

**Заключительный (очный) этап научно-образовательного соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации
«Профессор Жуковский» (общеобразовательный предмет физика), весна 2019 г.**

9 класс

Вариант 1

1. (10 баллов). Для определения плотности неизвестной жидкости взяли деревянный брусок длиной $l = 10$ см и погрузили сначала в воду, а потом в жидкость. При переносе бруска из воды в жидкость глубина его погружения уменьшилась на $h = 0,5$ см. Какую плотность имеет неизвестная жидкость? Плотность дерева $\rho_d = 900$ кг/м³, воды $\rho_v = 1000$ кг/м³. Брусок плавает вертикально, его длина измерена вдоль вертикали.

2. (25 баллов). В нагревателе находится жидкость при некоторой неизвестной температуре. Для определения температуры нагревателя в него поместили стальной шарик массой $m_{ш} = 40$ г. После этого шарик опустили в алюминиевый калориметр массой $M = 80$ г, содержащий $m = 400$ г воды при температуре $t_1 = 15$ °С. В результате этого температура воды в калориметре повысилась до $t_2 = 28$ °С. Определите температуру нагревателя, если при переносе шарика из нагревателя в калориметр были тепловые потери 500 Дж.

3. (15 баллов). Проволочное кольцо с перемычкой по диаметру из такой же проволоки подключили к источнику постоянного напряжения. На сколько процентов изменится тепловая мощность тока, если перемычку перерезать?

4. (25 баллов). Тележка массой 10 кг двигалась из состояния покоя. Сила, приложенная к тележке, менялась равномерно от 20 Н до 50 Н за время 2 минуты. Какова скорость тележки к концу 2-й минуты, если коэффициент трения тележки о дорогу 0,3?

5. (10 баллов). Железный шарик объемом 0,25 мл опускается в вязкой жидкости с постоянной скоростью 5,5 м/с. Сила вязкого трения прямо пропорциональна скорости шарика. Коэффициент пропорциональности равен 0,003 Н·с/м. Во сколько раз плотность жидкости меньше плотности железа?

6. (15 баллов). Удав ползет по джунглям со скоростью $V = 4$ м/мин, а рядом с ним ходит Мартышка и меряет его длину в попугаях. За 3 минуты Мартышка успевает дойти от головы Удава до его хвоста и обратно, и объявить, что длина Удава – 45 попугаев. Найдите, с какой скоростью ходила Мартышка относительно земли, если единица "одном попугай" соответствует 0,2 м.

**Заключительный (очный) этап научно-образовательного соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации
«Профессор Жуковский» (общеобразовательный предмет физика), весна 2019 г.**

9 класс

Вариант 3

- 1. (10 баллов).** Две материальные точки находятся в покое на расстоянии L друг от друга. Они начинают одновременно равноускорено двигаться в одну сторону вдоль линии, их соединяющей. Ускорение точки, находящейся впереди, равно a . Какое минимальное ускорение должна иметь вторая точка, чтобы догнать первую за время, не превышающее τ ?
- 2. (10 баллов).** В металлический цилиндрический сосуд налили воду и поместили кусочек льда массой $m_{\text{л}} = 0,3$ кг, затем сосуд негерметично закрыли крышкой. Первоначально смесь воды и льда полностью заполняет сосуд, а крышка не позволяет льду всплыть. Начальная температура воды и льда равна $t = 0$ °С. Температура в помещении, где находится сосуд, не изменяется. Общий объем смеси составляет $V = 1$ литр. Какую долю объема сосуда будет занимать вода, когда лед растает? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³, плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900$ кг/м³.
- 3. (15 баллов).** В теплоизолированном сосуде находится 982 г переохлажденной до минус 2 °С воды. В воду бросили маленький кристаллик льда. Какая масса льда окажется в стакане? Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг.
- 4. (15 баллов).** Неизвестное число N одинаковых резисторов последовательно соединены в кольцо. Омметр, подсоединённый к концам одного резистора, показывает сопротивление $R_1 = 64$ Ом. Если любой другой резистор цепочки закортить, то омметр показывает сопротивление $R_2 = 63$ Ом. Каково сопротивление одного резистора?
- 5. (25 баллов).** На полярной станции зимой потребовалось перенести нетеплоизолированный сосуд с жидкостью из одного помещения в другое. Время, которое требуется для переноса сосуда, составляет $\tau = 8$ минут. При переносе сосуда обеспечен такой режим, что за каждую минуту теряется $\eta = 20$ % количества теплоты, которое необходимо отдать к началу этой минуты для начала кристаллизации содержимого сосуда. Успеют ли сотрудники станции перенести сосуд, не заморозив содержимого?

6. (25 баллов). Через озеро переброшен мост параболической формы. начало и конец моста начинаются на берегу на уровне $h = 5$ м выше уровня воды. Высота вершины моста над водой равна $H = 30$ м. Минимальная скорость автомобиля в верхней точке моста, при которой водитель начинает чувствовать себя в состоянии невесомости (что весьма небезопасно для дорожного движения!!!), равна $V_x = 20$ м/с. Какую максимальную скорость должен иметь автомобиль в начале или в конце моста, чтобы водитель только начинал чувствовать себя в состоянии невесомости? Считайте, что в таком предельном состоянии перехода к невесомости автомобиль проходит весь мост, сопротивлением движению можно пренебречь. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2 .

**Заключительный (очный) этап научно-образовательного соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации
«Профессор Жуковский» (общеобразовательный предмет физика), весна 2019 г.**

9 класс

Вариант 4

- 1. (10 баллов).** Две материальные точки находятся в покое на расстоянии L друг от друга. Они начинают одновременно равноускорено двигаться в одну сторону вдоль линии, их соединяющей. Ускорение точки, находящейся позади, равно a . Какое максимальное ускорение должна иметь первая точка, чтобы ее могла догнать вторая за время, не превышающее τ ?
- 2. (10 баллов).** В металлический цилиндрический сосуд налили воду и поместили кусочек льда. Затем сосуд негерметично закрыли крышкой. Первоначально смесь воды и льда полностью заполняет сосуд, а крышка не позволяет льду всплыть. Начальная температура воды и льда равна $t = 0$ °С. Температура в помещении, где находится сосуд, не изменяется. Общий объем смеси составляет $V = 1$ литр. Когда лед растает, вода будет занимать $\eta = 0,95$ объема сосуда. Определите первоначальную массу льда. Плотность воды $\rho_v = 1000$ кг/м³, плотность льда $\rho_l = 900$ кг/м³.
- 3. (15 баллов).** В теплоизолированном сосуде находится 982 г переохлажденной воды. В воду бросили маленький кристаллик льда массой $m_l = 25$ г. До какой температуры была переохлаждена вода? Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг.
- 4. (15 баллов).** Неизвестное число N одинаковых резисторов последовательно соединены в кольцо. Омметр, подсоединённый к концам одного резистора, показывает сопротивление $R_1 = 64$ Ом. Если любой другой резистор цепочки закоротить, то омметр показывает сопротивление $R_2 = 63$ Ом. Определите число N .
- 5. (25 баллов).** На полярной станции зимой потребовалось перенести нетеплоизолированный сосуд с жидкостью из одного помещения в другое. Время, которое требуется для переноса сосуда, составляет $\tau = 4$ минуты. При переносе сосуда обеспечен такой режим, что за каждую минуту теряется $\eta = 20$ % количества теплоты, которое необходимо отдать к началу этой минуты для полной кристаллизации содержимого сосуда. Кристаллизация начнется, когда будет отдано 60 % всего количества теплоты, отдаваемого при полном замораживании содержимого сосуда. Успеют ли сотрудники станции перенести сосуд, не заморозив содержимого?

6. (25 баллов). Через озеро переброшен мост параболической формы. начало и конец моста начинаются на берегу на уровне $h = 5$ м выше уровня воды. Высота вершины моста над водой равна $H = 30$ м. Минимальная скорость автомобиля в начальной и конечной точках моста, при которой водитель начинает чувствовать себя в состоянии невесомости (что весьма небезопасно для дорожного движения!!!), равна $V = 30$ м/с. Какую максимальную скорость V_1 должен иметь автомобиль в верхней точке моста, чтобы водитель только начинал чувствовать себя в состоянии невесомости? Считайте, что в таком предельном состоянии перехода к невесомости автомобиль проходит весь мост, сопротивлением движению можно пренебречь. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с².

**Заключительный (очный) этап научно-образовательного соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело»
специализации «Профессор Жуковский», весна 2019 г.**

9 класс

Ситуационная задача

Вариант – 1

В процессе производства шпона (тонкого листа древесины) бревно вращается вокруг своей оси. По касательной к поверхности древесины подается нож, срезающий тонкий слой материала. Скорость резания составляет 1,5 м/с.

Начальный диаметр заготовки составляет 0,6 м.

- 1) Определите конечный диаметр заготовки, если срезается слой толщиной 3 мм, а относительная толщина должна быть не меньше 20 радиусов заготовки.
- 2) Определите частоту вращения заготовки в начале и конце работы, а также мощность привода.

Решение:

1) Так как толщина заготовки, а следовательно, реза не менее 20 радиусов, то минимальный радиус равен

$R_{\min} = 20\delta = 20 \cdot 0.003 = 0.06$ м, а диаметр, соответственно 0,12 м.

2) Ширина реза равна ширине заготовки и составляет 1,8 м. Суммарное **усилие резания** равно

$F_{\text{рез}} = H \cdot K = 1,8 \cdot 2000 = 3600$ Н.

Момент резания определяется текущим диаметром заготовки: $M = F_{\text{рез}} \frac{D}{2}$

В начале и конце работы момент составляет 1080 Н·м и 216 Н·м соответственно.

Скорость реза связана с угловой скоростью как $v = \omega \cdot R = 2\pi n \frac{D}{2}$,

откуда частота вращения: $n = \frac{v}{\pi D}$

Частота вращения в начале и конце обработки составляет 0,796 с⁻¹ и 3,98 с⁻¹ соответственно.

Мощность привода равна произведению угловой скорости на момент

$$N = 2\pi n M$$

И составляет 5,4 кВт независимо от стадии обработки.

**Заключительный (очный) этап научно-образовательного соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело»
специализации «Профессор Жуковский», весна 2019 г.**

9 класс

Ситуационная задача

Вариант – 2

В процессе производства шпона (тонкого листа древесины) бревно вращается вокруг своей оси. По касательной к поверхности древесины подается нож, срезающий тонкий слой материала. Скорость резания составляет 1,5 м/с.

Начальный диаметр заготовки составляет 0,6 м.

1) Определите усилие резания и момент резания в зависимости от диаметра заготовки шириной 1,8 м, если удельное усилие резания (в пересчете на метр работающей длины ножа) составляет 2000Н/м.

2) Определите выход материала (м²) с одной заготовки.

Решение:

1) Так как толщина заготовки, а следовательно, реза не менее 20 радиусов, то минимальный радиус равен

$R_{\min}=20\delta=20\cdot 0.003=0.06$ м, а диаметр, соответственно 0,12 м.

Ширина реза равна ширине заготовки и составляет 1,8 м. Суммарное **усилие резания** равно

$F_{\text{рез}}=H\cdot K=1,8\cdot 2000=3600$ Н.

Момент резания определяется текущим диаметром заготовки: $M = F_{\text{рез}} \frac{D}{2}$

В начале и конце работы момент составляет 1080 Н·м и 216 Н·м соответственно.

2) Суммарная площадь заготовки может быть определена из объема материала:

$$\delta S = \frac{H\pi(D^2-d^2)}{4}, \text{ откуда}$$

$$S = \frac{H\pi(D^2-d^2)}{4\delta} = 153 \text{ м}^2.$$