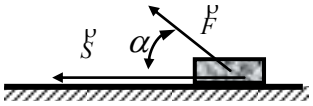
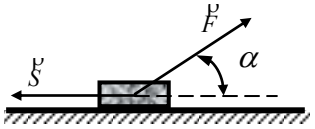
РАБОТА И ЭНЕРГИЯ



5.1 Брусок движется по горизонтальной поверхности. На него подействовали силой $F=5$ *Н*. Найти работу, совершенную данной силой на пути $S=3$*м*, если угол □ между направлением силы и перемещения составляет: 1) 0°; 2) 60°; 3) 90°; 4) 180°. (см. рис. 1) Ответ: 15 Дж; 7,5 Дж; 0 Дж; -15 Дж
Рис. 5.1



5.2 Дано: $S = 5$ *м*, $F = 10$ *Н*. Найти работу силы F, показанной на рисунке 2 , если угол □
равен: 1) 0°; 2) 30°; 3) 90°; 4) 180°. Ответ: -50 Дж; -43,3 Дж; 0 Дж; 50 Дж

5.3 Сплавщик передвигает багром плот, прилагая к багру силу $F=200$ *Н*. Какую работу совершает сплавщик, переместив плот на $\ell=10$ *м*, если угол между направлением силы и направлением перемещения □ = 45°? Ответ: 1,4 кДж
Рис. 5.2

5.4 Груз массой $m = 20$ *кг* поднимают на высоту $h = 40$ *м*. Какую работу A совершает при этом перемещении сила тяжести. Ответ: - 8000 Дж

5.5 Найти потенциальную энергию $W_п$ камня массой $m = 20$ *кг*, находящегося на высоте $h = 40$ *м*. Ответ: 8000 Дж

5.6 Найти кинетическую энергию $W_к$ пули массой $m = 10$ *г*, летящей со скоростью $\upsilon = 800$ *м/с*. Ответ: 3200 Дж

5.7 Найти потенциальную энергию пружины, сжатой на $\Delta X=2$*см*, если коэффициент ее жесткости равен $k=500$*Н/см* Ответ:10Дж

5.8 Импульс тела равен $p = 8$ *кг·м/с*, а кинетическая энергия $Wк = 16$ *Дж*. Найти массу m и скорость υ тела. Ответ: 2 кг; 4 м/с.

5.9 Найти потенциальную и кинетическую энергию тела массой $m = 3$ *кг*, падающего свободно с высоты $H = 5$ *м*, на расстоянии $h = 2$ м от поверхности земли. Ответ: 60 Дж; 90 Дж.

5.10 Шарик массой $m = 100$ *г* упал с высоты $H = 10$ *м* на горизонтальную поверхность и отскочил на высоту $h = 6$ *м*. Определить работу силы тяжести на всем участке траектории. Ответ: 3,924 Дж

5.11 Тело брошено вертикально вверх со скоростью $\upsilon_0 = 49$ *м/с*. При движении вверх кинетическая энергия тела начала убывать и на высоте h стала равна потенциальной энергии. Найти высоту h. Ответ: 61,25 м

5.12 Действуя постоянной силой $F=200$ *Н*, поднимают груз массой $M=10$ *кг* на высоту $h = 10$*м*. Какую работу A совершает сила F? Какой потенциальной энергией $W_п$ будет обладать поднятый груз? Ответ: 2000 Дж; 1000 Дж

5.13 Какую работу совершает человек при поднятии груза массой $m=2$ *кг* на высоту $h=1$ *м* с ускорением $a=3$ *м/с*^{2}? Ответ: 26Дж

5.14 С башни высотой $H = 25$ *м* горизонтально брошен камень со скоростью $\upsilon_0=15$ *м/с*. Найти кинетическую и потенциальную энергии камня спустя $\Delta t = 1$ *с* после начала движения. Масса камня $m = 0,2$ *кг*. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ: 32,2Дж; 39,4Дж

5.15 Какую работу совершит сила $F=30$ *Н*, подняв по наклонной плоскости груз массой $m = 2$*кг* на высоту $h=2,5$ *м* с ускорением $a=5$*м/с*^{2}. Сила действует параллельно наклонной плоскости. Трением о плоскость пренебречь.
Ответ: (mgh)*(F/(F-ma))=73,5Дж.

5.16 Тело массой $m = 0,5$ *кг* брошено вертикально верх со скоростью $\upsilon_0= 4$ *м/с*. Найти работу силы тяжести, изменение потенциальной энергии и изменение кинетической энергии при подъеме тела до максимальной высоты. Ответ: -4Дж;4Дж;-4Дж

5.17 Тело брошено со скоростью v_0 под углом к горизонту. Определить его скорость на высоте h. Ответ: $\upsilon = \sqrt{\upsilon_0^2 - 2gh}$

5.18 Начальная скорость пули $\upsilon_0 = 600$ *м/с*, ее масса $m = 10$ *г*. Под каким углом к горизонту она вылетела из дула ружья, если ее кинетическая энергия в высшей точке траектории $W_к = 450$ *Дж*? Ответ: 60 °

5.19 Грузовой автомобиль массой $M=6000$ *кг* въезжает на паром, привязанный к берегу двумя канатами, со скоростью $\upsilon = 18$ *км/ч*. Автомобиль остановился, пройдя $S=10$ *м* по парому. Определить силу натяжения канатов. Ответ: 7500Н

5.20 Вагон массой $M = 20000$ *кг*, двигаясь со скоростью $\upsilon = 0{,}5$ *м/с*, ударяется в два неподвижных пружинных буфера. Найти наибольшее сжатие буферов, если буфер сжимается на $\Delta X = 1$ *см* при действии силы $F = 50000$ *Н*. Ответ: 2,2 см

5.21 Какую минимальную работу надо совершить, чтобы лежащий на земле однородный стержень длиной $\ell = 2$ *м* и массой $m = 100$ *кг* поставить вертикально? Ответ: 1 кДж

5.22 Бревно диаметром $D = 80$ *см* и длиной $\ell = 2$ *м* медленно ставят вертикально. Плотность древесины $\rho = 8 \cdot 10^{-4}$ *г/мм*^{3}. Какая работа A при этом совершена внешними силами? Ответ: 4,82 кДж

5.23 Оконная шторка массой $M = 1$*кг* и длиной $\ell = 2$ *м* свёртывается на тонкий валик наверху окна. Какая при этом совершается работа? Трением пренебречь. Ответ: 10 Дж

5.24 Чему равна работа по подъёму цепи, взятой за один конец и лежащей на плоскости, на высоту, равную её длине? Длина цепи $\ell = 2$ м, масса $m = 5$ *кг*. Ответ: 50 Дж

5.25 Какую работу надо совершить, чтобы из колодца глубиной $h = 10$ *м* поднять ведро с водой массой $m = 8$ *кг* на тросе, каждый метр которого имеет массу $m_0 = 400$ *г*? Ответ: 1 кДж

5.26 В воде с глубины $h = 5$ *м* поднимают до поверхности камень объемом $V = 6 \cdot 10^5$ *см*^{3}. Плотность камня $\rho = 2{,}5 \cdot 10^6$ *г/м*^{3}. Найти работу A по подъему камня. Ответ: 45 кДж

5.27 Найти минимальную работу, необходимую для погружения мяча массой $m = 0{,}2$ *кг*, объемом $V = 7$ *литров* в воду плотностью $\rho = 1$ *г/см*^{3} на глубину $h = 21$ *м*. Трение о воду не учитывать. Ответ: 1428 Дж

5.28 Пуля, летящая со скоростью $\upsilon = 400$ *м/с*, попадает в вал и проходит до остановки $S = 0{,}5$ *м*. Определить силу F сопротивления движению пули, если ее масса $m = 24$ *г*. Ответ: 3,8 кН

5.29 Какая работа должна быть совершена для остановки автомобиля массой $m = 5000$ *кг*, движущегося по горизонтальной поверхности со скоростью $\upsilon = 10$ *м/с*. Ответ: $2{,}5 \cdot 10^5$ Дж

5.30 Автомобиль массой $m = 10$ т движется с выключенными двигателями под уклон по дороге, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 4°$. Найти работу силы тяжести на пути $\ell = 100$ *м*. Ответ: 700 кДж

5.31 Какую минимальную работу надо совершить, чтобы по плоскости с углом наклона $\alpha = 30°$ втащить груз массой $m = 0{,}4$ т на высоту $h = 2$ *м* при коэффициенте трения $\mu = 0{,}3$? Ответ: 12 кДж

5.32 Два шара подвешены на параллельных нитях одинаковой длины так, что они соприкасаются. Массы шаров соответственно равны $m_1 = 0{,}2$ *кг* и $m_2 = 0{,}1$ *кг*. Первый шар отклоняют так, что его центр тяжести поднимается на высоту $h = 4{,}5$ *с*м, и отпускают. На какую высоту поднимутся шары после столкновения, если удар неупругий? Какое количество механической энергии будет потеряно во время удара? Ответ: $2 \cdot 10^{-2}$ м; $29 \cdot 10^{-3}$ Дж

5.33 Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на легком жестком стержне, и застревает в нем. Масса пули в 1000 раз меньше массы шара. Расстояние от точки подвеса стержня до центра $\ell = 1$ *м*. Найти скорость пули, если известно, что стержень с шаром отклонился от удара пули на угол $\alpha = 10°$. Ответ: 570 м/с

5.34 Шарик массой $m = 100$ *г*, подвешенный на нити длиной $\ell = 40$ *см*, описывает в горизонтальной плоскости окружность. Какова кинетическая энергия $W_к$ шарика, если во время его движения нить образует с вертикалью постоянный угол $\alpha = 60°$? Ответ: 0,3 Дж

5.35 Велосипедист должен проехать по чертову колесу, радиус которого $R = 8$ *м*. С какой высоты H велосипедист может начать движение, чтобы не упасть? Трение не учитывать. Ответ: 20 м

5.36 Груз массой $m = 0{,}5$ *кг* падает с некоторой высоты на плиту массой $M = 1$ *кг*, укрепленную на пружине жесткостью $k = 9{,}8 \cdot 10^2$ Н/м. Определить наибольшее сжатие ΔX пружины, если в момент удара груз обладал скоростью $\upsilon = 5$ *м/с*. Удар неупругий. Ответ: 0,0082 м

5.37 Хоккейная шайба, имея начальную скорость $\upsilon_0 = 5$ *м/с*, скользит до удара о борт площадки $S = 10$ *м*. Удар считать абсолютно упругим, коэффициент трения шайбы о лёд $\mu = 0{,}1$, сопротивлением воздуха пренебречь. Определить, какой путь ℓ пройдёт шайба после удара. Ответ: 2,7м

5.38 Конькобежец массой $M = 70$*кг*, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой $m = 3$*кг* со скоростью $\upsilon = 8$ *м/с*. Найти, на какое расстояние откатится при этом конькобежец, если известно, что коэффициент трения коньков о лёд $\mu = 0{,}02$. Ответ: 0,29м

5.39 Человек стоит на неподвижной тележке и бросает горизонтально камень массой $m = 8$ *кг* со скоростью $\upsilon_1 = 5$ *м/с* относительно Земли. Определить, какую при этом человек совершает работу, если масса тележки вместе с человеком $M = 160$ *кг*. Ответ: 105Дж

5.40 Тело массой m_1 ударяется неупруго о покоящееся тело массой m_2. Найти долю η потерянной при этом кинетической энергии. Ответ: $m_2/(m_1+m_2)$

5.41 Пуля массы $m = 10$ *г*, летящая со скоростью $\upsilon_0 = 500$ *м/с*, пробивает доску толщиной $S = 50$ *см* и вылетает со скоростью $\upsilon = 200$ *м/с*. Определить среднюю силу сопротивления, которая действовала на пулю. Ответ: 2100 Н

5.42 На нити длиной $\ell = 2$ м висит небольшой ящик с песком массой 2 кг. Пуля летящая горизонтально, попадает в ящик и застревает в нем, при этом максимальное отклонение нити составляет $\alpha = 30^0$. Определить скорость пули υ_0, если масса пули $m = 10$ *г*. Размеры ящика существенно меньше длины нити. Ответ: 347 м/с

5.43 На вершине гладкой полусферы радиусом $R = 0,5$ *м* находится шайба массой $m = 10$ *г*. Шайба начала скользить вдоль сферы под действием горизонтально направленного кратковременного импульса силы $F \cdot \Delta t = 2 \cdot 10^{-3}$ *Н·с*. На какой высоте h от основания полусферы шайба оторвется от ее поверхности? Ответ: 0,47 м

5.44 Тело массой $m = 1$ *кг* движется по столу, имея в начальной точке скорость $\upsilon_0 = 2$ *м/с*. Достигнув края стола, высота которого $h = 1$ *м*, тело падает. Коэффициент трения тела о стол равен $\mu = 0,1$. Определить количество теплоты Q, выделившееся при ударе о землю. Путь, пройденный телом по столу, равен $\ell = 2$ *м*. Ответ: 9,84 Дж

Мощность

5.45 Под действием горизонтально направленной силы, равной по модулю $F = 15$ *Н*, тело переместилось за $\Delta t = 3$ *с* движения по горизонтальной поверхности на $S = 5$ *м* в направлении действия силы. Определить среднюю мощность $<N>$, развиваемую данной силой. Ответ: 25 Вт

5.46 Трактор массой $m = 6$ т, развивающий мощность $N = 150$ *кВт*, поднимается в гору с постоянной скоростью $\upsilon = 5$ *м/с*. Найти угол α наклона горы к горизонту. Работой сил сопротивления пренебречь. Ответ: 30°

5.47 Поезд, массой $m = 600$ т, отойдя от станции на $\ell = 2,5$ *км*, приобрел скорость $\upsilon = 60$ *км/ч*. Какую среднюю мощность $<N>$, развивает локомотив, если коэффициент трения $\mu = 0,005$? Ответ: 0,52 МВт

5.48 Поезд массой $m = 2000$ *кг*, двигаясь с места с ускорением $a = 0,2$ *м/с*^{2}, достигает нужной скорости через минуту. Определить мощность N тепловоза при дальнейшем равномерном движении, если коэффициент сопротивления $\mu = 0,005$. Ответ: 1,2 кВт

5.49 Из колодца, на $\eta = 3/4$ заполненного водой, насосом откачивают воду. Глубина колодца $h = 20$ *м*, площадь поперечного сечения $S_1 = 1$ *м*^{2}. Продолжительность откачки $\Delta t = 30$ *мин*, площадь поперечного сечения трубы, через которую производится откачка, $S_2 = 25$ *см* ^{2}. Определить мощность насоса. Плотность воды $\rho = 10^3$ *кг/м* ^{3}. Ответ: 571 Вт

КПД

5.50 Подъемный кран за время $\Delta t = 7$ *ч* поднимает равномерно массу $m = 3000$ т строительных материалов на высоту $h = 10$ *м*. Какова мощность N двигателя крана, если КПД крана $\eta = 0,6$? Ответ: 19,8 кВт

5.51 Какую работу A надо совершить, чтобы по плоскости с углом наклона $\alpha = 30°$ втащить груз массой $m = 400$ *кг*, прикладывая силу, совпадающую по направлению с перемещением, на высоту $h = 1$ м при коэффициенте трения $\mu = 0,3$? Каков при этом КПД? Ответ: 12 кДж; 66 %

5.52 Найти КПД наклонной плоскости длиной $\ell = 1$ *м* и высотой $h = 0,6$ *м*, если коэффициент трения при движении по ней тела равен $\mu = 0,1$. Ответ: 88%

5.53 Насос, двигатель которого развивает мощность $N = 25$ *кВт*, поднимает $V = 100$ *м*^{3} нефти на высоту $h = 6$ *м* за $\Delta t = 8$ *мин*. Найти КПД установки. Ответ: 40%