

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА  
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ  
2017–2018**

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ФИЗИКА (10 КЛАСС) \_\_\_\_\_

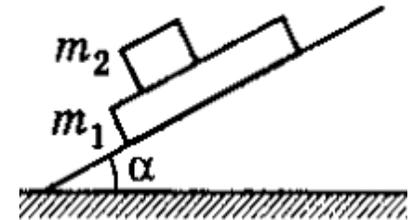
Пример варианта 1

Задача	1	2	3	4	5	6	Всего
Макс. Балл	15	10	15	15	25	20	100

1. Тело массой  $m_1 = 2$  кг находится на наклонной поверхности покоящегося клина, образующей угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом. На нем лежит брусок массой  $m_2 = 1$  кг. Коэффициент трения между телом и поверхностью  $\mu_1 = 0.1$ , между телом и бруском –  $\mu_2 = 0.2$ .

1) Найдите ускорения тела  $a_1$  и бруска  $a_2$ .

2) Возможно ли, что при некотором горизонтальном ускорении клина тела будут покоиться относительно него, не отрываясь от его поверхности и друг друга? Если да, то найдите минимальное такое ускорение.



2. Цветочный горшок падает с балкона и за время  $\tau = 0.2$  с пролетает мимо окна высотой  $h = 2$  м, расположенного несколькими этажами ниже. Каково расстояние  $x$  от балкона до верхнего края окна.

3. Два заряда  $q_1 = 30 \text{ мкКл}$  и  $q_2 = 10 \text{ мкКл}$  находятся на расстояниях  $L = 4 \text{ см}$  и  $2L$  от бесконечной проводящей заземленной плоскости (по разные стороны от нее) соответственно. Основания перпендикуляров, опущенных на плоскость из точек, в которых расположены заряды, находятся на расстоянии  $L$ . Найдите силу, которая действует на заряд  $q_1$ .

4. Колесо, вся масса  $M = 20 \text{ кг}$  которого заключена в ободе радиусом  $R = 2 \text{ м}$ , катят по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью  $v = 5 \text{ км/ч}$ , прикладывая к оси некоторую неизвестную силу  $F$ , направленную горизонтально. К внутренней поверхности обода прикреплён маленький шарик массой  $m = 2 \text{ кг}$ . Найдите силу давления колеса на поверхность  $p(t)$ . При каких условиях возможно описанное движение?

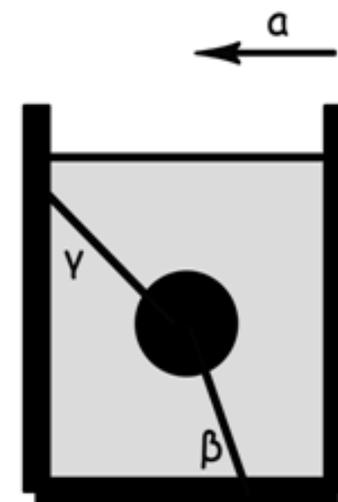
5. Невесомый поршень может скользить по гладкой внутренней поверхности вертикально расположенного цилиндра высотой  $L = 1 \text{ м}$ , сечением  $S = 100 \text{ см}^2$ . Начальная температура воздуха  $T_0 = 300 \text{ К}$ , атмосферное давление  $p_0 = 100 \text{ кПа}$ . Цилиндр герметически закрыли поршнем и поставили на него груз массой  $m = 73 \text{ кг}$ . В начальном состоянии плоскость поршня расположена на расстоянии  $L$  от дна цилиндра. При движении поршня реализуется процесс  $pV^3 = \text{const}$ . Найдите значения температуры в моменты времени, соответствующие прохождению поршнем 1) положения равновесия; 2) нижней границы движения поршня.

6. Деревянный шар зафиксирован в воде с помощью двух невесомых нерастяжимых нитей, как показано на рисунке. Объем шара  $V = 200 \text{ см}^3$ , плотность дерева  $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ ,  $\cos \beta = 1/4$ ,  $\cos \gamma = 2/3$ , плотность воды  $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Найдите силы, с которыми нити действуют на шар в 2х случаях:

1) Сосуд и его содержимое неподвижны;

2) Сосуд и его содержимое движутся с постоянным ускорением  $a = g/5$ .

Шар всегда полностью покрыт водой.



**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА  
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ  
2017–2018**

Заключительный этап

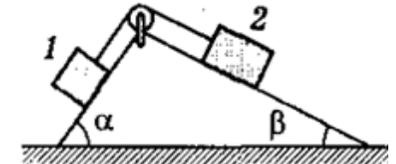
Предмет (комплекс предметов) Олимпиады

ФИЗИКА (10 КЛАСС) \_\_\_\_\_

Пример варианта 2

Задача	1	2	3	4	5	6	Всего
Макс. Балл	15	10	15	15	25	20	100

1. Тело массой  $m_1 = 5m_2$ , находящееся на поверхности покоящегося клина, образующей угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом, соединено невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через блок, с бруском массой  $m_2 = 1$  кг, находящимся на другой поверхности клина, образующей угол  $\beta = \alpha$  с горизонтом.



Коэффициенты трения между телами и поверхностью клина  $\mu = 0.3$ .

- 1) Найдите силу натяжения нити  $T$  и ускорения тел  $a_1$  и  $a_2$ .
- 2) Возможно ли, что при некотором горизонтальном ускорении клина тела будут покоиться относительно него, не отрываясь от его поверхности? Если да, то найдите минимальное такое ускорение.

2. Из некоторой точки одновременно бросают два тела с одинаковой начальной скоростью  $V_0 = 45$  км/ч: одно вертикально вверх, другое – по горизонтали. На каком расстоянии  $S$  тела будут находиться спустя время  $t = 2$  с? Тела не успевают достичь поверхности Земли.

3. Два заряда  $q_1 = 30$  мкКл и  $q_2 = 10$  мкКл находятся на одинаковом расстоянии  $H = 0.1$  м от бесконечной проводящей заземленной плоскости (по разные стороны от нее). Основания перпендикуляров, опущенных на плоскость из точек, в которых расположены заряды, находятся на расстоянии  $L = 4$  см. Найдите силу, которая действует на заряд  $q_1$ .

4. В U-образный сосуд сечением  $S = 10$  см<sup>2</sup> налили ртуть (плотность  $\rho = 13600$  кг/м<sup>3</sup>). Общая длина части сосуда, занятой жидкостью равна  $l = 1$  м. Отверстия сосуда заткнули пробками так, что расстояние между поверхностью жидкости и пробкой оказалось равно  $h = 0.5$  м (заполнено воздухом). Найти период гармонических колебаний поверхности жидкости около положения равновесия, считая, что амплитуда колебаний мала, а температура системы постоянна.

5. В откачанном пространстве вертикально стоит цилиндрический сосуд, перекрытый сверху подвижным поршнем массой  $M = 320$  кг. Под поршнем находится одноатомный газ при температуре  $T = 300$  К и давлении  $P = 10^5$  Па. Внутреннее сечение цилиндра  $S = 10$  см<sup>2</sup>, высота той части сосуда, внутри которой находится газ,  $H = 2$  м. Поршень отпустили, он начал двигаться. Газ сжимается адиабатически.

1) Найдите, насколько высота положения равновесия поршня отличается от начальной;

2) Чему равна скорость поршня при прохождении им положения равновесия?

6. Деревянный шар зафиксирован в воде с помощью невесомой нерастяжимой нити и гладкой перекладины, как показано на рисунке. Объем шара  $V = 100 \text{ см}^3$ , плотность дерева  $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\cos \beta = 1/3$ ,  $\cos \gamma = 1/4$ , плотность воды  $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Найдите силы, с которыми нить и перекладина действуют на шар в 2х случаях:

1) Сосуд и его содержимое неподвижны;

2) Сосуд и его содержимое движутся с постоянным ускорением  $a = g/4$ .

Шар всегда полностью покрыт водой.

