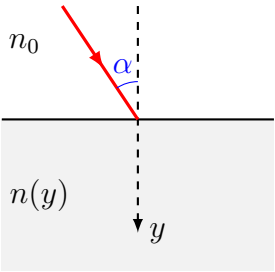
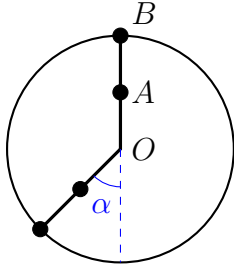
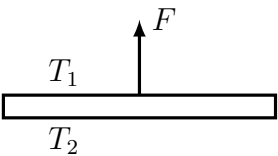
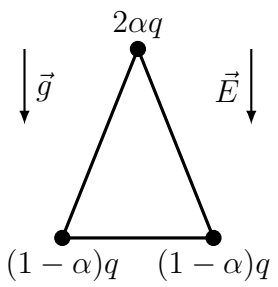
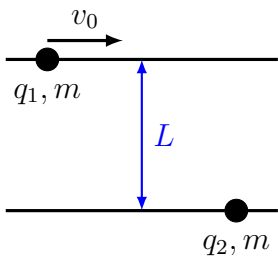
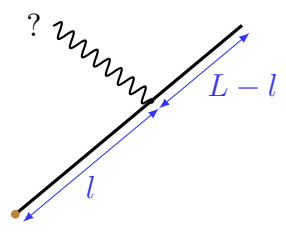
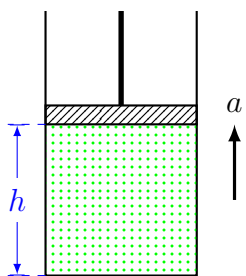
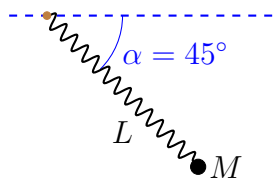
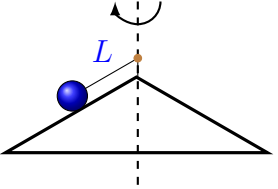
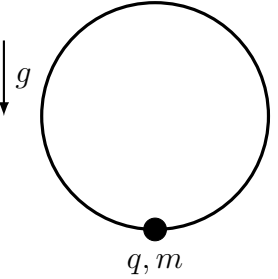
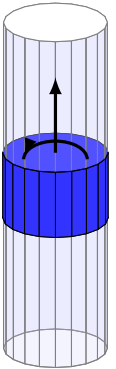
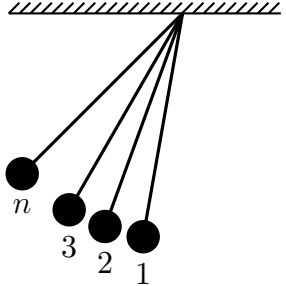
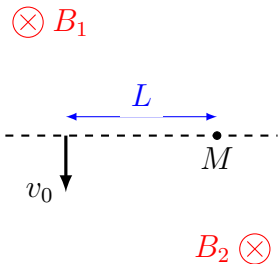
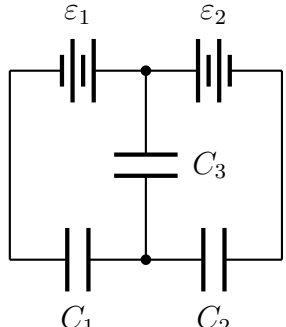


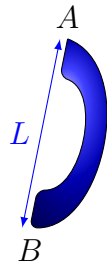
1	Из среды с показателем преломления $n_0$ в неоднородную среду с показателем преломления $n = n_0 \sqrt{1 - \frac{y}{H}}$ под углом $\varphi_0$ входит луч света. На какую максимальную глубину сможет проникнуть луч? При каком значении угла падения $\varphi_0$ расстояние между точками входа и выхода луча максимально?	
2	На какую минимальную высоту надо поднять поршень, лежащий на поверхности воды в герметичном сосуде, чтобы вся вода в нем испарилась? Толщина слоя воды от дна сосуда — $h$ , плотность воды — $\rho$ , молярная масса — $\mu$ , давление насыщенного водяного пара $p$ . Температура $T$ воды и пара в сосуде поддерживается постоянной.	
3	Тонкая доска массой $m_1$ и длиной $L$ скользит по гладкому столу со скоростью $v_1$ . Маленькая шайба массой $m_2$ плавно въезжает на доску со скоростью $v_2$ относительно Земли. При каких значениях коэффициента трения между доской и шайбой потери механической энергии при их взаимодействии максимальны?	
4	Груз поднимают при помощи невесомого поршня, скользящего без трения в вертикальном теплоизолированном цилиндре. Под поршнем находится идеальный одноатомный газ, медленно нагреваемый при помощи электронагревателя с КПД, равным $\eta = 1/2$ . Определить КПД подъемного устройства, если атмосферное давление отсутствует.	
5	В точках А и В жесткого невесомого стержня укреплены два маленьких шарика. В точке О стержень закреплен и может свободно вращаться в вертикальной плоскости. В начальный момент времени стержень отклоняют от вертикального положения на очень маленький угол и отпускают. Найти силу, действующую на шарик В со стороны стержня в момент, когда угол между стержнем и вертикалью равен $\alpha$ . Масса каждого груза $m$ , длина стержня $L$ , $OA=AB$ .	
6	Протон (ядро атома водорода) и альфа-частица (ядро атома гелия, состоящее из двух протонов и двух нейтронов) разгоняются одинаковой ускоряющей разностью потенциалов и влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям. Определить отношение радиусов орбит и нарисовать траектории движения частиц в магнитном поле. Массы протона и нейтрона равны.	
7	Верхняя поверхность большой плоской пластины поддерживается при постоянной температуре $T_1$ , а нижняя — при температуре $T_2$ ( $T_2 > T_1$ ). Оцените подъемную силу $1 \text{ м}^2$ такой пластины, если она находится в атмосфере разреженного газа с давлением $p_0$ и температурой $T_0$ ( $T_1 < T_0 < T_2$ ).	
8	На одном из островов Бермудского треугольника ускорение свободного падения отклонено на юг и составляет угол $\alpha$ с вертикалью. На каком расстоянии от туземца упадет стрела, выпущенная им вертикально вверх с начальной скоростью $v_0$ ? В каком направлении следует выпустить стрелу для того, чтобы она вернулась обратно?	

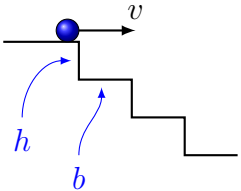
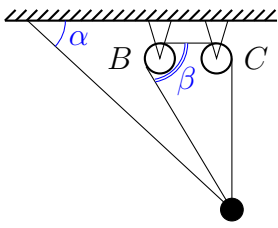
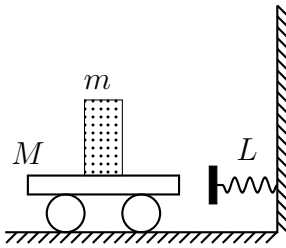
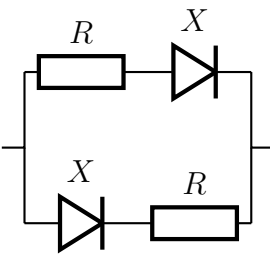
9	Равнобедренный треугольник состоит из 3 маленьких шариков, скрепленных невесомыми жесткими стержнями. Заряд верхнего шарика $2\alpha q$ , а заряды каждого из нижних шариков равны $(1 - \alpha)q$ . Массы шариков одинаковы. Эта конструкция находится в равновесии в сонаправленном гравитационном поле $g$ и электростатическом поле $E$ . Определить устойчивость равновесия в зависимости от параметра $\alpha$ .	
10	Две частицы, имеющие заряды $q_1$ и $q_2$ и равные массы, могут скользить без трения вдоль двух параллельных прямых, расположенных на расстоянии $L$ . В начальный момент частица $q_1$ движется со скоростью $v_0$ из бесконечности, приближаясь к покоящейся частице $q_2$ . Определить установившиеся скорости частиц.	
11	Две частицы движутся вдоль одной прямой навстречу друг другу со скоростями $v_1$ и $v_2$ соответственно. После их абсолютно неупругого столкновения скорости частиц равны $v$ . Найти отношение масс частиц.	
12	Конец однородного стержня длиной $L$ и массой $M$ закреплен на шарнире так, что стержень может вращаться в любом направлении без трения. На расстоянии $l < L$ от точки закрепления к стержню прикреплена пружина жесткости $k$ , длина которой в недеформированном состоянии пренебрежимо мала. В какой точке пространства следует закрепить другой конец пружины для того, чтобы стержень находился в положении безразличного равновесия?	
13	Цилиндрический сосуд с массивным поршнем находится в лифте. Под поршнем находится идеальный газ, давление которого в $k$ раз отличается от атмосферного. Первоначально система находится в равновесии. Расстояние от дна сосуда до поршня равно $h$ . Найти расстояние между поршнем и дном сосуда в лифте, движущимся вверх с ускорением $a$ . Температуру газа считать постоянной, трением между поршнем и стенками сосуда пренебречь.	
14	Идеальную пружину нулевой начальной длины, один конец которой закреплен, а к другому концу подвешен точечный груз массы $M$ , растягивают до длины $L$ и отводят так, что угол с горизонталью составляет $45^\circ$ . Определить форму и длину траектории груза. Жесткость пружины равна $k$ , ускорение свободного падения $g$ .	

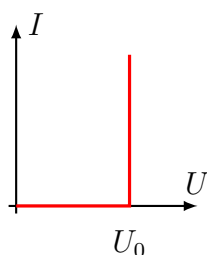
15	На гладком конусе с углом при вершине $120^\circ$ шарнирно закреплён невесомый нерастяжимый стержень длиной $L$ . К концу стержня прикреплен груз. Вся система вращается вокруг вертикальной оси. При какой частоте вращения груз разорвет стержень, если стержень выдерживает утроенный вес груза?	
16	Сопротивление проволоки изменяется с температурой по закону $R = R_0(1 + \alpha t)$ , где $R_0$ — сопротивление при температуре, равной $0^\circ\text{C}$ . Как должно изменяться подводимое к проволоке напряжение для того, чтобы температура проволоки линейно росла со временем? Теплоемкость проволоки равна $C$ , отвода тепла нет.	
17	Заряженная частица ( $q, m$ ) может скользить без трения по проводящему кольцу радиусом $R$ , расположенному вертикально. Какое вертикальное электрическое поле нужно приложить, чтобы частота малых колебаний частицы уменьшилась в два раза?	
18	В вертикальную трубу с бесконечными стенками поместили цилиндрическую капсулу. Сила трения между капсулой и стенками трубы прямо пропорциональна относительной скорости соприкасающихся поверхностей. Капсуле придали начальную линейную скорость, направленную вверх, и начальную угловую скорость. Когда капсула опустилась на начальную высоту, модуль линейной скорости изменился на $v$ относительно модуля начальной скорости, а угловая скорость стала равна $\omega$ . При дальнейшем спуске капсула повернулась на угол $\alpha$ (на бесконечности). Время подъема от начальной высоты до наивысшей точки отличалось от времени спуска до начальной высоты на $T$ . До какой максимальной высоты $H$ поднялась капсула, относительно начальной высоты, если радиус капсулы $R$ , а ее масса распределена по боковой поверхности?	

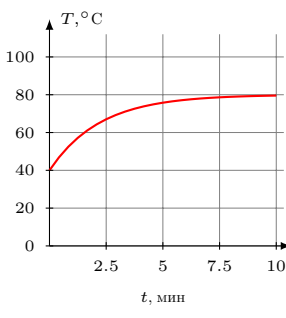
19	Электropоезд, составленный из одинаковых вагонов длиной $l$ , начинает торможение в тот момент, когда первый вагон состава заходит в туннель длиной $L$ . Двигаясь равнозамедленно, поезд останавливается в тот момент, когда его последний вагон выходит из туннеля. Известно, что пассажир первого вагона находился в туннеле в течение времени $T_1$ , а последнего — $T_N$ . Чему равно количество вагонов в составе электропоезда?	
20	$N$ одинаковых небольших шариков подвешены к одной точке на невесомых нерастяжимых нитях длиной $L$ . В начальный момент все маятники находятся в одной плоскости, содержащей вертикаль, проходящую через точку подвеса, и отклонены на углы $0 < \varphi_1 < \varphi_2 < \dots < \varphi_n \ll \pi/2$ . Начиная с первого, маятники последовательно отпускают без начальной скорости в моменты времени $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ соответственно. В какие моменты времени последний маятник будет находиться в точке своего начального положения? Все удары абсолютно упругие.	

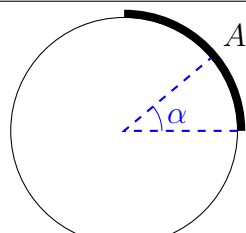
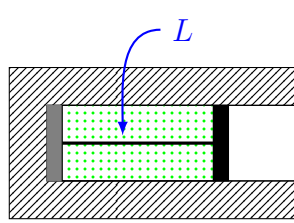
21	Заряженной частице с массой $m$ , помещенной в вакууме на границе двух областей, в которых созданы однородные магнитные поля $B_1$ и $B_2$ ( $B_2 > B_1$ ), сообщают начальную скорость $v_0$ , направленную перпендикулярно границе раздела. При каких значениях заряда частицы ее траектория пройдет через точку $M$ , расположенную на расстоянии $L$ от точки старта?	
22	Найдите заряды на конденсаторах в схеме, изображенной на рисунке.	

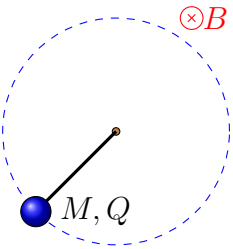
23	С помощью кипятильника, рассчитанного на 110 В, можно вскипятить воду в чайнике за время $t$ . Известно, что превышение мощности кипятильника на 20% приводит к выходу его из строя. Как с помощью двух кипятильников на 110 В вскипятить такое же количество воды в чайнике, если напряжение в розетке 220 В? Какое время потребуется для этого? Потерями тепла пренебречь.	
24	По поверхности диэлектрической фигуры в форме телефонной трубки равномерно распределен заряд $Q > 0$ . Фигура помещена в электрическое поле напряженностью $E$ так, что она может свободно вращаться вокруг точки $A$ . В положении равновесия угол между отрезком $AB$ и направлением электрического поля равен $\alpha$ . Какую работу надо совершить, чтобы медленно повернуть фигуру в положение, когда отрезок $AB$ направлен вдоль поля? Длина отрезка $AB = L$ , силой тяжести пренебречь.	

25	Какую горизонтальную скорость необходимо сообщить очень маленькому мячику, лежащему на краю верхней ступеньки лестницы для того, чтобы первый отскок мяча произошел от ступеньки с номером $N$ ? Длины и высоты ступенек лестницы соответственно равны $b$ и $h$ .	
26	Легкая нерастяжимая нить привязана в точке А к потолку, затем пропущена сквозь маленькую массивную бусинку, зацеплена за два блока В и С, и привязана к бусинке вторым концом. Первоначально бусинку удерживают так, что углы, которые нить образует с горизонталью, равны $\alpha$ , $\beta$ и $90^\circ$ . Затем систему отпускают. Найдите вектор ускорения бусинки в начальный момент времени. Ускорение свободного падения $g$ .	
27	Тяжелый теплоизолированный контейнер массой $M = 10$ кг, содержащий $m = 1$ кг газа, отпустили без начальной скорости с высоты $H = 15$ м. На какую высоту подскочит контейнер, если его соударение с землей абсолютно упругое? Сопротивлением воздуха пренебречь; считать, что колебания в газе быстро затухают.	
28	Вертикально в землю вкопан длинный стержень, по которому могут без трения двигаться две маленькие бусинки. Бусинки упруго соударяются друг с другом, а нижняя упруго соударяется с землей. Верхняя, которая в $n = 10^4$ раз тяжелее нижней, практически неподвижно зависла на высоте $H = 1$ м над Землей. Определите скорость нижней бусинки.	
29	Тележка массой $M$ ,двигающаяся со скоростью $V$ прямолинейно, наталкивается на легкую пружину длиной $L$ , прикрепленную к стене. На тележке закреплен хрупкий предмет массы $m$ , который разбивается, если его перемещать с ускорением больше чем $a_0$ . Какой должна быть жесткость пружины, чтобы в процессе столкновения хрупкий предмет не разбился? Трением тележки о пол пренебречь. Пружину считать идеальной при любой длине от 0 до $L$ .	
30	Зависимость тока от напряжения на элементе X приведена на графике. Постройте график зависимости тока от напряжения для схемы, изображенной на рисунке. Схема состоит из резисторов (номиналы указаны) и элементов X.	



31	<p>К сосуду подключен нагреватель постоянной мощности, и в него налито некоторое количество жидкости. Дан график зависимости температуры жидкости от времени. Жидкость в сосуде хорошо перемешивается, поэтому можно считать температуру одинаковой по всему объему. Опыт повторяют с теми же начальными условиями, однако теперь в момент времени <math>t_1 = 5</math> мин массу жидкости увеличивают вдвое, не меняя ее температуру. Найдите при этом температуру жидкости в момент времени <math>t_2 = 10</math> мин. Считайте, что мощность тепловых потерь не зависит от объема жидкости.</p>	
32	<p>Воздушный шарик представляет собой тонкую резиновую оболочку, имеющую в нерастянutom состоянии радиус <math>r_0</math> и толщину <math>d_0</math>. Материал шарика обладает модулем Юнга <math>E</math> и при растяжении подчиняется следующему закону: произведение относительного удлинения на модуль Юнга равно механическому напряжению. Кроме того, при растяжении объем материала не изменяется. Шарик помещают в вакуум и начинают надуть газом с молярной массой <math>\mu</math> и температурой <math>T</math>. Определите зависимость радиуса шарика и давления в нем от массы <math>m</math> закачанного газа. Постройте графики этих зависимостей. (Напоминаем, что механическое напряжение <math>\sigma</math> равно отношению растягивающей силы к площади поперечного сечения образца).</p>	

33	<p>С гладкого цилиндра радиуса <math>R</math> соскальзывает тонкая однородная веревка длины <math>\pi R/2</math>, лежащая в вертикальной плоскости. Найдите силу натяжения веревки в точке <math>A</math> (<math>0 &lt; \alpha &lt; \pi/2</math>). Масса веревки <math>m</math>, ускорение свободного падения <math>g</math>.</p>	
34	<p>В длинном цилиндрическом сосуде находится <math>\nu = 1</math> моль гелия, заключенный между теплоизолированными боковой стенкой и поршнем, соединенных друг с другом резинкой с нулевой начальной длиной. Коэффициент жесткости резинки равен <math>k = 3,46</math> Н/м. Весь цилиндр помещен в очень горячую однородную среду. Поршень удерживают на расстоянии <math>l = 1</math> м от левого торца, при этом температура газа возрастает на <math>t = 1</math> К за каждые <math>\tau = 20</math> с. Поршень отпускают; в начальный момент силы, действующие на поршень, скомпенсированы. Постройте график зависимости длины резинки <math>L</math> от времени. Трения между поршнем и цилиндром нет. <math>R = 8,31</math> Дж/(моль <math>\cdot</math> К).</p>	

35	<p>Однородный шар массой <math>M</math>, равномерно заряженный по объему электрическим зарядом <math>Q</math>, закреплен на невесомом нерастяжимом канате и вращается в плоскости, перпендикулярной линиям магнитного поля <math>B</math> с постоянной угловой скоростью <math>\omega</math>. Известно, что при увеличении длины каната в <math>n = 3</math> раза сила его натяжения увеличивается в <math>k = 2</math> раза. Чему равна величина вектора магнитной индукции, если известно, что после выключения магнитного поля сила натяжения нити стала такой же, как до увеличения длины нити? Сила тяжести отсутствует.</p>	 <p>The diagram shows a blue sphere labeled <math>M, Q</math> at the end of a black line (string) attached to a central point. A dashed blue circle represents the path of rotation. A red symbol <math>\otimes B</math> is located in the upper right, indicating a magnetic field directed into the page.</p>
36	<p>Тонкая массивная шайба надета на длинный стержень радиуса <math>R</math>. Когда шайбу закрутили вокруг стержня с угловой скоростью <math>\omega</math>, оказалось, что она останавливается через время <math>t_0</math>. В другой раз шайбу закрутили с той же угловой скоростью и одновременно придали ей скорость <math>v_0</math> вдоль стержня. Какой путь пройдет по стержню шайба до остановки? Зазора между шайбой и стержнем нет.</p>	