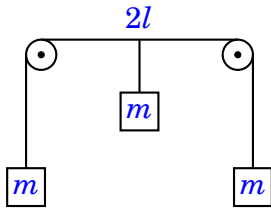
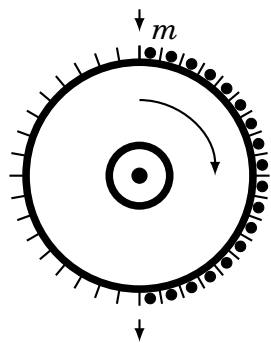
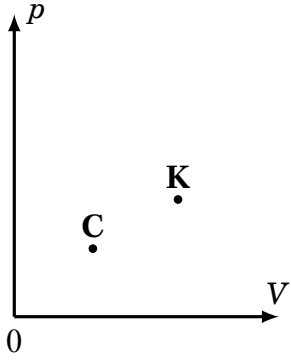


## Задачи групп А и α.

Летняя Физическая Школа, июль–август 2015.

1	Слева направо по гладкой горизонтальной плоскости скользит тяжелая горка массой $M$ , на вершине которой покоится легкий груз массой $m$ . Кинетическая энергия груза $K_1$ в 4 раза меньше его потенциальной энергии П. Груз съезжает с горки без трения. Найдите его кинетическую энергию, когда он окажется на плоскости.
2	Мощная машина разгоняется по ледяной дорожке, двигаясь горизонтально на отрезке длиной $l$ , а затем пытается въехать на горку с углом наклона $\alpha$ . Коэффициент трения колес о лед $\mu$ . На какую максимальную высоту сможет въехать машина по горке?
3	Автомобиль с полным приводом (двигатель вращает все четыре колеса) и массой $m = 1400$ кг проходит поворот радиусом $R = 500$ м с постоянной по модулю скоростью. Максимальная мощность двигателя автомобиля не зависит от скорости и равна $P_{max}$ . Сила сопротивления воздуха $F = -\alpha v$ , где $v$ — скорость автомобиля, $\alpha = 40$ Н·с/м. Коэффициент трения между колесами и дорогой $\mu = 0.52$ . Определите максимальное значение модуля скорости $v_{max}$ , с которой автомобиль может пройти поворот. Постройте график зависимости $v_{max}$ от $P_{max}$ .
4	а) Уран совершает полный оборот вокруг Солнца за 84 земных года. Во сколько раз (в среднем) он дальше от Солнца, чем Земля? <b>(0.5 балла)</b> б) Тело $\mathcal{A}$ имеет круговую орбиту на расстоянии $R$ от Земли, а тело $\mathcal{B}$ имеет круговую орбиту на расстоянии $R$ от Луны. Во сколько раз отличаются их периоды обращения? Массу Земли и массу Луны считайте известными. <b>(0.5 балла)</b> в) Какой период у спутника, который обращается по эллиптической орбите с большой полуосью $a$ и малой полуосью $b$ от планеты массой $M$ ? Во сколько раз изменится период, если уменьшить малую полуось в 10 раз. <b>(0.5 балла)</b> г) Ракета запущена вертикально вверх с поверхности Земли с первой космической скоростью и возвращается на Землю недалеко от места старта. Сколько времени она находилась в полете? Радиус Земли $R = 6400$ км. <b>(1 балл)</b>
5	Спутник движется по круговой орбите радиусом $R + 3R_3$ . В результате кратковременного торможения скорость спутника уменьшилась так, что он перешел на эллиптическую орбиту, касающуюся поверхности Земли. Через какое время после торможения спутник приземлится?
6	а) Точечная частица, имеющая заряд $Q$ , находится на расстоянии $L$ от бесконечной проводящей плоскости. Найдите силу взаимодействия частицы и плоскости. б) Точечную частицу, имеющую массу $m$ и заряд $Q$ , помещают на расстоянии $L$ от бесконечной проводящей плоскости и отпускают. За какое время частица долетит до плоскости? Сила тяжести отсутствует.

7	Закреплённая непроводящая тонкостенная однородная сфера радиусом $R$ и массой $M$ равномерно заряжена по поверхности зарядом $Q$ . Из неё вырезают маленький кусочек массой $M/10000$ , сжимают его в крошечный комочек (не меняя заряд) и помещают в центр сферы. Комочек отпускают. Чему будет равна его скорость на большом удалении? В момент вылета из сферы?	
8	Три маленьких шарика расположены вдоль оси координат $X$ в космосе. Вокруг больше ничего нет, гравитационными силами можно пренебречь по сравнению с электрическими. Скорости всех шариков в начальный момент равны 0; координаты $x, 2x, 4x$ ; заряды $q, 4q, 9q$ ; массы $m, 3m, 2m$ соответственно. Какими будут скорости шариков через очень большое время?	
9	<p>В вакууме на расстоянии <math>L = 10</math> см друг от друга находятся протон <math>p^+</math> и антипротон <math>p^-</math>. Обе эти частицы имеют одинаковые массы <math>m = 1.27 \cdot 10^{-27}</math> кг и одинаковые по модулю заряды <math>e = 1.602 \cdot 10^{19}</math> Кл. В первый момент частицы неподвижны. При сближении частиц на расстояние <math>l = 10^{-13}</math> м происходит их аннигиляция с рождением <math>\gamma</math>-квантов.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие скорости будут иметь частицы при таком сближении?</li> <li>2. Через какое время произойдет аннигиляция частиц?</li> </ol> <p>При расчетах гравитационные силы можно не учитывать.</p>	
10	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.	
11	Через два блока, подвешенных на одной высоте, переброшена длинная нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены два одинаковых груза. К середине нити прикрепляют ещё один такой же груз и отпускают без начальной скорости. Расстояние между осями блоков равно $2l$ . Чему равна скорость центрального груза когда он проходит положение равновесия?	
12	Модель водяного колеса устроена следующим образом: на ободе колеса радиусом $R = 1$ м равномерно расположены $N$ ячеек, причём $N = 201$ . Когда очередная ячейка проходит верхнее положение, в неё сбрасывается (без начальной скорости относительно земли) груз массой $m = 100$ г. Когда ячейка проходит нижнее положение, груз вываливается из неё без начальной скорости относительно колеса. Масса самого колеса мала, все удары абсолютно неупругие, трения нет. Найдите установившуюся угловую скорость вращения колеса.	
13	В цилиндре под поршнем находится влажный воздух. В изотермическом процессе объем цилиндра уменьшается в $\alpha = 4$ раза, при этом давление под поршнем увеличивается в $\gamma = 3$ раза. Какая часть первоначальной массы пара сконденсировалась? В начальном состоянии парциальное давление сухого воздуха в $\beta = \frac{3}{2}$ раза больше парциального давления пара.	

14	<p>В архиве Кельвина рукопись с <math>(p, V)</math> диаграммой, на которой был изображён циклический процесс в виде прямоугольного треугольника <b>АСВ</b>. Угол <b>С</b> был прямым, а в точке <b>К</b>, лежащей на середине стороны <b>АВ</b>, теплоёмкость многоатомного газа <math>\text{CH}_4</math> обращалась в ноль. Газ можно считать идеальным. От времени чернила выцвели, и на рисунке остались видны только координатные оси и точки <b>С</b> и <b>К</b>. С помощью циркуля и линейки без делений восстановите положение треугольника <b>АСВ</b>. Известно, что в точке <b>А</b> объём был меньше, чем в <b>В</b>.</p>	
15	<p>В архиве Кельвина нашли рукопись, на которой был изображён процесс <math>1 \rightarrow 2 \rightarrow 3</math>, совершённый над одним молем азота. От времени чернила выцвели, и стало невозможно разглядеть, где находятся оси давления и объёма. Однако из текста следовало, что состояния 1 и 3 лежат на одной изохоре, а также то, что в процессах <math>1 \rightarrow 2</math> и <math>2 \rightarrow 3</math> объём газа изменяется на <math>\Delta V</math>. Кроме того, было сказано, что количество теплоты, подведённой в процессе <math>1 \rightarrow 2 \rightarrow 3</math> к <math>\text{N}_2</math> равно нулю. Определите, на каком расстоянии (в единицах объёма) от оси давлений находится изохора, проходящая через точки 1 и 3.</p>	