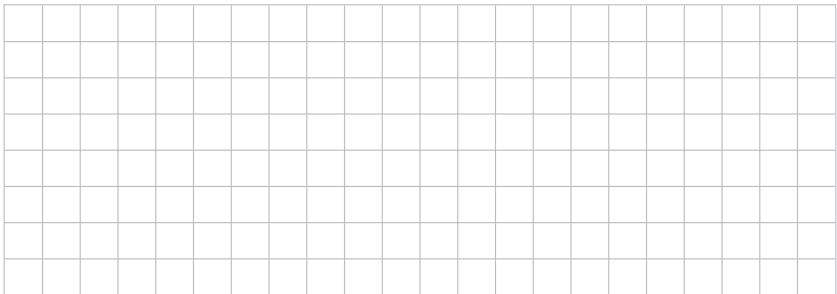
- а) В чем суть закона сохранения энергии?
- б) В какие виды энергии может превращаться механическая энергия замкнутой системы?
- в) Сохраняется ли механическая энергия спортсмена, соскальзывающего по гимнастическому канату?
- г) Может ли внутренняя энергия системы перейти в механическую энергию?
- д) Может ли уменьшиться механическая энергия замкнутой системы, если в ней действуют только потенциальные силы?

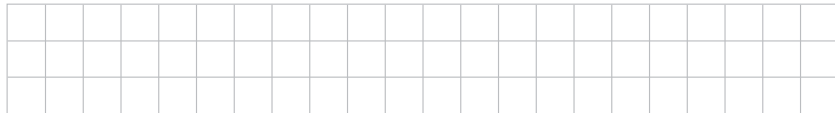


32.2. С верхней точки наклонной плоскости длиной $l = 1,8$ м, образующей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$, скользит ящик массой $m = 2,0$ кг. Какое количество теплоты выделяется при трении ящика о плоскость, если начальная скорость движения ящика равна нулю, а модуль его скорости у основания наклонной плоскости $v = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$?



32.3. Тело массой $m = 5$ кг, лежащее на горизонтальной плоскости, соединено со стеной недеформированной невесомой пружиной. Ось пружины горизонтальна, ее жесткость $k = 0,1 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$. Телу сообщают скорость, модуль которой $v_0 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, направленную вдоль оси пружины. Определите максимальную деформацию пружины, если от начального момента движения тела до момента, когда пружина максимально деформирована, выделилось количество теплоты $Q = 2$ Дж.





32.4. Маленькая шайба соскальзывает по наклонной плоскости с высоты $h = 1,2$ м (рис. 35). Наклонная плоскость переходит в полукольцо. Определите количество теплоты, которое выделяется при скольжении

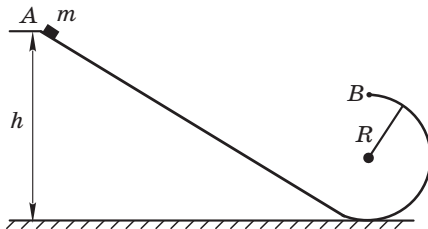


Рис. 35

шайбы от начальной точки A до верхней точки B полукольца. Известно, что сила, с которой шайба действует на полукольцо в верхней точке, равна нулю. Масса шайбы $m = 10$ г, радиус петли $R = 0,4$ м.



- 32.5. Кубик объемом $V = 20 \text{ см}^3$ соединен невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через легкий блок, с пружиной жесткостью $k = 5,0 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, прикрепленной к полу (рис. 36). В начальный момент кубик удерживается на расстоянии $h = 80 \text{ мм}$ от пола так, что пружина растянута на $\Delta x = 10 \text{ мм}$. Какое количество теплоты выделится при абсолютно неупругом ударе кубика о пол, если кубик отпустить? Плотность материала кубика $\rho = 5,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Трением в блоке и сопротивлением воздуха пренебречь.

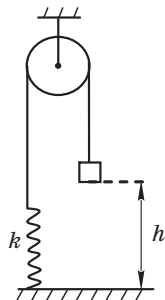


Рис. 36



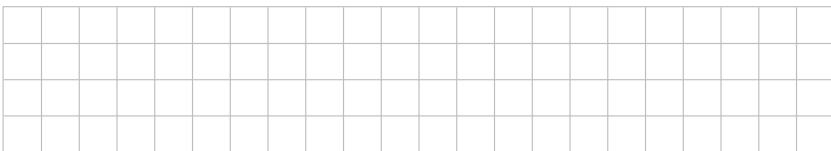
Занятие

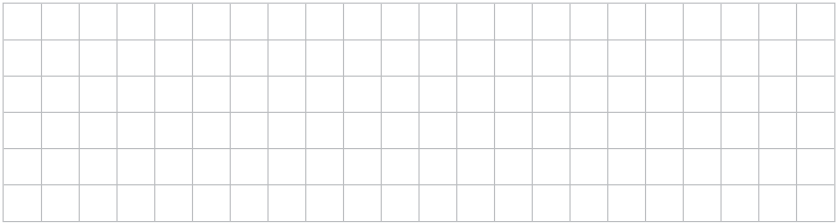


Законы сохранения энергии и импульса

33.1. Укажите задачи, в которых следует применить закон сохранения механической энергии системы, закон сохранения полной энергии системы, закон сохранения импульса системы, закон сохранения импульса системы только в проекции на определенное направление.

- а) Санки массой m_1 движутся со скоростью \vec{v}_1 по горизонтальной поверхности льда. На них прыгает мальчик массой m_2 , имея в момент касания санок скорость \vec{v}_2 , направленную вертикально вниз. Определите выделившееся при этом количество теплоты, если мальчик после прыжка остается на санках неподвижным относительно них.
- б) Пуля массой m_1 , летящая горизонтально со скоростью \vec{v}_1 , попадает в неподвижный шар массой m_2 , подвешенный на невесомой и нерастяжимой нити, и отскакивает от него после упругого центрального удара. Определите модуль скорости шара после удара пули.
- в) Гладкий незакрепленный клин стоит на гладком горизонтальном столе. На какую максимальную высоту от поверхности стола поднимается льдинка, наезжающая на клин со скоростью \vec{v}_1 ? Масса льдинки m_1 , масса клина m_2 .
- г) Две шайбы массами m_1 и m_2 движутся по взаимно перпендикулярным направлениям соответственно со скоростями \vec{v}_1 и \vec{v}_2 . После столкновения шайба массой m_1 остановилась. Определите количество теплоты, выделившейся при столкновении.

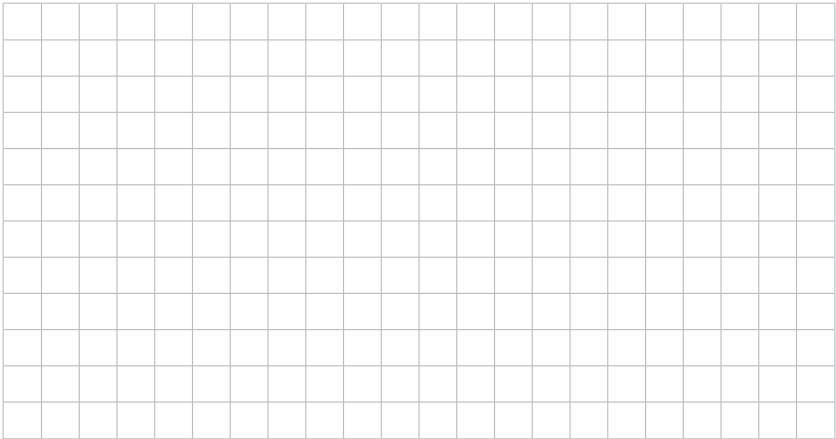




- 33.2.** Шар массой $m_1 = 2$ кг, движущийся со скоростью, модуль которой $v_1 = 6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, абсолютно упруго сталкивается с неподвижным шаром массой $m_2 = 1$ кг. Найдите модуль скорости движения каждого шара после центрального удара.



- 33.3.** Летящий горизонтально шарик упруго ударяется о поверхность гладкого незакрепленного клина и отскакивает вертикально вверх. На какую высоту от точки удара поднимется шарик, если модуль скорости движения шарика до удара $v_1 = 2,0 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, а масса клина в 10 раз больше массы шарика? Сопротивлением воздуха пренебречь.



33.4. Брусок массой $m = 90$ г лежит на гладкой поверхности и соединен со стеной недеформированной легкой пружиной жесткостью $k = 4 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$. Пуля массой $m_0 = 10$ г, летящая вдоль горизонтальной оси пружины со скоростью, модуль которой $v_0 = 0,1 \frac{\text{км}}{\text{с}}$, попадает в брусок и застревает в нем. Определите максимальную деформацию пружины.



33.5. Два бруска массами $m_1 = 0,9$ кг и $m_2 = 1,6$ кг, лежащие на гладком столе, соединены невесомой пружиной. Бруски удерживают так, что пружина сжата на $\Delta x = 10$ см. Сначала отпускают первый брусок, а в тот момент, когда пружина не деформирована, отпускают и второй. Определите максимальную деформацию пружины в процессе дальнейшего движения брусков.



Занятие



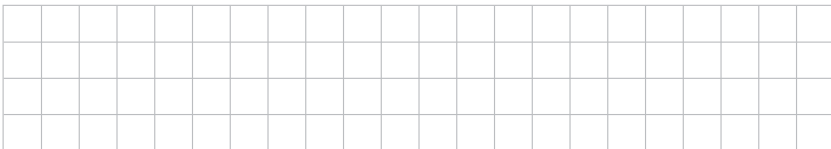
Изменение механической энергии

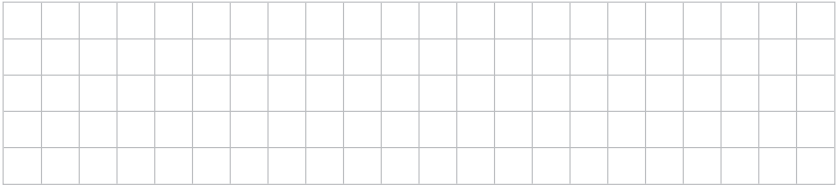
34.1. Изменяется ли механическая энергия ластика, если:

- 1) его сжимают;
- 2) он равномерно соскальзывает с вершины наклонной плоскости;
- 3) он падает с высоты h и, ударившись о пол, подскакивает на высоту $0,3h$;
- 4) он свободно падает в вакуумной трубке;
- 5) его, привязав к нити, равноускоренно тянут по горизонтальному столу?

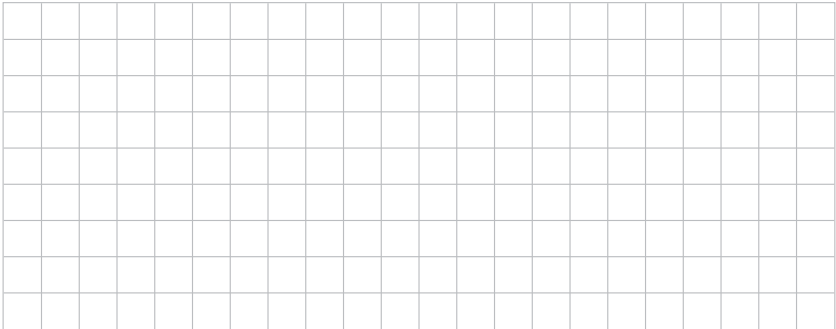


34.2. Бруску массой $m = 50$ г, находящемуся у основания наклонной плоскости, сообщили скорость, модуль которой $v_0 = 4,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, вверх вдоль наклонной плоскости. Определите работу силы трения, если брусок поднялся на высоту $h = 66$ см и остановился.

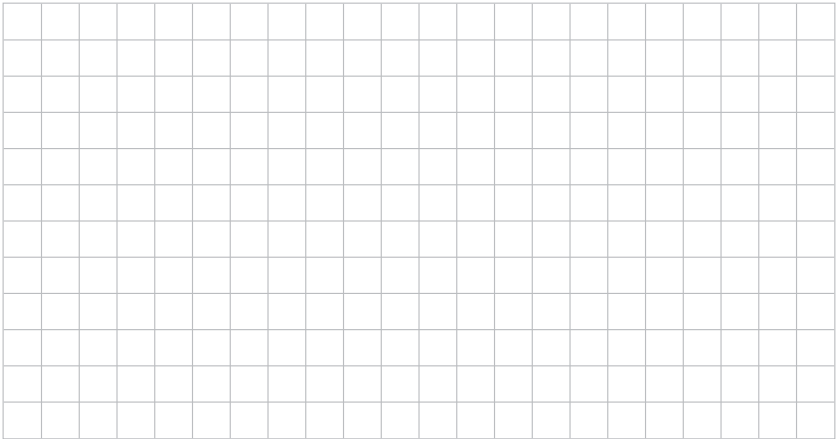




- 34.3.** Тело массой $m = 3,0$ кг, лежащее на горизонтальной плоскости, соединено с вертикальной стеной недеформированной невесомой пружиной. Ось пружины горизонтальна, ее жесткость $k = 54 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, коэффициент трения между телом и плоскостью $\mu = 0,30$. Определите модуль минимальной скорости, которую надо сообщить телу вдоль оси пружины в направлении стены, чтобы оно вернулось в начальную точку.



- 34.4.** На полу лежит брусок массой $m = 0,25$ кг, соединенный с вертикальной стеной недеформированной легкой пружиной. Ось пружины горизонтальна, ее жесткость $k = 0,1 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$. На брусок начинает действовать постоянная сила, модуль которой $F = 3,0$ Н, направленная от стены вдоль оси пружины. Найдите максимальную деформацию пружины. Рассмотрите случаи:
- пол гладкий;
 - коэффициент трения бруска по полу $\mu = 0,4$.



- 34.5.** Спортсмен катился на роликовых коньках с ядром в руках. Затем, толкнув ядро в направлении своего движения, он сразу остановился. Какую работу совершил спортсмен, если его масса $m_1 = 70$ кг, масса ядра $m_2 = 10$ кг? Модуль начальной скорости движения ядра, которая направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, $v_2 = 8,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

