

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

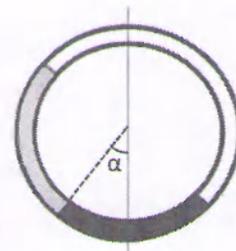
ФИЗИКА 2016 г. (заключительный тур)

Вариант 1.

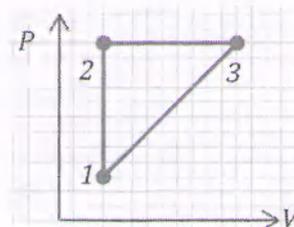
1. (30 баллов). Мяч уронили без начальной скорости с высоты  $H = 5 \text{ м}$ . При каждом ударе о горизонтальный пол мяч теряет 9 процентов имеющейся у него к этому моменту энергии. Какой путь пройдет мяч до полной остановки? Ускорение свободного падения в этой и последующих задачах считать равным  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

2. (10 баллов). Две гири с массами  $m_1 = 180 \text{ г}$  и  $m_2 = 120 \text{ г}$  висят на концах невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный блок. Первоначально гири находились на одном уровне. Гири отпустили, и они пришли в движение без начальной скорости. Каким будет расстояние по вертикали между гирями спустя  $\Delta t = 1,5 \text{ с}$  после начала движения. Сопротивлением воздуха и трением в блоке можно пренебречь.

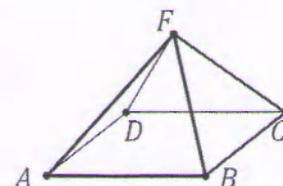
3. (20 баллов). В длинную тонкую трубку залили равные объемы двух несмешивающихся жидкостей с различными плотностями, заполнив ее наполовину. Трубку свернули в кольцо, расположив его в вертикальной плоскости (см. рис.). Угол, который составляет с вертикалью отрезок, проходящий через границу раздела жидкостей и центр кольца равен  $\alpha$ . Найдите плотность легкой жидкости, если плотность тяжелой известна и равна  $\rho_1$ .



4. (15 баллов). Идеальный одноатомный газ является рабочим телом тепловой машины, работающей по термодинамическому циклу 1–2–3–1 (см.рис.). Найдите коэффициент полезного действия этой тепловой машины, если известно, что максимальное и минимальное значение давления отличаются в  $k = 4$  раза.



5. (10 баллов). Из восьми одинаковых отрезков однородной проволоки постоянного сечения спаяна четырехгранная правильная пирамида  $ABCD F$ . К ее вершинам  $A$  и  $B$  подключили источник постоянного напряжения. Найдите отношение тепловых мощностей, выделяющихся в ребрах  $AF$  и  $CF$ .



6. (15 баллов). На главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 50 \text{ см}$  на равных расстояниях  $\ell = 120 \text{ см}$  слева и справа от нее расположены два точечных источника света. На какое расстояние надо сместить линзу, чтобы изображения источников совпали?

Ректор  
Председатель методической комиссии по физике

А.И. Рудской  
С.А. Старовойтов

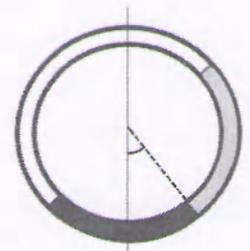
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ФИЗИКА 2016 г. (заключительный тур)

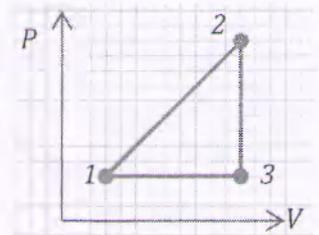
Вариант 2.

1. (30 баллов). Мяч уронили без начальной скорости с высоты  $H = 10 \text{ м}$ . При каждом ударе о горизонтальный пол мяч теряет 36 процентов имеющейся у него к этому моменту энергии. Какое время мяч будет подпрыгивать на полу? Ускорение свободного падения в этой и последующих задачах считать равным  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивлением воздуха можно пренебречь.
2. (10 баллов). Две гири с массами  $m_1$  и  $m_2$  ( $m_1 > m_2$ ) висят на концах невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный блок. Первоначально легкая гиря находится на  $\Delta h = 3 \text{ м}$  ниже тяжелой гири. Гири отпустили и они пришли в движение без начальной скорости, оказавшись на одной высоте через  $\Delta t = 2 \text{ с}$ . Какова масса легкой гири, если масса тяжелой равна  $m_1 = 350 \text{ г}$ ? Сопротивлением воздуха и трением в блоке можно пренебречь.

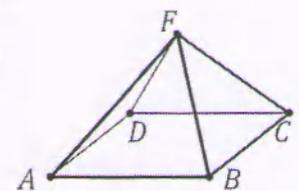
3. (20 баллов). В длинную тонкую трубку залили равные объемы двух несмешивающихся жидкостей с различными плотностями  $\rho_1$  и  $\rho_2$ , заполнив ее наполовину. Трубку свернули в кольцо, расположив его в вертикальной плоскости (см. рис.). Найдите угол, который составляет с вертикалью отрезок, проходящий через границу раздела жидкостей и центр кольца.



4. (15 баллов). Идеальный одноатомный газ является рабочим телом тепловой машины, работающей по термодинамическому циклу 1–2–3–1 (см.рис.). Найдите коэффициент полезного действия этой тепловой машины, если известно, что максимальное и минимальное значение объема отличаются в  $k = 4$  раза.



5. (10 баллов). Из восьми одинаковых отрезков однородной проволоки постоянного сечения спаяна четырехгранная правильная пирамида  $ABCDF$ . К ее вершинам  $A$  и  $B$  подключили источник постоянного напряжения. Найдите отношение тепловых мощностей, выделяющихся в ребрах  $AB$  и  $DC$ .



6. (15 баллов). На главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 60 \text{ см}$  на равных расстояниях слева и справа от нее расположены два точечных источника света. При смещении линзы на  $\Delta x = 40 \text{ см}$  вдоль оптической оси изображения источников совпали. Найдите расстояние между источниками.

Ректор

Председатель методической комиссии по физике

А.И. Рудской

С.А. Старовойтов

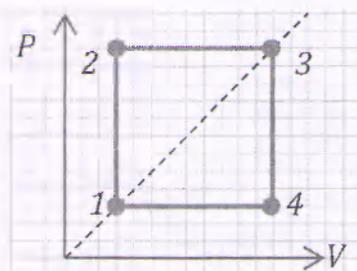
1. (30 баллов). Мяч бросили с горизонтальной начальной скоростью  $V = 5 \text{ м/с}$  с высоты  $H = 10 \text{ м}$ . При каждом ударе о горизонтальный пол вертикальная составляющая скорости мяча уменьшается на 20 процентов относительно текущего значения, а горизонтальная остается неизменной. На каком расстоянии от места первого удара о пол отскоки мяча прекратятся? Ускорение свободного падения в этой и последующих задачах считать равным  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

2. (10 баллов). Две гири с массами  $m_1 = 150 \text{ г}$  и  $m_2 = 120 \text{ г}$  висят на концах невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный блок. Первоначально легкая гиря находится на  $\Delta h = 2 \text{ м}$  ниже тяжелой гири. Гири отпустили, и они пришли в движение без начальной скорости. Через какое время они окажутся на одном уровне? Сопротивлением воздуха и трением в блоке можно пренебречь.

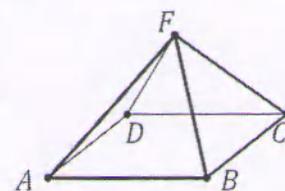
3. (20 баллов). В длинную тонкую трубку залили равные объемы двух несмешивающихся жидкостей с различными плотностями  $\rho_1$  и  $\rho_2$ , заполнив ее наполовину. Трубку свернули в кольцо радиуса  $R$  и расположили его в вертикальной плоскости (см. рис.). Найдите гидростатическое давление в нижней точке трубки, после установления в ней состояния механического равновесия.



4. (15 баллов). Идеальный одноатомный газ является рабочим телом тепловой машины, работающей по термодинамическому циклу 1–2–3–4–1 (см.рис.). Найдите коэффициент полезного действия этой тепловой машины, если известно, что максимальное и минимальное значение объема отличаются в  $k = 4$  раза.



5. (10 баллов). Из восьми одинаковых отрезков однородной проволоки постоянного сечения спаяна четырехгранная правильная пирамида  $ABCD F$ . К ее вершинам  $A$  и  $B$  подключили источник постоянного напряжения. Найдите отношение тепловых мощностей, выделяющихся в ребрах  $AB$  и  $BC$ .



6. (15 баллов). На главной оптической оси собирающей линзы на равных расстояниях  $\ell = 80 \text{ см}$  слева и справа от нее расположены два точечных источника света. При смещении линзы на  $\Delta x = 60 \text{ см}$  вдоль оптической оси изображения источников совпали. Найдите фокусное расстояние линзы.

Ректор

Председатель методической комиссии по физике

А.И. Рудской

С.А. Старовойтов

Вариант 4.

- (10 баллов).** Турист Николай Петрович опоздал на  $\Delta t = 5$  минут к отплытию своего теплохода, отправившегося вниз по реке. На счастье, хозяин быстроходного катера согласился помочь Николаю Петровичу. Догнав теплоход и высадив незадачливого туриста, катер тут же отправился в обратный путь. Сколько времени прошло с момента отплытия катера до его возвращения? Считать, что скорость теплохода относительно воды в  $k = 3$  раза больше скорости течения реки, а скорость катера – в  $n = 5$  раз больше.
- (30 баллов).** Чтобы повесить новогоднее украшение, Аня приставляет к гладкой стене лестницу так, что ее основание находится на максимально возможном расстоянии от стены. Коэффициент трения между лестницей и полом  $\mu = 2/3$ , масса Ани  $M = 70$  кг, масса лестницы  $m = 20$  кг. Длина лестницы  $L$ , так же как и высота потолка  $H$  равны 5 м.

Сможет ли Аня подняться по лестнице? Если да, то на какую высоту?

- (15 баллов).** Тонкостенный цилиндрический стакан, на  $1/4$  наполненный кленовым сиропом, плавает в сосуде с водой, погрузившись до середины. Тот же стакан, но наполненный на  $1/2$  водой, плавает в сосуде с сиропом, также погрузившись до середины. Какую часть стакана можно наполнить сиропом, чтобы он не утонул в воде? И какую часть стакана можно наполнить сиропом, чтобы он не утонул в сиропе?
- (20 баллов).** Для изготовления нагревателя высокотемпературной вакуумной печи взяли  $m_{Pt} = 140$  г платиновой проволоки. В печь поместили  $m_{Ag} = 400$  г серебра в легком тигле и нагрели от  $t_1 = 20$  °C до  $t_2 = 1000$  °C за  $\tau = 8$  минут. Чтобы корпус печи не нагревался, он охлаждается протекающей внутри его стенок водой с расходом  $F = 1,5$  л · мин<sup>-1</sup>, температура воды на выходе на  $\Delta t = 2$  °C больше, чем на входе. Печь питается от сети напряжением  $U = 220$  В.  
 Удельное сопротивление платины в работающем нагревателе  $\rho_{Pt} = 6,90 \cdot 10^{-7}$  Ом · м  
 Плотность воды  $\rho_{H_2O} = 10^3$  кг · м<sup>-3</sup>  
 Плотность платины  $\rho_{Pt} = 21,2 \cdot 10^3$  кг · м<sup>-3</sup>  
 Теплоемкость воды  $c_{H_2O} = 4,19$  кДж · кг<sup>-1</sup> · К<sup>-1</sup>  
 Теплота плавления серебра  $\lambda_{Ag} = 105$  кДж · кг<sup>-1</sup>  
 Теплоемкость серебра  $c_{Ag} = 236$  Дж · кг<sup>-1</sup> · К<sup>-1</sup>  
 Температура плавления серебра  $t_m = 961,8$  °C

Чему равна длина проволоки нагревателя?

- (10 баллов).** Три маленьких металлических шарика, один радиусом  $R$  и два радиусом  $2R$  заряжены одинаковым зарядом  $+q$  и находятся в вершинах равностороннего треугольника со стороной значительно превышающей радиусы самих шаров. Шарики соединили проволокой, а затем проволоку убрали. Найти отношение сил, действующих на маленький шарик до и после соединения?
- (15 баллов).** Под потолком на высоте  $H = 2$  м висит электрическая лампочка. Под ней расположили горизонтально очки с оптической силой  $D = +2$  дптр так, что на полу получились четкие изображения лампы. Расстояние между центрами линз в очках  $a = 60$  мм. Найти расстояние между изображениями лампы на полу.

Ректор

Председатель методической комиссии по физике

А.И. Рудской

С.А. Старовойтов