

**Второй (заключительный) этап академического соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету
«Физика», весна 2018 г.**

Вариант № 17

ЗАДАЧА 1.

Найдите время, за которое затонет баржа прямоугольной формы длиной $a = 80$ м, шириной

$b = 10$ м и высотой $c = 5$ м, если в центре её днища образовалась пробоина диаметром $d = 10$ см., а воду не откачивают. Баржа открыта сверху, начальная высота бортов над уровнем воды $h = 3,75$ м, груза на ней нет. Вязкостью воды пренебречь.

ЗАДАЧА 2.

При буксировке водомётного катера по озеру с постоянной скоростью v сила натяжения буксировочного троса пропорциональна квадрату скорости: $F = kv^2$, где $k = 7,5 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$. После того, как трос отцепили и включили двигатель, катер движется с постоянной скоростью, забирая забортную воду и выбрасывая назад струю со скоростью

$u = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ относительно катера. Площадь поперечного сечения струи $S = 0,01 \text{ м}^2$. Плотность

воды $\rho = 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$. Найдите скорость катера.

ЗАДАЧА 3.

В сосуде с подвижным поршнем находится мыльный пузырь радиуса r . Медленным вдвиганием поршня воздух в сосуде сжимают так, что радиус пузыря уменьшается вдвое. Найдите давление воздуха в сосуде вне пузыря в этот момент, если давление воздуха в сосуде вне пузыря в исходном состоянии было равно P_0 . Процесс считать изотермическим. Коэффициент поверхностного натяжения мыльной плёнки равен σ .

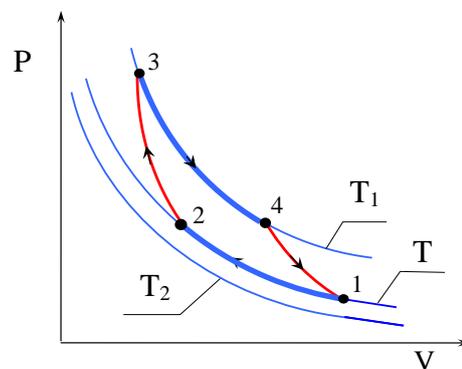
ЗАДАЧА 4.

Рабочее вещество тепловой машины совершает цикл Карно между изотермами T и T_1 ($T_1 > T$). Холодильником является резервуар, температура которого постоянна и равна $T_2 = 200 \text{ К}$ ($T_2 < T$). Теплообмен между рабочим веществом и холодильником осуществляется посредством теплопроводности. Количество теплоты, отдаваемое в единицу времени холодильнику, $q = \alpha(T - T_2)$, где $\alpha = 1 \text{ кВт} / \text{К}$. Теплообмен рабочего вещества с нагревателем происходит непосредственно при $T_1 = 800 \text{ К}$. Полагая, что продолжительность

изотермических процессов одинакова, а адиабатических очень мала, найдите температуру «холодной» изотермы T , при которой мощность N тепловой машины наибольшая. Определите наибольшую мощность тепловой машины.

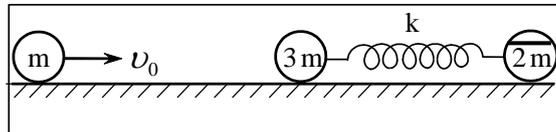
ЗАДАЧА 5.

Длинная сверхпроводящая цилиндрическая катушка индуктивности L и радиуса R , по которой течёт ток I , замкнута накоротко. Витки катушки намотаны плотно, так что можно считать, что поле внутри катушки однородно. Какую работу нужно совершить, чтобы внести в катушку из бесконечности сверхпроводящий цилиндрический стержень, радиус которого равен $R/2$, а длина равна длине катушки? Оси катушки и стержня параллельны.



ЗАДАЧА 6.

Шарики одинакового размера массы $3m$ и $2m$ соединены невесомой пружиной жесткости k и длины L и лежат неподвижно на гладком горизонтальном столе. Шарик массы $2m$ разрезан горизонтальной плоскостью на две части. По прямой, соединяющей центры шариков, со скоростью v_0 движется третий шарик такого же размера, масса которого равна m , и упруго соударяется с шариком массы $3m$. Пренебрегая временем соударения шариков по сравнению с временем деформации пружины, определите минимальное значение коэффициента трения между частями разрезанного шарика, при котором эти части не будут проскальзывать относительно друг друга при дальнейшем движении шариков.



**Второй (заключительный) этап академического соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету
«Физика», весна 2018 г.**

Вариант № 18

ЗАДАЧА 1.

Найдите время, за которое затонет баржа прямоугольной формы длиной $a = 40$ м, шириной

$b = 10$ м и высотой $c = 3$ м, если в центре её днища образовалось отверстие диаметром $d = 10$ см., а воду не откачивают. Баржа открыта сверху, начальная высота бортов над уровнем воды $h = 2$ м, груза на ней нет. Вязкостью воды пренебречь.

ЗАДАЧА 2.

При буксировке водомётного катера по озеру с постоянной скоростью v сила натяжения буксировочного троса пропорциональна квадрату скорости: $F = kv^2$, где $k = 5 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$. При работающем двигателе катер движется с постоянной скоростью,

забирая забортную воду и выбрасывая назад струю со скоростью $u = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ относительно

катера. Площадь поперечного сечения струи $S = 1 \text{ дм}^2$. Плотность воды $\rho = 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$. Найдите скорость катера.

ЗАДАЧА 3.

В сосуде с подвижным поршнем находится мыльный пузырь радиуса r . Медленным вдвиганием поршня воздух в сосуде сжимают так, что радиус пузыря уменьшается в три раза. Найдите давление воздуха в сосуде вне пузыря в этот момент, если давление воздуха в сосуде вне пузыря в исходном состоянии равно P_0 . Процесс считать изотермическим. Коэффициент поверхностного натяжения мыльной плёнки равен σ .

ЗАДАЧА 4.

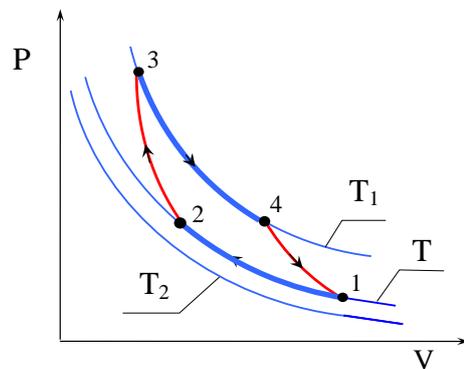
Рабочее вещество тепловой машины совершает цикл Карно между изотермами T и T_1 ($T_1 > T$). Холодильником является резервуар, температура которого постоянна и равна $T_2 = 250 \text{ К}$ ($T_2 < T$). Теплообмен между рабочим веществом и холодильником осуществляется посредством теплопроводности. Количество теплоты, отдаваемое в единицу времени холодильнику, $q = \alpha(T - T_2)$, где

$\alpha = 1 \text{ кВт} / \text{К}$. Теплообмен рабочего вещества с нагревателем происходит непосредственно при $T_1 = 640 \text{ К}$. Полагая, что

продолжительность изотермических процессов одинакова, а адиабатических очень мала, найдите температуру «холодной» изотермы T , при которой мощность N тепловой машины наибольшая. Определите наибольшую мощность тепловой машины.

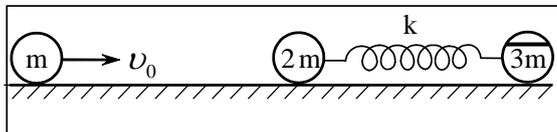
ЗАДАЧА 5.

Длинная сверхпроводящая цилиндрическая катушка индуктивности L и радиуса R , по которой течёт ток I , замкнута накоротко. Витки катушки намотаны плотно так что можно считать, что поле внутри катушки однородно. Какую работу нужно совершить, чтобы внести в катушку из бесконечности сверхпроводящий цилиндрический стержень, радиус которого равен $R/3$, а длина равна длине катушки? Оси катушки и стержня параллельны.



ЗАДАЧА 6.

Шарики одинакового размера массы $2m$ и $3m$ соединены невесомой пружиной жесткости k и длины L и лежат неподвижно на гладком горизонтальном столе. Шарик массы $3m$ разрезан горизонтальной плоскостью на две части. По прямой, соединяющей центры шариков, со скоростью v_0 движется третий шарик такого же размера, масса которого равна m , и упруго соударяется с шариком массы $2m$. Пренебрегая временем соударения шариков по сравнению с временем деформации пружины, определите минимальное значение коэффициента трения между частями разрезанного шарика, при котором эти части не будут проскальзывать относительно друг друга при дальнейшем движении шариков.



**Второй (заключительный) этап академического соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету
«Физика», весна 2018 г.**

Вариант № 19

ЗАДАЧА 1.

Найдите время, за которое затонет пустая металлическая бочка цилиндрической формы диаметром $D = 1$ м, высотой $c = 2$ м открытая сверху и плавающая в воде в вертикальном положении, если в центре её дна образовалось отверстие диаметром $d = 5$ см. Первоначально над водой находилась часть бочки высотой $h = 1$ м. Вязкостью воды пренебречь.

ЗАДАЧА 2.

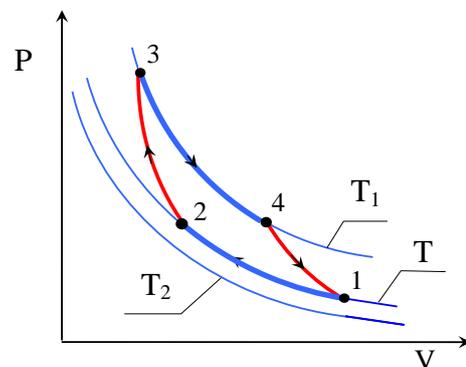
При буксировке водомётного катера по озеру с постоянной скоростью v сила натяжения буксировочного троса пропорциональна квадрату скорости: $F = kv^2$, где $k = 10 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$. После того, как трос отцепили и включили двигатель, катер движется с постоянной скоростью, забирая забортную воду и выбрасывая назад струю со скоростью $u = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ относительно катера. Площадь поперечного сечения струи $S = 2 \text{ дм}^2$. Плотность воды $\rho = 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$. Найдите скорость катера.

ЗАДАЧА 3.

В сосуде с подвижным поршнем находится мыльный пузырь радиуса r . Медленно выдвигая поршень, давление воздуха в сосуде уменьшают так, что радиус пузыря увеличивается вдвое. Найдите давление воздуха в сосуде вне пузыря в этот момент, если давление воздуха в сосуде вне пузыря в исходном состоянии было равно P_0 . Процесс считать изотермическим. Коэффициент поверхностного натяжения мыльной плёнки равен σ .

ЗАДАЧА 4.

Рабочее вещество тепловой машины совершает цикл Карно между изотермами T и T_1 ($T_1 > T$). Холодильником является резервуар, температура которого постоянна и равна $T_2 = 300 \text{ К}$ ($T_2 < T$). Теплообмен между рабочим веществом и холодильником осуществляется посредством теплопроводности. Количество теплоты, отдаваемое в единицу времени холодильнику, $q = \alpha(T - T_2)$, где $\alpha = 2 \text{ кВт} / \text{К}$. Теплообмен рабочего вещества с нагревателем происходит непосредственно при $T_1 = 1200 \text{ К}$. Полагая, что продолжительность изотермических процессов одинакова, а адиабатических очень мала, найдите температуру «холодной» изотермы T , при которой мощность N тепловой машины наибольшая. Определите наибольшую мощность тепловой машины.

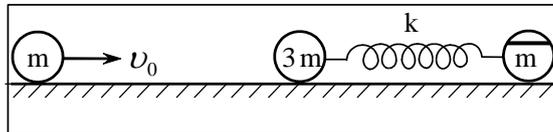


ЗАДАЧА 5.

Длинная сверхпроводящая цилиндрическая катушка индуктивности L и радиуса R , по которой течёт ток I , замкнута накоротко. Витки катушки намотаны плотно, так что можно считать, что поле внутри катушки однородно. Какую работу нужно совершить, чтобы внести в катушку из бесконечности сверхпроводящий цилиндрический стержень, радиус которого равен $R/4$, а длина равна длине катушки? Оси катушки и стержня параллельны.

ЗАДАЧА 6.

Шарики одинакового размера массы $3m$ и m соединены невесомой пружиной жесткости k и длины L и лежат неподвижно на гладком горизонтальном столе. Шарик массы m разрезан горизонтальной плоскостью на две части. По прямой, соединяющей центры шариков, со скоростью v_0 движется третий шарик такого же размера, масса которого равна m , и упруго соударяется с шариком массы $3m$. Пренебрегая временем соударения шариков по сравнению с временем деформации пружины, определите минимальное значение коэффициента трения между частями разрезанного шарика, при котором эти части не будут проскальзывать относительно друг друга при дальнейшем движении шариков.



Второй (заключительный) этап академического соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету
«Физика», весна 2018 г.

Вариант № 20

ЗАДАЧА 1.

Найдите время, за которое затонет пустая металлическая бочка цилиндрической формы диаметром $D = 0,75$ м, высотой $c = 1,5$ м, открытая сверху и плавающая в воде в вертикальном положении, если в центре её днища образовалось отверстие диаметром $d = 1$ см. Первоначально над водой находилась часть бочки высотой $h = 0,7$ м. Вязкостью воды пренебречь.

ЗАДАЧА 2.

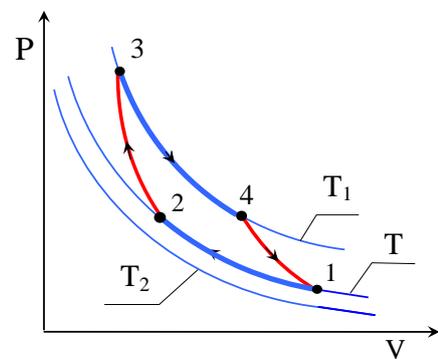
При буксировке водомётного катера по озеру с постоянной скоростью v сила натяжения буксировочного троса пропорциональна квадрату скорости: $F = kv^2$, где $k = 10 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$. После того, как трос отцепили и включили двигатель, катер движется с постоянной скоростью, забирая забортную воду и выбрасывая назад струю со скоростью $u = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ относительно катера. Площадь поперечного сечения струи $S = 0,02 \text{ м}^2$. Найдите скорость катера.

ЗАДАЧА 3.

В сосуде с подвижным поршнем находится мыльный пузырь радиуса r . Медленно выдвигая поршень, давление воздуха в сосуде уменьшают так, что радиус пузыря увеличивается втрое. Найдите давление воздуха в сосуде вне пузыря в этот момент, если давление воздуха в сосуде вне пузыря в исходном состоянии было равно P_0 . Процесс считать изотермическим. Коэффициент поверхностного натяжения мыльной плёнки равен σ .

ЗАДАЧА 4.

Рабочее вещество тепловой машины совершает цикл Карно между изотермами T и T_1 ($T_1 > T$). Холодильником является резервуар, температура которого постоянна и равна $T_2 = 200 \text{ К}$ ($T_2 < T$). Теплообмен между рабочим веществом и холодильником осуществляется посредством теплопроводности. Количество теплоты, отдаваемое в единицу времени холодильнику, $q = \alpha(T - T_2)$, где $\alpha = 2 \text{ кВт/К}$. Теплообмен рабочего вещества с нагревателем происходит непосредственно при $T_1 = 450 \text{ К}$. Полагая, что продолжительность изотермических процессов одинакова, а адиабатических очень мала, найдите температуру «холодной» изотермы T , при которой мощность N тепловой машины наибольшая. Определите наибольшую мощность тепловой машины.



ЗАДАЧА 5.

Длинная сверхпроводящая цилиндрическая катушка индуктивности L и радиуса R , по которой течёт ток I , замкнута накоротко. Витки катушки намотаны плотно, так что можно считать, что поле внутри катушки однородно. Какую работу нужно совершить, чтобы внести в катушку из бесконечности сверхпроводящий цилиндрический стержень, радиус которого равен $R/5$, а длина равна длине катушки? Оси катушки и стержня параллельны.

ЗАДАЧА 6.

Шарики одинакового размера массы $2m$ и m соединены невесомой пружиной жесткости k и длины L и лежат неподвижно на гладком горизонтальном столе. Шарик массы m разрезан горизонтальной плоскостью на две части. По прямой, соединяющей центры шариков, со скоростью v_0 движется третий шарик такого же размера, масса которого равна m , и упруго соударяется с шариком массы $2m$. Пренебрегая временем соударения шариков по сравнению с временем деформации пружины, определите минимальное значение коэффициента трения между частями разрезанного шарика, при котором эти части не будут проскальзывать относительно друг друга при дальнейшем движении шариков.

