

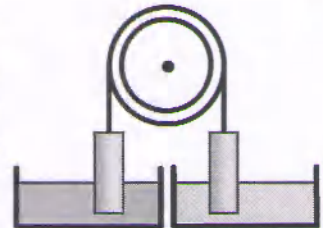
Санкт-Петербургский политехнический университет
ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ФИЗИКА 2015 г. (заключительный тур)

Вариант 1.

1. (10 баллов). Две бусинки массами m и $2m$ надеты на гладкую горизонтальную нить и могут свободно скользить по ней. Бусинки соединены нерастянутой пружиной длины L и жесткости k . Бусинки раздвигают так, что длина пружины увеличивается в 1,5 раза, и отпускают. Найти максимальные скорости бусинок.

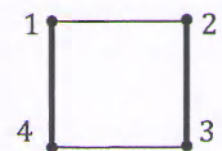
2. (30 баллов). Два одинаковых цилиндра из материала с плотностью ρ_0 , соединены невесомой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, и частично погружены в широкие сосуды с жидкостями с плотностями ρ_1 и ρ_2 . Период малых гармонических колебаний в данной системе равен T . Сосуды настолько широки, что изменением уровня жидкостей в процессе колебаний можно пренебречь. Найдите высоту цилиндров.



3. (15 баллов). Тепловая машина с ν молями идеального одноатомного газа в качестве рабочего тела совершает цикл Карно, состоящий из двух изотерм $1-2$ и $3-4$ и двух адиабат $2-3$ и $4-1$. Работа газа в процессе изотермического расширения $1-2$ равна A_{12} , а в адиабатическом процессе $2-3$: A_{23} . Найдите работу, совершённую над газом в процессе изотермического сжатия $3-4$, если температура газа в нём равна T .

4. (10 баллов). Два маленьких металлических шарика, первый – с зарядом $-q$ и радиусом R и второй – с зарядом $+4q$ и радиусом $2R$ находятся на расстоянии друг от друга значительно превышающем радиусы самих шаров. Шарики соединили проволокой, а затем проволоку убрали. Найти отношение модулей сил взаимодействия шариков до и после соединения?

5. (20 баллов). Проводящий контур в форме квадрата сделан из четырех проводников с сопротивлением $R_{12} = R_{34} = 1 \text{ Ом}$ и $R_{23} = R_{41} = 2 \text{ Ом}$. Источник напряжения с нулевым внутренним сопротивлением сначала подключают к вершинам 1 и 2, а затем к вершинам 2 и 3. Найдите отношение модулей магнитной индукции в центре квадрата при первом и втором способе подключения источника. Ответ представьте в виде обыкновенной несократимой дроби.



6. (15 баллов). Линза дает действительное изображение предмета, увеличивая его в 3 раза. Как изменится увеличение, если вдвое уменьшить оптическую силу линзы? Расстояние между предметом и линзой остается неизменным. Каким станет изображение?

Ректор

Председатель методической комиссии по физике

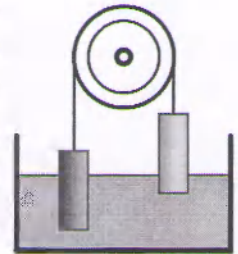
А.И. Рудской

Т.А. Андреева

Санкт-Петербургский политехнический университет
ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА 2015 г. (заключительный тур)
Вариант 2.

1. (10 баллов). Две бусинки массами $3m$ и m надеты на гладкую горизонтальную нить и могут свободно скользить по ней. Бусинки соединены нерастянутой пружиной длины L и жесткости k . Бусинки сдвигают так, что длина пружины уменьшается в 2 раза, и отпускают. Найти максимальные скорости движения бусинок.

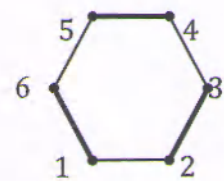
2. (30 баллов). Два цилиндра одинакового размера, но изготовленные из разных материалов с плотностями ρ_1 и ρ_2 , соединены невесомой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, и частично погружены в широкий сосуд с жидкостью. Период малых гармонических колебаний в данной системе равен T . Сосуд настолько широк, что изменением уровня жидкости в процессе колебаний можно пренебречь. Найдите плотность жидкости, если высота цилиндров равна L .



3. (15 баллов). Тепловая машина с ν молями идеального одноатомного газа в качестве рабочего тела совершает цикл Карно, состоящий из двух изотерм 1 – 2 и 3 – 4 и двух адиабат 2 – 3 и 4 – 1. Работа по сжатию газа в изотермическом процессе 3 – 4 равна A_{34} , а в адиабатическом процессе 4 – 1: A_{41} . Найдите работу, совершённую машиной в процессе изотермического расширения 1 – 2, если температура газа в нём равна T .

4. (10 баллов). Два маленьких металлических шарика, первый – с зарядом $2q$ и радиусом R и второй – с зарядом q и радиусом $2R$ находятся на расстоянии друг от друга значительно превышающем радиусы самих шаров. Шарики соединили проволокой, а затем проволоку убрали. Найти отношение модулей сил взаимодействия шариков до и после соединения?

5. (20 баллов). Проводящий контур в форме правильного шестиугольника сделан из шести проводников с сопротивлением $R_{12} = R_{34} = R_{56} = 1 \text{ Ом}$ и $R_{23} = R_{45} = R_{61} = 2 \text{ Ом}$. Источник напряжения с нулевым внутренним сопротивлением сначала подключают к вершинам 1 и 2, а затем к вершинам 2 и 3. Найдите отношение модулей магнитной индукции в центре шестиугольника при первом и втором способе подключения источника. Ответ представьте в виде обыкновенной несократимой дроби.



6. (15 баллов). Предмет находится на расстоянии 80 см от экрана. Между предметом и экраном перемещают собирающую линзу, при чем при одном положении линзы на экране получается увеличенное изображение предмета, а при другом – уменьшенное. Каково фокусное расстояние линзы, если размеры первого изображения в 9 раз больше второго?

Ректор
Председатель методической комиссии по физике

А.И. Рудской
Т.А. Андреева

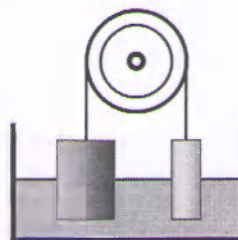
Санкт-Петербургский политехнический университет
ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ФИЗИКА 2015 г. (заключительный тур)

Вариант 3.

1. (10 баллов). Два шарика массами m_1 и m_2 связаны между собой лёгкой пружиной и покоятся на гладком горизонтальном столе. Жёсткость пружины k , её длина в свободном состоянии L_0 . Раздвигая шарики, растягивают пружину до длины L , а затем отпускают шарики без начальной скорости. Определить скорость v_1 шарика массой m_1 в момент, когда длина пружины станет равной L_0 . Трением пренебречь.

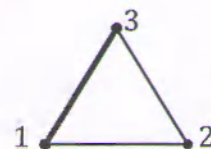
2. (30 баллов). Два цилиндра одинаковой высоты L , изготовленные из разных материалов с плотностями ρ_1 и ρ_2 , соединены невесомой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок. Цилиндры частично погружены в широкий сосуд с жидкостью с плотностью ρ_0 . Сосуд настолько широк, что изменением уровня жидкости в процессе колебаний можно пренебречь. Найдите период малых гармонических колебаний в данной системе, если в состоянии равновесия оба цилиндра погружены ровно наполовину.



3. (15 баллов). Тепловая машина работает по циклу Карно, состоящему из двух изотерм 1 – 2 и 3 – 4 и двух адиабат 2 – 3 и 4 – 1. Рабочее вещество — ν молей идеального одноатомного газа. Работа по сжатию газа в изотермическом процессе 3 – 4 равна A_{34} , причем изотермическое сжатие происходило при известной температуре T . Полная работа газа за весь цикл 1 – 2 – 3 – 4 – 1 равна A . Найти работу по сжатию газа в адиабатическом процессе 4 – 1.

4. (10 баллов). Два маленьких металлических шарика, первый – с зарядом $-q$ и радиусом R и второй – с зарядом $+2q$ и радиусом $2R$ находятся на расстоянии друг от друга значительно превышающем радиусы самих шаров. Шарики соединили проволокой, а затем проволоку убрали. Найти отношение модулей сил взаимодействия шариков до и после соединения?

5. (20 баллов). Проводящий контур в форме правильного треугольника сделан из трех проводников с сопротивлением $R_{12} = R_{23} = 1$ Ом и $R_{31} = 4$ Ом. Источник напряжения с нулевым внутренним сопротивлением сначала подключают к вершинам 1 и 2, а затем к вершинам 1 и 3. Найдите отношение модулей магнитной индукции в центре треугольника при первом и втором способе подключения источника. Ответ представьте в виде обыкновенной несократимой дроби.



6. (15 баллов). Предмет и экран зафиксированы в вертикальном положении на расстоянии 60 см друг от друга. Между ними находится собирающая линза, которая может перемещаться вдоль главной оптической оси. При одном положении линзы на экран получается изображение предмета, увеличенное в 3 раза, при другом – уменьшенное в 3 раза. Определите расстояние между обоими положениями линзы.

Ректор

Председатель методической комиссии по физике

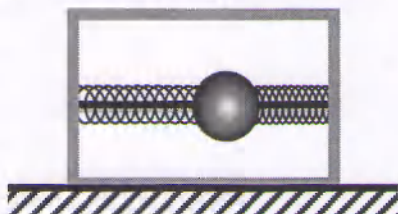
А.И. Рудской

Т.А. Андреева

Санкт-Петербургский политехнический университет
ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ФИЗИКА 2015 г. (заключительный тур)

Вариант 4.

- (10 баллов).** Две одинаковые бусинки массой m надеты на гладкую горизонтальную нить и могут свободно скользить по ней. Бусинки соединены нерастянутой пружиной длины L и жесткости k . Бусинкам сообщают одинаковые по модулю скорости v_0 , направленные в противоположные стороны вдоль нити. На какое максимальное расстояние могут разойтись бусинки?
- (20 баллов).** Внутри ящика массой M по гладкому горизонтальному стержню может скользить без трения шар массой m . Шар прикреплен к боковым стенкам ящика с помощью двух одинаковых пружин. Ящик расположен на горизонтальной поверхности с коэффициентом трения μ . Максимальная амплитуда колебаний шара, при которых ящик покоится относительно стола, равна A . Найдите собственную частоту колебаний шара на стержне.

- (10 баллов).** Два одинаковых закрытых сосуда соединённых трубкой пренебрежимо малого объема, содержат воздух с одинаковой температурой. Какая масса воздуха перейдет из правого сосуда в левый, если абсолютную температуру в правом сосуде **повышают**, а в левом **понижают** вдвое? Общая масса воздуха в сосудах равна m .
- (15 баллов).** Два маленьких металлических шарика, первый – с зарядом $+q$ и радиусом R и второй – с зарядом $-4q$ и радиусом $2R$ находятся на расстоянии друг от друга значительно превышающем радиусы самих шаров. Шарики соединили проволокой, а затем проволоку убрали. Найти отношение модулей сил взаимодействия шариков до и после соединения?
- (15 баллов).** При параллельном и последовательном соединении двух одинаковых источников постоянного напряжения на внешнем нагрузочном сопротивлении выделяется одинаковая тепловая мощность $P = 10$ Вт. Какая мощность будет выделяться на нагрузочном сопротивлении при подключении к нему только одного источника из двух?
- (30 баллов).** На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета, уменьшенное в два раза. Линзу и предмет передвинули вдоль оптической оси таким образом, что при неизменном положении экрана изображение на нем оказалось меньше предмета в три раза. На какое расстояние передвинули предмет, если линза сместилась на расстояние Δl ?

Ректор
Председатель методической комиссии по физике



А.И. Рудской
Т.А. Андреева