

**Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных  
образовательных организаций (2019 г.)  
Физика. 9 класс**

**Вариант 1**

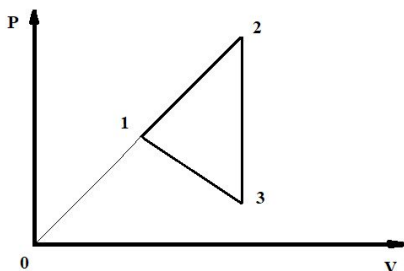
*Задача 1. (15 баллов).* Капиллярную трубку с очень тонкими стенками прикрепили к коромыслу весов, после чего весы уравнили. К нижнему концу капилляра прикоснулись поверхностью воды. После этого пришлось уравнивать весы грузом массой  $m = 0,13$  г. Определить радиус капилляра  $r$ . Коэффициент поверхностного натяжения воды (при температуре, когда был проведен эксперимент)  $\alpha = 0,073$  Н/м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

*Задача 2. (15 баллов).* Два одинаковых проводящих шарика несут заряды разного знака. Соотношение величин зарядов равно  $k$ . Шарики были приведены в соприкосновение и снова удалены на прежнее расстояние. Во сколько раз  $n$  сила взаимодействия шаров до соприкосновения больше силы их взаимодействия после соприкосновения?

*Задача 3. (15 баллов).* Железный стержень длины  $L = 1,5$  м при продольной нагрузке  $P = 5000$  Н не должен удлиняться более, чем  $\Delta L = 0,3$  мм. Какого сечения  $S$  надо взять этот стержень? Модуль Юнга железа  $E = 19,6 \cdot 10^9$  Н/м<sup>2</sup>.

*Задача 4. (25 баллов).* Однородный тонкий обруч массой  $m$  и радиуса  $R$  скатывается без скольжения с наклонной плоскости на горизонтальную поверхность. На какую высоту  $h$  подпрыгнет обруч после удара о горизонтальную поверхность, если он скатился с высоты  $H$ ? Угол наклона плоскости к горизонту равен  $\alpha$ .

*Задача 5. (30 баллов).* Найдите работу  $A$ , совершаемую одним молем ( $\nu=1$ ) идеального газа в цикле (1→2→3→1), состоящем из двух участков линейной зависимости давления от объема и изохоры (см. рис.). Точки 1 и 2 лежат на одной прямой, проходящей через начало координат (на диаграмме  $PV$ ). Температуры  $T_1$  и  $T_2$  в соответствующих точках 1 и 2 известны.  $T_3 = T_1$ .



**Примечание.** В задачах, в которых даны числовые значения, необходимо сначала получить аналитический (буквенный) ответ; и только потом надо использовать численные данные из условия задачи для получения численного ответа.

До начала решения задач просьба нарисовать на первой странице чистовика таблицу

Вариант №1					
1	2	3	4	5	$\Sigma$
15	15	15	25	30	100

**Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных  
образовательных организаций (2019 г.)  
Физика. 9 класс**

**Вариант 2**

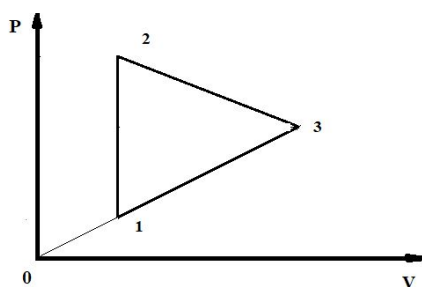
*Задача 1. (15 баллов).* В спирт на незначительную глубину опущена трубка с диаметром внутреннего канала  $d = 0,5$  мм. Определить вес  $P$  спирта, вошедшего в капилляр. Коэффициент поверхностного натяжения спирта (при температуре, когда был проведен эксперимент)  $\alpha = 0,023$  Н/м.

*Задача 2. (15 баллов).* Два одинаковых маленьких шарика массой  $m$  подвешены на одинаковых невесомых шелковых нитях длины  $L$  в вакууме. Нити закреплены в одной точке. Шарика заряжены одинаковыми по величине и по знаку зарядами  $q$ . Найти величины этих зарядов  $q$ , если в состоянии равновесия системы зарядов нити расположены под углом  $\alpha$  друг к другу.

*Задача 3. (15 баллов).* Железный стержень удерживать груз  $P = 50000$  Н. предел упругости железа  $\sigma_{\text{п}} = 1,8 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>. На сколько удлинится стержень (в относительных единицах  $\Delta L/L$ ) при котором он не давал бы остаточной деформации? Модуль Юнга железа  $E = 19,6 \cdot 10^9$  Н/м<sup>2</sup>.

*Задача 4. (25 баллов).* В покоящийся на горизонтальной поверхности клин массы  $M$  попадает горизонтально летящая пуля массы  $m$ . После абсолютно упругого удара о поверхность клина пуля отскакивает вертикально вверх. Скорость клина после удара равна  $V$ . На какую высоту  $h$  (по сравнению с первоначальной) поднимется пуля? Трения в системе тел нет.

*Задача 5. (30 баллов).* Найдите работу  $A$ , совершаемую одним молем ( $\nu=1$ ) идеального газа в цикле ( $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ ), состоящем из двух участков линейной зависимости давления от объема и изохоры (см. рис.). Точки 1 и 3 лежат на одной прямой, проходящей через начало координат (на диаграмме  $PV$ ). Температуры  $T_1$  и  $T_2$  в соответствующих точках 1 и 2 известны.  $T_3 = T_2$ .



**Примечание.** В задачах, в которых даны числовые значения, необходимо сначала получить аналитический (буквенный) ответ; и только потом надо использовать численные данные из условия задачи для получения численного ответа.

*До начала решения задач просьба нарисовать на первой странице чистовика таблицу*

Вариант №2					
1	2	3	4	5	$\Sigma$
15	15	15	25	30	100

**Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных образовательных организаций (2019 г.)**  
**Физика. 9 класс**

**Вариант 3**

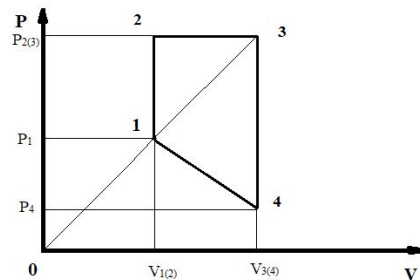
*Задача 1. (15 баллов).* Какую силу  $F$  надо приложить к горизонтально расположенному кольцу цилиндрической формы высотой  $h = 10$  мм, внутренним диаметром  $d = 50$  мм, внешним диаметром  $D = 52$  мм, чтобы оторвать его от поверхности воды. Коэффициент поверхностного натяжения воды (при температуре, когда был проведен эксперимент)  $\alpha = 0,073$  Н/м. Плотность материала кольца  $\rho = 2700$  кг/м<sup>3</sup>. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

*Задача 2. (15 баллов).* Два одинаково заряженных шарика с одинаковыми радиусами и массами подвешены на невесомых нитях одинаковой длины. Нити закреплены в одной точке. Вся система в состоянии равновесия заливается жидкостью с объемной плотностью  $\rho_{ж}$  и относительной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . Какова была плотность материала шариков  $\rho_{ш}$ , если и в воздухе и в жидкости угол расхождения нитей одинаков. Принять относительную диэлектрическую проницаемость воздуха равной единице.

*Задача 3. (15 баллов).* Металлический стержень нагрели от  $0^{\circ}\text{C}$  на  $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$ . Какую продольную нагрузку  $P$  надо приложить к концам стержня, чтобы он не удлинился? Поперечное сечения стержня  $S = 1,5$  см<sup>2</sup>. Коэффициент термического расширения стержня  $\alpha = 1,65 \cdot 10^{-5}$  град<sup>-1</sup>. Модуль Юнга металла  $E = 10^{11}$  Н/м<sup>2</sup>.

*Задача 4. (25 баллов).* Нейтрон испытывает упругое центральное соударение с покоящимся ядром атома гелия. Отразившись, он испытывает еще одно такое же соударение с отражением на другом покоящемся ядре атома гелия. Во сколько раз  $\eta$  изменится энергия нейтрона после двух столкновений? Ядро атома гелия состоит из двух протонов и двух нейтронов. Массы протонов и нейтронов считать одинаковыми.

*Задача 5. (30 баллов).* Найдите работу  $A$ , совершаемую одним молем ( $\nu=1$ ) идеального газа в цикле (1→2→3→4→1), состоящем из участка линейной зависимости давления от объема, двух изохор и изобары (см. рис.). Точки 1 и 3 лежат на одной прямой, проходящей через начало координат (на диаграмме  $PV$ ). Температуры  $T_1$  и  $T_3$  в соответствующих точках 1 и 3 известны.  $T_4 = T_1$ .



**Примечание.** В задачах, в которых даны числовые значения, необходимо сначала получить аналитический (буквенный) ответ; и только потом надо использовать численные данные из условия задачи для получения численного ответа.

*До начала решения задач просьба нарисовать на первой странице чистовика таблицу*

Вариант №3					
1	2	3	4	5	$\Sigma$
15	15	15	25	30	100

**Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных образовательных организаций (2019 г.)**  
**Физика. 9 класс**

**Вариант 4**

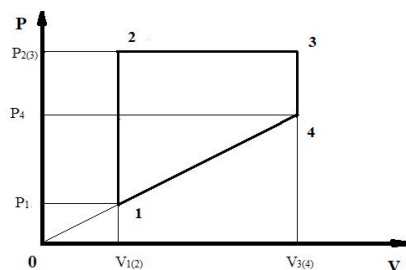
*Задача 1. (15 баллов).* Чему равен коэффициент поверхностного натяжения жидкости  $\alpha$ , если с помощью пипетки, имеющей кончик с внутренним диаметром  $d = 0,4$  мм можно дозировать эту жидкость с точностью  $\delta m = 0,01$  г? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

*Задача 2. (15 баллов).* Три проводящих шарика с массами  $m$  подвешены на одинаковых невесомых нитях длины  $L$  к одному крюку. Когда шарикам сообщили одинаковые по знаку и величине заряды  $q$ , они «разошлись» так, что нити образуют между собой углы  $\beta$ , а с вертикалью каждая нить составляет угол  $\alpha$ . Определить величину заряда  $q$ . Принять относительную диэлектрическую проницаемость воздуха равной единице.

*Задача 3. (15 баллов).* Можно ли использовать телефонный кабель в свинцовой броне для связи с аэростатом, стационарно парящем на высоте  $L = 300$  м? предел прочности свинца  $\sigma_n = 2 \cdot 10^7$  Н/м<sup>2</sup>. Плотность свинца  $\rho = 11300$  кг/м<sup>3</sup>. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

*Задача 4. (25 баллов).* Две прямоугольные пластинки массами  $m_1$  и  $m_2$  соединены невесомой пружиной жесткости  $k$ . Плоскости пластин параллельны. Концы пружины соединены с центрами пластин. Первая пластина лежит на горизонтальной поверхности. Вторая пластина удерживается над ней вертикально расположенной пружиной. Пружина сжата внешней силой и весом верхней пластины так, что ее длина стала меньше ее длины в ненагруженном состоянии на  $\Delta L$ . При каких значениях  $\Delta L$  верхняя пластина, подпрыгнув (после прекращения действия внешней силы), оторвала бы от горизонтальной поверхности нижнюю пластину?

*Задача 5. (30 баллов).* Найдите работу  $A$ , совершаемую одним молем ( $\nu=1$ ) идеального газа в цикле (1→2→3→4→1), состоящем из участка линейной зависимости давления от объема, двух изохор и изобары (см. рис.). Точки 1 и 4 лежат на одной прямой, проходящей через начало координат (на диаграмме  $PV$ ). Температуры  $T_1$  и  $T_4$  в соответствующих точках 1 и 4 известны.  $T_2 = T_4$ .



**Примечание.** В задачах, в которых даны числовые значения, необходимо сначала получить аналитический (буквенный) ответ; и только потом надо использовать численные данные из условия задачи для получения численного ответа.

**До начала решения задач просьба нарисовать на первой странице чистовика таблицу**

Вариант №4					
1	2	3	4	5	Σ
15	15	15	25	30	100