ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

В течение нескольких последних лет Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е.Алексеева, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П.Королева и Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» проводят необычную олимпиаду – Инженерную олимпиаду школьников. Задания этой олимпиады посвящены физике в технике, физике вокруг нас, физике в жизни человека. Многие задания олимпиады отвечают на вопрос «как это работает».

Инженерная олимпиада школьников входит в Перечень олимпиад как олимпиада второго уровня.

Ниже приводится задание заключительного тура олимпиады 2015/16 учебного года.

Заключительный тур

9–10 классы

1. На рисунке 1 показаны две схемы расположения барабанного тормоза автомобиля. Принцип работы тормоза заключается в следующем. На оси колес надеты цилиндрические барабаны, вращающиеся вместе с колесами. К торцевым стенкам барабана (которые вместе с барабаном не вращаются) прикреплены две тормозные колодки *A* и *B* (в точках 1, 2, 3 и 4). При нажатии на педаль тормоза возрастает давление жидкости в тормозных цилиндрах *C*, колодки прижимаются к внутренней поверхности барабана и тормозят его благодаря трению. Какая система – показанная на левом или на правом рисунке – тормозит более эффективно? Направление вращения барабана показано стрелкой. Ответ обоснуйте.

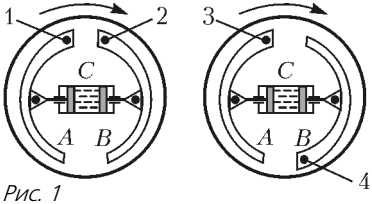

Рис. 1

2. В шахтный водосборник – резервуар для сбора шахтных вод перед их откачкой водоотливной установкой – равномерно поступает вода. Первоначально водосборник был пустой, а на откачку воды из камеры водосборника работал один насос. Насос не справлялся с водой, так что за время $t_1 = 6$ мин камера заполнилась наполовину. Тогда включили второй (точно такой же) насос, но вода продолжала прибывать – еще через $t_2 = 15$ мин камера была заполнена полностью. За какое время камера опустеет, если в момент ее полного заполнения включить третий (точно такой же) насос?

3. Найдите сопротивление цепи (рис.2). Сопротивления резисторов указаны на рисунке.

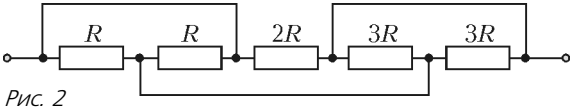

Рис. 2

4. В типографию завезли бумагу в рулоне. Во время работы рулон разматывают и используют бумагу для печати газет. Через 40 дней работы оказалось, что радиус оставшейся части рулона составляет $2/3$ от начального. На сколько дней работы хватит его оставшейся части? Считайте, что типография работает с одинаковой интенсивностью, бумага намотана до самой оси рулона.

5. Важным параметром любого жидкостного насоса является его напорно-расходная характеристика, которая показывает, какой перепад давлений Δp (напор) может обеспечить насос в зависимости от количества жидкости μ, которое он может прокачать в единицу времени (расход). Эта зависимость, как правило, является убывающей функцией: при большом расходе насос может обеспечить только маленький напор и наоборот. Два насоса с напорно-расходными характеристиками $\Delta p_1 = p_0 - \alpha\mu^2$ и $\Delta p_2 = p_0 - \beta\mu^2$, где p_0, α и β – известные числа с соответствующими размерностями, включены в трубопровод так, как показано на рисунке 3 (параллельно). Каким будет расход в системе насосов при напоре $\Delta p = p_0/2$? Какой напор обеспечит система насосов при расходе в трубопроводе μ_0?

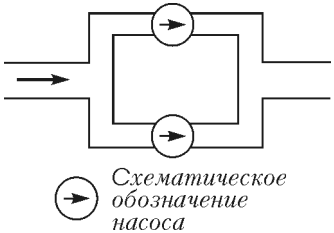

Рис. 3

6. Через помещение, в котором поддерживается постоянная температура $t = 15$ °C, проходит труба с горячей водой. Температура

трубы в том месте, где она входит в помещение, равна $t_1 = 75$ °C, а в том месте, где выходит, – $t_2 = 30$ °C. Чему равна температура посередине трубы? Считайте, что теплообмен между тем или иным участком трубы и помещением пропорционален разности температур этого участка трубы и помещения.

11 класс

1. Для измерения угла склонения звезды или планеты над горизонтом используется секстант, идею которого предложил И.Ньютон. Секстант состоит из неподвижной рамы *Р* с лимбом *Л* и нанесенной на нем угловой шкалой (образующей 1/6 полного угла – отсюда название прибора), подвижной радиальной планки – алидады *А*, имеющей шарнирное крепление в центре рамы, жестко связанного с алидадой в центре секстанта зеркала $З_1$, полупрозрачного неподвижного зеркала $З_2$, параллельного нулевому отсчету шкалы лимба, и зрительной трубы *ЗТ*. Посмотрите на рисунок 4 и опишите, как с помощью секстанта можно измерить угол склонения планеты над горизонтом. Что нужно измерять, чтобы найти угол склонения планеты? Секстант можно использовать и на палубе корабля при сильной качке. Объясните, почему качка «не мешает» проводить измерения.

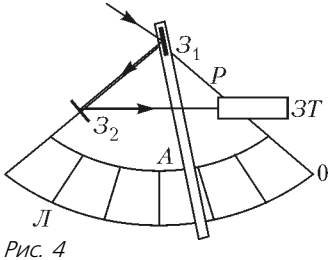

Рис. 4

2. Цепь из трех резисторов сопротивлениями $r_1 = R$, $r_2 = R$, $r_3 = 2R$ и двух идеальных диодов подключили к источнику переменного напряжения с амплитудой U_0 (рис.5). Найдите среднюю тепловую мощность, которая будет выделяться на каждом резисторе за большое время. Идеальный диод проводит электрический ток в одном направлении – в направлении стрелочки в обозначении диода. Провода сопротивления не имеют.

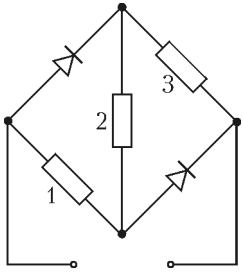

Рис. 5

3. В ряде случаев шлицы (углубления или пазы в головках крепежных изделий – винтов, болтов и т.д.) должны иметь нестандартную форму. Рассмотрим шлиц в виде прямоугольного треугольника с катетами a (AB) и $3a/2$ (BC) (рис.6). В шлиц вставлен ключ, зазоры между сторонами которого и сторонами шлица малы. К ручке ключа приложены две силы (пара сил),

создающие момент M. Определите силы, с которыми ключ действует на грани шлица. Трением пренебречь.

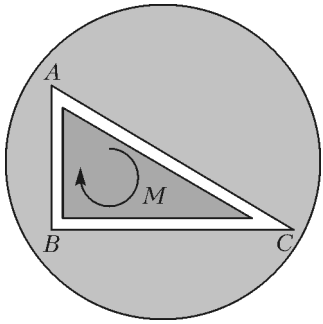

Рис. 6

4. См. задачу 5 для 9–10 классов.

5. В небольшое блюдце налили $M = 20$ г воды. Оцените, за какое время вода полностью испарится. Температура воды и воздуха $t = 20\ ^\circ\text{C}$, давление насыщенных паров воды при этой температуре $p = 2{,}4 \cdot 10^3$ Па, площадь блюдца $S = 100\ \text{см}^2$, относительная влажность воздуха $\varphi = 70\%$. Считайте, что влажность воздуха одинакова во всем объеме помещения (в том числе и около поверхности) и не меняется в процессе испарения.

6. См. задачу 6 для 9–10 классов.

Публикацию подготовили М.Бушуева, Е.Изжеуров, Б.Комаров, А.Минина, С.Муравьев, А.Прунцев, В.Скрытный, И.Чостковская