

Саратовский государственный университет
имени Н.Г.Чернышевского

**МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА
LVII ВСЕРОССИЙСКОЙ
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ**



Саратов
2022 г

Условия задач

1. "Космические часы"

Известно, что среднее расстояние от Земли до Солнца составляет 149 597 870 700 метров. Данную величину называют астрономической единицей (а.е.) и используют для измерения космических расстояний. Определите длину (в метрах) часовой стрелки часов, конец которой двигался бы со скоростью 173 а.е./сутки.

Для справки: длина окружности l связана с ее радиусом r формулой $l=2\pi r$, $\pi \approx 3,14$.

2. "Наперегонки"

Автомобиль ехал вдоль железной дороги со скоростью $v_1 = 36$ км/ч. Двигущийся с постоянной скоростью поезд обогнал его, проехав мимо за время $t_1 = 30$ с. Автомобиль увеличил скорость до $v_2 = 90$ км/ч, догнал и обогнал поезд, проехав мимо него за время $t_2 = 60$ с. Какова длина поезда? Считайте, что длина автомобиля намного меньше длины поезда.

3. "Типографская жизнь"

В типографский цех завезли большой рулон бумаги. За сутки непрерывной работы радиус рулона уменьшился в 2 раза. На какое время (при той же интенсивности работы) хватит оставшейся бумаги? Внутренний радиус рулона считать равным нулю. Известно, что объём цилиндрического рулона пропорционален квадрату его диаметра.

4. "Составная фигурка"

Детали декоративной фигурки изготовлены из двух материалов, имеющих разную плотность. Одна часть, плотность которой равна ρ , составляет четверть объема изделия, но треть его массы. Найдите плотность второй части фигурки.

8 класс

1. "Ровный подъем"

Подъёмник сконструирован следующим образом: жесткий стержень АВ прикреплен к полу, к нему шарнирно прикреплен стержень ВD, к которому шарнирно закреплен стержень DF. К точке F прикреплено кольцо, которое может перемещаться по вертикально закрепленному в т. В стержню (см. рис. 1). К точкам А и С, а также к точкам С и Е шарнирно закреплены два тонких поршня, которые могут сильно удлиняться и удерживать нужную длину. В начальном положении стержень DF горизонтален. Затем поршень АС начинают раздвигать с постоянной скоростью 5 см/с. Через какое время t F окажется на максимальной высоте? Определите среднюю скорость изменения длины поршня СЕ за это время. Известно, что $AB=2DE=2EF=1$ м, $BC=CD=75$ см.

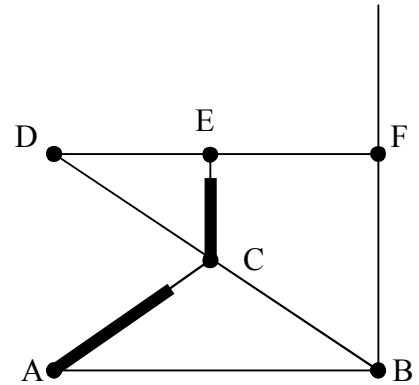


Рис. 1

2. "Взвешивание кубиков"

Из легкой пластинки, которую можно считать невесомой, изготовили неравноплечие весы (см. рис. 2). Чтобы уравновесить один кубик, размещенный на левом краю пластинки, к ее правому краю нужно прикладывать силу F_1 . Два одинаковых кубика, расположенных на том же краю вплотную друг к другу, уравниваются силой F_2 . Какую силу F_4 нужно приложить к правому краю пластинки, чтобы уравновесить четыре кубика?

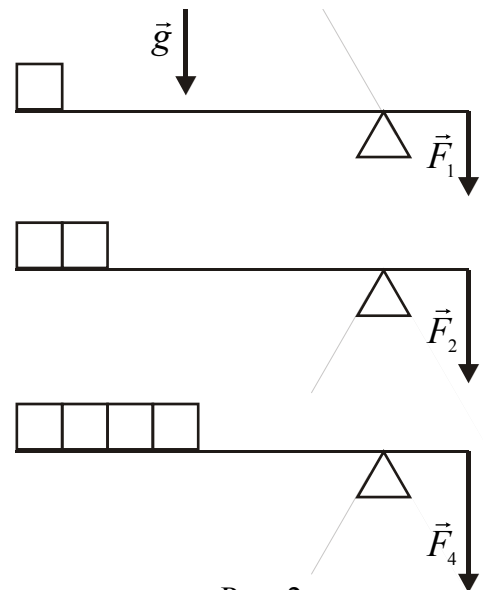


Рис. 2

3. "Утка и человек на воде"

Известно, что человек может лежать в воде, не делая резких движений. При этом над поверхностью воды выступает примерно $1/20$ его объема. А вот, например, утка погружается в воду лишь на $1/5$ своего объема. Такая разница возникает, в основном, из-за особого строения костей птиц – они полые внутри. Во сколько раз различаются средние плотности тела человека и утки?

4. "Немонотонный нагрев"

Воду в кастрюле нагревают на плите. В некоторый момент времени в кастрюлю доливают стакан холодной воды. Используя график зависимости температуры воды в кастрюле от времени (см. рис. 3), найдите температуру воды в стакане. Теплоёмкостью кастрюли и теплообменом с окружающей средой пренебречь. Тепловая мощность, подводимая к кастрюле, постоянна. Предполагается, что перемешивание холодной и горячей воды происходит мгновенно.

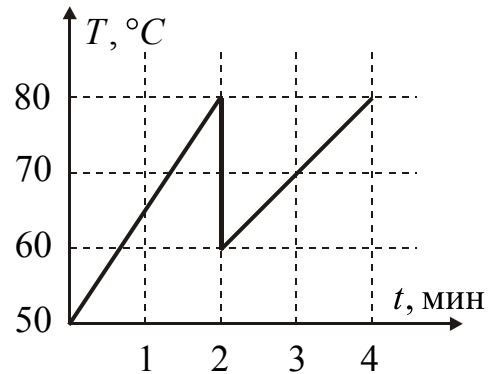


Рис. 3

9 класс

1. "Полет мяча"

После сильного удара мяч летит вертикально вверх вдоль стены дома. Мимо окна второго этажа, которое имеет высоту h , он пролетел за время T . Чему равна его скорость в момент пролета мимо нижнего края окна? верхнего края окна? Ускорение свободного падения g , размер мяча много меньше h , сопротивлением воздуха можно пренебречь.

2. "Отрыв от грунта"

Бакен объёмом $V=140$ литров на две трети объёма погружён в воду. Он привязан верёвкой к грузу массы $m=50$ кг, лежащему на каменистом дне (см. рис. 4), причем верёвка немного провисает. Начался прилив, и уровень воды значительно повысился. Определите наименьший объём выступающей из воды части бакена. Плотности материала груза $\rho=8$ г/см³, воды $\rho_0=1$ г/см³.

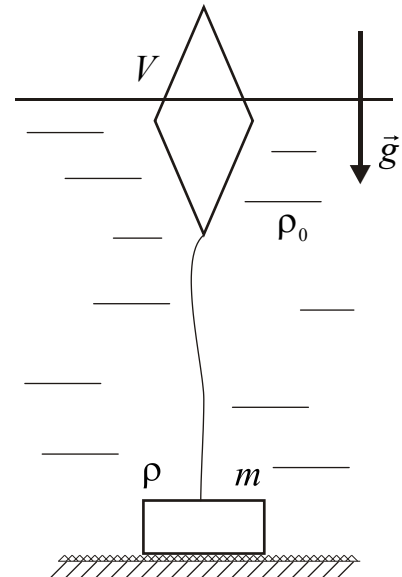


Рис. 4

3. "Согреваем дачный домик"

В холодный осенний день после включения электронагревателя температура воздуха в дачном домике поднялась до $t_1=10^\circ\text{C}$. После включения второго такого же нагревателя температура повысилась до $t_2=17^\circ\text{C}$. Чему равна температура t_0 наружного воздуха?

4. "Звезда сопротивлений"

В приведенной на рис. 5 схеме звезда собрана из однородной проволоки, источник и вольтметры идеальные, сопротивлением проводов, соединяющих источник и вольтметры со звездой, можно пренебречь. Известно, что вольтметр V_3 показывает 1,2 В. а) Определите показания остальных вольтметров; б) определите, какими будут показания вольтметров, если вольтметр V_3 заменить на идеальный амперметр. Все лучи звезды одинаковы.

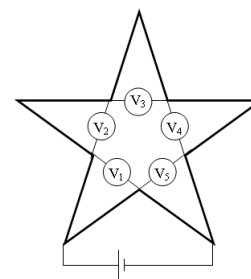


Рис. 5

5. "Удачный ракурс-1"

Художник-абстракционист создал произведение искусства в виде плоской вертикальной абсолютно белой стены, расположенной перед вертикальным плоским зеркалом параллельно ему. Художник-акционист нанес на это произведение две одинаковых узких черных вертикальных полосы во всю высоту стены. Фотокорреспондент заметил, что рядом с произведением искусства расположена узкая колонна (см. рис. 6, на нем показан вид сверху), и решил снять кадр, на котором обе полосы будут закрыты колонной. Построением определите, в каком месте он должен встать. Ширина полос равна ширине колонны и много меньше расстояния между полосами.

Построение сделайте на приложенном отдельном листе и сдайте его вместе с работой. Ход построения опишите в тетради. **Внимание!** Построение без описания засчитано не будет.

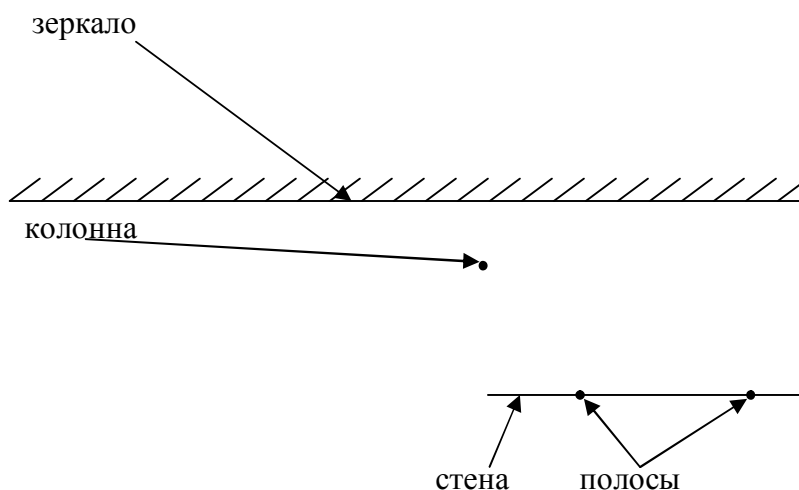


Рис. 6

10 класс

1. "Меж двух зеркал"

Два плоских "зеркала" (тяжелых массивных неподвижных плиты) расположены так, что их центры лежат на горизонтальном отрезке AB длины l , а перпендикуляры к их поверхностям наклонены к горизонтали под одинаковыми углами δ (см. рис. 7). Система находится в постоянном и однородном поле силы тяжести (ускорение свободного падения g). Между "зеркалами" по замкнутой траектории движется, испытывая абсолютно упругие удары в точках A и B , тело, которое можно считать материальной точкой. Определите, при каком δ это возможно. Найдите зависимость периода движения тела τ (промежутка времени между двумя последовательными отражениями в точке A) от угла β , который образует с горизонтом скорость тела при его вылете из этой точки. Сопротивлением воздуха пренебречь.

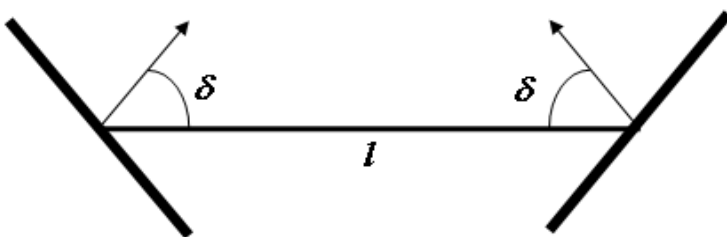


Рис. 7

2. «Тележка и груз на наклонной плоскости»

На шероховатой наклонной плоскости, образующей угол α с горизонтом, покоится тело. Тележка, которая вначале находилась на расстоянии L от тела, начинает скатываться (см. рис. 8). На какое максимальное расстояние сдвинется вниз тело, если удары между ним и тележкой абсолютно упругие? Массы тележки и тела одинаковы. Коэффициент трения скольжения тела по плоскости μ , трением тележки при её движении можно пренебречь.

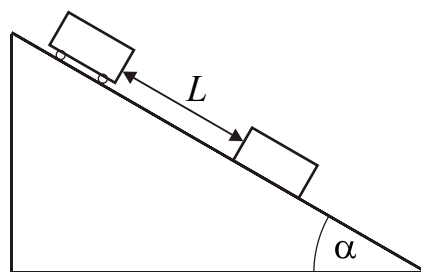


Рис. 8

3. "Устойчивое плавание"

В широкий сосуд налит слой жидкости глубиной L . Плотность жидкости зависит от расстояния до её поверхности h как $\rho = \rho_0 + \alpha h$, где ρ_0 и α — некоторые известные константы. Определите глубину погружения в такую жидкость тела средней плотностью ρ_t , имеющего форму прямого цилиндра высотой $H < L$. Считайте, что при плавании тело не опрокидывается, т. е. боковые стенки цилиндра всё время остаются вертикальными. Площадь поперечного сечения сосуда много больше площади поперечного сечения тела.

4. "Погнутая стрелка вольтметра "

Пять одинаковых вольтметров включены в отрезок цепи, как показано на рис. 9. Оказалось, что у одного из них погнута стрелка и его показания неверны. Выявите неисправный вольтметр и определите, каким должно быть его показание.

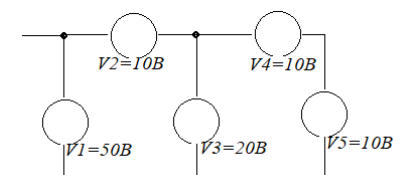


Рис. 9

5. "Удачный ракурс-2"

Художник-абстракционист создал произведение искусства в виде плоской вертикальной абсолютно белой стены, расположенной перед вертикальным плоским зеркалом параллельно ему. Художник-акционист нанес на это произведение две одинаковых узких черных вертикальных полосы во всю высоту стены (см. рис. 10, на котором показан вид сверху). У фотокорреспондента есть узкая вертикальная стойка. Он хочет, расположившись у края произведения искусства, сделать кадр, на котором обе полосы были бы закрыты стойкой. На каком расстоянии от зеркала он должен поставить стойку? Указанные на рис. размеры считайте известными, высота стойки равна высоте стены, ее ширина равна ширине полос и много меньше расстояния между полосами.

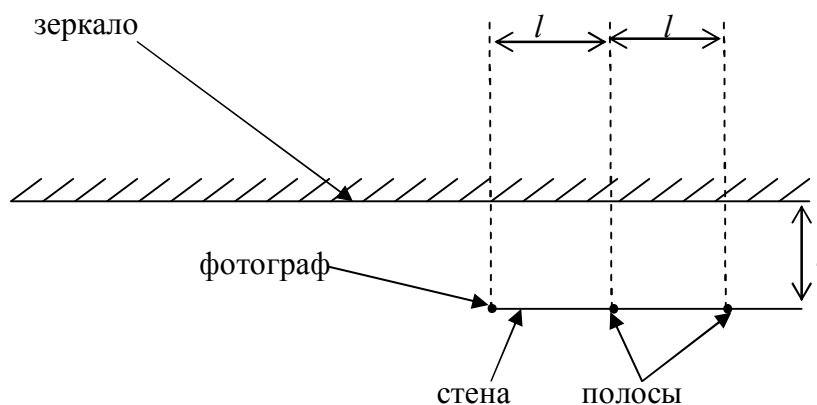


Рис. 10

11 класс

1. "На вершину с минимальной энергией"

Точки A и B (см. рис. 11) находятся на наклонной плоскости с углом наклона к горизонтали α на расстоянии l друг от друга. Из точки A может вылететь материальная точка массы m под различными углами к горизонту β_0 и с различной начальной кинетической энергией E_k . При какой минимальной начальной кинетической энергии тело попадет в точку B ? Чему равна эта энергия? При каком β_0 она достигается? Рассматриваются только

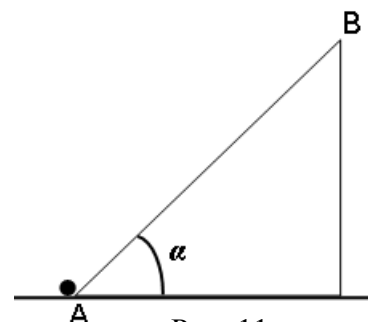


Рис. 11

траектории без изломов. Ускорение свободного падения g , коэффициент трения скольжения точки по плоскости μ , сопротивлением воздуха пренебречь. При решении Вам могут пригодиться следующие соотношения:

$$\sin \varphi \cdot \cos \theta = \frac{\sin(\varphi + \theta) + \sin(\varphi - \theta)}{2}; \quad \sin(\varphi \pm \theta) = \sin \varphi \cdot \cos \theta \pm \cos \varphi \cdot \sin \theta$$

$$\cos \varphi \cdot \cos \theta = \frac{\cos(\varphi + \theta) + \cos(\varphi - \theta)}{2}; \quad \cos(\varphi \pm \theta) = \cos \varphi \cdot \cos \theta \mp \sin \varphi \cdot \sin \theta$$

$$\sin \varphi \cdot \sin \theta = \frac{\cos(\varphi - \theta) - \cos(\varphi + \theta)}{2}$$

2. "Стрельба из катапульты"

При испытаниях катапульты (устройства, бросающего камень под некоторым углом к горизонту) оказалось, что максимальной высоты подъема камень достиг на 4 с раньше, чем это следует из расчетов без учета сопротивления воздуха. Считая, что сила сопротивления воздуха прямо пропорциональна скорости движения камня, определите коэффициент пропорциональности. Масса камня 300 г, максимальная высота его подъема 40 м.

3. "Термоядерная плазма"

Известно, что в реакторах термоядерного синтеза в плазменном шнуре дейтерий-тритиевой плазмы, удерживаемом магнитными полями, достигается температура в сто миллионов градусов Цельсия. Такую температуру не может выдержать ни один из известных материалов, даже если плазменный шнур не касается стенок камеры. Тем не менее, никакого плавления стенок не происходит. Причина этого заключается в низкой плотности плазмы.

Оцените, во сколько раз отличаются количества теплоты, содержащиеся в единице объема плазмы и в единице объема "обычного" пламени, температура которого составляет около 1000 К. Концентрация частиц в шнуре термоядерной плазмы составляет около 10^{20} м^{-3} , концентрация частиц в "обычном" пламени сравнима с концентрацией молекул в воздухе.

4. "Маятник в однородном поле"

Заряженный шарик массой m подвесили на тонкой изолированной невесомой нерастяжимой нити в однородном электрическом поле, вектор напряженности которого E направлен горизонтально (см. рис. 12). После этого шар отвели (сохраняя нить натянутой) в горизонтальное положение по направлению напряженности поля и отпустили без начальной скорости. Определите силу натяжения нити в момент, когда она образует с вертикалью угол Γ . Заряд шарика q . Известно, что $0 < q < mg/E$.

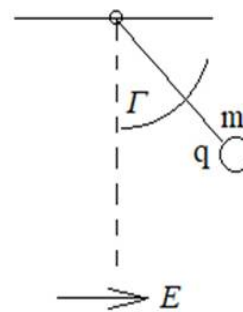


Рис. 12

5. "Отражение от дна"

Аквариум имеет форму прямоугольного параллелепипеда, изготовленного из толстого стекла, и установлен на столе на ножках (см. рис. 13). В воду опускают герметизированную лазерную указку. Под каким наибольшим углом α к дну можно направить ее луч, чтобы он не попал на стол? Показатели преломления: воды 1,33, стекла 1,5.

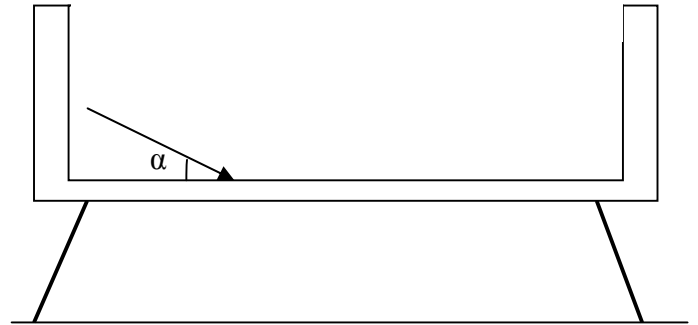


Рис. 13