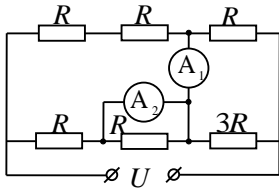
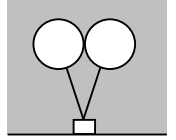


Решения
Отборочный тур олимпиады «Росатом», 2022-2023 учебный год,
физика, 11 класс

1. Два тела бросили из одной точки поверхности земли с одинаковыми начальными скоростями под разными углами к горизонту. Тела упали в одну и ту же точку через время t и $2t$ после броска. Под каким углом к горизонту бросили первое тело, а под каким второе тело?

2. Два одинаковых сферических поплавка радиуса R и массой m плавают в воде, погружившись в нее наполовину. К поплавкам привязывают веревку длиной l , к середине которой прикрепляют тяжелый груз. Поплавки с грузом тонут (см. рисунок).

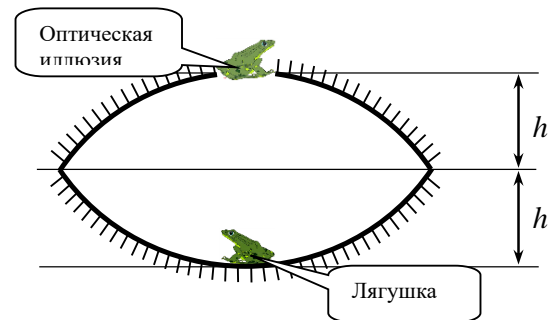


Найти силу натяжения веревки и силу, с которой шары действуют друг на друга.

3. В цепи, схема которой представлена на рисунке, $R = 10$ Ом, амперметры идеальны, провода сопротивления не имеют. Напряжение U на зажимах источника $U = 100$ В. Найти показания амперметров.

4. Горизонтальный цилиндрический сосуд разделен на две равные части тонким подвижным поршнем. Вначале поршень удерживают, а в отсеках сосуда размещают ν и 2ν молей одноатомного идеального газа при одинаковой температуре. Затем поршень отпускают. Найти объемы отсеков сосуда в тот момент, когда поршень достигнет максимальной скорости. Объем сосуда - V . Трением и теплообменом пренебречь. Считать, что поршень движется достаточно медленно так, что выполнены условия адиабатичности процессов, происходящих с газом в отсеках сосуда. **Указание.** Для адиабатического процесса справедливо уравнение: $pV^{5/3} = \text{const}$. $pV^{5/3} = \text{const}$.

5. Оптическая игрушка «Мираскоп» представляет собой два вогнутых сферических зеркала (одно – с отверстием) и маленький предмет –

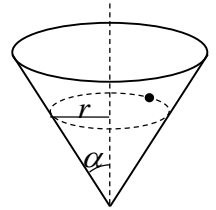


игрушечную лягушку. Зеркала ставят друг на друга зеркальными поверхностями друг к другу так, что отверстие находится в верхнем зеркале, лягушку кладут в центр нижнего зеркала на его поверхность (левый рисунок; верхнее зеркало приподнято, чтобы было видно лягушку). В результате возникает оптическая иллюзия: кажется, что лягушка сидит посередине отверстия в верхнем зеркале, перевернутая по сравнению с настоящей лягушкой в горизонтальном направлении, не перевернутая в вертикальном и несколько больше самой лягушки. Иллюзия сохраняется и на фотографии (то, что мы видим на среднем рисунке не лягушка, а иллюзия; «кусочек» настоящей лягушки виден в самой нижней части отверстия). Считая известным, что сферическое зеркало создает изображение любого источника, объясните: (1) почему возникает оптическая иллюзия? (2) почему иллюзия перевернута в горизонтальном направлении, но не перевернута в вертикальном? (3) Считая, что высота h каждого зеркала равна $R/4$ (см. рисунок), а высота лягушки $\delta = R/8$ (где R - радиус кривизны зеркал), оцените, во сколько раз иллюзия больше настоящей лягушки. Считать, что все лучи, падают на поверхности зеркал под малыми углами (параксиальное приближение).

**Задания, решения и критерии оценки работ очного отборочного тура
Отраслевой физико-математической олимпиады школьников Росатом и Инженерной
олимпиады школьников
11 класс, 2022-2023 учебный год**

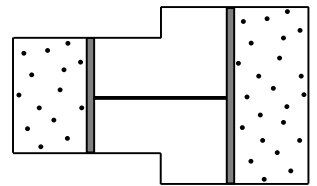
1 вариант

1. Небольшое тело движется по внутренней поверхности вертикального конуса, описывая горизонтальную окружность радиуса r с центром на оси конуса (см. рисунок). Найти угловую скорость тела, если угол между осью конуса и его образующей равен α . Поверхность конуса гладкая, влиянием силы сопротивления воздуха пренебречь.

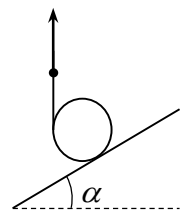


2. К поплавку массой m привязана леска с грузом. При этом поплавок погружен в воду на третью часть своего объема. Найти силу натяжения лески, если свободно плавающий поплавок погружен в воду на пятую часть своего объема.

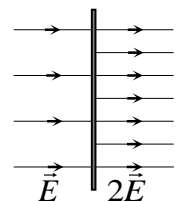
3. Сосуд образован двумя спаянными цилиндрическими трубами одинаковой длины с площадями сечения S и $2S$. В сосуд вставили тонкие поршни, связанные несжимаемым стержнем, длина которого равна половине длины сосуда, и воздух из пространства между поршнями откачали. После этого трубы запаляли снаружи, оставив между поршнями и стенками сосуда какое-то количество газа (см. рисунок). Известно, что когда температуры газов снаружи от поршней одинаковы, поршни располагаются на одинаковых расстояниях от стыка труб. Когда абсолютную температуру газа в левом отсеке изменили до некоторого значения T_1 , а газа в правом отсеке - до некоторого значения T_2 , поршни сместились вправо на половину расстояния от поршней до стыка труб в начальном положении. Найти отношение T_1/T_2 .



4. На массивную трубу намотали нить. Затем трубу положили на шероховатую наклонную плоскость с углом наклона α так, что ось трубы параллельна основанию плоскости. Трубу удерживают в покое, прикладывая к концу нити силу, направленную вертикально вверх (см. рисунок). При каком коэффициенте трения между трубой и плоскостью возможно такое равновесие?



5. Тонкую равномерно заряженную диэлектрическую пластинку с площадью S внесли в однородное внешнее электрическое поле и расположили перпендикулярно силовым линиям этого поля. В результате с одной стороны от пластинки установилось электрическое поле с напряженностью E , с другой - с напряженностью $2E$ (см. рисунок). Найти заряд пластинки и напряженность внешнего электрического поля.



6. Точечное тело положили на край доски и сообщили ему и доске одинаковые скорости v_0 (см. рисунок). Коэффициент

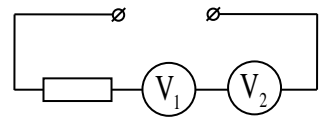


трения между телом и доской равен μ , между доской и поверхностью - 2μ . Известно, что массы тела и доски одинаковы, и что тело в процессе движения не соскальзывает с доски. Найти перемещение тела относительно доски.

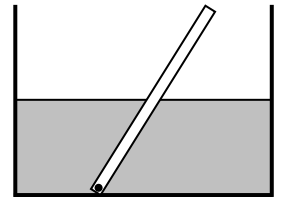
**Задания, решения и критерии оценки работ очного отборочного тура
Отраслевой физико-математической олимпиады школьников Росатом и Инженерной олимпиады школьников
11 класс, 2022-2023 учебный год**

1 вариант

1. Резистор и два вольтметра соединили так, как показано на рисунке, и подключили к этой цепи источник постоянного напряжения. Известно, что вольтметр V_1 показал при этом напряжение U , а вольтметр V_2 - напряжение $3U/2$. Когда из цепи убрали вольтметр V_2 (сохранив резистор и вольтметр V_1 последовательно подключенными к источнику), вольтметр V_1 показал напряжение $3U/2$. Какое напряжение покажет вольтметр V_2 , если из цепи убрали вольтметр V_1 , сохранив последовательно подключенными к источнику тот же резистор и вольтметр V_2 ?

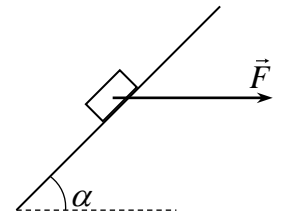


2. На дно узкой пробирки длиной l и площадью поперечного сечения S положили массивное точечное тело и опустили пробирку в неглубокий сосуд с водой. В результате дно пробирки легло на дно сосуда, ее половина оказалась в воде, половина – над водой (см. рисунок). Найти массу пустой пробирки. Плотность воды ρ .



3. Тело массой m налетает на покоящееся тело с неизвестной массой и после абсолютно упругого удара движется в перпендикулярном направлении со скоростью, составляющей половину начальной. Найти массу второго тела.

4. На шероховатую наклонную плоскость, составляющую угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтом, аккуратно кладут шероховатое тело массой m , и оно начинает двигаться с некоторым ускорением. Если к телу приложить силу \vec{F} величиной $3mg$, направленную горизонтально (см. рисунок), оно будет двигаться с таким же ускорением, но направленным вверх вдоль плоскости. Найти коэффициент трения между телом и плоскостью.



5. Два точечных заряда q и $-2q$ с массами $3m$ и m соответственно удерживают в вакууме на расстоянии l друг от друга. В некоторый момент времени заряды одновременно отпускают, и благодаря кулоновскому притяжению они начинают двигаться навстречу друг другу. Найти скорости зарядов в тот момент времени, когда расстояние между ними уменьшится вдвое.

6. С идеальным одноатомным газом проводят циклический процесс. График зависимости объема газа от его абсолютной температуры в этом процессе представлен на рисунке. Известны абсолютные температуры газа в состояниях 1 и 3 - $T_1 = T$ и $T_3 = 4T$. Известно также, что температуры газа в состояниях 2 и 4 одинаковы. Найти термодинамический КПД цикла.

