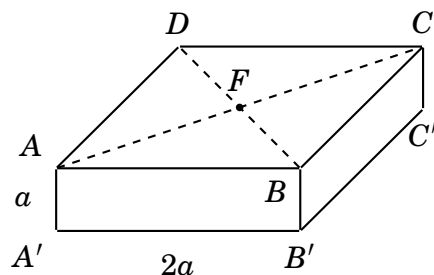


Задачи группы 1.

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	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} .
3	На горизонтальной плоскости с коэффициентом трения μ находятся два одинаковых малых диска с гладкой боковой поверхностью. Первый диск покоился, а второй налетел на него со скоростью v в момент удара. Считая столкновение дисков упругим, но не обязательно лобовым, найдите: а) на каком расстоянии окажутся диски к моменту их остановки, если первый диск остановился, пройдя расстояние x_1 ; б) наибольшее и наименьшее возможные конечные расстояния между дисками. (размерами дисков пренебречь).
4	На очень длинной горизонтальной спице через равные промежутки насажены 5 одинаковых бусинок. В начальный момент всем бусинкам сообщаются некоторые скорости вдоль спицы. Какое максимальное число столкновений возможно в этой системе? Все столкновения абсолютно упруги.
5	а) 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. (0.5 балла) б) 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. (1 балл)
6	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	Образование кометного семейства Юпитера описывается следующей схемой. Комета падает с большого удаления без начальной скорости на солнце и пролетает недалеко от Юпитера. После прекращения заметного влияния Юпитера комета вновь движется в поле Солнца, причем ее скорость оказывается направленной противоположно скорости Юпитера, а афелий располагается вблизи орбиты Юпитера, т.е. на расстоянии 5.2 а.е. от Солнца. На каком расстоянии будет располагаться перигелий орбиты такой кометы?
8	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?

9	На расстоянии H от бесконечной проводящей плоскости находится точечный заряд q_0 . Найти, на каком расстоянии от проекции заряда на плоскость в эту плоскость войдёт силовая линия, вышедшая из заряда параллельно плоскости.
10	Полный заряд параллелепипеда равномерно заряженного по всему объёму равен Q_1 . В результате нанесения дополнительного поверхностного заряда Q_2 на все грани этого параллелепипеда, кроме грани $ABCD$, поле в точке F оказывается равным нулю. Определите величину отношения Q_2/Q_1 . Длины ребер параллелепипеда указаны на рисунке.



11	<p>В вакууме на расстоянии $L = 10$ см друг от друга находятся протон p^+ и антипротон p^-. Обе эти частицы имеют одинаковые массы $m = 1.27 \cdot 10^{-27}$ кг и одинаковые по модулю заряды $e = 1.602 \cdot 10^{19}$ Кл. В первый момент частицы неподвижны. При сближении частиц на расстояние $l = 10^{-13}$ м происходит их аннигиляция с рождением γ-квантов.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие скорости будут иметь частицы при таком сближении? 2. Через какое время произойдет аннигиляция частиц? <p>При расчетах гравитационные силы можно не учитывать.</p>	
12	<p>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 конденсировалась? В начальном состоянии парциальное давление сухого воздуха в $\beta = \frac{3}{2}$ раза больше парциального давления пара.</p>	
13	<p>В архиве Кельвина рукопись с (p, V) диаграммой, на которой был изображён циклический процесс в виде прямоугольного треугольника ACB. Угол C был прямым, а в точке K, лежащей на середине стороны AB, теплоёмкость многоатомного газа CH_4 обращалась в ноль. Газ можно считать идеальным. От времени чернила выцвели, и на рисунке остались видны только координатные оси и точки C и K. С помощью циркуля и линейки без делений восстановите положение треугольника ACB. Известно, что в точке A объём был меньше, чем в B.</p>	

14	<p>В архиве Кельвина нашли рукопись, на которой был изображён процесс $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$, 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 $1 \rightarrow 2$ и $2 \rightarrow 3$ объём газа изменяется на ΔV. Кроме того, было сказано, что количество теплоты, подведённой в процессе $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ к N_2 равно нулю. Определите, на каком расстоянии (в единицах объёма) от оси давлений находится изохора, проходящая через точки 1 и 3.</p>	
15	<p>На лёгком стержне длиной l висит небольшой шарик массой m. К стержню прикреплена лёгкая пружина жёсткостью k на расстоянии $2l/3$ от точки подвеса. Другой конец пружины прикреплён к стене. Система может вращаться без трения вокруг горизонтальной оси. В положении равновесия стержень вертикален, пружина горизонтальна и не деформирована. Найдите период малых колебаний системы в плоскости чертежа.</p>	
16	<p>Тонкая изогнутая трубка постоянного сечения S расположена в вертикальной плоскости. Трубка наполнена жидкостью плотностью ρ. Масса жидкости равна m. Найдите период колебаний жидкости в трубке.</p>	
17	<p>Вообразите, что вдоль диаметра Земли прорыт тоннель и в него сброшен камень. Через какое время камень окажется на противоположной стороне Земли? Сопротивление воздуха и вращение Земли не учитывать. Плотность Земли считать постоянной по всему объёму, радиус Земли $R = 6400$ км.</p>	
18	<p>а) Пусть есть некоторая схема, состоящая из резисторов и одной батарейки \mathcal{E}. В некоторый момент времени напряжение на батарейке стало равным $2\mathcal{E}$. Во сколько раз увеличились токи? (подсказка: рассмотрите уравнения Кирхгофа) (0.5 балла). б) Рассмотрим произвольную схему из резисторов, имеющую общее сопротивление R между клеммами A, B. Экспериментатор добавил последовательно к некоторым из резисторов батарейки с напряжением U, а также замкнул клеммы A, B такой же батарейкой. Через некоторое время экспериментатор изменил напряжение на батарейке, соединяющей клеммы A, B, на ΔU. На сколько изменился ток между клеммами A, B. Ответ обоснуйте. (1 балл). в) Собрана схема, изображенная на рисунке. ЭДС батареи \mathcal{E}_1 уменьшили на 1.5 вольта, после чего токи на различных участках цепи изменились. Как нужно изменить ЭДС батареи \mathcal{E}_2, чтобы: ток через батарею \mathcal{E}_1 стал прежним (1 балл); г) ток через батарею \mathcal{E}_2 стал прежним (1 балл).</p>	

19

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, ЭДС батареек равны $3\mathcal{E}$ и $2\mathcal{E}$ соответственно, а сопротивления резисторов составляют $R_1 = R$, $R_2 = 2R$, а $R_x = 3R$. На сколько процентов изменится сила тока, проходящего через амперметр, если сопротивление переменного резистора R_x увеличить на 5%.

