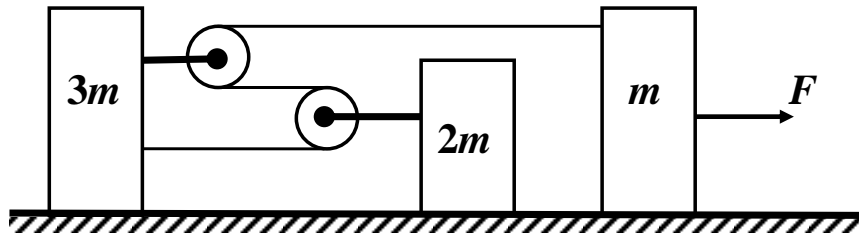


**Заключительный (очный) этап академического соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету «физика», весна 2019 г.
10 класс**

Вариант 1

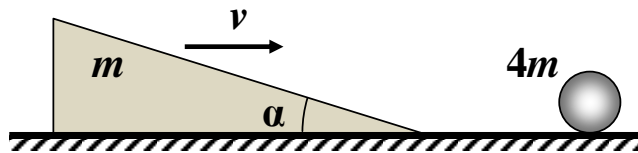
1. Трехлитровая стеклянная банка плавает в воде, оставаясь вертикальной. Считая, что масса банки $m = 1$ кг, а площадь ее нижнего основания $S = 0,02$ м², определите разницу давлений на нижнее основание банки со стороны воды и со стороны атмосферы. (10 баллов)
2. Два моля гелия участвуют в некотором термодинамическом процессе, в котором над газом совершается работа 500 Дж. По окончании процесса температура гелия увеличилась на 10°С. Чему равна молярная теплоемкость этого процесса, если известно, что она не зависит от параметров состояния гелия? Универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/К. (10 баллов)
3. Два автомобиля А и В движутся по одной прямой дороге в одну сторону со скоростями V и $2V$. По другой прямой дороге едет мотоцикл С со скоростью $3V$. При этом в течение всего времени движения мотоцикл находится в вершине равнобедренного треугольника АВС ($AC = BC$). Определите угол между дорогами. (15 баллов)
4. Порция идеального газа в состоянии 1 занимает объем V_1 при давлении p_1 и абсолютной температуре T_1 . Газ сжимают при постоянном давлении до состояния 2, в котором его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза. Затем происходит охлаждение газа при постоянном объеме до состояния 3, в котором его давление равно $p_1/2$. Из состояния 3 газ возвращается в состояние 1 по политропе, уравнение которой $pV^n = const$. Определите показатель политропы n . Постройте с учетом масштаба графики процесса 1-2-3-1 в координатах pV (давление p – по оси ординат, а объем V – по оси абсцисс) и pU (давление p – по оси ординат, а внутренняя энергия U – по оси абсцисс). Считайте внутреннюю энергию данной порции газа в состоянии 1 известной и равной U_1 . (15 баллов)
5. Механическая система, изображенная на рисунке, состоит из трех грузов массами $3m$, $2m$ и m , и двух очень легких блоков, прикрепленных к грузам $3m$ и $2m$ соответственно. Система находится на гладкой горизонтальной поверхности. Определите силу натяжения нити, пропущенной через блоки, когда к грузу массой m приложена горизонтальная сила $F = 12$ Н. Считать, что нить невесома и

нерастяжима, а не лежащие на блоках участки нити остаются горизонтальными в процессе поступательного движения грузов.



(25 баллов)

6. Клин массы m движется со скоростью $v = 4$ м/с по гладкой горизонтальной поверхности, как показано на рисунке. Клин упруго сталкивается с неподвижно лежащим на поверхности шариком массы $4m$. Угол наклона клина $\alpha = 30^\circ$. На какую максимальную высоту H относительно горизонтальной поверхности подскочит шарик? Считать, что импульс клину передается только в горизонтальном направлении. Трение между шариком и клином отсутствует. Радиус шарика $R \ll H$.



(25 баллов)

**Заключительный (очный) этап академического соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету «физика», весна 2019 г.
10 класс**

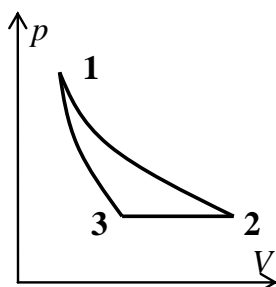
Вариант 6

1. На парашютиста массой $m = 80$ кг в начале прыжка действует сила сопротивления воздуха, вертикальная составляющая которой 400 Н, а горизонтальная 300 Н. Найдите ускорение парашютиста в начальный момент. (10 баллов)

2. Атмосфера Венеры почти полностью состоит из углекислого газа. Температура у поверхности планеты около $t = 500^\circ\text{C}$, а давление около $p = 100$ атм. Какой объём должен иметь исследовательский зонд массой $m = 1$ т, чтобы плавать в нижних слоях атмосферы Венеры? (10 баллов)

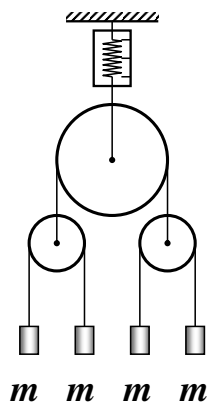
3. Теннисная ракетка движется навстречу мячу. В момент удара ракетка находится на высоте $h = 1,76$ м от поверхности корта, при этом скорости ракетки и мяча параллельны корту и равны соответственно $u = 2$ м/с (скорость ракетки) и $v = 1$ м/с (скорость мяча). Считая удар мяча по ракетке упругим, определите, долетит ли мяч до вертикальной стенки, расположенной на расстоянии $L = 2$ м от ракетки? Если долетит, то на какой высоте от поверхности корта мяч ударится о стенку? Мяч после удара о ракетку движется в направлении стенки; плоскость, в которой лежит траектория мяча, перпендикулярна стенке. Сопротивлением воздуха пренебречь. (15 баллов)

4. Тепловая машина, рабочим телом которой является гелий, совершает цикл (см. рисунок), состоящий из изотермы, адиабаты и изобары (какой из линий соответствует какой процесс, определите сами!). Чему равен КПД этого цикла, если известно, что модуль работы, совершаемой гелием, в изотермическом процессе в 3 раза больше, модуля работы, совершаемой в изобарном процессе.



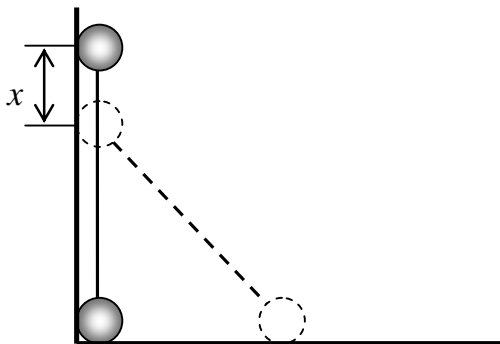
(15 баллов)

5. Механическая конструкция, состоящая из трех блоков и четырех грузов, подвешена к динамометру, как показано на рисунке. Массы грузов равны m . Блоки невесомы, нити невесомы и нерастяжимы, трение отсутствует. На какую величину изменятся показания динамометра, если на один из грузов сядет муха, масса которой равна $0,1m$? Считать, что колебания конструкции быстро затухают и после этого снимаются показания динамометра.



(25 баллов)

6. Два одинаковых маленьких шарика соединены невесомым жестким стержнем длиной $l = 60$ см. Стержень стоит вертикально вплотную к вертикальной плоскости (см. рисунок). При небольшом смещении нижнего шарика вправо на малое расстояние эта система приходит в движение в плоскости рисунка. Определите скорость нижнего шарика в момент, когда верхний шарик сместится по вертикальной плоскости вниз на расстояние $x = 10$ см. Считать, что при движении шарики не отрываются от плоскостей, трением пренебречь.



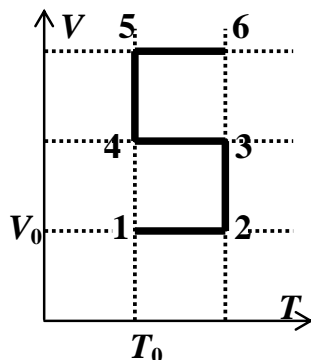
(25 баллов)

**Заключительный (очный) этап академического соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету «физика», весна 2019 г.
10 класс**

Вариант 10

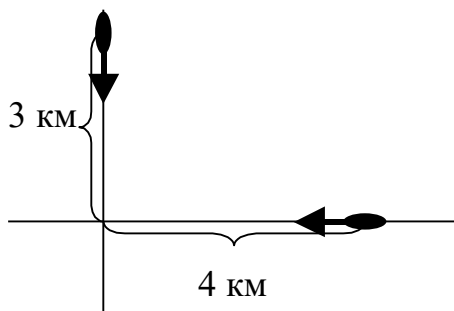
1. Плоскодонная баржа получила пробоину площадью $S = 100 \text{ см}^2$, находящуюся в дне баржи на глубине $h = 2 \text{ м}$. Определите, с какой силой нужно давить на пластырь, которым закрывают отверстие, чтобы сдержать напор воды. Весом пластыря пренебречь. Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.
(10 баллов)

2. На листе в клеточку ученик 10-го класса нарисовал график изменения объема V идеального газа от его абсолютной температуры T в процессе 1–2–3–4–5–6, похожим на пятерку (см. рисунок). Считая массу газа постоянной, изобразите, соблюдая правильный масштаб, как будет выглядеть зависимость давления P от абсолютной температуры T для этого процесса. Значения давления, объема и температуры газа в состоянии 1 считайте известными и равными p_0 , V_0 и T_0 соответственно.



(10 баллов)

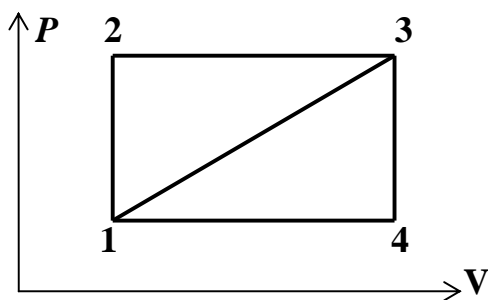
3. К перекрестку двух взаимно перпендикулярных дорог приближаются два автомобиля (см. рисунок). В некоторый момент времени один автомобиль находился на расстоянии 3 км, а другой – на расстоянии 4 км от перекрестка. Скорости автомобилей одинаковы и не изменяются в процессе движения. Определите наименьшее расстояние между автомобилями.



(15 баллов)

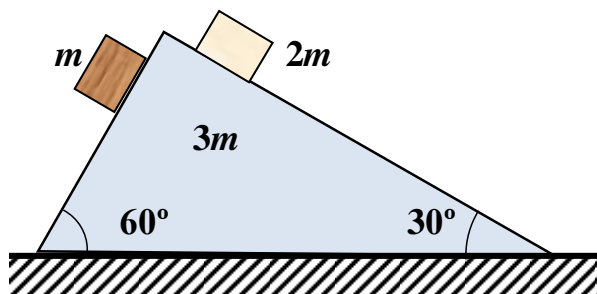
4. Коэффициент полезного действия цикла 1–2–3–1, представленного на рисунке, равен $\eta_1 = \frac{1}{11}$.

Определите КПД цикла 1–3–4–1. Оба цикла совершаются с одним и тем же количеством некоторого (неизвестного) идеального газа.



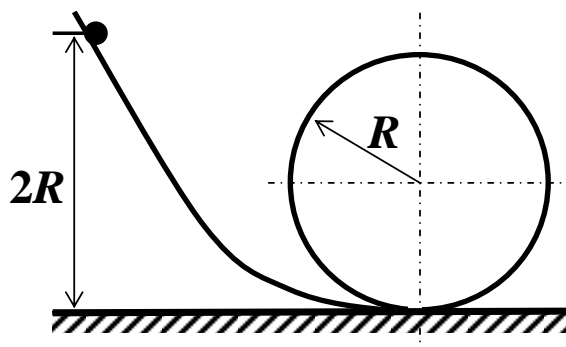
(15 баллов)

5. На гладкой горизонтальной поверхности находится гладкий клин массой $3m$, имеющий форму треугольной призмы, в основании которой лежит прямоугольный треугольник с углами 60° и 30° . На клин осторожно поставили два гладких тела, массами m и $2m$, как показано на рисунке. Определите, в какую сторону, и с каким ускорением будет двигаться клин, если оба тела одновременно начнут скользить по его боковым поверхностям?



(25 баллов)

6. Шарик скользит без трения по наклонному желобу, а затем движется по «мертвой петле» радиуса R (см. рисунок). Высота, с которой отпускают шарик, равна $2R$. На какой максимальной высоте окажется шарик после отрыва от петли?



(25 баллов)