

**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 .

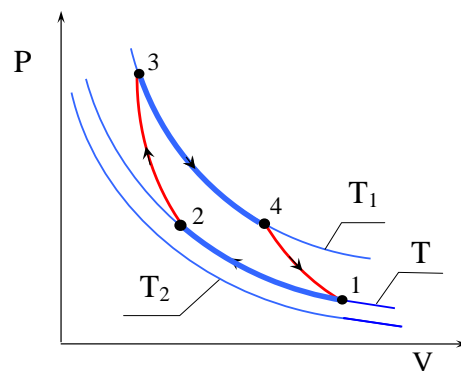
ЗАДАЧА 4.

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.

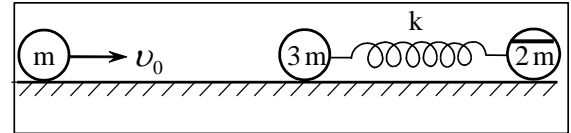
ЗАДАЧА 5.

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.

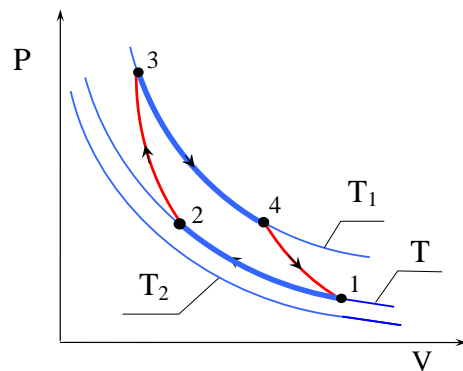
Рабочее вещество тепловой машины совершает цикл Карно между изотермами T и T_1 ($T_1 > T$). Холодильником является резервуар, температура которого постоянна и равна $T_2 = 250 \text{ К}$ ($T_2 < T$). Теплообмен между рабочим веществом и холодильником осуществляется посредством теплопроводности. Количество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

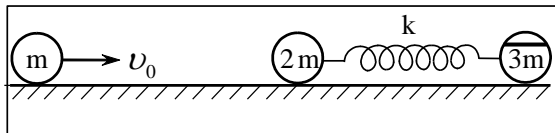
ЗАДАЧА 5.

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 днища образовалось отверстие диаметром $d = 5$ см.. Первоначально над водой находилась часть бочки высотой $h = 1$ м. Вязкостью воды пренебречь.

ЗАДАЧА 2.

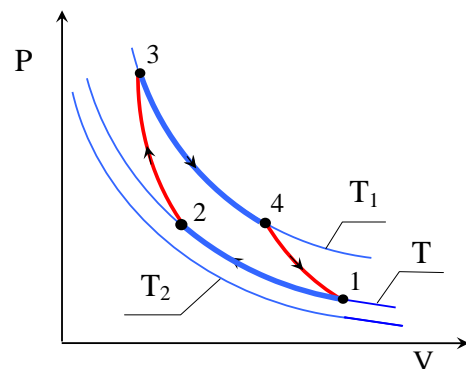
При буксировке водомётного катера по озеру с постоянной скоростью v сила натяжения буксировочного троса пропорциональна квадрату скорости: $F = kv^2$, где $k = 10 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$. После того, как трос отцепили и включили двигатель, катер движется с постоянной скоростью, забирая 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.

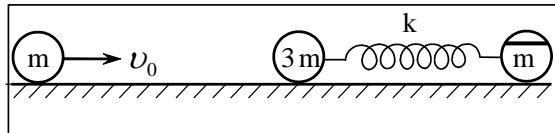


ЗАДАЧА 5.

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.

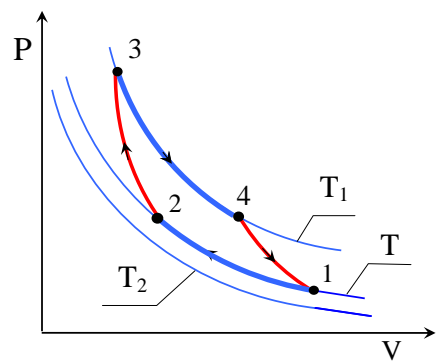
При буксировке водомётного катера по озеру с постоянной скоростью v сила натяжения буксировочного троса пропорциональна квадрату скорости: $F = kv^2$, где $k = 10 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$. После того, как трос отцепили и включили двигатель, катер движется с постоянной скоростью, забирая 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.

