



Заключительный этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

Профиль: «Физика»

Класс участия: 8

Вариант задания: 1

Задача 1.

Навстречу друг другу по озеру ровным строем равномерно плывут мама кряква со своими утятами и мама лебедь со своими лебедятами. У мамы кряквы 15 утят и все они плывут на расстоянии 20 см друг от друга. У мамы лебедя 10 утят и расстояние между ними 10 см. В течение какого времени одна колонна птиц будет проплывать мимо другой, если всех пернатых можно считать материальными точками? Скорость кряквы с утятами 10 см/с, скорость лебедя с лебедятами 15 см/с.

Ответ: 16 с.

Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 1	
Элемент решения	Баллы
Верно найдена длина колонны уток	2
Верно найдена длина колонны лебедей	2
Верно найдена относительная скорость	3
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ.	3
ИТОГО	10



Задача 2.

В одном опыте в двух одинаковых калориметрах находилось одинаковое количество воды при температуре 10°C . В это же время в печи рядом с калориметрами нагревались три одинаковых кубика. Когда температура в печи равнялась 110°C , один кубик вынули и поместили в первый калориметр, из-за чего температура воды в нем повысилась на 10°C . За время этого опыта температура в печи увеличилась еще на 10°C , достигнув своего максимального значения. Какой установится температура во втором калориметре, если в него перенести два кубика, оставшихся в полностью прогретой печи? Известно, что вода из калориметров при проведении экспериментов не выливается. Теплообмен между печью и кубиками происходит мгновенно. Удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$.

Ответ: 30°C .

Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 2	
Элемент решения	Баллы
Верно записано уравнение теплового баланса в первом случае	4
Верно записано уравнение теплового баланса во втором случае	5
Верно записаны из условия все изменения температур	2
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ.	4
ИТОГО	15



Задача 3.

Для сборки электросхемы потребовалось использовать две небольшие параллельные проволоки одинакового сечения. Определите отношение сил токов, проходящих по таким проволокам при включении всей электросхемы в цепь с постоянным напряжением 110 В. Известно, что масса проволок одинаковая, удельное сопротивление одной из них $1,8 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, а второй $2,6 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$. Плотности металлов, из которых эти проволоки сделаны, соответственно равны: 8800 кг/м^3 и 2500 кг/м^3 .

Ответ: 5,1 или 0,2.

Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 3	
Элемент решения	Баллы
Верно записана формула сопротивления	2
Верно записана формула закона Ома для участка цепи	2
Верно записана формула связи массы и плотности	2
Верно записана формула объема через длину и площадь поперечного сечения	2
Верно записано равенство напряжений вследствие параллельного подключения проводников	2
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ.	6
Примечание: в ответе необходимо указание, какое конкретно отношение сил токов нашел учащийся. Если ответ верный, но данного указания нет – то у участника вычитается 4 балла.	
ИТОГО	16



Задача 4.

Бракованный кубический слиток стали со стороной 40 см плавает в сосуде с ртутью. Определите количество одинаковых пузырьков воздуха, которые испортили стальной слиток, если при доливе в сосуд воды с толщиной слоя 18 см, куб гранью касается ее поверхности. Объем одного пузырька 5 мл. Плотность ртути 13600 кг/м^3 , плотность воды 1000 кг/м^3 , стали 8000 кг/м^3 .

$$n = \frac{a^2(\rho_p(h-a) - \rho_v h + \rho_c a)}{v \rho_c} = 112.$$

Ответ: 112 пузырьков.

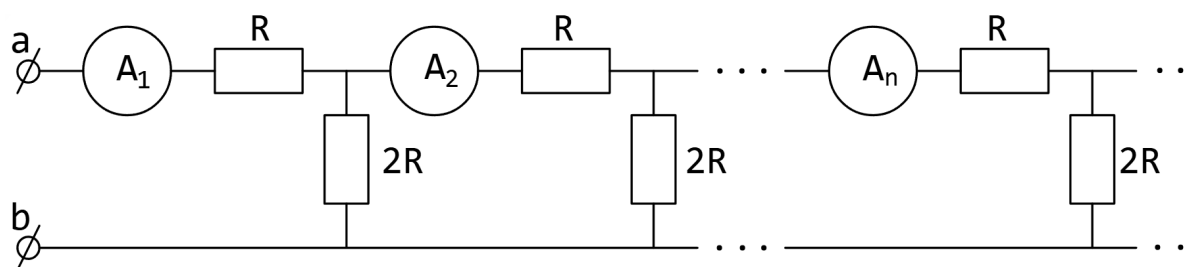
Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 4	
Элемент решения	Баллы
Верно записана формула силы Архимеда	2
Верно записана формула связи массы и плотности	2
Верно записано условие плавания кубика при налитой воде	6
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ.	8
ИТОГО	18



Задача 5.

На рисунке указана бесконечная цепь из идеальных амперметров и резисторов, где сопротивление $R = 200$ Ом. Определите, какое значение показывает первый амперметр, если данную цепь включить в сеть с напряжением 220 В.



Ответ: $I = \frac{U}{2R} = 0.55$ А.

Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 5	
Элемент решения	Баллы
Верно преобразована цепь	4
Верно выражено квадратное уравнение для расчета полного сопротивления	8
Верно найдено общее сопротивление цепи	4
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ.	5
Примечание: если в ответе учащегося 5 А – то задача считается списанной и за нее выставляется 0 баллов.	
ИТОГО	21



Задача 6.

Нагревательная камера печатающей головки 3д-принтера представляет собой теплоизолированную цилиндрическую емкость с площадью поверхности 250 мм^2 . С верхней стороны камеры расположен герметичный ввод исходного материала (термопластичного полимера) в виде проволоки диаметром $1,5 \text{ мм}$, а с нижней – сопло, через которое размягченный материал поступает в рабочую зону. Внутри емкости размещены нагревательные элементы. Теплоизоляция нагревательной камеры имеет толщину $0,5 \text{ мм}$.

Определите необходимую мощность нагревателя, если скорость печати составляет 1 г/с , плотность материала 800 кг/м^3 , теплоемкость материала равна $500 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, начальная температура пластика 20°C , рабочая температура 150°C . Внутренняя температура теплоизоляции равна 150°C , внешняя 60°C .

Определите скорость подачи проволоки.

Дополнительная информация

Удельный тепловой поток (тепловая энергия передающаяся в единицу времени через единицу площади слоя теплоизоляции) определяется как $q = \lambda(T_{in} - T_{out})/h$, где $\lambda = 1 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ – теплопроводность теплоизоляции, T_{in} и T_{out} – температура внутренней и внешней поверхностей теплоизоляции соответственно, h – толщина слоя теплоизоляции.

Площадь круга вычисляется по формуле $S = \frac{\pi d^2}{4}$.

Ответ: $P = 110 \text{ Вт}$, $u = \frac{4m}{\pi d^2 \rho} = 0,707 \text{ м/с}$.



Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 6	
Элемент решения	Баллы
Сформулирована расчётная схема (в том числе, графически), выделены и правильно формализованы все необходимые физические законы	0-5
Составлена система уравнений и математическая модель	0-5
Верно учтены технические параметры, характеристики и ограничения	0-5
Проведены расчеты, получен верный ответ, разумный с точки зрения физического смысла	0-5
ИТОГО	max 20



Заключительный этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

Профиль: «Физика»

Класс участия: 8

Вариант задания: 2

Задача 1.

Навстречу друг другу по озеру ровным строем равномерно плывут мама-кряква со своими утятами и мама-лебедь со своими лебедятами. У мамы-кряквы 15 утят и все они плывут на расстоянии 20 см друг от друга. Известно, что всех пернатых можно считать материальными точками, а одна колонна птиц будет проплывать мимо другой, 18 секунд. Определите, сколько детей у мамы-лебедя, если расстояние между ними 10 см. Скорость кряквы с утятами 10 см/с, скорость лебедя с лебедятами 15 см/с.

Ответ: 15 лебедят.

Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 1	
Элемент решения	Баллы
Верно найдена длина колонны уток	2
Верно выражена длина колонны лебедей	3
Верно найдена относительная скорость	2
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ.	3
ИТОГО	10



Задача 2.

В одном опыте в двух одинаковых калориметрах находилось одинаковое количество воды при температуре 20°C . В это же время в печи рядом с калориметрами нагревались три одинаковых кубика. Когда температура в печи равнялась 220°C , один кубик вынули и поместили в первый калориметр, из-за чего температура воды в нем повысилась. За время этого опыта температура в печи увеличилась еще на 20°C , достигнув своего максимального значения. Какой установилась температура в первом калориметре? Известно, что если во второй калориметр перенести два кубика, оставшихся в полностью прогретой печи, то температура в нем станет равной 70°C . Вода из калориметров при проведении экспериментов не выливается. Теплообмен между печью и кубиками происходит мгновенно. Удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$. Потерями тепла пренебречь.

Ответ: 58°C .

Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 2	
Элемент решения	Баллы
Верно записано уравнение теплового баланса в первом случае	4
Верно записано уравнение теплового баланса во втором случае	5
Верно записаны из условия все изменения температур	2
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ.	4
ИТОГО	15



Задача 3.

Для сборки электросхемы потребовалось использовать две небольшие последовательные проволоки одинакового сечения. Определите отношение напряжений на концах этих проволок, если включить их в сеть с напряжением 220 В. Известно, что масса проволок одинаковая, удельное сопротивление одной из них $1,6 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$, а второй $2,8 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$. Плотности металлов, из которых эти проволоки сделаны, соответственно равны: 8500 кг/м^3 и 2400 кг/м^3 .

Ответ: 0.16 или 6.2.

Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 3	
Элемент решения	Баллы
Верно записана формула сопротивления	2
Верно записана формула закона Ома для участка цепи	2
Верно записана формула связи массы и плотности	2
Верно записана формула объема через длину и площадь поперечного сечения	2
Верно записано равенство сил токов вследствие последовательного подключения проводников	2
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ.	6
Примечание: в ответе необходимо указание, какое конкретно отношение напряжений нашел учащийся. Если ответ верный, но данного указания нет – то у участника вычитается 4 балла.	
ИТОГО	16



Задача 4.

Бракованный кубический слиток стали со стороной 30 см плавает в сосуде с ртутью. Определите объем одного из одинаковых пузырьков воздуха, испортивших стальной слиток, если всего их 224. Известно, что при доливе в сосуд воды с толщиной слоя 14 см, куб гранью касается ее поверхности. Плотность ртути 13600 кг/м^3 , плотность воды 1000 кг/м^3 , стали 7800 кг/м^3 .

Ответ: 1.2 см^3 .

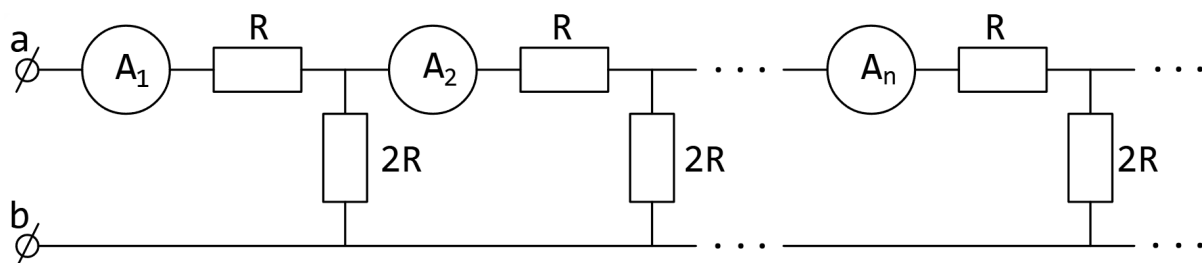
Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 4	
Элемент решения	Баллы
Верно записана формула силы Архимеда	2
Верно записана формула связи массы и плотности	2
Верно записано условие плавания кубика при налитой воде	6
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ.	8
ИТОГО	18



Задача 5.

На рисунке указана бесконечная цепь из идеальных амперметров и резисторов. Определите R , если известно, что при включении данной цепи в сеть с напряжением 220 В первый амперметр показывает ток 5 А.



Ответ: $R = \frac{U}{2I} = 22 \text{ Ом.}$

Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 5	
Элемент решения	Баллы
Верно преобразована цепь	4
Верно выражено квадратное уравнение для расчета полного сопротивления	8
Верно найдено общее сопротивление цепи	4
Приведены необходимые математические преобразования и получен верный численный ответ.	5
Примечание: если в ответе учащегося 200 Ом – то задача считается списанной и за нее выставляется 0 баллов.	
ИТОГО	21



Задача 6.

Нагревательная камера печатающей головки 3д-принтера представляет собой теплоизолированную цилиндрическую емкость с площадью поверхности 250 мм^2 . С верхней стороны камеры расположен герметичный ввод исходного материала (термопластичного полимера) в виде проволоки диаметром $1,5 \text{ мм}$, а с нижней – сопло, через которое размягченный материал поступает в рабочую зону. Внутри емкости размещены нагревательные элементы мощностью 130 Вт . Плотность материала равна 800 кг/м^3 , теплоемкость материала равна $500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$, начальная температура пластика 20°C , рабочая температура 150°C .

Определите скорость печати, как массу расхода материала в секунду.

Определите мощность подающего устройства, если избыточное давление в нагревательной камере равно $2,5 \text{ атм}$ ($1 \text{ атм} = 10^5 \text{ Па}$).

Ответ: $m = 2 \text{ г/с}$, $N = \frac{pm}{\rho} = 0,625 \text{ Вт}$.

Критерии оценивания

Критерии оценивания задания 6	
Элемент решения	Баллы
Сформулирована расчётная схема (в том числе, графически), выделены и правильно формализованы все необходимые физические законы	0-5
Составлена система уравнений и математическая модель	0-5
Верно учтены технические параметры, характеристики и ограничения	0-5
Проведены расчеты, получен верный ответ, разумный с точки зрения физического смысла	0-5
ИТОГО	max 20