А.А. Камин, А.Л. Камин

Физическая одиссея

Увлекательные задачи по физике

Москва
Илекса
2022

УДК 372.853:37.026.6
ББК 22.3:74.202.5я721
К18

Камин А.А., Камин А.Л.

К18 Физическая одиссея. Увлекательные задачи по физике. — М.: ИЛЕКСА, 2022. — 384 с.: ил.

ISBN 978-5-89237-702-7

Книга содержит 143 увлекательные задачи для учеников 7–11 классов по всем разделам физики — от задач с почти очевидными решениями до исследовательских проектов. Многие задачи публикуются впервые. Это — открытые задачи, помогающие развитию творческих способностей. Использование этих задач заметно повышает мотивацию учеников. Материалы книги позволяют проводить занимательные конкурсы в школе, городе, регионе.

Книгу можно использовать для развития интереса к естественным наукам, для подготовки к олимпиадам, турнирам, детским научным конференциям. Издание рассчитано на школьников, а также на учителей, желающих заинтересовать учеников. Многие задачи можно поставить как исследовательские проекты. Книга может быть полезна студентам и преподавателям физико-математических и инженерных специальностей. Книгу можно использовать и для семейного обучения; родитель или учитель может начать с задач, доступных семикласснику, и постепенно подвести своих учеников (и себя!) к выполнению исследовательских и творческих проектов.

В первой части собраны задачи, во второй — решения, в третьей сформирован методический блок «Задачи-открытия» для учителей или родителей, позволяющий настроить преподавание с помощью открытых задач.

УДК 372.853:37.026.6
ББК 22.3:74.202.5я721

Подписано в печать 14.10.2021.
Формат 60×88/16. Усл. печ. л. 23,47.
Тираж 2000 экз. Заказ
ООО «Илекса»
сайт: www.ilexa.ru, E-mail: real-ilexa@yandex.ru,
телефон: +7 (964) 534-80-01

ISBN 978-5-89237-702-7

© Камин А.А., Камин А.Л., 2022
© ИЛЕКСА, 2022

Оглавление

Вместо предисловия 8

Два слова к ученику 8

Как можно работать с этой книгой? 9

Что вы можете получить, освоив эту книжку? 10

Два слова к учителю 10

Часть 1. Условия задач 13

Раздел 1. Механика 13 (50)

Кинематика 13 (50)

1. На длинном поводке 13 (50)
2. Прирученная пуля 13 (51)
3. Бей своих, чтоб чужие боялись! 13 (51)
4. Остановка в небе (из воспоминаний фронтовика) 14 (52)
5. Небо с кольцами 14 (52)
6. «А ты, улетающий вдаль самолёт...» 15 (52)
7. Восход Земли 15 (53)
8. Опасные гонки 15 (54)
9. В ложке воды (Т) 15 (54)

Динамика 16 (57)

10. Лечь — встать! (Т) 16 (57)
11. На зависть старику Хоттабычу (Т) 16 (59)
12. Ещё быстрее! (Т) 17 (62)
13. Хулиганская баллистика (Т) 17 (64)
14. «Несе Галя воду...» (Украинская народная песня) (Т) . . . 17 (68)
15. Искусство швыряться деньгами (Т) 18 (69)
16. «Астробластер» (Т) 18 (73)
17. Лавины предательский след (Т) 18 (79)

Гидростатика 18 (81)

18. Без перекоса 18 (81)
19. Янтарь крепче гранита? 18 (81)
20. «В флибустьерском дальнем синем море...» 19 (82)
21. Тонометр для жирафа 19 (82)
22. Змея, смирно! 19 (82)
23. Воздушный океан 19 (84)
24. Как поссорились королева Анна с герцогом Бекингемом . 19 (84)
25. Ступенька в океане 20 (84)
26. Две стихии 20 (86)
27. Бермудский треугольник (Т) 20 (88)

Динамика вращения 20 (89)

28. Как проникают в банки (Т) 20 (89)

29. Выше головы не прыгнешь! (Т) 21 (91)
30. Круглый бумеранг (Т) 21 (95)
31. Свистать всех наверх! (Т) 21 (99)
32. Хула-хуп (Т) 22 (102)
33. Высший мотопилотаж (Т) 22 (105)
34. Полный финиш! 22 (107)
35. Канатоходец (Т) 23 (108)
Гравитация 23 (111)
36. Ледяные гейзеры 23 (111)
37. Космический лифт: в космос — без ракет! 24 (112)
38. Как взвесить Галактику 24 (115)
39. Однажды на орбите 24 (116)
40. Мечта Шуры Балаганова 24 (117)
41. Кто сплющил шарик? 25 (118)
42. Геологический катаклизм 25 (120)
43. Космические часы 25 (120)
44. Ой, держите меня! 25 (121)
45. Разбежавшись, прыгну со скалы... (Т) 26 (122)
46. А у нас халявный газ! А у вас? 27 (124)
47. В семье не без урода (Т) 27 (125)
Гидроаэродинамика 28 (130)
48. Дон Кихот 28 (130)
49. «Тучки небесные, вечные странники...» 28 (131)
50. Капля на лобовом стекле 28 (133)
51. Почти по «Гарри Поттеру»: летающий Форд (Т) 28 (134)
52. Глюки с люком (Т) 29 (137)
53. Необычное ограбление 29 (139)
54. Одна научная загадка (Т) 29 (140)
55. «Горе вратарям» (Т) 29 (143)
56. Необычные камни в Долине Смерти (Т) 30 (148)
57. Лассо (Т) 31 (152)
58. Ловите ветер всеми парусами! (Т) 31 (155)
59. Пыль столбом 31 (162)
60. Загадка археолога (Т) 31 (163)
61. «Опережая звук собственного визга...» (Т) 32 (168)
Прочность 32 (171)
62 «Хлопнем, тётка, по стакану!» (Т) 32 (171)
63. Сосиски со странностями — и аневризма аорты! 32 (173)
64. Капля камень точит 32 (175)
65. Вышиб дно и вышел вон! (Т) 33 (178)
66. «Никак не ожидал он такого вот конца» (Т) 33 (179)
67. «Восток — дело тонкое!» (Т) 33 (182)
Акустика 33 (185)
68. Отчего в ушах двоится? 33 (185)
69. Женские косы — страшная сила! 33 (186)

70. Нужда научит 34 (186)
71. Излишние уши 34 (186)
72. Франция — Хорватия (Т) 34 (186)
73. Атомная бомба и аплодисменты (Т) 34 (187)
74. По воле рока (Т) 34 (189)
75. Волшебный голос Джельсомино (Т) 34 (191)
76. Акустическая левитация (Т) 35 (192)
77. «Если в стёклах каюты зелёная тьма,
и брызги взлетают до труб…» (Т) 35 (196)

Раздел 2. Теплота и молекулярная физика 35 (199)
78. Градусник для долгоносика. 35 (199)
79. Непонятное расстройство 35 (199)
80. Волшебная кастрюля 36 (199)
81. Не сгореть в аду. 36 (199)
82. Лунная лампа 36 (200)
83. Рукописи не горят, но распечатки обжигают (Т) . . . 36 (200)
84. «Во саду ли, в огороде…» 37 (203)
85. Говорят, что раньше йог мог… (Т) 37 (204)
86. «О бедном ковбое…» 37 (204)
87. Присоска осьминога 37 (204)
88. Под лежачий камень… (Т) 37 (205)
89. «На волю пустим джинна из бутылки!» 37 (206)
90. Сами с усами (Т) 38 (208)
91. В космос — на воздушном шаре!? 38 (209)
92. Язык мой — враг мой (Т) 38 (212)
93. Танцующая монета (Т). 38 (215)
94. Ползучие стаканы (Т) 38 (218)
95. Булькающий метроном (Т) 38 (222)
96. Зажигалка-морозилка (Т). 38 (225)
97. Кипит наш разум возмущённый!.. . . . . 39 (229)
98. Пекло или холодильник? (Т) 39 (230)
99. Огонь под водой (Т). 39 (234)
100. Дуло исчезло! (Т) 40 (237)
101. А потом? Суп с китом! (Т) 40 (239)
102. С высоты ползёт ледник… (Т) 40 (241)

Раздел 3. Электричество и магнетизм. 40 (245)
103. Компьютерные страсти 40 (245)
104. Неуловимый диверсант 40 (245)
105. Электрический маятник (Т) 40 (245)
106. Капельница Кельвина (Т) 41 (249)
107. Лунная пыль 41 (251)
108. Косметическая физика (Т). 41 (253)
109. Чёрный ящик 41 (256)
110. Достойный ответ Деду Морозу 41 (257)
111. Океанское электричество 41 (257)

Раздел 4. Оптика 42 (259)
112. Почему Фалес на пирамиду не полез? 42 (259)
113. Остановись, мгновение! 42 (260)
114. Соперник Левши 42 (260)
115. Суперстелс 42 (260)
116. Тень от привидения 42 (261)
117. Жидкий светопровод (Т) 43 (261)
118. Посторонние в кадре! 43 (264)
119. Неопознанные летающие объекты (Т) 44 (265)
120. Круг света (Т) 44 (270)
121. Светило по имени Земля (Т) 44 (273)
122. Полосатый рейс 45 (274)
123. В зеркале морей (Т) 45 (275)
124. Лабиринт отражений (Т) 45 (276)
125. На чистую воду 45 (279)
126. Печка для Пикара 45 (281)
127. Гиперболоид инженера Архимеда (Т) 46 (282)
128. Солнце — на лето, зима — на мороз (Т) 46 (283)
129. Путеводное копьё (Т) 46 (285)
130. Луч указующий 46 (287)
131. Левитация в лазерном луче 46 (290)
132. Комета (Т) 46 (292)
133. Космическая яхта 47 (293)
134. Защита для Икара (Т) 47 (296)

Раздел 5. Комбинированные 47 (300)
135. Искусственная луна 47 (300)
136. Ленивые рыбы 48 (303)
137. «Вот пуля пролетела — и ага» ... (Т) 48 (304)
138. Сверхцивилизация 48 (306)
139. Поглощает ли водяной пар инфракрасные лучи? (как Вильгельм Рентген помирил Джона Тиндаля с Генрихом Магнусом) 48 (307)
140. Электрические звёзды 49 (309)
141. Укрощение строптивой (Т) 49 (312)
142. Лазерная метла (Т) 49 (317)
143. «Это, братцы, радиация...» 49 (322)

Часть 2. Решения задач 50

Раздел 1. Механика 50

Раздел 2. Теплота и молекулярная физика 199

Раздел 3. Электричество и магнетизм 245

Раздел 4. Оптика 259

Раздел 5. Комбинированные 300

Часть 3. «Задачи-открытия»: открытые задачи и их применение в образовании (методические ре-камин-дации с камин-тариями) . . . 323

Пролог. «Испорченный телефон» . . . 323

***Что такое* открытая задача. *Разновидности* открытых задач** . . . 325

Зачем нужны открытые задачи . . . 328

Как решать открытые задачи: «эвристические вопросы» . . . 328

Сценарий открытия . . . 330

Разбор задачи «Под лежачий камень» . . . 330

Разбор задачи «Загадка археолога» . . . 333

Как решать открытые задачи в совместной работе с учениками? . . . 339

Пролог: «Кто дурак?» — невыдуманная история с камин-тарием . . . 339

Где взять открытые задачи . . . 340

Как составлять открытые задачи? . . . 343

«Летающая машина» . . . 344

«Глюки с люком» . . . 345

«Лунная пыль» . . . 345

«Лекарство хуже болезни» . . . 345

Как можно использовать открытые задачи при изложении базового материала . . . 346

Пример 1. Тема «Влажность воздуха» . . . 349

Пример 2. Тема: «Молекулярное строение вещества» . . . 350

Итоги этого раздела . . . 351

Итоги методического блока . . . 352

Часть 4. Турнир юных физиков: решение открытых задач и защита этих решений . . . 354

Зачем нужен Турнир. Особенности турнирных задач . . . 354

52. Глюки с люком . . . 354

60. Загадка археолога . . . 354

123. В зеркале морей . . . 355

Подготовка турнирной команды . . . 357

Типичные ошибки руководителя команды . . . 360

Проблема судейства на Турнире . . . 362

Финальный аккорд . . . 366

С ТЮФовским приветом! (избранное из турнирного фольклора) . . . 367

Литература (ссылки без каторги) . . . 384

Вместо ПРЕДИСЛОВИЯ

Два слова к ученику

Уважаемый читатель, можете объяснить, почему облако не падает? Как получилось, что сорок миллионов лет назад в Африке работал ядерный реактор? Может, вы придумаете сверхлёгкий обогреватель для экипажа сверхвысотного воздушного шара? Если вам такое интересно — эта книга как раз для вас.

Чем же она отличается от других сборников задач? Большинство задач в книжке — *открытые*: они допускают различные подходы к решению. Те решения, которые содержатся в книжке, приглашают к «продолжению банкета». Можно сказать, что задача затягивает в себя решателя, содержит *«точки роста»*. В решениях некоторых задач мы эти *точки роста* явно сформулировали. Иногда, не в силах расстаться с задачей, мы не удерживались от *каминтария*.

Может быть, вас интересует, какие задачи собраны в книжке — лёгкие или трудные? Бывают и такие, и этакие, к тому же многое зависит от уровня Вашей подготовки. Вашу подготовку мы заочно определить не можем, зато можем её обеспечить. Для этого мы и предлагаем задачи разной трудности — от самых лёгких, в которых разберётся начинающий, до умопомрачительных и зубодробительных, с которыми и учителю придётся повозиться. Мы убедились, что можно вывести новичков на приличный уровень, если начать с самых доступных задач, а потом постепенно поднимать уровень по мере «накачки творческого мускула». Этой книжкой мы предлагаем вам пройти такой же путь. Будет хорошо, если в этих похождениях у вас появятся попутчики — ваши друзья, ваш учитель и другие взрослые, которым покажется интересным обсуждение задач.

Материал книжки возник из реальной работы авторов с группами учеников, которые интересовались физикой. Были и такие,

которые сначала особого интереса не проявляли, но потом вошли во вкус.

Задачи в книжке расположены в традиционном порядке: механика, молекулярная физика, электромагнетизм, оптика; к ним добавлен раздел «комбинированные задачи». Раздел «Механика» делится на подразделы. Внутри разделов и подразделов задачи расположены по возрастающей сложности.

КАК МОЖНО РАБОТАТЬ С ЭТОЙ КНИГОЙ?

1. Самый логичный путь — решать задачи в том порядке, как они расположены в книжке. Лучше всего, если вы решите каждую задачу, насколько возможно, самостоятельно, а потом сопоставите своё решение с нашим. Если ваше решение отличается от нашего, это не означает, что одно из них неправильное, возможно, вы подошли к задаче с другой стороны. Мы не считаем наши решения окончательной истиной, напротив, это обычно довольно грубые соображения, первые шаги к решению проблемы. Известно, что каждый экспериментальный результат допускает уточнение, точно так же каждый теоретический расчёт допускает углубление.

Может случиться, что словесное объяснение вы найдёте без особого труда, а расчёты у вас не получатся. В таком случае вернитесь к задаче через некоторое время, второй заход может оказаться удачнее.

2. Другой возможный вариант — выбирать задачи «строго в беспорядке», на свой вкус, и опять же сравнивать свои решения с нашими. Кстати, мы не думаем, что каждый читатель решит все задачи, но допускаем, что такое возможно. И ещё — в книге нигде не написано, что каждую задачу нужно решать быстро.

3. Самый лёгкий вариант — просто прочитать книгу, разбирая приведенные решения задач.

Может быть, вас волнует вопрос: «А смогу ли я решать творческие задачи? Вдруг это доступно только исключительным людям?»

Знаменитый (среди физиков) ученый Томас Юнг говорил: «Нет ничего такого, что бы умел один человек, но не мог бы освоить другой». (Сам Юнг был первоклассным врачом и превосходным канатоходцем.) Другой физик — нобелевский лауреат Ричард Фейнман — рассказывал своему другу, что в детстве его вдохновила на занятие математикой книга, которая начиналась так: «То, что может делать один глупец, может и другой».

Мы верим, что исследовательская жилка (или, если хотите, «божья искра») заложена в каждом человеке. Нам кажется, что к решению нестандартных задач, иными словами, к творчеству, способен каждый, если выберет подходящие для себя задачи. Проверить эту гипотезу напрямую ещё никому не удалось — но нам она работать помогает... Надеемся, что поможет и Вам.

ЧТО ВЫ МОЖЕТЕ ПОЛУЧИТЬ, ОСВОИВ ЭТУ КНИЖКУ?

Авторы обсуждают эти задачи со своими учениками на протяжении двух десятков лет. Какую пользу от этой работы получили наши ученики? Пока они учились в школе, занимали высокие места на олимпиадах, физических турнирах и детских научных конференциях. Проблем с поступлением у них не было — каждый поступил, куда хотел. Самые старшие из них сейчас работают в университетах и исследовательских центрах США, Канады, Франции, Германии, Японии, Кореи.

Но это не главное. При работе с творческими задачами для вас открывается другой мир. Хотите убедиться? Приступайте к делу!

Два слова к учителю

Уважаемый коллега! Книжка содержит не совсем обычные задачи. На уроках подобные задачи предлагаются нечасто, кстати, некоторые задачи из книжки вполне для этого могли бы подойти. Они вызывают неподдельный интерес, и урок может пройти живее. Задачи также можно предлагать на факультативах, индивидуальных занятиях, при подготовке выступлений на детских научных конференциях. Можно с помощью этих задач готовить команды для участия в Турнире юных физиков.

Наш сборник, хочется думать, стоит в одном ряду с двумя известными книгами: «Физические задачи» П. Л. Капицы [11] и «Физический фейерверк» Д. Уокера [21]. В первой собраны исследовательские и изобретательские задачи по физике без решений, во второй — задачи такого же типа с «контрольными ответами», но эти ответы даются готовыми без подробного обоснования. В нашей же книжке не только приведены решения задач, но и даётся материал, позволяющий найти к задаче подход (методи-

ческий блок «Задачи-открытия», *см. стр. 323*). Иногда решения задач только намечены: даны простые соображения и примерные расчёты, помогающие оценить, правдоподобна ли идея решения. В конце некоторых наших решений обозначены *«точки роста»* — вопросы, ведущие к уточнению или углублению решения.

Откуда мы взяли задачи? Небольшую их часть мы выбрали из опубликованных сборников (иногда немного изменив условие, а иногда дополнив решение). Некоторые задачи мы (или наши ученики) придумали сами на основе личных наблюдений или недоумений. Есть задачи, которые мы составили на основе заметок в прессе и в сети Интернет, среди этих текстов были и научные, и научно-популярные, и массовые*.

Значительную часть задач (условий, а не решений!) мы взяли из источников, которые циркулируют в сообществе профессиональных преподавателей физики (школьных и университетских), объединённых движением «Турнир юных физиков»**.

Многие решения возникли в процессе подготовки учеников к выступлению в Турнире, а потом оказалось, что их можно использовать и на уроках, а также при подготовке к детским научным конференциям. Наши решения могут выглядеть слишком простыми, но мы их сознательно упрощали, и вообще мы согласны с законом Мэрфи: «Усложнять — просто, упрощать — сложно».

Мы старались собрать очень разные задачи — и по тематике, и по трудности. Это, как нам кажется, позволяет найти материал, интересный и посильный для каждого конкретного ученика за всё время, которое он обучается физике. Основная проблема, связанная с творческими задачами, — это серьёзные затраты времени, в награду вы получаете серьёзный творческий рост.

С помощью этих задач мы обучали не только школьников, но и учителей, проведя по бывшему Союзу за последние десять лет примерно полторы сотни обучающих семинаров и тренингов, через них прошло около трёх тысяч преподавателей физики.

---

* Примеры составления задач в методическом блоке «Задачи-открытия» (*см. стр. 323*)

** Задачи, предложенные на ТЮФ, в оглавлении и в тексте отмечены буквой **Т**. Часть отмеченных задач предлагалась на Международном ТЮФ, часть — на Всеукраинском ТЮФ, часть — на Турнире юниорской лиги, проводившейся в Луганске и Харькове с 1998 года для учеников 8–10 классов.

Оказалось, что отдельные задачи затруднительны и для самых сильных преподавателей, в том числе имеющих степени, звания и правительственные награды.

Поэтому мы рискнули добавить к условиям и решениям задач краткий методический блок *«Задачи-открытия»*, в нём обсуждаются особенности открытых задач, способы их решения и способы использования таких задач в обучении. Небольшая часть этого блока посвящена подготовке к Турниру юных физиков.

Методический блок, как и наши решения задач, мы не считаем истиной в последней инстанции. Это — попытка передать наш опыт. Нам эти подходы помогали, надеемся, что помогут и вам. Как сказал классик (уже не помним, какой), «этот текст понятен будет тому, кто уже думал в этом направлении».

Мы вычитали у психолога Владимира Леви такое соображение: «Чтобы информация из текста была хорошо усвоена, в тексте должно быть не меньше 37 % всякой всячины, т. е. материала, прямо не относящегося к делу». Поэтому мы включили в книжку подборку турнирного фольклора... Хотя по объёму она до 37 % не дотягивает... Впрочем, читатель любую часть книжки может считать игрой воспалённого воображения. Но, надеемся, что-то новое и полезное для себя вы всё равно найдёте.

Мы благодарны коллегам, которые так или иначе способствовали появлению этой книжки (впрочем, за возможные перегибы, ошибки и недоработки отвечаем только мы).

Мы благодарны:

И. Ю. Ненашеву (редактору книги),

И. А. Анисимову, Л. Я. Багаратян, А. Л. Безверхнему, С. Ю. Белоус, Д. Д. Биде, С. Д. Варламову, Б. М. Валиёву. П. А. Виктору, И. М. Гельфгату, А. А. Гину, И. А. Гирке, Н. А. Гладушиной, А. А. Голубову, С. Б. Григорьеву, Е. В. Езерской, И. Л. Иврию, В. В. Истоминой, А. Ф. Кавтреву, Н. А. Казачковой, И. И. Казачку, Р. Л. Каминой, С. В. Кара-Мурзе, М. Л. Кацнельсон, А. И. Кельнику, В. Я. Колебошину, И. Н. Колупаеву, Б. Г. Креминскому, З. А. Майзелису, В. Л. Манакину, О. Ю. Орлянскому, М. И. Пашко, М. А. Петраковой, И. А. Петренко, И. А. Рубцовой, Т. А. Сарий, Р. И. Старовойтову, Т. А. Суходольской, А. М. Ткачеву, С. И. Шутовой, Е. Н. Юносову.

Многие из названных коллег в силах написать аналогичную книгу на основе своего собственного опыта. Мы были бы счастливы такие книги когда-нибудь прочитать.

Часть 1. УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

Раздел 1. Механика

КИНЕМАТИКА

1. На длинном поводке

Оценить безопасную скорость движения марсохода, управляемого с Земли по радио. Марсоход оснащён телекамерой, которая «видит» только на 10 м. Радиус земной орбиты 150 миллионов километров, а марсианской — 228 миллионов километров.

2. Прирученная пуля

Военный журналист опубликовал заметку, что был очевидцем такого случая: человек без всякого вреда для себя схватил рукой летящую пулю. Может ли такое быть?

3. Бей своих, чтоб чужие боялись!

При испытании реактивного снаряда, установленного в хвосте самолёта для защиты от нападения сзади, был установлен удивительный факт: при пуске снаряд разворачивался и догонял самолёт. Как это объяснить? Как это устранить?

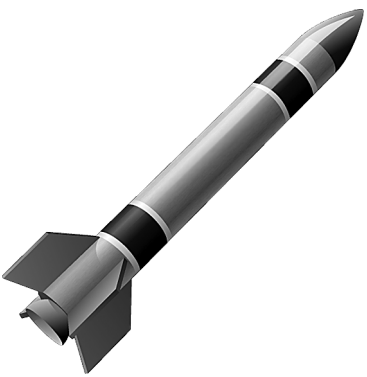

Рис. 1. http://imgpng.ru/download/44300

4. Остановка в небе (из воспоминаний фронтовика)

Это произошло в 1943 г. под Сталинградом. Однажды, когда наши бомбардировщики шли бомбить врага, мы увидели невероятное. Летящие на большой высоте, но ясно видимые в небе самолёты вдруг остановились!

Не веря своим глазам, я смотрел на эту поразительную, пугающую картину: самолёты, остановившиеся в небе! Шли мгновения, а мы видели всё то же: самолёты, словно повиснув в воздухе, оставались на одном месте. Не знаю, сколько (вероятно, какие-нибудь секунды) это длилось, но вот, как бы медленно отрываясь от чего-то, самолёты двинулись вперёд. «Пошли!» — облегченно вырвалось у всех, кто это видел.

Как бы вы объяснили это «невероятное», но очевидное явление?

5. Небо с кольцами

Рис. 2. https://fototips.ru/praktika/vse-o-nochnoj-fotografii-i-fotosemke-zvezdnogo-neba-chast-ii/

На *рис. 2* снято небо, съёмка проводилась в ясную безоблачную ночь.

1. Объясните, что собой представляют кольца, которые вы видите на фото?

2. Как производилась съёмка?

6. «А ты, улетающий вдаль самолёт...»

Почему трудно наблюдать самолёт, летящий вблизи, но легко — вдали. С какого расстояния наблюдение становится возможным?

7. Восход Земли

На *рис. 3* вы видите землю как светило с поверхности Луны. Восход Луны на Земле длится примерно 7 минут. Сколько времени длится восход Земли на Луне?

Рис. 3

8. Опасные гонки

Джедай летит на скутере на постоянной высоте вокруг круглой башни, удирая от воинов Империи. Двигаясь с постоянной скоростью, он услышал гул своего двигателя впереди себя. С какой минимальной скоростью двигался Джедай, если радиус его траектории больше радиуса башни в $\frac{2}{\sqrt{3}}$ раз. Скорость звука $330\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

9. В ложке воды (Т)

Направьте струю воды на столовую или чайную ложку. Можете и на половник. Как ведёт себя струя на выпуклой стороне ложки? На вогнутой? Какие эффекты вам удалось обнаружить? Оцените эти эффекты количественно, опишите теоретически и исследуйте экспериментально.

ДИНАМИКА

10. Лечь — встать! (Т)

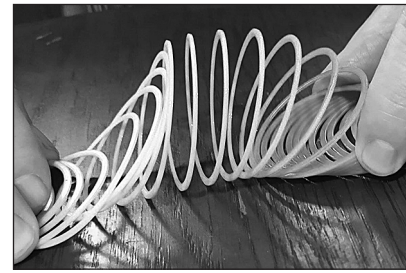

Рис. 4

Прижмём крайние кольца «шагающей пружины» к столу так, чтобы все кольца плашмя прижались к столу. Начнём пружину растягивать. Сначала пружина будет послушно растягиваться «лежа», но в некоторый момент кольца «встанут» перпендикулярно столу (*рис. 4*). Чем определяется этот момент? Объясните эффект и опишите его количественно. Сделайте численные оценки.

11. На зависть старику Хоттабычу (Т)

Перед вами подлинное сообщение спортивного сайта от 17 октября 2009 г.

«Ливерпуль» пропустил гол от шарика в матче чемпионата Англии

Нападающий «Сандерленда» Даррен Бент забил гол «Ливерпулю» в матче английской премьер-лиги с помощью рикошета от воздушного шарика, который бросили на поле болельщики.

Мяч после удара Бента попал в шарик и залетел в ворота Пепе Рейны. Игроки «Ливерпуля» требовали отменить взятие ворот, но судья гол засчитал (рис. 5).

Журнал «Футбол» сообщает, что это был не воздушный шарик, а пляжный мяч.

Рис. 5

Разберитесь, прав ли был судья. Для этого рассчитайте теоретически и исследуйте экспериментально столкновение футбольного мяча с этим «неопознанным объектом».

12. Ещё быстрее! (Т)

Раз дощечка, два дощечка — будет лесенка.
Михаил Матусовский

Верёвочная лестница состоит из деревянных перекладин, наклонённых поочерёдно в противоположные стороны. Подвесьте её вертикально и затем отпустите (*рис. 6*). Когда такая лестница падает на горизонтальную поверхность, её верхний конец начинает двигаться вниз быстрее, чем это происходит при свободном падении (*см. рис. 7*). Объясните это явление и исследуйте, как оно зависит от управляющих параметров.

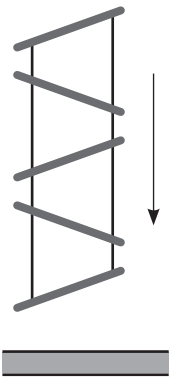

Рис. 6

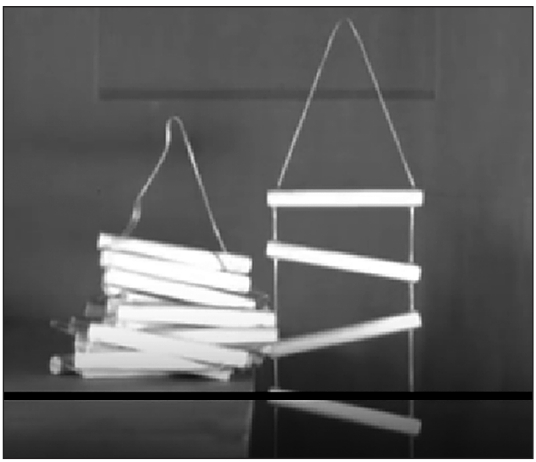

Рис. 7. Видео: http://mi3ch.livejournal.com/3330960.html

13. Хулиганская баллистика (Т)

Какую предельно возможную скорость «снаряда» можно получить с помощью рогатки? Какими должны быть параметры такой рогатки? Какими должны быть оптимальные параметры «снаряда»?

☞ ***Авторы запрещают тренироваться на кошках, собаках, птицах, людях и других живых существах.***

14. «Несе Галя воду...» (Украинская народная песня) (Т)

Например, полную кружку чая. Определите, при каких условиях чай не прольётся. Опишите процесс теоретически и исследуйте экспериментально.

☞ ***Авторы не рекомендуют проводить эксперименты с горячими и горячительными напитками.***

15. Искусство швыряться деньгами (Т)

Известен такой жонглёрский номер: исполнитель кладёт вдоль тыльной стороны руки несколько монет (числом до пяти). Он одним движением подбрасывает все монеты в воздух, а затем поочередно ловит их той же рукой — ни одна монета не падает на землю.

Опишите этот номер с физической точки зрения. Определите параметры удачного броска.

16. «Астробластер» (Т)

Когда бросают большой шарик одновременно с расположенным над ним маленьким шариком, то часто бывает так, что маленький подпрыгивает гораздо выше, чем при бросании только его одного на ту же поверхность, в то время как больший шарик едва подпрыгивает. Исследуйте это явление и предложите модель для большего числа шариков, используя до 4 шариков, в которой верхний шарик будет подпрыгивать выше всего (*рис. 8*).

Рис. 8. https://www.youtube.com/watch?v=jRWrYSIYQeI

17. Лавины предательский след (Т)

Оцените физические характеристики лавины. От чего они зависят?

ГИДРОСТАТИКА

18. Без перекоса

Когда строился Исаакиевский собор в Петербурге, перед его строителями возникла задача: надо было срезать все сваи, забитые под фундамент, строго под один уровень. Главный строитель собора Монферан предложил… А что бы вы предложили на его месте?

19. Янтарь крепче гранита?

На берегу Балтийского моря можно найти кусочки янтаря и гранитную гальку. Галька округлая, поскольку «обработана» морем, а кусочки янтаря имеют острые углы. Гранит гораздо твёрже янтаря, почему же тогда море обрабатывает твёрдый гранит, но не обрабатывает янтарь?

20. «В флибустьерском дальнем синем море...»

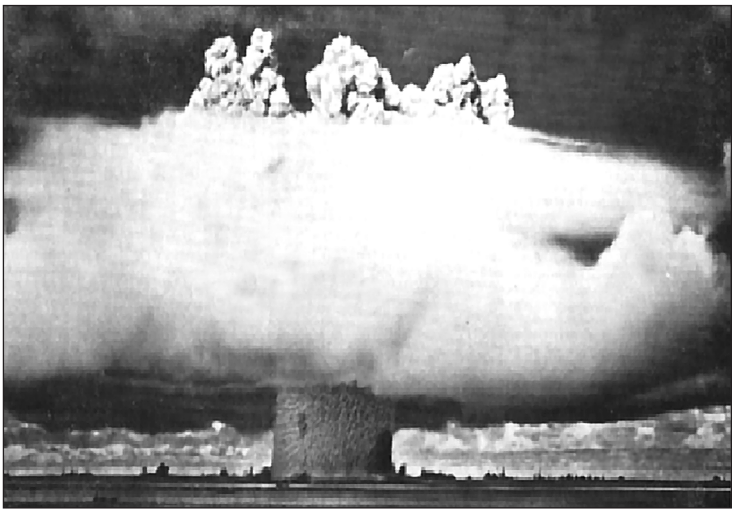

Рис. 9

...произошел подводный атомный взрыв.

Не можете ли вы по фотографии (*рис. 9*) определить давление в воде, созданное взрывом? («Ножка гриба» — водяной столб, у его основания — военные корабли.)

21. Тонометр для жирафа

Оцените кровяное давление у жирафа.

22. Змея, смирно!

В старинном учебнике биологии есть такая фраза: *«Вертикальное положение для змеи смертельно!»* Объясните с физической точки зрения, почему это так.

23. Воздушный океан

При температуре $-200\,°C$ воздух становится жидким. Как вы думаете, какой стала бы глубина воздушного океана, если бы Земля остыла до такой температуры?

24. Как поссорились королева Анна с герцогом Бекингемом

В географии все высоты принято отсчитывать от «уровня моря». Королева Анна предлагает отсчитывать их от Средиземного моря, а герцог Бекингем — от Северного. Удастся ли им договориться?

25. Ступенька в океане

Уровни океанов (Атлантического и Тихого) с разных сторон Панамского канала различны. В сухое время года разность уровней мала, а в сезон дождей она достигает 30 сантиметров. Почему это происходит?

26. Две стихии

В озере плавает ящик высотой $H = 50$ см, погружённый на глубину $h = 30$ см. На какую глубину h^* погрузится ящик в озере с газированной водой, если вода равномерно заполнена одинаковыми воздушными пузырьками радиуса $r = 1$ мм; концентрация пузырьков $n_1 = 35\ \frac{\text{шт.}}{\text{см}^3}$? А если концентрация пузырьков возрастёт до $n_2 = 120\ \frac{\text{шт.}}{\text{см}^3}$? Плотность воздуха $\rho_{\text{в}} = 1{,}3\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Объём шара радиуса r равен $V_{\text{ш}} = \frac{4}{3}\pi r^3$.

27. Бермудский треугольник (Т)

Говорил, ломая руки,
Краснобай и баламут
Про бессилие науки
Перед тайною Бермуд…

В. Высоцкий

Существует гипотеза, что корабли в Бермудском треугольнике топит вулкан, действующий на дне океана: при подводном извержении к поверхности океана поднимается вулканический газ.

Докажите «краснобаям и баламутам», что наука не бессильна — исследуйте с физической точки зрения возможные последствия такого выброса. Рассчитайте теоретически воздействие всплывающего газа на проплывающее судно.

ДИНАМИКА ВРАЩЕНИЯ

28. Как проникают в банки (Т)

Известен физический фокус: на столе находятся теннисный шарик и пол-литровая стеклянная банка. Нужно поместить теннисный шарик в банку, не прикасаясь к шарику ничем, кроме самой банки. При каких параметрах величин возможен эффект? Опишите эффект теоретически и исследуйте экспериментально.

29. Выше головы не прыгнешь! (Т)

На фото (*рис. 10*) вы видите корейский народный аттракцион. Две девушки поочередно подпрыгивают на подкидной доске, после каждого прыжка высота подпрыгивания увеличивается.

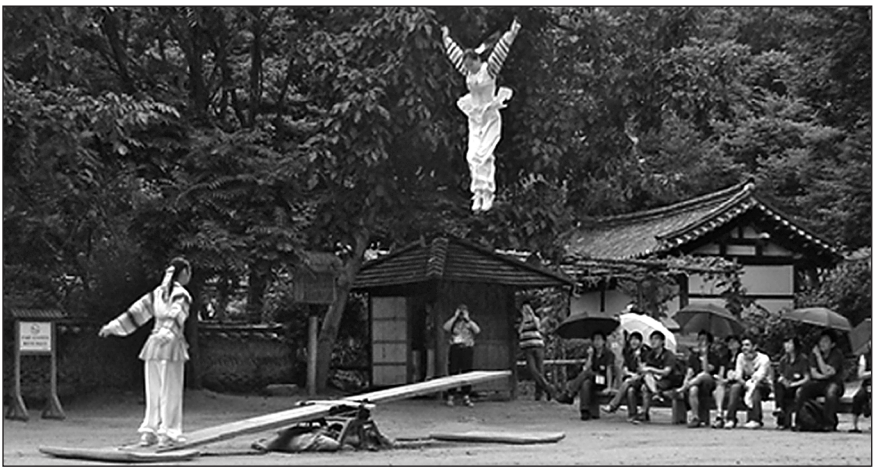

Рис. 10

Какой предельной высоты может достигнуть девушка? Как эта высота зависит от параметров системы? Какими способами можно увеличить эту высоту без дополнительных источников энергии?

30. Круглый бумеранг (Т)

Гимнастка запускает обруч по полу так, чтобы он, пройдя некоторое расстояние, возвращался к ней (*рис. 11*). Как ей это удаётся? Опишите эффект теоретически. Сделайте численные оценки.

Рис. 11

31. Свистать всех наверх! (Т)

Вы сидите в комнате, в которой есть шкаф. В руках у вас бутылка, частично заполненная водой. Вы подбрасываете бутылку — и она оказывается на шкафу, при этом устанавливается на нём вертикально.

Исследуйте этот жонглерский номер экспериментально и теоретически. С бутылками какой высоты он получится? А какая часть бутылки должна быть заполнена? Сделайте численные оценки.

32. Хула-хуп (Т)

С какой частотой нужно вращать обруч на поясе, чтобы он не упал? А на шее? Почему при быстром вращении обруч стремится перейти выше по телу?

33. Высший мотопилотаж (Т)

Есть скоростные мотоциклы, способные превысить $300\,\frac{\text{км}}{\text{ч}}$. При достижении высоких скоростей мотоцикл даже на прямолинейном участке почему-то начинает «рыскать» из стороны в сторону и может потерять управление. По ТВ уже сообщалось о нескольких авариях, связанных с этим явлением. Объясните, почему мотоцикл начинает «рыскать»? При какой наименьшей скорости может возникнуть «рыскание»? Опишите явление количественно. (*Кадры из видеоряда с примером «рыскания» представлены на рис. 12, https://www.youtube.com/watch?v=MmWh6ttEiD4*).

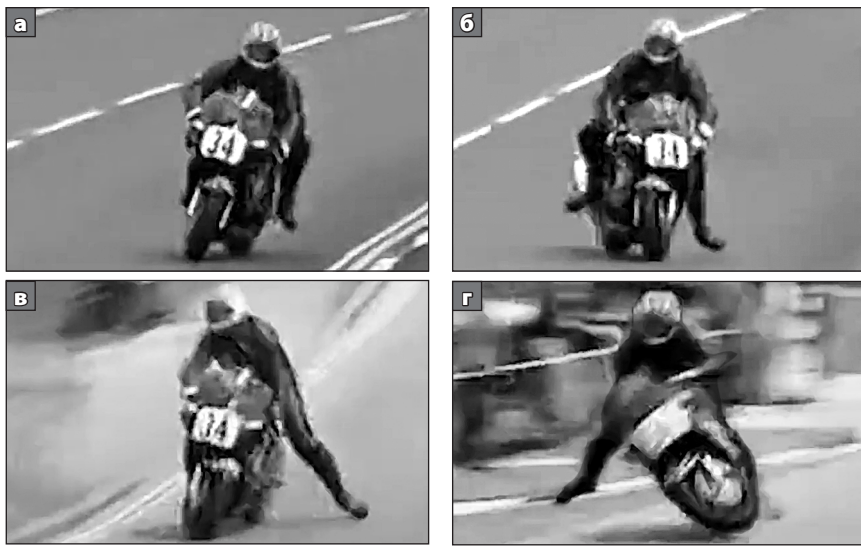

Рис. 12

34. Полный финиш!

Легендарный пилот «Формулы-1» Мик Хаузен поведал журналистам, что однажды у него во время заезда прохудилась шина, однако он ухитрился сделать так, чтобы шина не смялась, и без остановки добрался до финиша. Могло ли такое произойти?

35. Канатоходец (Т)

По проволоке дама
Идёт, как телеграмма.
С. Маршак

Каким образом канатоходец удерживает равновесие, идя по туго натянутому канату (*рис. 13*)? Как помогает канатоходцу шест, который он держит в руках?

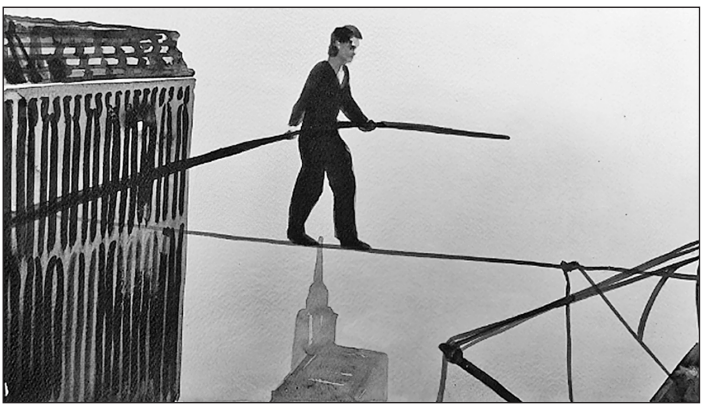

Рис. 13. Филипп Пети https://disgustingmen.com/kino/philippe-petit-the-walk https://www.svoboda.org/a/30016640.html

ГРАВИТАЦИЯ

36. Ледяные гейзеры

На *рис. 14* вы видите извержение ледяных гейзеров на Энцеладе, спутнике Сатурна.

Струи воды выбрасываются из трещин, сразу замерзают и поднимаются на высоту порядка 100 км над поверхностью Энцелада. Оцените скорость выброса струй. Радиус Энцелада 502 км, плотность близка к плотности воды.

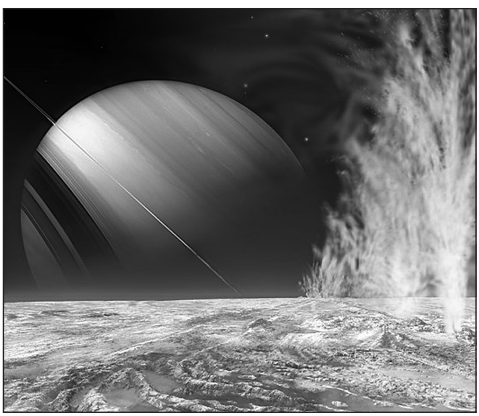

Рис. 14

37. Космический лифт: в космос — без ракет!

Общественности был представлен эскиз проекта «космического лифта». Проект состоит в том, чтобы спустить со спутника сверхпрочный трос на поверхность Земли и с помощью этого троса поднимать в космос грузы. Разработчики проекта надеются добиться сверхпрочности с помощью нанотехнологий.

Допустим, что сверхпрочный материал для троса создан и на земном экваторе построена входная кабина. На какой высоте должна находиться орбита спутника, чтобы космический лифт мог работать? Оцените, какое соотношение между плотностью материала троса и его пределом прочности должно выполняться, чтобы трос не оборвался от собственной тяжести.

38. Как взвесить Галактику

Оценки массы Галактики, полученные разными способами, почему-то дают разные результаты. Визуальный способ — подсчёт массы светящегося вещества, расположенного в пределах трёх миллиардов астрономических единиц* от центра Галактики ($r = 3 \cdot 10^9$ а.е.) — показывает, что в этих пределах сосредоточена масса $M_1 = 1{,}5 \cdot 10^{11} M_С$ ($M_С = 2 \cdot 10^{30}$ кг — масса Солнца).

С другой стороны, измерено, что звёзды, находящиеся на этом расстоянии от центра, обращаются вокруг центра с периодом $T = 3{,}75 \cdot 10^8$ лет, и этот факт приводит к другому значению массы нашей Галактики.

Определите величину расхождения и попытайтесь объяснить, какими причинами это расхождение вызвано.

39. Однажды на орбите

Космический корабль находится на орбите спутника Земли. Может ли он по той же орбите обращаться с периодом, вдвое меньшим?

40. Мечта Шуры Балаганова

Планета Золотинка представляет собой шар из чистого золота с таким же радиусом, как Земля. Планета окружена атмосферой, давление которой в десять раз больше, чем на Земле. Во сколько раз масса планеты больше массы её атмосферы?

---

* Астрономическая единица (а. е.) — среднее расстояние от Земли до Солнца. 1 а. е. — $1{,}5 \cdot 10^{11}$ м.

41. Кто сплющил шарик?

На фото (*рис. 15*) можно заметить, что Юпитер слегка сжат у полюсов (полярный диаметр немного меньше экваториального).

Такое заметное сжатие наблюдается и у других планет-гигантов*.

По какой причине сжатие возникает? Оцените разность полярного и экваториального диаметров.

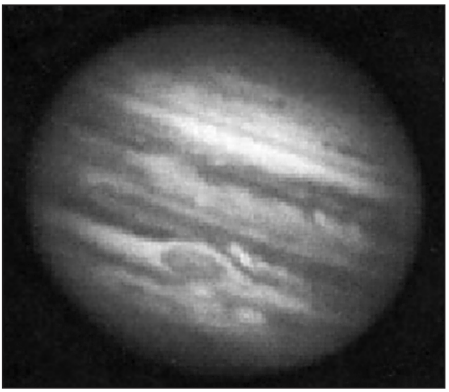

Рис. 15

42. Геологический катаклизм

Сталкиваются два земных материка.

Оцените, до какой высоты могут вырасти горы?

А за какое время?

Примите во внимание, что:

1) примерно 500 миллионов лет назад все материки составляли единое целое;
2) предел прочности горных пород 800 МПа.

43. Космические часы

Некоторые звёзды пульсируют, причём период этих пульсаций для каждой звезды постоянен. Выведите формулу для этого периода, если известны масса и радиус звезды. Оцените численно период пульсаций для звезды с параметрами, близкими к параметрам Солнца.

44. Ой, держите меня!

Астронавт Армстронг, ходивший по Луне, заметил, что на Луне «остановиться во время ходьбы сразу нельзя, а можно только после одного или двух шагов, а во время скачков — после трёх или четырёх скачков». Объясните причину и опишите эффект количественно.

☞ ***Авторы запрещают участникам турнира проводить эксперименты на Луне без скафандров!***

---

* Земля тоже имеет сжатие, но незаметное на глаз.

45. Разбежавшись, прыгну со скалы... (Т)

Зазубренные скалы, которые представлены на фотографии (*рис. 16*), совсем недавно запечатлел космический аппарат «Розетта» на ядре кометы Чурюмова-Герасименко. И хотя эти скалы поднимаются над поверхностью на высоту примерно километр, астрономы пишут, что человек мог бы спрыгнуть с такого утёса без всякого вреда для себя. Объясните, почему это так? Рассчитайте, с какой высоты человек должен спрыгнуть на Земле, чтобы удар об землю был таким же, как удар о поверхность кометы.

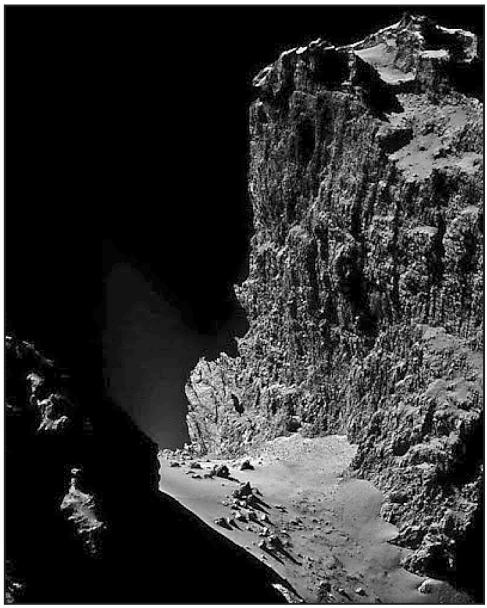

Рис. 16

Информация о комете. Эта комета имеет пористую структуру и 75–85 % её объёма составляет пустота. Температура на освещённой стороне колеблется между -183 и $-143\,°C$. Магнитное поле на комете отсутствует.

Данные о характеристиках ядра кометы в настоящее время уточняются по результатам экспедиции космического аппарата «Розетта». Ядро имеет неправильную форму, и в первом приближении может быть описано как состоящее из двух скреплённых между собою частей. Размеры этих фрагментов оцениваются как $4{,}1\times3{,}2\times1{,}3$ км (бóльшая часть) и $2{,}5\times2{,}5\times2{,}0$ км (меньшая часть), объём — в $25\,км^3$. Такая форма связана с происхождением кометы в результате слияния двух других небесных тел. Части кометы образовались по отдельности, после чего столкнулись между собой. По мнению учёных, столкновение произошло при небольшой относительной скорости двух тел — около $1{,}5\,\frac{м}{с}$.

В публикациях ЕКА форма ядра кометы сравнивалась с игрушечной резиновой уточкой. Согласно последним оценкам, масса кометы составляет 10^{13} кг (10 миллиардов тонн) с погрешностью 10 %, период вращения — 12 часов 24 минуты.

46. А у нас халявный газ! А у вас?

Перед вами отрывок из подлинного письма школьника к профессиональному российскому астроному Олегу Малкову:

«Уважаемый Олег! События января 2009 г. показали серьёзную зависимость Человечества от природного газа, запасы которого истощаются. Вместе с тем, в солнечной системе существуют планеты, именуемые газовыми гигантами, весьма богатые метаном. Прорабатывается ли в научных кругах вопрос осуществления возможности доставки газа на Землю?»

1. Что бы вы ответили автору письма?
2. Представим себе, что с Юпитера на Землю уже провели трубу. Пойдёт ли метан, который на Юпитере находится под высоким давлением, на Землю?
3. Объясните свою точку зрения.

47. В семье не без урода (Т)

Рис. 17. Крупнейшие из известных транснептуновых объектов (ТНО)

На *рис. 17* вы видите изображения карликовых планет (некоторые со спутниками). Все они шарообразны, кроме планеты Хаумеа, имеющей форму эллипсоида. Объясните, каким образом планета Хаумеа могла приобрести такую необычную форму. Обоснуйте свои соображения теоретическим расчётом и численными оценками.

ГИДРОАЭРОДИНАМИКА

48. Дон Кихот

Сравните максимальную мощность Дон Кихота с мощностью ветряной мельницы.

49. «Тучки небесные, вечные странники...»

Каждому из вас приходилось видеть облака, плывущие в небе. Облако состоит из капель воды (или кристалликов льда), их плотность намного больше плотности воздуха. Почему же облако не падает?

50. Капля на лобовом стекле

Водитель заметил, что капли дождя на лобовом стекле при движении машины ведут себя по-разному: одни сползают вниз, а другие под напором встречного ветра ползут вверх (машина движется, а «дворники» не работают). Но ветер для всех капель один и тот же; в чём разница?

51. Почти по «Гарри Поттеру»: летающий Форд (Т)

Заметка из газеты («Арт-мозаика», № 10, 2001):

В прошлом году дорожный патруль штата Аризона обнаружил металлическую конструкцию, впечатавшуюся в скалу на высоте 50 футов. Картина напоминала авиакатастрофу, однако эксперты выяснили, что средство передвижения до встречи со скалой было автомобилем «Шевроле».

Хозяин машины где-то раздобыл брикет твёрдого ракетного топлива и решил побаловать железного друга. Выехав в пустыню, нашёл прямой и длинный участок шоссе, присобачил к машине капсулу с брикетом, слегка разогнался и поджёг брикет. Дальше всё было как в сказке: видели добра молодца севши, не видели поехавши. Всё остальное эксперты установили с известной долей вероятности — по характеру горения и плавления асфальта и другим косвенным данным.

Место старта находилось более чем в трёх милях от финиша, то есть от скалы. Несчастная «Антилопа Гну» развила скорость около 350 миль в час и оставалась на дороге на протяжении двух с половиной миль (10–15 секунд). Водитель при этом испытал перегрузки, более типичные для авиации, но всё ещё пытался затормозить, в результате шины стёрлись, оставив на дороге жирный чёрный след. Затем машина, конечно, взлетела и оставшуюся до скалы милю преодолела по воздуху...

Представьте себе, что вы — как раз тот специалист-эксперт, которому поручили разобраться в причинах катастрофы. Для начала объясните, почему машина взлетела.

52. Глюки с люком (Т)

Был реальный случай: в 1990 г. на гонке в Монреале гоночный болид, проезжая над канализационным люком, «поднял» его крышку. Она взлетела и ударила следующий болид, возник пожар, гонку прекратили. После этого в случае гонок по городским улицам крышки приваривают. Опишите «необычный» феномен. Экспериментально проверьте вашу модель явления.

53. Необычное ограбление

Необычное ограбление совершено в самом центре Парижа. Протаранив витрину ювелирного магазина мотороллером, грабители в считанные секунды подобрали все драгоценности: кольца, цепочки, колье из бриллиантов. За мгновение до приезда копов бандиты укатили в неизвестном направлении. Глава парижской полиции выразил восхищение задумкой воров. «Такой умный ход позволяет сэкономить массу времени и, скорее всего, будет взят на вооружение другими грабителями», — сказал он.

В чём именно заключался этот «умный ход»? Обоснуйте его с физической точки зрения. Сделайте численные оценки.

54. Одна научная загадка (Т)

Кому-то под руку попалася каменюка,
Метнул, гадюка, — и нету Кука!

В. Высоцкий

Известно, что ни слишком лёгкий, ни слишком тяжёлый предмет нельзя метнуть на большое расстояние. Какой должна быть оптимальная масса метательного снаряда? Как она зависит от вида спорта и параметров спортсмена?

55. «Горе вратарям» (Т)

Любому болельщику известно, что штрафные удары бразильца Роберто Карлоса и югослава Синиши Михайловича практически не берутся. Телекомментатор Владимир Маслаченко (сам вратарь) утверждал, что это происходит из-за того, что у обоих футболистов маленькая ступня. Прокомментируйте футбольного комментатора с физической точки зрения.

56. Необычные камни в Долине Смерти (Т)

Дорогие читатели! В природе существуют загадки, которые не удавалось отгадать веками, а иногда и тысячелетиями. Иногда оказывается, что найти отгадку мог бы и сообразительный школьник. Мы предлагаем вам одну из таких загадок. Попытайтесь найти разгадку сами.

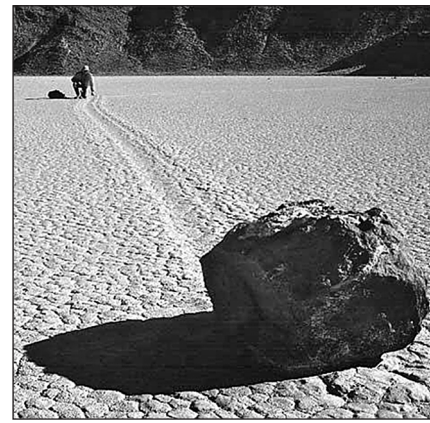

Рис. 18

В Калифорнии в Долине Смерти есть высохшее озеро, окружённое скалистыми горами. Дно озера сложено из глины и идеально гладкое. Здесь часто проводят тренировки и соревнования автогонщики. Дожди в Долине Смерти — большая редкость, поэтому поверхность дна почти всегда твёрдая и специальные трассы для гонок не требуются. Казалось бы, гони в любую сторону и ни о чём не думай. Но вот беда, на гладкой поверхности озера, даже вблизи его середины, встречаются одиночные камни массой до 300 кг (*рис. 18*). Эти камни смертельно опасны для гонщиков, несущихся на огромных скоростях. Долгие годы исследователи не могли понять, откуда взялись эти камни. Для объяснения этого явления привлекались даже сверхъестественные силы.

Объясните это явление естественными причинами. Предложите варианты проверки вашего объяснения.

Справка о Долине Смерти. Самым неподходящим местом обитания на планете считают знаменитую Долину Смерти на границе американских штатов Калифорния и Невада в пустыне Мохаве. Географические названия этой местности говорят сами за себя: Гиблый распадок, ущелье Мертвецов, ущелье Ста чертей, Гробовой каньон, каньон Отчаяния, Дантова площадка, колодец Отрава, убежище Последний шанс, горловина Самоубийц, пик Похоронный и т. д. Этот участок покинутой богом территории длиной около 25 километров, окружённый горами с заснеженными вершинами, является наиболее глубокой безводной впадиной на Земле — в среднем 85 метров ниже уровня моря. Долина Смерти — самый засушливый район в Западном полушарии. А по количеству

жарких дней в году она держит мировое лидерство. Максимальная температура здесь доходила до +56,7 °С.

Несмотря на невыносимые, казалось бы, условия, в Долине Смерти растёт 545 видов мировой флоры, обитают животные. А в самом сердце Долины Смерти — в оазисе Фернес-Крик — обитает небольшое племя индейцев, называющих себя панамингами.

57. Лассо (Т)

Какая минимальная скорость должна быть у лассо, чтобы плоскость петли была наклонена под постоянным углом к горизонту?

58. Ловите ветер всеми парусами! (Т)

Оцените мощность парусного судна (*рис. 19*). От каких параметров и как зависит эта мощность? Какой наибольшей мощности парусника реально достигнуть? Соотнесите вашу теорию с реальными кораблями.

Рис. 19

59. Пыль столбом

Пыль, пыль, пыль, пыль от шагающих сапог…

Р. Киплинг

На Луне сила тяжести в 6 раз слабее, чем на Земле. Однако на Луне поднятая пыль оседает быстро, а на Земле — долго. Объясните почему. Оцените время оседания пыли, поднятой сапогами астронавта, на Земле и на Луне.

60. Загадка археолога (Т)

Он древние строения
Искал с остервенением…

В. Высоцкий

Известно, что древние города постепенно оказываются под землёй. Объясните, по каким причинам это происходит. Оцените, на какой глубине нужно искать «древние строения».

61. «Опережая звук собственного визга...» (Т)

Австриец Феликс Баумгартнер 14 октября 2012 года превысил скорость звука, прыгнув с парашютом из стратосферы, с высоты 39 км* (*рис. 20*). От каких параметров зависит скорость в затяжном прыжке? Можно ли побить этот рекорд скорости? Что для этого нужно сделать? Существует ли предельная скорость в затяжном прыжке?

Опишите явление теоретически, сделайте численные оценки.

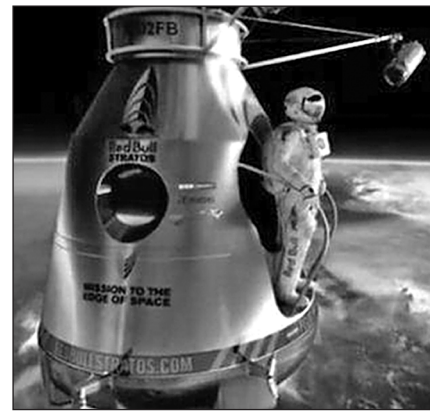

Рис. 20

ПРОЧНОСТЬ

62 «Хлопнем, тётка, по стакану!» (Т)

В телепередаче «Что? Где? Когда?» дочь моряка показала одноразовые пластиковые стаканчики размером чуть больше наперстка и задала вопрос: как получились такие стаканчики из обыкновенных? Знатоки не ответили на этот вопрос. Ответьте на него и опишите эффект количественно.

63. Сосиски со странностями — и аневризма аорты!

Почему при варке сосиски обычно лопаются вдоль, а не поперёк? Подтвердите своё мнение расчётами.

64. Капля камень точит

Вы вряд ли сомневаетесь, что фраза в заголовке — правда. Если на камень постоянно падают капли, они постепенно создают углубление, а затем и отверстие. Как это происходит? Обоснуйте своё мнение расчётами.

---

* *Примечание редактора.* 24 октября 2014 года Алан Юстас, топ-менеджер Google, прыгнул с парашютом с высоты 41,4 км. Беспилотный рекорд принадлежит аэростату BU60-1 японского космического агентства JAXA, который 23 мая 2002 года достиг высоты 53 км, где плотность воздуха в 1400 раз меньше, чем на уровне моря.

65. Вышиб дно и вышел вон! (Т)

В книге рекордов Гиннеса описано, как каратист бьёт ладонью по горлышку стеклянной бутылки, при этом у бутылки вылетает дно, а сама бутылка остаётся целой. Объясните явление, опишите теоретически, сделайте численные оценки.

66. «Никак не ожидал он такого вот конца» (Т)

На фото (*рис. 21*) вы видите раздавленную автоцистерну. Разрушилась она «на ровном месте», очень быстро, без всякого видимого воздействия. Почему разрушается цистерна? В какой момент начинается разрушение? Сколько времени продолжается разрушение? Опишите эффект количественно и сделайте численные оценки. Придумайте способ уберечь цистерну от такого вот конца.

Рис. 21

67. «Восток — дело тонкое!» (Т)

В чём отличие восточных единоборств от европейских с точки зрения физики? Почему в айкидо и каратэ не приняты весовые категории?

АКУСТИКА

68. Отчего в ушах двоится?

Если ударить молотком по одному концу длинной железной трубы, то у другого конца слышен двойной удар. Как это объяснить? Подтвердите ваше соображение расчётом.

69. Женские косы — страшная сила!

В древности использовались катапульты с канатами, сплетёнными из женских волос. Чтобы камень летел правильно, канаты должны быть натянуты одинаково. Как древние метатели могли проверить, что канаты натянуты одинаково?

70. Нужда научит

Великий композитор Бетховен к концу жизни оглох. После этого он время от времени слушал игру на рояле. Как ему это удавалось?

71. Излишние уши

У змей и рыб нет ушей. Как вы думаете, почему?

72. Франция — Хорватия (Т)

На каком расстоянии от стадиона можно было непосредственно услышать крики болельщиков во время финального матча чемпионата мира по футболу?

73. Атомная бомба и аплодисменты (Т)

> «Никто не знал, какие приборы пригодны для определения силы взрыва первой в мире атомной бомбы. Энрико Ферми придумал, как сделать это без специальных приборов. Он взял клочки бумаги и держал их в руке на определённой высоте, которую заранее измерил. Когда подошла ударная волна, он разжал кулак и дал ударной волне смести клочки бумаги с ладони. Измерив затем расстояние, на которое они отлетели, Ферми наскоро прикинул силу взрыва».

На ровную поверхность установите вертикально пустой спичечный коробок. Если недалеко от него хлопнуть в ладоши, коробок может упасть. Исследуйте это явление, предложите методику определения силы хлопка. Опишите эффект теоретически, сделайте численные оценки.

74. По воле рока (Т)

Я — музыкальный автомат,
Мой голос — триста киловатт...

Г. Васильев и А. Иващенко

Рассказывают, что однажды перед концертом рок-музыканта на стадионе для проверки включили один из динамиков. В результате рабочий, стоявший рядом с динамиком, был отброшен на десяток метров. Разберитесь с физической точки зрения, может ли такое быть? Опишите явление количественно.

75. Волшебный голос Джельсомино (Т)

Может ли человек своим голосом разбить стекло? В сказке Дж. Родари «Джельсомино в стране лжецов» именно это и делал Джельсомино.

76. Акустическая левитация (Т)

Небольшие предметы могут удерживаться в воздухе стоячей звуковой волной (*рис. 22*). Исследуйте явление. В какой степени вы сможете управлять этими предметами?

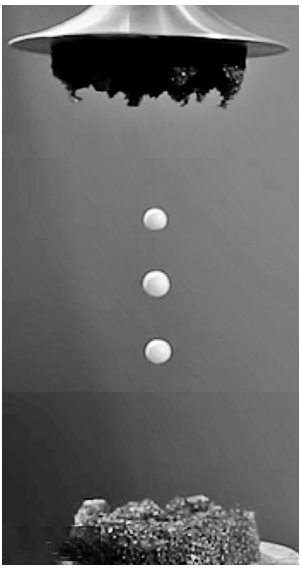

Рис. 22. https://youtu.be/669AcEBpdsY

77. «Если в стёклах каюты зелёная тьма, и брызги взлетают до труб...» (Т)

Знаменитый корабельный инженер (кажется, Алексей Крылов) определял степень вибрации судна без специальных приборов, с помощью стакана с водой. Если из полного стакана, поставленного на корму, выплескивалось больше половины, вибрация считалась недопустимой. Обоснуйте этот способ с физической точки зрения. Оцените параметры колебаний судна, при которых выливается больше, чем полстакана. Сделайте численные оценки.

Раздел 2. Теплота и молекулярная физика

78. Градусник для долгоносика

Однажды в Институте зерна академик Лисицын сказал изобретателю Качугину, что намечено совещание по одной из важнейших проблем — борьбе с долгоносиком. Нужно исследовать условия существования жука, в частности, определить температуру его тела. В то время не было приборов, позволявших решить такую задачу.

«Тема сто́ит пятьдесят тысяч, но неизвестно, можно ли на эти средства сконструировать нужный прибор», — сказал академик.

Качугин тут же объяснил, как можно измерить температуру долгоносика обычным медицинским термометром.

А как бы Вы, уважаемый читатель, решили эту задачу?

79. Непонятное расстройство

Генеральная репетиция длится столько же времени, что и концерт, однако во время концерта гитару приходиться настраивать гораздо чаще. Почему так происходит?

80. Волшебная кастрюля

Некоторые фирмы выпускают кастрюли с необычным дном. Пустую кастрюлю ставят на плиту, она быстро нагревается до 98 °C, а затем поглощает тепло без изменения температуры. Когда температура станет опять расти, кастрюлю нужно снять с плиты и положить в неё овощи. Длительное время температура в кастрюле будет держаться на отметке 98 °C, так что овощи будут тушиться без воды. Как может быть устроена такая кастрюля? Опишите принцип её действия.

81. Не сгореть в аду

Температура газовой струи, вырывающейся из сопла ракеты, превышает 4000 °C, самый тугоплавкий металл вольфрам плавится при 3380 °C. При выходе космического корабля на орбиту двигатель должен проработать несколько минут, но рули, управляющие струёй, даже сделанные из вольфрама, расплавятся гораздо раньше. Керамика не подходит из-за резких механических нагрузок. Что бы вы предложили для решения этой проблемы?

82. Лунная лампа

В книге М. Борисова «Кратеры Бабакина» есть эпизод, связанный с проектированием станции «Луна-16». Необходимо было обеспечить станцию компактной и сильной электролампой для освещения лунной поверхности «под ногами» станции. Лампе предстояло выдержать большие механические нагрузки. Естественно, отобранные образцы придирчиво испытывали. И вот оказалось, что лампы не выдерживают перегрузок. Слабым местом было соединение цоколя лампы со стеклянным баллоном. Сотрудники Бабакина сбились с ног, пытаясь найти более прочные лампы. Что бы вы предприняли в этой ситуации?

83. Рукописи не горят, но распечатки обжигают (Т)

В лазерных принтерах специальная печка запекает краску в виде порошка, который наносится на бумагу, — для того, чтобы краска прочно соединялась с бумагой.

Если вы возьмёте страницу, только что отпечатанную на лазерном принтере, пальцы ощутят тепло. Но если быстро провести пальцами вдоль этой страницы, получится ощутимый ожог. Почему так происходит? Опишите эффект количественно: рассчитайте теоретически и измерьте, до какой максимальной температуры могут нагреться пальцы. При какой минимальной скорости уже

ощущается ожог? Какой «свежести» должна быть страница, чтобы эффект ещё наблюдался? Сделайте численные оценки.

84. «Во саду ли, в огороде...»

...рос зелёный огурец. Температура растущего огурца обычно на 1–2 градуса ниже температуры окружающей среды. Как это объяснить?

85. Говорят, что раньше йог мог... (Т)

Как бы вы объяснили способность некоторых людей ходить по раскаленным углям (*рис. 23*)? Естественная ли эта способность или сверхъестественная?

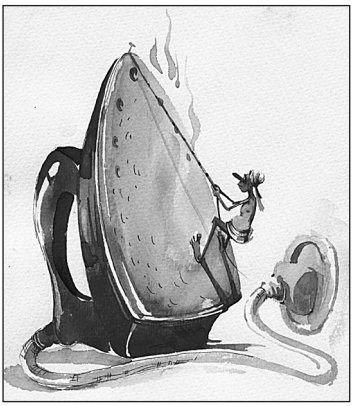

Рис. 23

86. «О бедном ковбое...»

При перестрелке с бандитами грудная клетка ковбоя была пробита с двух сторон. Лёгкие остались невредимыми, но ковбой сразу умер от удушья. Почему?

87. Присоска осьминога

Какой груз может удержать своими присосками осьминог (*рис. 24*)? Оцените размеры присоски, способной удержать человека.

Рис. 24

88. Под лежачий камень... (Т)

В Феодосии во время археологических поисков была обнаружена развитая водопроводная сеть. Озадачивало то, что трубы, по которым вода подавалась в город, шли с куч щебня, набросанных на самых возвышенных местах. Никаких ёмкостей для воды на кучах не было.

Как действовал водопровод?

Если население города увеличится, то как увеличить производительность водопровода? Не можете ли вы приближённо рассчитать эту производительность?

89. «На волю пустим джинна из бутылки!»

Могут ли существовать газообразные живые организмы?

90. Сами с усами (Т)

Бывалые полярники советуют полярникам начинающим отращивать усы, чтобы на них собиралась пресная вода. На какое количество воды может рассчитывать усатый полярник? Опишите эффект теоретически.

91. В космос — на воздушном шаре!?

В школе пятерка ребят непослушных
Ставила опыты с шаром воздушным…
Школа не помнит такого кошмара —
Нет ни ребят, ни воздушного шара!

До какой предельной высоты можно подняться на воздушном шаре?

92. Язык мой — враг мой (Т)

Если лизнуть ключ на сильном морозе, то язык примёрзнет к ключу. При какой температуре воздуха уже возможен этот эффект? Опишите его теоретически.

93. Танцующая монета (Т)

Возьмите сильно охлаждённую бутылку и положите на её горлышко монету. Через некоторое время монетка начнёт подпрыгивать. Объясните явление и исследуйте, как характерные параметры влияют на частоту подскакивания монеты.

94. Ползучие стаканы (Т)

Хозяйка помыла стаканы горячей водой и поставила их кверху дном на пластиковую поверхность стола. Стаканы почему-то «поползли», хотя такие же, но немытые стаканы спокойно стоят. Объясните явление. Опишите его количественно.

95. Булькающий метроном (Т)

Изготовьте водяной хронометр. Какие именно и каким образом нужно вводить поправки для максимально точного определения интервалов времени?

96. Зажигалка-морозилка (Т)

Если воду в блюдце обрызгать сжиженным газом из зажигалки, вода превращается в лёд.

Объясните, почему это происходит. Опишите эффект теоретически и исследуйте экспериментально. Сделайте численные оценки.

97. Кипит наш разум возмущённый!..

Придумайте устройство, заставляющее воду в домашних условиях кипеть при комнатной температуре. Опишите работу этого устройства теоретически и исследуйте экспериментально. Сделайте численные оценки. (*Выделение пузырьков воздуха или углекислого газа из воды кипением не считается!*)

98. Пекло или холодильник? (Т)

В 1860 г. в Индии упал метеорит. Прочертив на небосклоне огненный след, раскалённое тело упало в болото. Как же удивились люди, когда обнаружили на месте падения метеорита глыбу льда (сама всплыла!). То есть «небесный огонь» принёс в тёплую Индию лёд!

1) Объясните этот парадокс.
2) Рассчитайте и численно оцените, какую массу по сравнению с «глыбой льда» имело «раскалённое тело» до контакта с земной атмосферой.

99. Огонь под водой (Т)

Замечены случаи, когда лавовый поток от извержения вулкана продолжает своё движение под водой, за чертой берега. Почему же вода не охладила лаву? Какое максимальное расстояние может пройти под водой лавовый поток (*рис. 25*)? Опишите явление теоретически и оцените количественно.

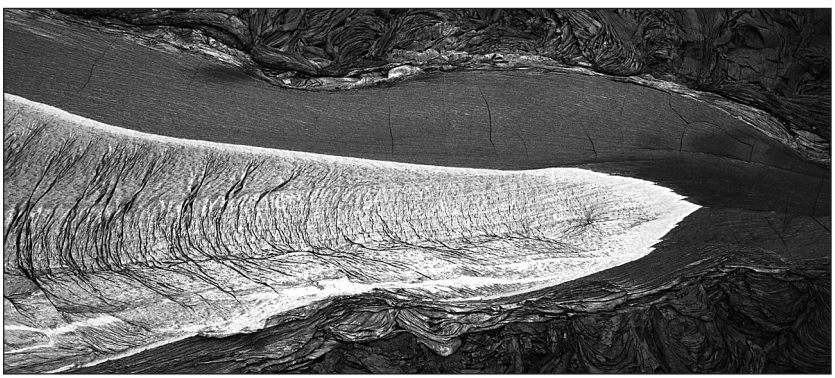

Рис. 25. Язык лавы на острове Гавайи

Ла́ва — раскалённая жидкая (эффузия) или очень вязкая (экструзия), преимущественно силикатного состава масса (SiO_2 примерно от 40 до 95 %), изливающаяся на поверхность Земли при извержениях вулканов.

100. Дуло исчезло! (Т)

Говорят, что если опустить ружьё в воду и произвести выстрел, та часть ружья, которая была под водой, отламывается. Правда ли это? Опишите явление теоретически.

101. А потом? Суп с китом! (Т)

Однажды на берегу моря рыбаки обнаружили мёртвого кита. При разделке туши оказалось, что вся мускулатура кита… сварена! Как бы вы это объяснили?

102. С высоты ползёт ледник... (Т)

Оценить скорость роста ледника и скорость его движения по горному склону.

Раздел 3. Электричество и магнетизм

103. Компьютерные страсти

В начале компьютерной эры (примерно 40 лет назад) в одной из лабораторий произошёл небывалый случай: компьютер (один на всю лабораторию) стал допускать ошибки и давать сбои, как только к нему подходила самая молодая сотрудница. Почему это происходило?

104. Неуловимый диверсант

На радиоэлектронном заводе обнаружили, что при перевозке микросхем из цеха в цех часть изделий выходила из строя. Для большей сохранности микросхемы укладывали перед перевозкой в пенопластовые коробки; до перевозки изделия проверяли, и все они оказывались годные. После перевозки, которая проводилась со всеми предосторожностями, у многих микросхем обнаруживался электрический пробой. По какой причине портились микросхемы?

105. Электрический маятник (Т)

Между пластинами школьного конденсатора на нити подвешивают шарик от настольного тенниса. Пластины заряжают, и шарик начинает совершать колебания. Объясните явление. От чего зависит частота этих колебаний?