

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. Описаны творческие задачи экспериментального тура городской олимпиады по физике 2023 года. Придуманные задачи могут быть использованы для углубленного обучения студентов университета.

Ключевые слова: творческие экспериментальные задачи; углубленное обучение; физика; олимпиады школьников

Физические олимпиады являются традиционным источником новых задач [1, 2]. Со временем по мере развития науки эти задачи постепенно переключаются из категории совсем новых задач высокого уровня сложности в сборники олимпиадных задач, по которым школьники готовятся к предстоящим олимпиадам, а затем и в задачки по физике университетского уровня, где используются для обучения наиболее успешных и мотивированных студентов [3, 4].

В этой связи особой ценностью обладают экспериментальные туры физических олимпиад, которые закладывают основу для будущей базы лабораторного практикума в физико-математических школах и университетах. Заключительный этап Городской открытой олимпиады школьников Санкт-Петербурга по физике состоит из двух туров: теоретического и экспериментального. Именно на экспериментальном туре формируется окончательное распределение мест между победителями и призёрами олимпиады. Участниками экспериментального тура являются наиболее подготовленные школьники как городского, так и всероссийского уровня (олимпиада Санкт-Петербурга является открытой олимпиадой, в которой участвуют школьники всей страны).

Подготовка учеников физико-математических школ к экспериментальным турам олимпиад проводится на основе обширного банка задач Регионального и заключительного туров Всероссийской олимпиады, олимпиады ИЕРНО (International Experimental Physics Olympiad), а также Санкт-

Петербургской городской олимпиады. Поэтому придумываемые для олимпиады задачи должны быть с одной стороны существенно новыми, с другой – проверять освоение базовых методов экспериментального физического исследования. К таким базовым методам относятся методы размерностей и подобия, моделирования на основе построения эквивалентных электрических схем, линеаризации графической зависимости и нахождения ее эмпирических параметров, статистической обработки результатов физического эксперимента. Хорошим сочетанием является придумывание для одного класса пары опытов, один из которых проверяет технику эксперимента, а второй больше ориентирован на творческую нетривиальную идею.

Новизна опыта лучше всего реализуется за счет выбора нового объекта исследования, не встречавшегося ранее на олимпиадах. В олимпиаде этого года для 9 класса такими новыми объектами стали выдававшиеся в сети магазинов Лента в качестве подарков покупателям пластиковые сетчатые пирамидки – попрыгунчики.

Задача 9.1. Катапульта

Для создания спасательной системы инженеры создали маломасштабную модель катапульти из тех же материалов, что и разработанная ими конструкция. Определите, на какую высоту подпрыгнет спасательная капсула массой 150 кг.

Оборудование: модель катапульти, линейка, весы по требованию, нитка по требованию.

Эта задача проверяла умение проводить статистическую обработку результатов прямых измерений, а также владение методом размерностей и подобия.

Для 10 класса новыми объектами исследования стали элементы Пельтье, при подаче напряжения на которые возникает разница температур на сторонах элемента.

Задача 10.1. Элемент Пельтье

Оборудование: элемент Пельтье, прищепка, мультиметр с термопарой, регулируемый источник напряжения, амперметр, весы, 2 стаканчика (кофейный и бумажный), холодная вода по требованию.

Элемент Пельтье представляет собой термоэлектрический преобразователь, принцип действия которого основан на эффекте Пельтье – возникновении разности температур при протекании электрического тока. Наряду с полезным эффектом перекачки тепла от одной стороны преобразователя к другой, возникает также паразитный эффект нагрева первой (более холодной) стороны преобразователя. При наличии теплоотвода от горячей стороны элемент Пельтье может работать как холодильник.

Подавая на находящийся в воздухе элемент Пельтье напряжение не более 5 В, измерьте установившиеся разности температур сторон элемента. Следите, чтобы температура нагретой стороны не превысила 90°, иначе элемент может выйти из строя.

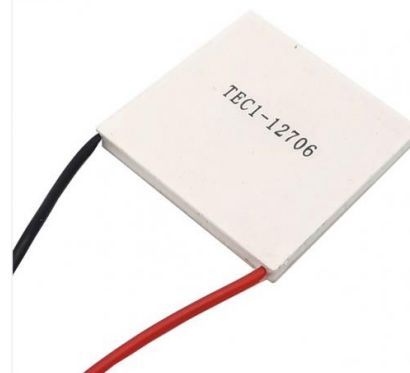
1. Определите полезную мощность P_{01} элемента Пельтье.

2. Определите КПД η элемента Пельтье.

3. Определите теплоемкость C элемента Пельтье.

4. Определите термическое сопротивление R элемента Пельтье. Для справки: термическим сопротивлением называется отношение между разностью температур и проходящей через элемент тепловым потоком (мощностью).

Для 11 класса новыми объектами стали кабошоны, прозрачные овальные плоско-выпуклые стеклянные линзы, имеющие разные радиусы кривизны во взаимно-перпендикулярных направлениях.



Задача 11.2. Кабошоны

Гауссовой кривизной поверхности называется величина $K = \kappa_1 \kappa_2 = 1/(R_1 R_2)$, где κ_1 и κ_2 – нормальные кривизны в главных направлениях, R_1 и R_2 – экстремальные значения радиусов кривизны нормальных сечений.



1. Определите гауссову кривизну поверхности вблизи центра овального кабошона.

2. Определите показатель преломления материала кабошона.

Оборудование: овальный кабошон, фонарик, линейка, штангенциркуль по требованию.

Наряду с творческими задачами, на олимпиаде были предложены также технические задачи, направленные в большей степени на точность проведения эксперимента и на проверку аналитических навыков.

Задача 10.2. Испарение воды

Определите скорость испарения воды (мг/с) в зависимости от ее температуры. Удельная теплота парообразования воды при температуре кипения равна $L = 2300$ кДж/кг. Испарением воды сквозь слой масла пренебречь.

Оборудование: кофейная чашка, бумажный стакан, горячая вода по требованию, подсолнечное масло по требованию, термометр или мультиметр с термопарой, секундомер, весы по требованию.

Для решения этой задачи требовалось снять температурную кривую остывания воды с открытой поверхностью и с масляной пленкой на ней.

Задача 11.1. Период колебаний треугольника

Известно, что период колебаний прямоугольного треугольника определяется выражением $T = \sqrt{\alpha c^2/l + \beta l}$, где α и β – константы, c – его гипотенуза, l – расстояние от оси вращения до центра масс. Определите периоды колебаний прямоугольного треугольника относительно осей, перпендикулярных его плоскости и проходящих вблизи вершин треугольника. Определите на основе эксперимента и теоретически коэффициенты α и β .

Оборудование: прямоугольный треугольник из картона, булавка, секундомер, линейка.

Список литературы:

1. И. Л. Шейнман Лаборатория кафедры физики. От экспериментов школьных городских физических олимпиад к университетским лабораторным работам. XXV Международная научно-методическая конференция «Современное образование: содержание, технологии, качество». 23 апреля 2019 года. Россия, Санкт-Петербург.

2. И. Л. Шейнман. От университетских лабораторных работ к задачам экспериментального тура школьной физической олимпиады. Современное образование: содержание, технологии, качество. Материалы XXVIII международной научно-методической конференции. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2022. С. 365-367.

3. А. С. Чирцов, И. Л. Шейнман. Реализация многоуровневой подготовки в курсе общей физики XXV Международная научно-методическая конференция «Современное образование: содержание, технологии, качество». 23 апреля 2019 года. Россия, Санкт-Петербург.

4. И. Л. Шейнман, А. С. Чирцов. Дифференцированное обучение курсу общей физики в СПбГЭТУ. Современное образование: содержание, технологии, качество. Материалы XXVIII международной научно-методической конференции. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2022. С. 388-390.

I. L. Sheinman

Experimental tour of the school city open Olympiad of St. Petersburg in physics in 2023

Saint Petersburg Electrotechnical University, Russia

Abstract. The creative tasks of the experimental round of the city Olympiad in Physics in 2023 are described. Invented tasks can be used for in-depth training of university students.

Keywords: physics; experimental tasks; advanced training; Olympiads for schoolchildren