



Изв.вузов «ПНД», т.6, № 2, 1998

В 1998 году выходит в свет учебное пособие

**ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ
ДЛЯ НАУЧНЫХ РАБОТНИКОВ МЛАДШЕГО ВОЗРАСТА**

А.П.Кузнецов, С.П. Кузнецов, Л.А. Мельников

Рецензент: Б.П. Безручко, д.ф.–м.н., профессор

Саратов: Изд-во СГУ, 1998. 32 с. Тираж 175 экз.

ISBN 5-292-02168-7

© А.П. Кузнецов, С.П. Кузнецов, Л.А. Мельников, 1998

© Д.В. Соколов, обложка и иллюстрации, 1998

Оказывается, некоторые из этих ребят
занимались прелюбопытными вещами.

А.Стругацкий, Б.Стругацкий

От авторов

Сборник задач основан на опыте проведения студенческих олимпиад по физике, радиофизике и компьютерной физике. Первая часть задачника представлена не совсем обычными разделами. Здесь задачи на оценки, подобие и метод размерностей, задачи для домашней лаборатории и компьютерных исследований, задачи–проблемы. Такая компоновка сборника создает атмосферу, приближенную к живой науке. Большим мастером подобных задач был Петр Леонидович Капица, и его знаменитые «Задачи» в свое время оказали на нас большое влияние. Надеемся, что представленный материал понравится всем, кто любит физику, и поможет следовать завету П.Л. Капицы: *«Наука должна быть веселая, увлекательная и простая. Таковыми должны быть и ученые»*. Мы снабдили каждый раздел задачника соответствующим эпиграфом из известного произведения братьев Стругацких. Мы очень любим эту повесть, но в процессе преподавательской деятельности обнаружили, что, к сожалению, большинство современных студентов с ней не знакомо. Поэтому мы решили написать не только полезный олимпиадный задачник, но и познакомить молодое поколение со стилем этого произведения наших замечательных фантастов.

Подготовка задачника поддержана грантом Федеральной целевой программы «Интеграция» № 696.2.

Содержание

Предисловие 5. Оценки 6. Размерность 8. Подобие 9. Задачи для домашней лаборатории 11. Задачи для домашнего компьютера 13. Задачи–проблемы 16. Механика 18. Термодинамика и молекулярная физика 21. Электричество и магнетизм 23. Оптика 25. Колебания и волны 26. Радиофизика 29. Послесловие и комментарий 30.

Читателям журнала «Прикладная нелинейная динамика» мы предлагаем ознакомиться с некоторыми задачами трех первых разделов.

Оценки

«...При трансгрессии только четырнадцать порядков...»
... – Сплошные натяжки, – сказал Витька....

А.Стругацкий, Б.Стругацкий

1. Оцените количество теплоты, выделяющееся при экстренном торможении современного грузового железнодорожного состава.
2. Оцените давление, оказываемое на землю кошкой.
3. Оцените массу воды в океане.
4. Оцените время падения кирпича с самого высокого в мире небоскреба.
5. Оцените мощность электроснабжения современного жилого дома.
6. Оцените массу современного жилого дома.
7. Оцените «удаленность» горизонта для человека среднего роста.
8. Оцените длину шкурки, которую снимают, очистив килограмм картошки. Килограмм какой картошки можно быстрее очистить: крупной или мелкой?
9. Оцените давление, оказываемое Волгой на берега из-за силы Кориолиса.
10. Оцените наиболее «комфортную» температуру у поверхности тела человека. Известно, что суточный рацион питания содержит около 3000 ккал, коэффициент теплопроводности воды 0.6 Вт/км.
11. Оцените скорость, до которой разгоняются электроны в кинескопе цветного телевизора.
12. Оцените температуру газа, при которой он превращается в плазму. Потенциал ионизации имеет порядок 10 В.
13. Оцените частоту вращения электрона в магнитном поле Земли ($B \approx 1$ Гс). Сравните ее с радиодиапазоном.
14. Оцените энергию покоя электрона.
15. Считая, что максимальная высота гор на Земле ограничена пределом прочности горных пород, оцените размер астероидов, начиная с которого они имеют приближенно шарообразную форму. Считайте, что Земля и астероид сложены из одинаковых пород.
16. Оцените глубину модуляции светового потока лампочки накаливания в цепи переменного тока.
17. Ньютон был, по-видимому, первым, кто оценил расстояние до звезд. Он обратил внимание, что блеск некоторых звезд сравним с блеском Сатурна. Воспроизведите оценку Ньютона.
18. Считая известной скорость орбитального галактического движения Солнца (порядка 250 км/с), оцените суммарную массу звезд, расположенных внутри орбиты Солнца вокруг центра Галактики. Считая, что Солнце – типичная звезда Галактики, оцените число звезд в Галактике. Масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг.

19. Оцените плотность вещества во Вселенной, считая, что в ней содержится 10^{10} галактик, подобных нашей. Учитывайте только вещество, сосредоточенное в звездах.

Размерность

...Корнеев... посадил попугая на весы...

А.Стругацкий, Б.Стругацкий

1. В известном мультфильме Удава измеряют в попугаях. Какие параметры Попугая можно использовать в качестве эталона для введения основных единиц?
2. Скорость звука в газе зависит от давления газа и его плотности. Установите вид этой зависимости. Используя табличные данные для скорости звука при нормальных условиях, найдите значение безразмерной константы в этой формуле.
3. Имеются две геометрически подобные пружины, изготовленные из одинакового материала. Как соотносятся их коэффициенты жесткости? Упругость материала характеризуется модулем Юнга E , имеющим размерность Н/м².
4. Для планеты из несжимаемой жидкости массы M и объема V , вращающейся с угловой скоростью ω , напишите формулу для давления в центре.
5. Скорость коротких волн на поверхности воды зависит от коэффициента поверхностного натяжения σ , длины волны λ и плотности жидкости ρ . Установите вид зависимости скорости волн от указанных параметров.
6. Частица с зарядом e движется со скоростью v параллельно плоской поверхности среды с диэлектрической проницаемостью ϵ и проводимостью σ на расстоянии α от нее. С помощью П-теоремы получите формулу для силы, тормозящей движение частицы.
7. В законе излучения Стефана – Больцмана $S = \sigma T^4$ получите методом размерностей выражение для постоянной через фундаментальные физические постоянные – постоянную Планка \hbar , скорость света c и постоянную Больцмана k . S – энергия, излучаемая единицей площади в единицу времени.
8. Методом размерностей покажите, что величина $\sigma T^4/c^3$ может быть проинтерпретирована как плотность «массы» равновесного теплового излучения. Оцените плотность, соответствующую реликтовому излучению, для которого $T = 3^\circ \text{К}$. Сравните ее с плотностью вещества во Вселенной.

Подобие

...На столе появился появился маленький Витька Корнеев, точная копия настоящего, но величиной с руку. Он щелкнул маленькими пальчиками и создал микродубля еще меньшего размера. Тот тоже щелкнул пальцами. Появился дубль величиной с авторучку. Потом величиной со спичечный коробок. Потом – с наперсток...

А.Стругацкий, Б.Стругацкий

1. Предположим, что все размеры стальной проволоки изменили в n раз. Во сколько раз изменится: а) объем? б) масса? в) площадь поверхности? г) коэффициент жесткости? д) разрывное напряжение?

2. Икосаэдр со стороной 2 см весит 100 г. Сколько весит икосаэдр со стороной 8 см, изготовленный из того же материала?
3. После того, как человек вышел из воды после купания, на его коже осталось около 200 г воды. Оцените, какой процент веса Дюймовочки ростом 2.5 см составит вода после купания.
4. Кости ног некоторого животного в n раз прочнее костей другого, принадлежащего тому же семейству и имеющего ту же форму. Каково отношение ростов этих животных?
5. Великан и лилипут устроили соревнование: кто больше подтянется на перекладине. Кто выиграет и почему?
6. Имеются два клубка, намотанные из одинаковой шерстяной нити. Один из них в n раз больше другого. Во сколько раз длиннее нить, из которой он намотан?
7. Жидкость, несмачивающая стенки, налита в пробирку радиуса r . Найдите критерий, обеспечивающий подобие формы поверхности жидкости в двух пробирках.
8. Имеются два геометрически подобных соленоида, первый больше второго в 2 раза. Как соотносятся индуктивности этих соленоидов? Как соотносятся магнитные поля в соленоидах при одинаковом токе?
9. Имеются два подобных друг другу гальванических элемента, все размеры которых отличаются в 2 раза. Как соотносятся электрические характеристики этих элементов (э.д.с., емкость, внутреннее сопротивление)?
10. Имеются два геометрически подобных объемных металлических резонатора. Как соотносятся их собственные частоты?
11. Источник, испускающий электроны с нулевой скоростью, помещен в однородное электрическое поле E и однородное магнитное поле B . Магнитное поле уменьшили в 2 раза. Будет ли траектория подобна исходной? Если да, то найдите коэффициент подобия.
12. Атом водорода и однократно ионизированный атом гелия имеют подобные спектры. Во сколько раз отличаются частоты спектральных линий этих двух систем?

Заинтересованный читатель может получить

Сборник задач наложенным платежом.

Стоимость наложенного платежа с почтовыми расходами 10 руб.

Заказы направлять по адресу
410601, Саратов, главпочтамт, а/я 3150
Левиной Н.Н.

или по электронной почте
E-mail: and@cas.ssu.runnet.ru

