

**«Задачи по физике на основе литературных сюжетов. Для толковых детей и сообразительных взрослых. 7-11 классы» – А.П. Усольцев, Екатеринбург, У-Фактория, 2003.**

Решение любой физической задачи является делом увлекательным и крайне полезным. В процессе решения Вы глубже понимаете суть физических явлений и законов, учитесь выделять главное и отбрасывать второстепенное.

Перед Вами сборник задач по физике с художественным содержанием. А это означает, что каждая задача имеет не только физическое содержание, но несет эмоциональную и смысловую нагрузку, не связанную непосредственно с физикой.

Текст такой задачи может вызвать улыбку, а найденный Вами ответ определить дальнейшую судьбу действующих в задаче героев. Вы обнаружите, что физика есть в мифах, стихотворениях и даже в сказках. Знание физики поможет Вам по-новому взглянуть на художественные произведения, найти ошибки и заблуждения авторов и удивиться точности и красочности описаний физических явлений. Благодаря физике Вы сможете полнее оценить всю красоту произведений классиков научной фантастики: Ж. Верна, А.Кларка, А. Азимова. С. Лема и других, в основе творчества которых – вера в разум человека и в силу его научных знаний.

Задачи, составленные по пословицам и поговоркам, позволят Вам оценить народную наблюдательность и отсеять их от предрассудков и суеверий.

Мы надеемся, что предлагаемые задачи позволят Вам глубже узнать и еще больше полюбить такую волшебную науку как физика!

## 1. ИЗМЕРЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

**1.1.** Решили однажды звери измерить длину удава. Получилось, что его длина равняется четырем слонам, девяти обезьянам или тридцати восемью попугаям. «А в попугаях я длиннее!» – сказал удав после измерения.

(Из мультфильма «38 попугаев»)

Так ли это на самом деле? Какова длина слона в попугаях и попугая в обезьянах?

**1.2.** «Мэри Поппинс измерила Майкла с ног до головы рулеткой и громко фыркнула:

– Как и следовало ожидать! ты делаешься все хуже и хуже!

Майкл вытаращил глаза.

– На рулетках не бывает слов, на них бывают только дюймы или сантиметры! – возразил он.

– С каких это пор? – высокомерно бросила Мэри Поппинс, сунув рулетку ему под нос. На ленте большими синими буквами было написано: «Хуже и хуже»

(Памела Трэверс, «Мэри Поппинс открывает дверь»).

Почему линейкой нельзя измерять поведение ребенка? (если это, конечно, не волшебная линейка Мэри Поппинс).

**1.3.** «Семь раз отмерь – один раз отрежь!» (*русская народная пословица*) – наказал перед уроком учитель труда.

«Понял!» – воскликнул Петя и сделал табуретку в семь раз больше, чем надо. Что имел в виду учитель, делая наказ ученикам, и что сделал Петя?

**1.4.** В племени «Юмба-Тумба» в качестве эталонов веса приняты следующие значения: «можно поднять одним мизинцем»; «можно поднять одной рукой»; «можно поднять двумя руками»; «неподъемный». В чем недостаток такой системы мер веса?

**1.5.** Рона Гарри нашел в дальнем конце библиотеки, он измерял домашнее задание по истории волшебства: профессор Бинс задал сочинение длиной один метр...

– Просто беда, – сказал Рон, убрав рулетку. Свиток тут же свернулся. – Не хватает целых двадцати сантиметров... А Гермиона настрочила, да еще мелким почерком, целых полтора метра»

(Дж. К. Ролинг, «Гарри Поттер и Тайная комната»).

Во сколько раз сочинение трудолюбивой Гермионы больше произведения Рона? В каких единицах измерения задал бы сочинение профессор Бинс, если бы ширина свитков Рона и Гермионы была бы разной?

## 2. ДАВЛЕНИЕ

**2.1.** Очень легкий Чебурашка массой 1 кг и очень тяжелый Крокодил Гена массой 100 кг решили совершить прогулку по зимнему лесу. Гена одел лыжи, площадь которых  $2000 \text{ см}^2$ , а Чебурашке достались ходули площадью опоры  $800 \text{ мм}^2$ .

Кто из друзей получит большее удовольствие от прогулки, если снег выдерживает давление в  $10\,000 \text{ Па}$ <sup>1</sup>?

**2.2.** Во сколько раз отличается давление на палубу шхуны, создаваемое левой ногой одноногого пирата Сильвера, от давления его правой деревяшки? Пират имеет размер обуви такой же как у Вас и «деревяшку» площадью опоры  $8 \text{ см}^2$ .

**2.3.** По заданию учителя труда Петя пытался проделать отверстие в доске гвоздем площадью острия  $1 \text{ мм}^2$  с силой 30 Н, самый сильный мальчик в классе Коля пытался проткнуть доску металлическим штырем площадью  $1 \text{ см}^2$ , прикладывая силу 0,1 кН, а самая слабая девочка в классе Катя проткнула доску шилом площадью острия  $0,01 \text{ мм}^2$  с силой 10 Н. Кто из ребят получил «пятерку» по труду и «пятерку» по физике за создание наибольшего давления?

**2.4.** Пчела вонзает жало с силой  $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$ . Какое давление она создает на нос Вини-Пуха, захотевшего меда, если площадь ее жала  $3,0 \cdot 10^{-16} \text{ м}^2$ ?

**2.5.** В повести И.С. Соколова-Микитова «Весна в Чуне» есть такое наблюдение: «Выследив стадо лосей, медведь-лосятник старается отбить одного лося, потом долго гоняет его по глубокому снегу. Крепкий наст хорошо выдерживает тяжесть медведя. Проваливающегося в снегу лося медведь преследует, пока тот не остановится от изнеможения, и тогда легко расправляется с выбившейся из сил добычей».

Почему лось проваливается в снег, а медведь нет?

**2.6.** Четыре лягушонка репетировали гимнастический этюд на надувном матрасе. В какие моменты давление в матрасе было больше: когда все лягушата стояли на матрасе по отдельности или когда лягушата взгромоздились все на одного?

**2.7.** В романе «Россия молодая» Ю. Герман описывает высадку русской эскадры на берег во время похода Петра I на шведскую крепость Нотебург:

«Матросы, солдаты, пушкарки, офицеры, монастырские приписанные мужики, надсаживаясь, со страшным трудом выволакивали из липкой тундровой грязи тяжелые дубовые лафеты, пушечные стволы, бочки с мукой, с соленой рыбой, с сухарями, нагружали на сотни телег, поданных к самому берегу... Телеги тут же вязли по самые ступицы, лошади хрипели, оскальзываясь, валились в грязь. Меншиков... распорядился строить дощатый помост. Выгрузку остановили, навели мостки для телег, Петр, над-

---

<sup>1</sup> Здесь и далее считать ускорение свободного падения  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

рывающая горло, голодный, обросший щетиной, сам установил черед, – дело пошло толковее. Кони перестали падать, подводки вязнуть» Почему подводки перестали вязнуть в грязи?

**2.8.** В романе Ж. Верна «Пять недель на воздушном шаре» есть такие строчки о строении воздушного шара: «У верхнего конца сфероида, где сосредоточено почти все давление, тафта была положена вдвое».

В чем заключается ошибка этого рассуждения?

**2.9.** Воздушный шар с героями романа Ж. Верна «Пять недель на воздушном шаре» поднялся «почти вертикально на высоту тысячи пяти-сот футов, что было отмечено падением барометра».

На сколько мм.рт.ст. «упал» барометр?

**2.10.** Ж. Верн в романе «Пять недель на воздушном шаре» рассказывает о двух ученых: Бриоши и Гей-Люссакке, которые поднялись так высоко на воздушном шаре, что «у них пошла кровь из горла и ушей». Почему это произошло?

**2.11.** «Барометр в земледельческом хозяйстве может быть с большой выгодой заменен усердною прислугою, страдающей нарочитыми ревматизмами» (Козьма Прутков).

При каких условиях у прислуги бывают ревматические боли?

**2.12.** В романе М. Шолохова «Поднятая целина» есть такой эпизод: дед Щукарь объелся телятиной и у него заболел живот. Чтобы вылечить деда, лекарка поставила ему на живот разогретую «махотку» (глиняный горшок). «Ой, живот мне порвет! Ой, родненькие, ослобоните! – закричал дед Щукарь». Тогда Давыдов взял скалку и стукнул ею по дну махотки, она рассыпалась, и «воздух со свистом рванулся из-под черепков».

Почему не удалось снять горшок и пришлось его расколоть? Верно ли с точки зрения физики описано поведение воздуха после того, как разбили «махотку»?

**2.13.** «Если позвоночное длиной в несколько сот метров может держаться на глубине тридцати тысяч футов, стало быть, миллионы квадратных сантиметров его поверхности испытывают давление многих миллиардов кг. Какой же мускульной силой должно обладать животное, чтобы выдерживать такое давление! Надо полагать, что на нем обшивка из листового железа в восемь дюймов толщиной!»

(Ж. Верн. «20 тысяч лье под водой»).

В чем заключается ошибка этого рассуждения?

**2.14.** «Все эти приборы (термометр, гигрометр, хронометр, зрительная трубка, компас), обычные в обиходе мореплавателей. Но тут есть вещи, которые, очевидно, имеют отношение к особенностям управления подводным кораблем. Хотя бы этот большой циферблат с подвижной стрелкой, не манометр ли?»

Что ответил капитан Немо своему любознательному собеседнику? Зачем на подводном корабле манометр? Можно ли с помощью гигрометра и барометра предсказать погоду, находясь в подводном положении?

**2.15.** Один хитрый мальчик утверждал, что летом, в составе группы альпинистов, он участвовал в восхождении на гору высотой 7500 м. В доказательство он показывал фотографию, где он был снят на вершине горы с флагом, кислородным прибором, термометром, психрометром, барометром и хронометром.

Показания какого прибора позволили одноклассникам опровергнуть утверждения юного альпиниста и определить, что фотографирование не могло происходить на большой высоте?

**2.16.** С какой силой небосвод давил на плечи Геракла, заменившего Атланта на его посту? Будем считать, что масса небосвода – это масса земной атмосферы. Нормальное атмосферное давление –  $1,0 \cdot 10^5$  Па, радиус Земли – 6300 км.

**2.17.** Митя стал вертеть головой по сторонам, исследовать, что за Малый Эрмитаж такой.

Куда примечательней был висевший подле окна прибор – бронзовый, круглый. Ух, ты, сообразил Митридат, и градусы показывает, и пульсацию атмосферы.

*(Борис Акунин. Внеклассное чтение)*

Как называется прибор, «показывающий градусы»? Что автор подразумевает под «пульсацией атмосферы» и каково название прибора, ее измеряющего?

**2.18.** Однажды террористы сбросили Джеймса Бонда, суперагента «007», в резервуар с водой, на дне которого находился выпускной люк площадью  $0,8 \text{ м}^2$ , открывающийся внутрь резервуара. Чтобы открыть люк, необходимо преодолеть силу давления воды на него, равную 8000 Н, что оказалось не под силу суперагенту. Как же Бонд смог не утонуть в течение нескольких часов до прихода помощи, если он абсолютно не умеет плавать?

### 3. ПЛОТНОСТЬ

**3.1.** Старик Хоттабыч, когда находился в обществе своего спасителя Вольки, имел плотность организма  $980 \text{ кг/м}^3$  и объем, равный  $0,080 \text{ м}^3$ .

Какова была плотность Хоттабыча, когда он на протяжении двух тысяч лет в полном одиночестве сидел в двухлитровом кувшине?

**3.2.** Герои романа И.Ильфа и Е.Петрова «Золотой теленок» Паниковский и Балаганов распиливают пополам две шестнадцатикилограммовые чугунные гири для того, чтобы определить, нет ли внутри их золота.

Предложите более легкий путь решения проблемы.

Какой была бы масса золотой гири, такой же по объему, как чугунная гиря массой 16,0 кг?

**3.3.** Какую массу имело бы обыкновенное куриное яйцо, будь оно полностью золотым? Объем яйца определите экспериментально.

**3.4.** Какую плотность имеет Людоед массой 115 кг при превращении в мышку объемом 15 см<sup>3</sup>?

## **4. ЗАКОН АРХИМЕДА**

**4.1.** Подводная лодка «Наутилус», полностью погруженная в воду, вытесняет тысячу пятьсот кубических метра воды и имеет массу 1356 тонн.

Каково соотношение части лодки, выступающей над водой, и всего ее объема?

Какой должна быть емкость резервуаров, чтобы при заполнении их водой корабль полностью погружался в воду?

**4.2.** «Погружаясь в глубинные слои, ваш подводный корабль испытывает повышенное давление верхних слоев воды. Разве это давление не выталкивает его снизу вверх с силою, которая равна примерно одной атмосфере на каждые тридцать футов воды, то есть около одного килограмма на квадратный сантиметр?»

Что ответил на это капитан Немо?

**4.3.** «...Егорушка... разбежался и полетел с полуторасаженной вышины. Описав в воздухе дугу, он упал в воду, глубоко погрузился, до дна не достал, какая-то сила, холодная и приятная на ощупь, подхватила и понесла его обратно наверх» (*А.П. Чехов, «Степь»*).

Какая сила выталкивала Егорушку наверх? Действительно ли Егорушке удалось «потрогать» выталкивающую силу?

**4.4.** Баба Яга купила у Водяного слиток золота, причем взвешивание происходило под водой на пружинных весах и показало массу 15 кг. Какова масса слитка в действительности? Кто кого обманул?

**4.5.** Каково должно быть отношение объема плавательного пузыря золотой рыбки к общему объему ее золотых частей, чтобы рыбка не утонула?

**4.6.** Каков должен быть объем шарика с водородом, чтобы удержать в воздухе Пятачка? Его масса примерно равна 30 кг. Объемом Пятачка и массой оболочки шара можно пренебречь.

Мог ли Винни Пух подняться в воздух на тех шариках, которые показаны в известном мультфильме?

**4.7.** В романе А. Кларка «Город и звезды» на одной из планет главные герои «...встретили целую флотилию огромных мешковатых пузырей, плывших по ветру. Из каждого этого полупрозрачного мешка свешивались ветви, образуя своего рода перевернутый лес. Некоторые растения

в попытке избежать смертоубийственных конфликтов на поверхности планеты приноравливались, оказывается, жить в воздухе! Благодаря какому-то чуду адаптации, они научились производить водород и запасать его в резервуарах, что позволило им подняться в сравнительно безопасные слои нижней части атмосферы».

Каким должен быть объем пузыря такого растения, если его масса равна 100 кг (без учета массы водорода), а плотность атмосферы планеты  $\rho = 2,00 \text{ кг/м}^3$ .

**4.8.** Сколько Дюймовочек массой по 5,0 г каждая смогут переплыть реку в тазике массой 500 г и объемом 6,0 л?

**4.9.** А лисички

Взяли спички

К морю синему пошли,

Море синее зажгли.

Прибегали два курчонка,

Поливали из бочонка.

Приплывали два ерша, поливали из ковша,

Тушат, тушат – не потушат,

Заливают – не зальют.

(К. Чуковский)

В какой ситуации море действительно может гореть и его нельзя «залить» водой?

**4.10.** В романе Ж. Верна «Пять недель на воздушном шаре» говорится, что воздушный шар, наполняемый водородом, имел емкость 44847 кубических футов. (Английский кубический фут = 0,0283 м<sup>3</sup>). Какова подъемная сила такого шара?

**4.11.** В чем заключается особенность плавания Буратино, туловище которого сделано из осины, а голова из дуба?

**4.12.** Изменится ли уровень воды в ведре, если Буратино будет плавать в нем не на боку, а вверх ногами?

**4.13.** Буратино плавает в ведре с водой и держит в руке золотой ключик. Как изменится уровень воды в ведре, если Буратино утопит ключ? Выбросит ключ за край ведра?

**4.14.** «Тогда раджа приказал:

– А теперь покажи, где верхний, а где нижний конец у обрубка черного дерева.

Мальчик взял обрубок, оглядел его со всех сторон, подержал в руках и опустил в воду.

– Господин, верхний конец тот, который над водой, – сказал он радже».

(Из индонезийской сказки «Мальчик и раджа»)

Как объяснить ответ мальчика?

**4.15.** В романе Х. Клементы «Экспедиция «Тяготение» рассказывает о планете, где сила тяжести в несколько раз больше, чем на Земле. На этой планете из моря на берег выбросило огромное морское животное: «на добрых шестьсот футов растянулось оно на песчаном грунте; при жизни это тело было, вероятно, цилиндрической формы и имело более восьмидесяти футов в диаметре. Теперь же, вне жидкой среды, в которой оно обитало, оно напоминало восковую модель, слишком долго пролежавшую под горячими лучами солнца. Даже если предположить, что плотность тела у этого чудовища примерно вдвое меньше, чем у земных животных, вес его должен быть огромен, если еще учесть тройную, по сравнению с земной, силу тяжести».

Какова масса описанного в романе животного и почему оно, выброшенное на берег, погибает? Может ли такое произойти на Земле с морскими животными? Плотность тела земных животных считать равным плотности воды.

**4.16.** В романе Х. Клементы «Экспедиция «Тяготение» на экваторе планеты Месклин ускорение свободного падения в два раза больше земного, а на полюсах достигает 700g.

Почему у сделанного из эластичного материала каноэ, на котором плавают жители экватора, при приближении к высоким широтам увеличивается осадка, тогда как по закону Архимеда она не должна изменяться? Почему при приближении к полюсу лодка тонет?

**4.17.** В.Д. Иванов в романе «Русь изначальная» так описывает переправу разведчика Ратибора через реку: «Ноздри и уши пловец заткнул желтым воском... Придерживая тростинку за конец губами, он скрылся под водой и обеими руками поднял камень величиной с коровью голову. Обвязав груз тонкой веревкой, Ратибор устроил петлю для руки».

Для чего был взят камень? Почему подобным образом нельзя погружаться на глубину более 10 м, сделав длинную дыхательную трубку?

**4.18.** На реке Белой начался ледоход. Мальчик «жадно следил глазами, как шла между неподвижных берегов огромная полоса синего, темного, а иногда и желтого льда... Какая-то несчастная черная корова бегала по льдине, как безумная» (С.Т. Аксаков, «Детские годы Багрова внука»).

Оцените минимальный объем льдины, на которой могла находиться корова.

**4.19.** В романе В. Гюго «Девяносто третий год» экипаж поврежденного корабля отчаянно борется за его плавучесть: «Команда не теряла времени даром. Корвет был облегчен. Выбросили в море все, что только можно было собрать после разгрома, произведенного каронадой (пушкой, сорвавшейся с цепей во время шторма – прим. А.У.): подбитые орудия, поломанные лафеты, куски оторванной внутренней обшивки, обломки дерева и железа».

Для чего экипаж облегчал корабль?

**4.20.** В повести Кира Булычева «Похищение Тесея» агент галактической полиции Кора Орват оказывается в древней Греции, где объясняет мастеру Дедалу принцип воздухоплавания:

«Кора нарисовала углем круг. Под ним нечто вроде светильника.

– Представь себе, Дедал, – сказала она, – что ты сошьешь или склеишь из кожи или тонкого материала, сквозь который не может проникнуть воздух, большой шар.

– Насколько большой?

– Может быть, как этот храм. Если в нижней его части сделать отверстие, а под ним поместить сильный светильник, который дает много тепла, то этот шар начнет надуваться... Когда шар начнет рваться вверх, ты должен обмотать его веревками и привязать снизу корзину.

Кора понимала, что не может донести до сознания Дедала даже смысл того, что такое воздух и почему он не должен проникать через оболочку воздушного шара. Сейчас он поднимет ее на смех...

– Чем же лучше покрыть оболочку? Если я сошью ее из шелка, который привозят торговцы с Востока, он будет легким, но если я покрою оболочку клеем, то она станет тяжелой... А кожа, госпожа, совершенно для этого не годится! – закричал Дедал. – Кроме этого проблема будет – чем питать светильник и как сделать, чтобы он не поджег шар, понимаешь?».

Почему шар должен быть большим, как храм? Почему кожа и шелк не годятся для обшивки шара? Почему светильник должен быть достаточно мощным?

**4.21.** Они проплыли под низко нависающими ветвями деревьев по обоим берегам. Бильбо раздумывал над тем, как чувствуют себя гномы, и много ли воды набралось в их бочонки. Некоторые из них, проплывая мимо него, сидели в воде довольно глубоко, и он догадывался, что это и есть бочонки с гномами

*(Дж.Р.Р. Толкин, «Хоббит или туда и обратно»)*

На сколько сантиметров глубже пустых сидят в воде бочонки с гномами, если в каждой бочке находится два гнома, массой по 30 кг каждый? Бочки имеют радиус 20 см и плавают в вертикальном положении. Считать форму бочек цилиндрической.

**4.22.** В книге Дж. К. Ролинг «Гарри Поттер и узник Азкабана» так описывается сцена невольного волшебства, которое совершил Гарри над злой тетушкой, оскорбившей его родителей:

«Ее продолжало раздувать. Полное красное лицо опухло, крошечные глазки полезли из орбит, а рот растянулся до ушей... Скоро тетушка превратилась в громадный воздушный шар... Тетушку оторвало от стула, и она поплыла к потолку. Она была совсем круглая, как надувная игрушка».

Во сколько раз должен увеличиться объем тетушки, чтобы наблюдалось удивительное явление тетушкоплавания?

**4.23.** В повести Кира Булычева «Великий дух и беглецы» космонавт в скафандре идет по мелководью водоема планеты и внезапно проваливается в жидкий грунт дна водоема:

«Павлыш попытался подгрести руками перед собой, но лишь глубже ушел в жижу, и пришлось снова замереть, чтобы побороть вспышку паники, сжавшую мозг... Песок не хотел отпускать Павлыша и тянул его вниз, в глубину... Но Павлыш все-таки сделал шаг вверх по склону ямы и, сделав его, понял, что он чертовски устал, особенно мешал груз жижи, напор ее, тиски. Почему-то представился водолаз, медленно идущий в глубине...

– Стойте, – воскликнул Павлыш. – Мы догадались».

Что сделал космонавт, чтобы вырваться на поверхность?

**4.24.** Через минуту правая рука пробилась сквозь песок и нащупала кнопку подачи воздуха. Павлыш выжал ее до отказа и не отпускал, пока воздух, сдавливавший горло, грозящий выжать из орбит глаза, останавливающий сердце, не наполнил скафандр настолько, что следующий шаг наверх дался значительно легче...

Павлыш отпустил кнопку подачи воздуха лишь тогда, когда вылез по пояс из зыбучего песка.

Какая сила «спасла» догадливого космонавта? Зачем Павлыш надувал скафандр?

**4.25.** Батискаф у Машеньки был особенный. Единственный в своем роде. Он надувной, чтобы всегда можно было положить в сумку и везти с собой куда хочешь.

Что такое надувной батискаф? Пузырь с воздухом. Глубоко ему не опуститься, сожмет давлением...

Она (Машенька-прим. А.У) садится в лодку, надувает двойную оболочку шара, привязывает к нему груз, чтобы не плавал на поверхности, складывает внутрь свои камеры, записные книжки, магнитофон, очиститель воздуха, прочее добро, забирается туда же, перекачивается через борт и уходит ко дну.

(*Кир Булычев. «Миллион приключений»*)

Почему без груза батискаф не сможет погрузиться? Почему надувной батискаф не может опускаться на большую глубину?

**4.26.** Левиафан (крупное пассажирское судно – прим. А.У.) же может перевезти тысячу человек и еще 10000 тонн груза впридачу. Длина этого огнедышащего монстра превышает 600 футов, ширина достигает 80-ти...

Чудо-пароход имеет две паровых машины, два мощных колеса по бортам и еще гигантский винт на корме. Шесть мачт, уходящих в самое

небо, оснащены полным парусным вооружением, и при попутном ветре, да еще на полном машинном ходу корабль развивает скорость в 16 узлов!

(*Борис Акунин. Левиафан*)

На сколько увеличивается осадка судна (глубина погружения судна в воду) при его полной нагрузке? Считать среднюю массу человека равной 70 кг, а ширину судна одинаковой по всей длине и равной 70 фута.

**4.27.** В фильме «Пираты Карибского моря» есть такой эпизод: главные герои фильма, стараясь незаметно проникнуть на вражеский корабль, передвигаются под водой по дну моря, держа на плечах перевернутую деревянную лодку таким образом, что можно дышать в образовавшемся под лодкой воздушном пузыре. Почему такой способ передвижения на практике трудновыполним?

Какой груз должны привязать к ногам пираты, чтобы не всплыть на поверхность, если лодка имеет массу 60 кг, а объем водяного пузыря под лодкой равен 0,4 м<sup>3</sup>? Считать плотность человека равной плотности воды.

## 5. ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ

**5.1.** Сколько подвижных блоков должен содержать полиспаг, с помощью которого Моська могла бы поднять слона? Считаем массу Моськи в 250 раз меньше массы слона. Массу блоков и силу трения не учитывать.

**5.2.** Шерлок Холмс и доктор Ватсон стояли на плоской крыше здания, а на соседней крыше, такой же плоской, лежали две доски.

– Здесь преступники перебрались с этой крыши на ту, сказал Шерлок Холмс.

– Но как? – воскликнул Ватсон.

– С помощью этих досок, – указал трубкой Холмс.

– Это просто невозможно, я отсюда вижу, что длина каждой из досок чуть короче, чем расстояние между крышами, – возразил Ватсон.

– Вы правы, Ватсон, доски действительно короткие, но преступники прошли именно здесь, и их было не меньше двух, – кивнул сыщик.

Как преступники перебрались на другую крышу?

**5.3.** Агент 007 Джеймс Бонд имеет в своем арсенале много всякого оружия, в том числе и мухобойку, которой он виртуозно владеет. Но некоторые мухи успевают улететь, а некоторые «держат» удар и остаются после удара живыми. Что нужно сделать секретному агенту: укоротить или удлинить ручку мухобойки, чтобы убивать быстрых мух? А «крепких» мух?

**5.4.** Гномы вели торговлю с лесными эльфами, меняя свое золото на их мед, причем за 1,00 л меда они отдавали 1,00 дм<sup>3</sup> золота. Для этого бы-

ли сделаны специальные рычажные весы, где золото уравнивалось медом. В чем заключается особенность таких весов?

**5.5.** На планете, где сила тяжести больше Земной, живут гуманоиды, отличающиеся от людей лишь тем, что у них мышцы крепятся дальше от суставов, чем у человека. Соревнования в каких видах спорта эти существа могли бы выиграть у человека: в тяжелой атлетике, беге, футболе или гребле?

**5.6.** «Кто не мог поднять конец бревна, взялся за середину». (*Осетинская пословица*)

Почему бревно труднее поднимать за середину, чем за край?

## 6. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

**6.1.** «Зимой греет, весной тлеет, летом умирает, осенью оживает» (*снег*)

Правильно ли говорится в этой загадке, что снег греет?

**6.2.** «Пес космат – ему тепло, мужик богат – ему добро». (*Русская пословица*)

Почему тепло косматому псу?

**6.3.** Слепили дети три снеговика – Ивана Михайловича, Ивана Александровича и Ивана Петровича. На Петровича одели старую шубу, на Михайловича – старый пиджак, на Александровича ничего не одели, так как старых вещей больше не оказалось. Кто из них весной дольше всех не растает и почему?

**6.4.** «Много снега – много хлеба» (*Русская пословица*)

Объясните физический смысл пословицы.

**6.5.** Поросенок Наф-Наф построил деревянный дом, Ниф-Ниф – кирпичный дом со стенами такой же толщины как у Наф-Нафа, а Нуф-Нуф решил перезимовать в металлическом гараже. Кому зимой будет очень холодно, а кому теплее, чем другим?

**6.6.** Нуф-Нуф сделал полочку у себя в бане березовый, Наф-Наф – дубовый, а Ниф-Ниф – стальной. Кто из поросят перестанет париться в бане?

**6.7.** Стояла суровая русская зима. На битву выехал рыцарь Ганс в стальных доспехах и мужик Иван в бараньем тулупе. Кто замерз по дороге и не доехал до места брани? Обоснуйте свой ответ.

**6.8.** «Дружба согревает душу, платье – тело, а солнце и печка – воздух» (*Козьма Прутков*)

В чем принципиальное различие между «согреванием тела платьем» и «согреванием Солнцем и печкой воздуха»?

**6.9.** «Если кочерга длинная, руки не обожжешь». (*Татарская пословица*). Почему длинная кочерга не обжигает руки?

**6.10.** В романе «Жизнь и судьба» Василий Гроссман так описывает огромный пожар, разгоревшийся во время Сталинградской битвы: «Когда ветерок набегал с Волги, тяжеловесный шатер пожара колыхался, клонился, и люди шарахались от обжигающего пламени. Некоторые, подходя к берегу, смачивали водой сапоги, и она испарялась с горящих голенищ. Одни молчали, упершись взглядом в землю, другие все озирались, третьи, преодолевая напряжение, шутили: «Здесь и спичек не надо, можно прикурить и от Волги, и от ветерка», четвертые ошупывали себя, покачивали головами, ощущая жар металлических пряжек на ремнях.

Какой вид теплопередачи связан с нагреванием пряжек ремней голенищ сапог? Почему особенно сильно нагреваются сапоги? Каков смысл смачивания голенищ, если вода с них все равно испаряется?

**6.11.** Емеля сделал овощную яму под открытым небом, а Ерема поставил над своей ямой крышу. Ямы были одинаковой глубины и конструкции. Почему Емеля весной ел овощи из ямы, а у Еремы все овощи перемерзли?

**6.12.** «Она жила и по стеклу текла,  
Но вдруг ее морозом оковало,  
И неподвижной льдинкой капля стала,  
И в мире поубавилось тепла».

Что произошло с каплей? Согласны ли вы с тем, что «тепла поубавилось»?

**6.13.** Почему Емеля, живущий в деревне, весной на санях ездит дольше, чем его брат Ерема, проживающий в городе?

**6.14.** Растает ли Снегурочка массой 60 кг при прыжке через костер, если его общая мощность 10 кВт?

Нормальная температура тела Снегурочки  $-10^{\circ}\text{C}$ .

**6.15.** Гуманоид с планеты «С-4200» имеет массу 300 кг и удельную теплоемкость тела в 200 раз большую, чем удельная теплоемкость воды. Почему гуманоиду во время заморозков достаточно переночевать в теплице, чтобы спасти рассаду от гибели? Как в действительности предохраняют рассаду в теплице от заморозков?

**6.16.** Какой станет температура воды в бассейне объемом  $10\text{ м}^3$ , если вначале она была  $15^{\circ}\text{C}$ , а потом в него нырнул гуманоид (см. предыдущую задачу), который перед этим загорал на солнце и нагрелся до  $100^{\circ}\text{C}$ ?

**6.17.** Дракон, изрыгающий огонь из пасти одной головы, может за 5,0 минут испарить 60 кг кипятка, второй – расплавить за 4,0 минуты 25 кг льда, взятого при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ , третьей – нагреть до кипения 20 л талой воды за 3,0 минуты. Какова общая мощность дракона?

**6.18.** Сколько времени понадобится дракону (см. предыдущую задачу), чтобы расплавить 1,0 т железа, взятого при температуре плавления?

**6.19.** «Гвоздем моря не нагреешь».

(Русская пословица)

До какой температуры нагреется вода объемом 1,0 л при начальной температуре  $+10^{\circ}\text{C}$ , если в нее опустить стальной гвоздь массой 20 г, нагретый до температуры  $700^{\circ}\text{C}$ ? Почему один литр воды можно нагреть гвоздем, а море нельзя?

**6.20.** Тут рабы мехи качают,  
Раздувают сильно воздух:  
Точно тесто, сталь размякла,  
Точно каша – железо,  
Как вода серебро блистает,  
Как волна струится золото.

*(Из карело-финского эпоса)*

До какой минимальной температуры должно нагреваться пламя горна?

На плавление какого из металлов тратится наибольшее количество теплоты, если все перечисленные металлы имеют начальную температуру  $+20^{\circ}\text{C}$ , а их массы одинаковы?

**6.21.** Как известно из древнегреческих мифов, тот, кто встретится взглядом с Медузой-Горгоной, превращается в камень. Почему при этом жертвы Медузы-Горгоны сильно нагреваются?

**6.22.** На уроке физики Коля, Петя и Ваня предложили провести эксперимент: кто быстрее увеличит температуру выбранной детали (массы деталей одинаковы) на  $27^{\circ}\text{C}$ , используя для этого одинаковые по мощности плитки. Коля выбрал стальную деталь, Петя – алюминиевую, а Ваня – медную.

Петя выполнил задание через 10 минут.

Когда выполнили задание остальные участники эксперимента?

Кто получил «пятерку» за первое место, правильно выбрав деталь и опередив своих товарищей?

**6.23.** Змей Горыныч решил стать вегетарианцем, и на обед съедает  $0,100\text{ м}^3$  осиновых дров. Сколько часов Змей сможет вести с тремя богатырями, если для битвы Горынычу необходима средняя мощность  $30,0\text{ кВт}$  на одного богатыря. Боевой КПД пресмыкающегося –  $30,0\%$ .

Сколько богатырей необходимо, чтобы одолеть Змея в течение  $10,0$  мин, если он съел перед схваткой  $5,00\text{ т}$  каменного угля.

Удельная теплота сгорания осиновых дров –  $q_1=1,00\cdot 10^7\text{ Дж/кг}$ , а их плотность  $\rho = 550\text{ кг/м}^3$ .

Удельная теплота сгорания каменного угля –  $q_2=2,70\cdot 10^7\text{ Дж/кг}$ .

**6.24.** В рассказе С.Лема «Условный рефлекс» описывается скафандр для передвижения по поверхности Луны «наполовину серебрянный, наполовину черный. Повернешься черной стороной к солнцу – начинаешь потеть, повернешься серебряной стороной к солнцу – по телу пробегает приятная прохлада... Скафандр имел переключатель на груди: он пере-

мещал цвета. Можно было сделать скафандр черным спереди, а серебряным сзади, и наоборот».

Для чего сделана такая сложная система изменения цвета скаффандра? Почему при повороте черной стороной к солнцу становится жарко? Почему для окраски выбраны серебряный и черный цвета, а не красный и зеленый, например?

## 7. ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

7.1. «Самый отдаленный пункт земного шара к чему-нибудь да близок, а самый близкий от чего-нибудь да отдален» (*Козьма Прутков*)

От чего зависит «отдаленность» или «близость» одного и того же пункта?

7.2. В романе М. Булгакова «Мастер и Маргарита» так описан полет главной героини на щетке: «Переулок под нею покосился набок и провалился вниз. Вместо него одного под ногами Маргариты возникло скопище крыш... Все оно неожиданно поехало в сторону, и цепочки огней смазались и слились... Озеро дрожащих электрических огней внизу внезапно поднялось вертикально, а затем появилось над головой у Маргариты, а под ногами блеснула Луна».

Как Маргарита определила, что она движется? Почему Луна оказалась у нее под ногами?

7.3. «И они помчались так быстро, что, казалось, скользили по воздуху, вовсе не касаясь земли ногами, наконец, когда Алиса совсем уже выбилась из сил, они внезапно не остановились, и Алиса увидела, что сидит на земле и никак не может отдышаться...

—Что это? — спросила она.— Мы так и остались под этим деревом! Неужели мы не стонулись с места ни на шаг?

—Ну, конечно, нет, — ответила Королева. — А ты чего хотела?

—У нас, — сказала Алиса, с трудом переводя дух, — когда бежишь со всех ног, — непременно попадешь в другое место.

— Какая медлительная страна! — сказала Королева. — Ну а здесь, знаешь ли, приходится бежать со всех ног, чтобы только остаться на месте! Если же хочешь попасть в другое место, тогда нужно бежать по меньшей мере вдвое быстрее!» (*Л. Кэрролл, «Алиса в Зазеркалье»*).

Можно ли привести примеры, когда в действительности необходимо бежать, чтобы только остаться на месте?

На какое расстояние удалось Алисе продвинуться вперед за 5 минут бега при скорости 2 м/с, если каждую секунду Алису сносит назад на 1 метр?

**7.4.** «Алиса откусила от пирожка и с тревогой подумала: расту или уменьшаюсь? Руку при этом положила на макушку, чтобы чувствовать, что с ней происходит». (*Л. Керролл, «Алиса в Зазеркалье»*)

Может ли Алиса таким образом определить свое уменьшение или увеличение?

**7.5.** Герои романа Жюль Верна «Пять недель на воздушном шаре» сомневаются, сможет ли человек, находясь в полете на воздушном шаре, выдержать ураганный ветер, «несущийся со скоростью более двухсот сорока миль в час». Что на это ответил доктор Фергюссон своим товарищам?

**7.6.** Ученая блоха Аристоха, жившая на кончике хвоста собаки, оставила потомкам научный трактат под названием «Периодические колебания Вселенной при появлении человека с костью». Объясните причину колебаний Вселенной с точки зрения блохи.

**7.7.** В романе Айзека Азимова «Стальные пещеры» рассказывается о движущихся тротуарах: «Непрерывный людской поток струился по обе стороны экспресса по замедляющимся дорожкам тротуаров. А с противоположной стороны к экспрессу стремился точно такой же поток пассажиров, пересекающих дорожки в обратном порядке – от медленных к быстрым. Бейли переходил с дорожки на дорожку и почти не замечал увеличения скорости каждой новой дорожки. Через тридцать секунд он добрался до последнего тротуара, скорость которого достигала шестидесяти миль в час, и теперь мог перешагнуть на огражденную перилами и остекленную платформу экспресса».

Изобразите примерное схематическое расположение экспресса и движущихся тротуаров. Почему при переходе с дорожки на дорожку не чувствуется большая скорость дорожек? Относительно чего указывается скорость последнего тротуара? Почему количество тротуаров должно быть достаточно большим? Определите скорость 3-го тротуара относительно 6-го, если между неподвижной землей и экспрессом находится 20 подвижных дорожек. На какое расстояние пассажир 10-й дорожки удалится от пассажира 20-й дорожки за полчаса? Какова скорость пассажиров, стоящих на 10-х дорожках по разные стороны от экспресса, относительно друг друга?

## **8. СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ. РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ**

**8.1.** «Вдруг Иван Царевич говорит:

– Стой! Перчатку обронил.

А конь отвечает:

– В кою пору ты говорил, я уж триста верст проскакал».

(Из сказки «О молодильных яблоках и живой воде»)

Оцените, с какой скоростью скакал конь Ивана Царевича?

**8.2.** Одинокий путешественник совершал путешествие из одного оазиса в другой. Сначала он ехал по пустыне на верблюде, и за два дня он проехал 150 км. Потом верблюд отказался его везти, и два дня путешественник тащил верблюда за собой со скоростью 30 км/день и, наконец, выбившись из сил, он прополз оставшиеся 10 км до оазиса за пять дней. Какова была средняя скорость путешественника?

**8.3.** На каком расстоянии от принца карета превратится в тыкву, а лошади в крыс, если без пяти минут двенадцать Золушка убежала от возлюбленного со скоростью 5,0 м/с? От принца до кареты было 200 м. Лошади до своего превращения в крыс бежали со скоростью 15 м/с.

**8.4.** «Вслух же она (Алиса – прим. А.У.) спросила:

– Скажите, пожалуйста, куда мне отсюда идти?

– А куда ты хочешь попасть? – ответил Кот.

– Мне все равно... – сказала Алиса.

– Тогда все равно, куда и идти, – заметил Кот.

– ...Только бы попасть куда-нибудь, – пояснила Алиса.

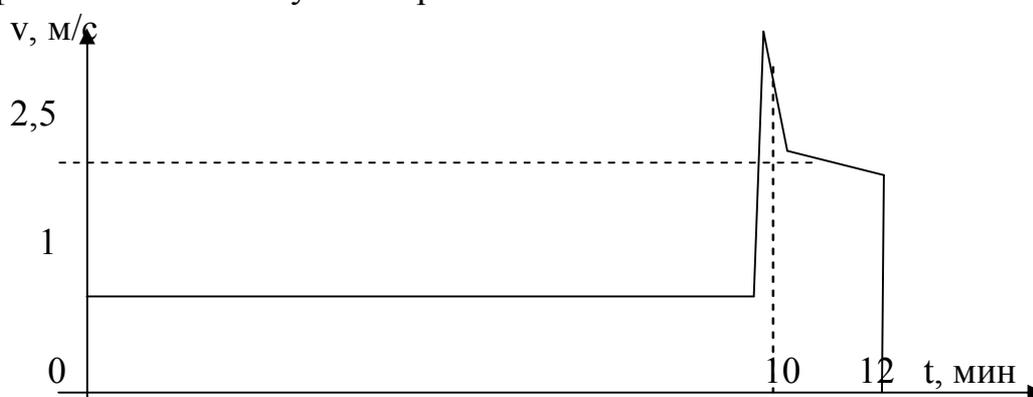
– Куда-нибудь ты обязательно попадешь, – сказал Кот. – Нужно только достаточно долго идти». (Л. Керролл, «Алиса в Зазеркалье»).

Как расположено множество точек, где может оказаться Алиса через время  $t$ , если пойдет от Кота равномерно и прямолинейно со скоростью  $v$  в неизвестном направлении?

**8.5.** «Отец Федор вышел из дома Воробьянинова в полном ажиотаже и всю дорогу до своей квартиры прошел, рассеянно глядя по сторонам и смущенно улыбаясь. К концу дороги рассеянность его дошла до такой степени, что он чуть было не угодил под уисполкомовский автомобиль гос. № 1. Выбравшись из фиолетового тумана, напущенного адской машиной, отец Востриков пришел в совершенное расстройство и, несмотря на почтенный сан и средние годы, проделал остаток пути фривольным полугалопом».

(И.Ильф и Е.Петров, «12 стульев»)

По графику зависимости скорости отца Федора от времени постройте график зависимости пути от времени.



Ответьте на следующие вопросы:

Каково расстояние от дома Воробьянинова до дома отца Федора?

Каково расстояние от дома Воробьянинова до дороги, где отца Федора чуть не задавил автомобиль?

Какова средняя скорость отца Федора на всем пути?

Чем можно объяснить острый «зубец» на графике  $v(t)$ ?

Что было принято за тело отсчета при построении графика  $l(t)$ ?

**8.6.** «Виктор Михайлович закрутил рукой педаль. Искры не было минут десять. Затем раздалось железное чавканье, прибор задрожал и окутался грязным дымом. Виктор Михайлович кинулся в седло, и мотоцикл, набрав безумную скорость, вынес его через туннель на середину мостовой и сразу остановился, словно срезанный пулей... Виктор Михайлович собрался было уже слезть и обрезать свою загадочную машину, но она дала вдруг задний ход и, пронеся своего создателя через тот же туннель, остановилась на месте отправления – и взорвалась».

(И.Ильф и Е.Петров, «12 стульев»)

Постройте графики зависимости перемещения и пути мотоцикла от времени. За начало отсчета времени считать момент, когда Виктор Михайлович «закрутил рукой педаль».

**8.7.** Сэр Генри Баскервиль в экстремальных ситуациях может бегать со скоростью 6,0 м/с. На каком безопасном расстоянии от ближайшего дерева он может гулять по вечерам, если светящуюся собаку Баскервиллей он может рассмотреть на расстоянии 100 м? Собака бежит со скоростью 20 м/с.

## 9. РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ

**9.1.** Кончик бороды Карабаса-Барабаса длиной 5 м прилип к сосне диаметром 20 см. Карабас бежит за Буратино вокруг этой сосны по максимально возможному радиусу. Начальная линейная скорость Барабаса 5 м/с. С какой скоростью Карабас ударится лбом о сосну, если в процессе погони его угловая скорость не меняется?

**9.2.** «Удивление приковало нас к месту. Животное гналось за нами, как бы играя. Оно сделало оборот вокруг судна, которое шло со скоростью четырнадцати узлов».

(Ж. Верн, «Двадцать тысяч лье под водой»)

Какую минимальную скорость должно иметь животное, чтобы описать правильную окружность относительно Земли так, чтобы судно было внутри этой окружности? (1 узел = 1,8 км/ч).

**9.3.** Колобок прокатился от дома до Лисы за полчаса. Сколько оборотов сделала его голова, если скорость Колобка 10 км/ч, а радиус головы 10 см?

**9.4.** В романе Бориса Акунина «Коронация» героиню должны для встречи повезти на карете. Чтобы героиня не знала, куда ее повезут, ей завязжут глаза.

«— Кое-что у нас все-таки есть, — с загадочным видом произнес Фандорин и, понизив голос, будто сообщая некую важную тайну, добавил. — Я научил Эмилию считать скрип колес.

— Скрип колес?

— Ну да. Любая ось, даже идеально смазанная, издает скрип, который, если прислушаться, являет собой циклическое повторение одного и того же набора звуков.

— Ну и что?»

Каким образом Фандорин по скрипу колес предлагает определить, куда повезут Эмилию?

**9.5.** У лукоморья дуб зеленый радиусом 2 м, золотая цепь на дубе том. С какой скоростью ходит кот ученый по цепи кругом, если, рассказывая сказку в течение одного часа, он делает 72 круга вокруг дуба? Сколько времени требуется ученому коту для одного оборота вокруг дуба? Расскажите первое четверостишие этого пушкинского произведения так, как это слышал бы неподвижный относительно дуба слушатель сказок ученого кота. Кот рассказывает сказки негромко (сами попробуйте рассказывать их «днем и ночью»!).

## 10. РАВНОУСКОРЕННОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

**10.1.** Чтобы взлететь, Змею Горынычу надо набрать скорость 72 км/ч относительно воздуха. Он разгоняется с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ . Сможет ли Змей Горыныч совершить боевой вылет или ему придется совершать пеший набег, если длина самой большой поляны в дремучем лесу 900 м?

**10.2.** Какое расстояние пробежит Змей Горыныч из предыдущей задачи (см. задачу 9.1) до взлета при встречном ветре  $5,0 \text{ м/с}$ ? При попутном ветре  $2,0 \text{ м/с}$ ?

**10.3.** В фантастическом рассказе Артура Кларка «Солнечный ветер» под действием светового давления космическая яхта начинает разгоняться: «Парус будет двигаться — и нас потянет, если мы его запряжем. Конечно, ускорение будет очень мало, около одной тысячной  $g$ . На первый взгляд пустяк, но посмотрим, что это значит. За секунду мы продвинемся на одну пятую дюйма. Обычная улитка и то проходит больше. Но уже через минуту мы покроем шестьдесят футов и разовьем скорость больше мили в час. За час мы удалимся от исходной точки на сорок миль, скорость достигнет восьмидесяти миль в час».

Проверьте, сделав расчеты, правильность выводов героя рассказа.

**10.4.** Волк стартует с ускорением  $2,0 \text{ м/с}^2$  и набирает максимальную скорость через 4,0 с. Медведь разгоняется с ускорением  $3,0 \text{ м/с}^2$  до скоро-

сти 10 м/с, но потом сразу же останавливается. Лиса в течение 6,0 с разгоняется с ускорением  $1,5 \text{ м/с}^2$  и дальше бежит с постоянной скоростью. Кто из этих животных сможет догнать Колобка, который поет свою знаменитую песенку на расстоянии 10 м от слушателя, а затем сразу же укатывается с постоянной скоростью 8,0 м/с? Все герои начинают двигаться после окончания исполнения песни Колобком.

**10.5.** В книге Дж. К. Ролинг «Гарри Поттер и узник Азкабана» в магазине «Все для квиддича (игра для волшебников, похожая на футбол, где игроки летают на метлах – прим. А.У.)» Гарри прочитал рекламу продаваемой метлы, в которой было написано: «Молния» развивает скорость 150 миль в час за 10 секунд. В метлу встроен неломаящийся волшебный тормоз. Цену спрашивайте у продавца». С каким ускорением может двигаться метла? Во сколько раз длина поля для игры в квиддич больше длины футбольного поля, если при старте с края поля метла пролетает его за 8,0 с?

## 11. СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ

**11.1.** Как рассказывается в древнегреческих мифах, железная наковальня Гефеста падала на Землю с небес девять дней и ночей.

Определите расстояние между небом и Землей по мнению древних греков. Считать движение наковальни свободным падением с ускорением  $g$ , не меняющимся на всем пути.

**11.2.** «При свободном падении в норе Алиса, пролетая мимо одной из полок, прихватила с нее банку с вареньем, но она оказалась пустой. Алиса побоялась бросить банку вниз. На лету она умудрилась засунуть ее в какой-то шкаф».

(Л.Кэрролл, «Алиса в стране чудес»)

Как стала бы двигаться банка относительно Алисы, если бы Алиса:

- а) просто отпустила бы банку;
- б) бросила бы ее вниз;
- в) бросила бы ее вверх?

**11.3.** В романе Хола Клементы «Экспедиция «Тяготение» на планете Месклин ускорение свободного падения в 700 раз больше земного. Жители этой планеты проделали эксперимент – сбросили с обрыва высотой 180 м камень. Автор так описывает это событие: «Матрос предупредил товарищей внизу, подкатил к обрыву камешек величиной с пулю и столкнул его вниз... Камешек мгновенно исчез. Когда он прорезал воздух, послышался короткий звук, словно лопнула струна у скрипки, а затем, через долю секунды, последовал резкий удар о грунт. Удар при скорости примерно миля в секунду расплескал грунт во все стороны кольцевой волной, слишком стремительной, чтобы можно было уловить ее движение. Но че-

рез долю секунды волна застыла, и вокруг глубокой дыры, проделанной этим снарядом в почве, возник небольшой кратер».

Правильно ли автор указал примерную конечную скорость камня и время его полета?

**11.4.** «На иных планетах тяжесть так ничтожна, что достаточно было легкого прыжка, чтобы улететь с поверхности... Подпрыгнув на метр, я опустил через 10,0 секунд».

(А. Беляев, «Звезда Кэц»)

Какова первая космическая скорость для планеты, если ее радиус равен одному километру, и чему равно ускорение свободного падения на ней?

**11.5.** «Баба с печи летит, семьдесят семь дум передумает».

(Русская пословица)

Сколько дум приходилось бы на одну секунду полета, если бы баба падала с высоты 2,00 м из состояния покоя?

**11.6.** В повести К.Э. Циолковского «На Луне» два путешественника исследуют движение пули, вылетевшей из ружья в безвоздушном пространстве: «Установим ружье вертикально, чтобы пулю после взрыва отыскать поблизости... Огонь, слабый звук, легкое сотрясение почвы.

– Где же пыж? (Кусочек картона, который вылетает при выстреле вместе с пулей – прим. А.У.) Он должен быть тут, поблизости».

Куда исчез пыж?

**11.7.** Ганс Пфалль, герой одного из рассказов Эдгара По, поднялся на воздушном шаре так высоко, что когда он «выбросил из корзины горсть перьев, они не полетели, но упали, как пуля, – всей кучей, с невероятной быстротой, – и в несколько секунд исчезли из вида».

Почему это произошло?

Почему Пфалль в действительности не смог бы подняться так высоко?

Проверьте сказанное Пфаллем на опыте с трубкой Ньютона.

**11.8.** Перефразируем известное стихотворение Льюиса Кэрролла про Шалтая – Болтая:

«Шалтай-Болтай сидел на стене высотой 20 м,

Шалтай-Болтай свалился во сне.

Нужна ли вся королевская конница, вся королевская рать,

чтобы Шалтая,

чтобы Болтая,

Шалтая-Болтая,

Болтая-Шалтая собрать,

если он разбивается только при скорости 23 м/с?»

Так нужна ли вся королевская конница?

**11.9.** А вы еще не придумали средство от вырывания волос? – спросила Алиса.

– Нет, но зато я придумал средство от *выпадания*,– отвечал Рыцарь.

– Какое же? Мне бы очень хотелось узнать!

– Берешь палочку и ставишь ее на голову, чтобы волосы вились вокруг нее, как плющ. Волосы почему падают? Потому что свисают вниз. Ну а вверх падать невозможно! Это мое собственное изобретение!

(Л. Кэрролл, «Алиса в зазеркалье»)

Может ли тело, находясь в состоянии свободного падения, двигаться вверх?

**11.10.** В повести Аркадия и Бориса Стругацких «Пикник на обочине» в зоне посещения Земли пришельцами встречаются странные и опасные для жизни явления. Одно из них – «комариная плешь». Это участок «направленной гравитации», попадая в который, человек погибает под действием гигантской силы притяжения. Как исследователи могут обнаружить такие участки, не приближаясь к ним на опасное расстояние?

**11.11а.** В повести А.Кларка «Пески Марса» Космическая станция – 1 вращается вокруг своей оси, жилые отсеки построены на внешних стенах, что создает искусственный вес.

Сколько раз в час жители станции могут наблюдать Солнце в иллюминаторы, расположенные под ногами, если радиус станции 40,0 м, а искусственный вес на ней соответствует земному?

**11.11б.** На космической станции –1 (см. задачу 11.11а) главного героя Гибсона повели в камеру невесомости.

– Следуйте за мной и ничему не удивляйтесь.

– С этими загадочными словами доктор вывел Гибсона в коридор и отворил боковую дверцу, и перед ним возникли металлические ступеньки. Гибсон машинально прошел несколько шагов, но посмотрел вперед, остановился и вскрикнул от удивления.

Там где он стоял, лестница поднималась под углом в сорок пять градусов. Потом она становилась круче и метрах в десяти шла вертикально. Но, несмотря на это, угол возрастал – как тут не испугаться! – пока лестница не загибалась назад и не уходила в неизвестность где-то наверху и сзади.

Как Гибсон смог подняться по такой лестнице? Почему лестница имеет такой «странный уклон»?

\*\*\*\*

**11.12.\*** В романе Хола Клемента «Экспедиция «Тяготение» действие происходит на планете Месклин, где в средней полосе ускорение свободного падения в 80 раз больше земного. «Месклиниты, конечно, не знали метательных орудий, мысль о них не могла родиться в мире, обитатели которого не имели случая видеть падающий предмет, потому что предметы в нем падают настолько быстро, что их нельзя увидеть».

Сколько времени будет падать тело на этой планете, отпущенное с высоты 2,0 м? Какова будет дальность горизонтального выстрела из авто-

мата Калашникова с этой же высоты, если размеры планеты позволяют считать ее поверхность плоской и горизонтальной. Скорость вылета пули из ствола 700 м/с.

**11.13.\*** Лягушка-путешественница отцепилась от уток, пролетая над одним болотом, а упала в другое. Каково расстояние между этими болотами, если утки летели со скоростью 54 км/ч на высоте 45 м?

**11.14.\*** «Пауэлл... схватил обломок скалы величиной с кирпич.

– Возьми и попади в гроздь голубых кристаллов вон за той кривой трещиной. Видишь?

Донован дернул его за руку.

– Слишком далеко, Грег. Это же почти полмили.

– Спокойно, – ответил Пауэлл. – Вспомни о силе тяжести на Меркурии. А рука у него (у робота – прим. А.У.) стальная. Смотри.

Глаза робота измеряли дистанцию с точностью машины. Он прикинул вес камня и замахнулся.

...камень черной точкой вылетел за пределы тени. Его полету не мешало ни сопротивление воздуха, ни ветер, и когда он упал, осколки голубых кристаллов разлетелись из самого центра грозди».

(А. Азимов, «Я – робот»)

С какой минимальной скоростью мог бросить камень робот?

Смог бы он так же точно бросить камень в условиях атмосферы?

**11.15.\*** «Хорошему прыжку разбег нужен».

(Русская пословица)

На какую высоту поднимается прыгун при прыжке, чтобы прыгнуть на расстояние 6,0 м? Скорость разбега прыгуна – 9,0 м/с.

**11.16.\*** Согласно Древнегреческим легендам Одиссей выстрелил из лука так, что стрела пролетела через 12 ушек топоров, поставленных строго горизонтально. Почему это невозможно сделать, если расстояние между ближайшими топорами больше длины стрелы?

**11.17.\*** «Овраг был широк и глубок...»

Страшила сказал: – Ух, какая большая яма! Через нее мы не перепрыгнем. Тут нам и сидеть!

– Я бы, пожалуй, перепрыгнул, – сказал Лев, измерив взглядом расстояние.

– Значит, ты перенесешь нас? – догадался Страшила.

– Попробую, – сказал Лев, – кто осмелится первым?

– Придется мне, – сказал Страшила. – Если ты упадешь, Элли разобьется насмерть, да и Железному Дровосеку плохо будет. А уж я не расшибусь, будьте спокойны!...».

(А. Волков, «Волшебник изумрудного города»)

С какой минимальной скоростью должен прыгнуть Лев через пропасть шириной 6,0 м? Сколько времени продолжался львиный прыжок?

Почему тяжелый Железный Дровосек при падении в пропасть разобьется, а соломенный Страшила – нет?

**11.18.\*** «Гарри видел, словно в замедленной съемке, как шар поднимается вверх, на мгновение застывает в воздухе, а затем начинает падать. Он нагнулся вперед и направил рукоятку метлы вниз, а в следующую секунду вошел в почти отвесное пике. Скорость все увеличивалась, в ушах свистел ветер, заглушая испуганные вопли внизу. Гарри вытянул руку, не снижая скорости, и, когда до земли оставалось не больше полуметра, поймал шар – как раз вовремя, чтобы успеть выровнять метлу. И мягко скатился на траву, сжимая шар в руке...».

(*Дж. К. Ролинг, «Гарри Поттер и Философский камень»*)

До какой скорости относительно земли разогнался Гарри, когда поймал мяч, если он начал ускоряться в тот момент, когда мяч имел нулевую скорость, находился на одной высоте с Гарри Поттером. Расстояние между Гарри и мячом равно высоте от земли и составляет 20 м? Считать, что Гарри двигался по дуге окружности, конечной высотой и сопротивлением воздуха пренебречь.

## 12. ОСНОВЫ ДИНАМИКИ

**12.1.** «Вожатая рванула электрический тормоз, вагон сел носом в землю, после этого мгновенно подпрыгнул, и с грохотом и звоном из окон полетели стекла».

(*М. Булгаков, «Мастер и Маргарита»*)

Почему при резком торможении трамвая из его окон полетели стекла? Куда они полетели – по ходу трамвая или против него?

**12.2.** Обоснуйте справедливость русской пословицы: «Коси коса, пока роса - роса долой, коса домой». Почему при росе косить легче?

**12.3а.** В фантастическом рассказе Герберта Уэллса стали выполняться все пожелания молодого человека, который захотел, чтобы Земля остановила свое вращение. Что произошло, когда выполнилось это необходимое желание? (Ответ см. в задаче 11.3б).

**12.3б.** «Он стал в повелительную позу, простер руки над миром и торжественно произнес:

– Земля, остановись! Перестань вращаться!

Не успел он договорить эти слова, как приятели уже летели в пространство со скоростью нескольких дюжин миль в минуту. ...неслись камни, обломки зданий, металлические предметы разного рода; летела какая-то несчастная корова, разбившаяся при ударе о землю. Ветер дул со страшной силой». (*Герберт Уэллс*)

Почему вдруг все предметы сорвались со своих мест?

**12.4а.** В рассказе С. Лема «Испытание» во время полета курсанта Пиркса муха замкнула провода рубильника и, сгорев, продолжила их со-

единять, нарушая при этом систему электропитания космического корабля. Чтобы не врезаться в Луну у Пиркса есть считанные секунды, до рубильника ему не добраться. Что сделал пилот, чтобы спастись от гибели?

**12.4.6.** «Он бросился на рычаг кратковременных ускорений, до 10g, рванул – ударился об пол. Он потянул за рычаг еще раз. Такой страшный мгновенный рывок ракеты! Предохранитель звякнул, мигание прекратилось, кабину залил нормальный, спокойный свет лампы».

Объясните, почему муха выпала из межпроводного пространства.

**12.5.** «Кабы знал, где упасть, так соломки бы постелил». (*Русская пословица*)

Почему на соломку, в воду или в снег всегда приятнее падать, чем на землю, асфальт или бетон?

**12.6.** «Сани заартачились, оттого и лошадь стала».

(*Русская пословица*)

Эта пословица подтверждает следующее рассуждение: по третьему закону Ньютона сани с такой же силой действуют на лошадь, с какой лошадь тянет сани, но в противоположном направлении, таким образом равнодействующая сил равна нулю, и как бы лошадь ни старалась, она не сможет сдвинуть сани. В чем заключается ошибка этих рассуждений?

**12.7.** Я изобрел шесть средств

Подняться в мир планет!

...Сесть на железный круг

И, взяв большой магнит,

Его забросить вверх высоко,

Докуда будет видеть око;

Он за собой железо приманит, –

Вот средство верное!

А лишь он вас притянет,

Схватить его и бросить вверх опять, –

Так подниматься он бесконечно станет!

(*Э. Ростан, «Сирано де Бержерак»*)

Почему столь интересный способ принципиально не годится для межпланетных путешествий?

**12.8.** ...Слезает Святогор с добра коня,

Ухватил он сумочку<sup>1</sup> обеими руками,

Поднял сумочку повыше колен.

И по колено Святогор в землю угрыз,

А по белу лицу не слезы, а кровь течет.

Где Святогор угрыз, тут и встать не смог,

Тут ему и было кончение...

(*из русской народной былины*)

---

<sup>1</sup> кольцо, прикрепленное к Земле – прим. А.У.

Почему Святогор не смог поднять землю «за сумочку»?

**12.9.** «На броненосце «Орел» случилось несчастье. Хотя в тот момент, когда нужно было бросить якорь, на корабле застопорили машину, но железная громадина в пятнадцать тысяч тонн продолжала двигаться по инерции вперед. Правый якорный канат не выдержал такой тяжести и лопнул».

*(Новиков-Прибой, «Цусима»)*

Что должен был сделать капитан, чтобы остановить броненосец? Что имеется в виду под «тяжестью», которая заставила лопнуть канат?

**12.10.** «В одиннадцатом часу вечера молочные братья, кренясь под тяжестью двух больших гирь, шли по направлению к конторе. Паниковский нес свою долю обеими руками, выпятив живот и радостно пыхтя... Здоровяк Балаганов держал гирию на плече. Иногда Паниковский никак не мог завернуть за угол, потому что гирия по инерции продолжала тащить его вперед. Тогда Балаганов свободной рукой придерживал Паниковского за шиворот и придавал его телу нужное направление».

*(И.Ильф и Е.Петров, «12 стульев»)*

Объясните описанный эпизод с физической точки зрения. Как изменилась бы картина, если бы подобное происходило на Луне, где сила тяжести в шесть раз меньше, чем на Земле?

**12.11.** «Что со мной о пень, что пнем о сову, а все больно».

*(Русская пословица)*

Какой физический закон «виноват» в том, что сове больно в обоих случаях?

**12.12.** «Нога споткнется, а голове достается».

*(Русская пословица)*

Почему, запинаясь, человек падает головой вперед?

**12.13.** «Саночки-самокаточки, а без коня нельзя».

*(Русская пословица)*

Благодаря какой силе, саночки-самокаточки не могут катиться без коня по горизонтальной поверхности?

**12.14.** С. Лем в фантастическом рассказе «Дознание» говорит о космическом корабле, тяга которого «порядка десяти тысяч тонн». Что под этим мог подразумевать автор? Какое ускорение может получить корабль при такой тяге, если его масса равна 10000 т; 2000 т?

**12.15.** «Вол налогом берет (медленно тянет – прим. А.У.), конь – урывком». *(Русская пословица)*

Кто тянет с большим ускорением?

**12.16.** «Брошенный вверх камень на твою же голову упадет».

*(Монгольская пословица)*

С какой минимальной скоростью надо бросить камень (исключая нулевую), чтобы он не упал на твою голову, на головы других людей и вообще не упал?

**12.17.** В романе Х. Клемента «Экспедиция «Тяготение» космонавт так описывает корабль жителей планеты Месклин, где сила тяжести в 700 раз больше, чем на Земле:

– Корабль... «составлен из множества плотиков примерно фута на полтора длиной, связанных между собой таким образом, что каждый из них двигается достаточно свободно... Я догадываюсь, для чего это нужно»

А вы догадались?

**12.18.** ...Планета напоследок притянула,  
Прижала, не рискуя отпускать,  
И килограммы превратились в тонны.  
Глаза, казалось вышли из орбит,  
И правый глаз впервые, удивленно  
Взглянул на левый, веком не прикрыт.  
Мне рот заткнул – не помню – крик ли, кляп ли.  
Я рос из кресла, как с корнями пень.  
Вот сожрала все топливо до капли  
И отвалилась первая ступень.  
Там, подо мной, сирены голосили,  
Не знаю, хороня или храня,  
А здесь надсадно двигатели взвыли  
И из объятий вырвали меня.  
Приборы на земле угомонились,  
Вновь чередом своим пошла весна,  
Глаза мои на место возвратились,  
Исчезли перегрузки – тишина.

(В. Высоцкий)

Объясните, с точки зрения физики, описанные космонавтом стартовые ощущения.

**12.19.** Великий астролог Марс Зодиакович Завирушкин утверждает, что все звезды оказывают на человека существенное воздействие. Во сколько раз отличается гравитационное притяжение тела великого астролога к ближайшей звезде, равной по массе Солнцу ( $M=2 \cdot 10^{30}$  кг), находящейся на расстоянии  $4 \cdot 10^{16}$  м, от гравитационного притяжения к налоговому инспектору, который пришел к магу с официальным визитом и находится за входной дверью на расстоянии 10 метров от астролога.

**12.20.** «Рыцарь снова обернулся к Алисе и торжественно заявил:

– Желаю встать перед вами на колено.

– Нельзя, ваша милость, – сказал оруженосец, – у вас левое колено заржавело».

(Кир Булычев. «Миллион приключений»)

Почему Рыцарь не сможет встать перед дамой на колени? Что нужно сделать Рыцарю, чтобы все-таки выполнить свое желание?

**12.21.** «Корабли спускают, так салом подмазывают».

*(Русская пословица)*

Для чего подмазывали салом корабли?

**12.22.** «Как высоко пыль ни бросай – вниз падает, как ни опрокидывай светильник – пламя вверх стремится».

*(Монгольская пословица)*

Укажите силы, действующие на пыль и на нагретый воздух пламени. Куда направлена равнодействующая сил в первом и во втором случае?

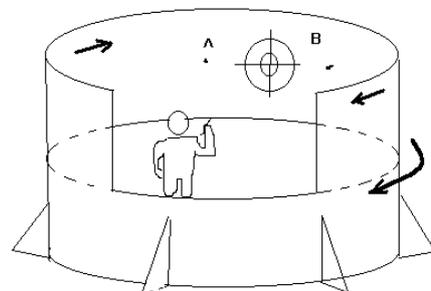
**11.23.** В рассказе А. Кларка «Солнечный ветер» рассказывается о гонках космических яхт с солнечными «парусами», где на парус оказывает давление солнечный свет. Автор так описывает старт: «Семь сверкающих ножей перерезали семь тонких линий, привязывавших яхты к базам. На «Диане» как будто ничего не изменилось. Но Мертон знал, что это не так. Хотя он не ощущал тяги, приборная доска говорила ему, что ускорение приближается к одной тысячной  $g$ . При таком ускорении после двух кругов он разовьет достаточную скорость, чтобы покинуть околоземную орбиту. А затем, подгоняемый всей мощью Солнца, он пойдет курсом на Луну».

Почему ракете необходимо большое ускорение для выхода с околоземной орбиты, а яхте с солнечными парусами достаточно столь мизерного ускорения?

**12.24.** «Немного есть комнатных игр, в которые можно играть в космосе; долго играли в карты и шахматы, пока какой-то англичанин не догадался, что в условиях невесомости лучше всего метать дротики. Дистанцию между игроком и мишенью увеличили до 10 метров. В остальном игра не изменилась».

*(А.Кларк, «Пески Марса»)*

В чем состоит своеобразие игры в дротики в условиях невесомости? Почему дистанцию до мишени увеличили? Как надо кидать дротик (целиться в точку А, В или в центр мишени), если ракета вращается вокруг своей оси, а помещение расположено так, как показано на рисунке?



\*\*\*

**12.25.\*** Чему равно трение покоя репки в земле, если Дедка может создавать усилие в 200 Н, а усилие каждого последующего персонажа вдвое меньше, чем у предыдущего?

**12.26.а.\*** «Одна из пушек батареи, двадцатичетырехфунтовая каронада, сорвалась с цепей».

Из всех бедствий, какие могут быть на море, это, пожалуй, самое страшное. Ничего хуже этого не может случиться с военным судном на полном ходу в открытом море.

Пушка, разбившая оковы, сразу же становится чудовищем».

(В. Гюго, «Девяносто третий год»)

Сделайте чертеж, изобразите силы, действующие на пушку, находящуюся на наклонной палубе корабля. Почему так опасна сорвавшаяся с цепей корабельная пушка? .

**12.26.б.\*** «Тяжелая громадина бежит на колесах, кидается вправо, кидается влево, как бильярдный шар, наклоняется при боковой качке, ныряет вместе с судном при килевой, несется вперед... Осатаневшая машина тяжела, как слон, но скачет, как пантера, и увертывается, как мышь. Она весит десять тысяч фунтов, а прыгает, как детский мяч. То вдруг закружится на месте, то повернет под прямым углом. Что можно тут сделать? Как остановить эту дикую пляску?».

(В. Гюго, «Девяносто третий год»)

Что должен сделать капитан, чтобы остановить «взбесившуюся» пушку?

**12.27.\*** С. Лем в одном из рассказов о пилоте Пирксе так описывает «прилунение» ракеты:

«Спускались они как в лифте, и это несколько напоминало им входение в атмосферу, так как ракета погружалась в столб огня от собственных двигателей, сгущавшегося за кормой, и газы завывали, обтекая выпуклости наружной брони. Ощущалось мягкое, но довольно упругое сопротивление гремящих двигателей, которые толкали ракету в обратном направлении. Вдруг двигатели загрохотали во всю мощь: «Ага, становимся на огонь!» – подумал Пиркс».

Какие силы действуют на ракету во время приземления? Что означает «встать на огонь»?

**12.28.\*** «При большом весе самолет приземлится на повышенной скорости. Нужна длинная посадочная полоса, чтобы за время пробежки успеть затормозить...

...В кабине пилотов Вернон Димитрест определил по таблице на приборной доске скорость подхода к земле при том весе, который сообщил ему второй пилот и сухо произнес:

– Держите скорость сто пятьдесят узлов.

Это была скорость, на которой они должны пролететь над границей летного поля, учитывая перегрузку и заевший стабилизатор».

(А. Хейли, «Аэропорт»)

Почему опасно приземляться при повышенной скорости и большом весе? Почему в таком случае нельзя снизить посадочную скорость?

**12.29.\*** Карабас-Барабас массой 100 кг садится в старое пружинное кресло, коэффициент упругости пружин которого 20,0 кН/м. Попортит ли

Барабас свои новые штаны, если гвоздь острием вверх находится в кресле на глубине 4,00 см?

**12.30.\*** Какую скорость должен набрать в полете Карлсон, чтобы сделать мертвую петлю радиусом 12 м и испытать на ее вершине радостное чувство невесомости?

**12.31.\*** Каким будет минимальный и максимальный вес Дон Кихота, имеющего вместе с доспехами массу 180 кг, на крыльях мельницы, делающей один оборот за 5,00 мин? Надо учесть, что Дон Кихот бесстрашно врезался в крыло мельницы и застрял в нем на расстоянии 9,00 м от оси вращения.

**12.32.\*** В повести Аркадия и Бориса Стругацких «Полдень, XXII век» описывается тренировочный зал с центрифугой для получения перегрузок: «Зал был огромен, и посередине сверкало четырехметровое коромысло на толстой кубовой станине – Большая центрифуга. Коромысло вращалось. Кабины на его концах, оттянутые центробежной силой, лежали почти горизонтально».

Сколько оборотов в секунду делает центрифуга, обеспечивающая восьмикратную перегрузку?

**12.33.** В рассказе Г. Каттнера «Алмазная свинка» для хранения сокровищ сделали золото-алмазного робота – Аргуса, имеющего огромную силу, молниеносную реакцию и искусственный интеллект. Основная задача робота – убежать от преследователей. В рассказе описывается ситуация, когда робот вышел из под контроля хозяина. Владелец сокровищ пытается всяческими способами поймать свои «бегающие» алмазы. Безрезультатно перепробовав всякого рода ловушки, ямы, засады, огнеметы и т.д., хозяин решил зацементировать робота и лишить его подвижности, используя цементоподобную массу, твердеющую в течение минуты после контакта с воздухом и необычайно стойкую после схватывания:

«...Кольцо из тридцати людей окружило робота, каждый из них был вооружен контейнером с цементноподобной массой.

Посреди зала невозмутимо возвышался Аргус. Боллард (хозяин робота – *прим. А.У.*) подал знак, с тридцати точек вокруг робота брызнули потоки жидкости и сошлись на его золотом корпусе».

Что сделал Аргус, чтобы не попасть в руки преследователей? Нужно учесть, что причинить вред людям робот не может.

**12.34.**

Опрятней модного паркета  
Блестает речка, льдом одета.  
Мальчишек радостный народ  
Коньками звучно режет лед;  
На красных лапках гусь тяжелый,  
Задумав плыть по лону вод,  
Ступает бережно на лед,...

Но конь, притупленной подковой  
Неверный зацепляя лед,  
Того и жди, что упадет.  
(А.С. Пушкин. Евгений Онегин)

Благодаря какой силе мальчишки на коньках чувствуют себя на льду значительно уверенней, чем конь с притупленными подковами?

Конь, гусь и мальчишка разгоняются до одинаковой скорости и при изменении направления движения начинают двигаться по окружности. Кто из участников фигурного катания, описанного А.С. Пушкиным, сможет описать окружность наименьшего радиуса, а кто не сможет этого сделать?

**12.35.\*** Коэффициент трения Ильи Муромца о седло – 0,2, а коэффициент трения копыт его коня Сивки-Бурки о поверхность родной земли равен 0,3. С каким максимальным ускорением конь может помчаться на битву с врагом? Помчится ли богатырь на битву с врагом верхом на коне или останется сидеть на сырой земле при старте Сивки-Бурки с максимальным ускорением?

**12.36.\*** В рассказе Т. Годвина «Необходимость – мать изобретения» космический корабль приземлился на планету, где в атмосфере находится большое количество мельчайшей алмазной пыли. Почему у космонавтов стали возникать проблемы с имеющейся техникой?

**12.37.\*** Ракетный двигатель в ступе Бабы-Яги развивает усилие в 5,0 кН. Какое ускорение в вертикальном направлении может получить Баба-Яга, если ее масса вместе со ступой составляет 250 кг?

**12.38.\*** Почему при сильном вертикальном ускорении вверх на ветхом ковре-самолете рекомендуется лежать, раскинув руки, и категорически запрещается стоять на одной ноге?

**12.39.\*** В рассказе А. Кларка «Солнечный ветер» рассказывается о гонках космических яхт с солнечными «парусами», ускоряемых с помощью светового давления на парус. Яхта «Лебедев», выйдя на финишную прямую второй, сбросила лишние паруса, а один из членов экипажа катапультировался с яхты в сторону, противоположную движению яхты. Рассчитайте, какую прибавку в ускорении получила яхта в результате этих действий. Начальная масса яхты –  $M$ . Масса сброшенного паруса и яхтсмена –  $m$ . Сила давления света на паруса яхты постоянна и равна  $F$ . Скорость спортсмена относительно яхты при катапультировании –  $u$ .

Почему яхтсмен катапультировался в противоположную движению яхты сторону?

**12.40.\*** В повести С. Лема «Непобедимый» капитану звездолета крайне необходимо сделать снимки планеты, подобной Марсу, но имеющей атмосферу как у Земли. Он дает следующие указания технику: «Вы-

ведите-ка несколько малых фотозондов на экваториальную орбиту. Но чтобы это была максимально точная окружность и на небольшой высоте. Километров так семьдесят».

Рассчитайте скорость, с которой фотозонд будет вращаться вокруг планеты. Почему техник возражал против этого предложения?

**12.41.\*** В одном из рассказов С.Лема о звездных приключениях Ийона Тихого описывается случай, когда герой упустил из своего звездолета кусок поджаренной говядины и гаечный ключ.

«Вдобавок выброшенная за борт говядина, вместо того чтобы улететь в пространство, не хотела расставаться с ракетой и кружила около нее, как второй искусственный спутник, регулярно каждые одиннадцать минут и четыре секунды вызывая кратковременные солнечные затмения. Чтобы успокоить нервы, я до вечера рассчитывал элементы ее орбиты, а также возмущения, вызванные движением потерянного ключа. У меня получилось, что в течение ближайших шести миллионов лет говядина будет догонять ключ, обращаясь вокруг ракеты по круговой орбите, а потом обгонит его».

Почему говядина не улетела от ракеты? Почему ключ вызывает возмущения траектории говядины? Можно ли было узнать о существовании на орбите ключа по возмущениям траектории говядины? Который из предметов летает по более низкой орбите?

**12.42.\*** В романе Х. Клемента «Экспедиция «Тяготение» на планете Месклин, вследствие очень быстрого ее вращения и сплюснутой формы, ускорение свободного падения на полюсах почти в 400 раз больше, чем на экваторе.

Объясните принцип действия навигационного прибора для определения широты, применяемого аборигенами при морских плаваниях – «весы с пружиной из твердого дерева и подвешенный к ним грузик».

**12.43.\*** Брат Чук толкает горизонтально с силой  $F$  своего брата-близнеца Гека массой  $M=40$  кг, сидящего на санках массой  $m=5,0$  кг. С каким ускорением двигались сани и Гек, если коэффициент трения саней о снег  $-\mu_1$ , а Гека о сани  $-\mu_2$ ?

а)  $F=90$  Н;  $\mu_1=0,01$ ;  $\mu_2=0,2$ .

б)  $F=90$  Н;  $\mu_1=\mu_2=0,1$ .

в)  $F=60$  Н;  $\mu_1=0,01$ ;  $\mu_2=0,2$ .

**12.44.\*** Мальчик Антошка гуляет с собачкой Тузиком, которого он держит на поводке. Пострадает ли кот Ваське, если сенбернар Тузик рванул за ним с ускорением  $3,0$  м/с<sup>2</sup>, коэффициент трения испуганного Антошки о землю  $0,5$ , а его масса  $30$  кг. Поводок выдерживает усилие в  $300$  Н.

**12.45.\*** Любопытный удав Каа длиной  $6,0$  м, находящийся на горизонтальной поверхности, решил рассмотреть дно глубокой и широкой ямы. Сколько метров «любопытного удава» может свободно висеть над

ямой до того момента, пока он не сорвется? Коэффициент трения удава о поверхность земли 0,2. Считаем, что удав Каа имеет однородную плотность и постоянное сечение туловища.

**12.46.\*** Удав Каа повис на ветке, перегнувшись пополам. С каким начальным ускорением он начнет соскальзывать с ветки без трения, если его передняя половина в два раза тяжелее задней? Каким станет ускорение змея, если к его хвосту прицепится Маугли, масса которого составляет  $1/3$  массы удава?

**12.47.\*** «Готовь сани летом, а телегу зимой».

(Русская пословица)

Почему зимой ездят на санях, а летом в телеге?

**12.48.\*** Чебурашка и Крокодил Гена скатываются на санках с длинной-предлинной горки под углом  $30^\circ$  к горизонту. До какой скорости они смогут разогнаться? Масса животных с санками составляет 100 кг. Коэффициент трения саней о поверхность льда 0,02. Соппротивление воздуха возрастает по закону  $F=kv^2$ .

Когда Чебурашка в шапке,  $k=1$ ;

Когда он растопыривает уши,  $k=3$ .

**12.49.\*** Хоккейная шайба имеет массу 0,16 кг и коэффициент трения о лед 0,02. Какой перевес в количестве игроков должна получить одна команда над другой, чтобы сдвинуть шайбу в сторону ворот соперника на чемпионате мира по хоккею среди муравьев? Один муравей может толкать шайбу с силой  $10^{-5}$  Н.

**12.50.\*** Инженер Лось в романе А. Толстого «Аэлита» предвидел, что «скорость аппарата и находящихся в нем тел достигнет такого предела, когда наступит заметное изменение скорости биения сердца, обмена крови и соков, всего жизненного ритма тела».

В чем заключается неточность подобного описания перегрузок?

При каком минимальном ускорении вверх вертикально стоящего человека кровь перестает поступать в головной мозг, если учесть, что давление крови у человека на уровне сердца составляет 0,12 атм, а голова находится в среднем на высоте 30 см выше сердца?

**12.51.\*** В повести Г. Гаррисона «Конные варвары» войско варваров опускают вниз с гигантского обрыва на очень длинной, упругой веревке.

«Люди племени горностаев, покрякивая для единовременных действий, начали поворачивать рукоять; веревка стала наматываться на барабан. Натяжение передалось кожаной упряжи, и Темучин (предводитель варваров – прим. А.У.) поднялся в воздух... Ясон поспешил к краю и, стоя там, смотрел, как уменьшается фигура Темучина, постепенно исчезая в облаках... Через каждые сто метров вращение барабана замедляли – люди работали осторожнее, когда через барабан проходило утолщение в месте соединения двух веревок».

Как определить, что опускающийся человек достиг поверхности земли? Почему вероятность обрыва веревки увеличивается по мере спуска?

**12.52.\*** «Во льды попадешь – не робей! – Учил Мокий. – Что плохому по уши – удалому по колена. Ты льдов берегись, а коли попал – не робей. Торосья идут, визг, стон, одна дума – живым не протолкаться. А ты той думе ходу не давай. Лодейные наши мастера люди головатые, от дедов строят лодки так, что раздавить их трудно, днища-то, примечал, какие? Словно яйцо!»

(Ю. Герман. «Россия молодая»)

Почему лодку, днище которой «словно яйцо», трудно раздавить льдами?

**12.53.\*** «Путники бодро зашагали прочь от коварного камня (положенного злой волшебницей Гингемой и наделенного свойством притягивать к себе все тела – прим. А.У.). Шагов сто они прошли легко и свободно, но затем какая-то таинственная сила начала сковывать их движения, мешала им идти.

Каждый последующий шаг давался все с большим трудом. Похоже было, что невидимая упругая нить, растянувшись до предела, тащила пешеходов назад. И наконец, они без сил свалились на землю... И... чудо! Достаточно было повернуть к камню, как ноги сами понесли их, шаг их все ускорялся, и к месту стоянки путники прибежали так быстро, что едва смогли остановиться».

(А. Волков, «Урфин Джюс и его деревянные солдаты»)

Какова зависимость величины таинственной силы от расстояния до волшебного камня? В чем заключается сходство волшебной силы с силой упругости и отличие от силы всемирного тяготения?

### **13. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ**

**13.1.** С какой минимальной скоростью семеро козлят запрыгнули на первоначально покоящуюся тележку, если волк, бежавший со скоростью 8,0 м/с, не может ее догнать?

Масса тележки 40 кг, масса одного козленка 5,0 кг.

**13.2.** Какую скорость приобретает яхта «Беда» под командованием знаменитого капитана Врунгеля, если с ее кормы выстрелить одновременно пятью тысячами бутылок шампанского?

Объем бутылки – 0,7 л, масса яхты – 3,0 т. Считать, что шампанское вылетает из бутылки мгновенно, а плотность шампанского равна плотности воды. Скорость струи равна 5,0 м/с.

**13.3.** «Пашка и маркиз разъехались к воротам. Конь у Пашки был небольшой, худенький, видно, подобран по росту. А когда соперники поскакали навстречу друг другу, казалось, что маркиз раздавит Пашку, как слон зайца.

Но этого не произошло.

Копья противников со всего размаху врезались в щиты, и от этого удара Пашка, как более легкий, вылетел из седла, взвился высоко в воздухе и приземлился в метрах двадцати» (видимо, имеется ввиду от места вылета из седла – прим. А.У.).

(*Кир Булычев. «Миллион приключений»*)

Мог ли Пашка «взвиться» в воздух при центральном ударе, то есть подняться при полете с коня выше, чем сидел до полета? На какое расстояние отлетел бы при ударе маркиз, если бы тоже выпал из седла при столкновении, если его масса в два раза больше массы Пашки, а сидел он на такой же высоте? Оцените скорость, с которой Пашка вылетел из седла?

**13.4.** «Я начал раздеваться. И вдруг почувствовал, что физический закон – сила действия равна силе противодействия – обнаруживается здесь в чистом виде. Здесь все вещи и сам человек превращаются в «реактивные приборы».

Я отбросил костюм, говоря по-земному, «вниз», а сам, оттолкнувшись от него, подпрыгнул вверх» (*А. Беляев, «Звезда Кэц»*).

Какую скорость приобрел космонавт массой 80,00 кг, отбросив от себя ботинок массой 100,0 г со скоростью 4,000 м/с? В какую сторону начнет двигаться космонавт, отбросив сначала один ботинок, а потом другой в противоположную первому ботинку сторону с такой же скоростью? Какова скорость космонавта относительно корабля после того, как он выбросил оба ботинка?

**13.5.** Поместите вентилятор на вращающуюся платформу так, чтобы плоскость вращения вентилятора была параллельна плоскости поверхности платформы. Что наблюдается при вращении вентилятора? Объясните с помощью этого опыта невозможность полета Карлсона с одним пропеллером.

**13.6.** В книге Дж. К. Ролинг «Гарри Поттер и Кубок огня» на занятиях в школе волшебства детям предложили покормить сказочных животных – соплохвостов: «Время от времени из конца тела какого-нибудь соплохвоста вылетали искры, и с негромким «пафф!» его бросало вперед на несколько дюймов...

– Он с того конца взрывается! – сердито сообщил Дин, показывая Хагриду ожог на руке.

– А. да... это такое случается, когда они... ну, взлетают, – кивнул Хагрид».

Объясните принцип движения соплохвостов. Встречаются ли в реальности животные, которые двигаются подобным образом? Оцените массу  $m$  газов, которые выбрасываются парящими в воздухе соплохвостами за единицу времени, если скорость газов при взрыве 50 м/с, масса  $M$  маленького соплохвоста 1,0 кг.

\*\*\*\*

**13.7.\*** «Ах, нет, прошу вас, давайте нарвем кувшинок, – сказала Алиса. – Остановите, пожалуйста, лодку!

– Почему это я должна ее останавливать? – спросила овца. – Не гребни – она и остановится!

Алиса подняла весла – лодка замедлила свой бег, и течение тихонько поднесло ее к кувшинкам».

(*Л. Кэрролл, «Алиса в зазеркалье»*)

Что останавливает лодку? Какова величина сопротивления воды, если при массе лодки 200 кг и скорости 3,6 м/с лодка останавливается через 10 м после того, как Алиса перестает грести?

**13.8.\*** Ковер-самолет массой 5,0 кг набирает скорость 144 км/ч за 10 с, Карлсон массой 50 кг за 5,0 с развивает скорость 20 м/с, Бабе-Яге удастся на помеле общей массой 100 кг за 1,0 мин разогнаться до скорости 324 км/ч. Кто из них при разгоне развивает большую мощность? Сопротивление воздуха не учитывать.

**13.9.\*** С какой минимальной скоростью должна вылететь пуля из ружья Пятачка, чтобы прервать полет Вини Пуха с помощью воздушного шарика на высоте 20 м? Шарик лопанется, если в него попадает пуля со скоростью 5,0 м/с.

**13.10.\*** Бедный поп

Подставил лоб:

С первого щелка

Прыгнул поп до потолка.

(*А.С. Пушкин, «Сказка о попе и о работнике его Балде»*)

Оцените начальную скорость движения попа вверх.

**13.11.\*** Какую среднюю мощность развил дед, пытаясь разбить золотое яичко массой 200 г, если за минуту он ударил его об стену 18 раз со скоростью 10 м/с?

**13.12.\*** Стрела ИванаЦаревича массой 100 г в момент падения в болото имела скорость 50 м/с. С какой силой тормозила Царевна-лягушка, если после того как она поймала стрелу, ее тормозной путь был равен 10 м?

**13.13.\*** Воробей с планеты «Супер-чик-чирик» имеет массу 1 т. Пикируя с высоты 100 м, он врывается в почву и делает в ней воронки глубиной до 2 м, в которых живут вкусные и жирные червяки. Какова средняя сила сопротивления почвы планеты?

**13.14.\*** «Любишь кататься, люби и саночки возить».

(*Русская пословица*)

«Что третишь, подымаясь в гору, вернешь на спуске».

(*Финская пословица*)

Действительно ли, затраченную на подъем саней работу можно вернуть на спуске? Чему равно отношение работы, совершаемой силой тяжести при скатывании санок с горки к работе по подъему этих санок на горку?

**13.15.\*** «В течение минуты броненосец в миллион пудов весом поднимался шесть раз на высоту четырехэтажного дома (40 футов) – и все это с такой легкостью, как будто он не превышал тяжести детской люльки» – так Новиков-Прибой в романе «Цусима» описывает движение корабля во время шторма.

Определите мощность волн по этому описанию.

**13.16.\*** Полтергейст обладает такой мощностью, что может поднимать сковородку массой 500 г на высоту 2,0 м за 0,2 с. Сможет ли он заставить светиться в номинальном режиме лампочку мощностью 60 Вт?

**13.17.\*** Вывел царь сыновей в поле и сказал:

– Кто большую работу совершит до захода солнца, тому и трон оставлю.

Старший сын, как самый сильный, пытался сдвинуть с места скалу с силой 1000 Н, да так и не сдвинул. Средний сын перетащил здоровенный камень на расстояние 100 м, прикладывая силу 700 Н в направлении движения. А младший сынок, Иван-дурак играючи перекатил камешек на расстояние 7,5 км, прилагая в направлении движения силу в 10 Н. Кто получит царство в наследство?

**13.18.\*** Сизиф несет тяжелое наказание за свое коварство и обман. Боги Олимпа обрекли его вечно вкатывать камень в гору. Мощность Сизифа 100 Вт. Сколько раз в неделю он успевает закатить камень массой 150 кг в гору высотой 300 м, если работает круглосуточно, без сна, отдыха и выходных?

**13.19.\*** С какой скоростью робот-болельщик команды «Металлолом» подбросит свою металлическую шапку массой 8,0 кг, когда любимая команда забивает гол, если в порыве радости он может подбросить ее на высоту 45 м?

На сколько подбрасываний хватит зарядки аккумуляторов робота-болельщика, имеющих запас энергии 1,0 кВт·ч? Успеет ли он разрядиться за время матча (90 мин.)?

**13.20.\*** Один умный, но хилый мальчик переделал сапоги-скороходы, до этого разгоняющие его до скорости 36 км/ч, в кеды-самопрыги. Какой результат по прыжкам в высоту ошеломил учителя физкультуры, если полезная работа, совершаемая волшебной обувью, осталась неизменной?

**13.21.\*** «Мало помалу добрались мы до самого великого из отшельников... Он был занят тем, чем занимался каждый день в течение вот уже двадцати лет подряд: то стремительно нагибался к своим ногам, то разгибался. Так он молился. Я подсчитал с часами в руке – за 24 минуты 46 секунд он отбил 1244 поклона. Жаль было, что такая энергия

кунд он отбил 1244 поклона. Жаль было, что такая энергия пропадает зря. Движение, которое он совершал, для механики – настоящий клад. Я отметил это в своей записной книжке, предполагая в будущем приспособить к нему систему мягких ремней и заставить его вертеть колесо швейной машины. Впоследствии я осуществил этот план, и отшельник превосходно работал целых пять лет». (*М. Твен, «Янки при дворе короля Артура»*)

Какова средняя мощность отшельника, если его масса 60 кг, а при поклоне центр его тяжести опускается на 10 см? Какую работу совершил отшельник за пять лет, если он работал в таком темпе без выходных по 10 ч в день?

**13.22.\*** «Положив великие труды, Александр Яковлевич снабдил все без исключения двери пружинами самых разнообразных систем и фасонов. Здесь были простейшие пружины в виде железной штанги. Были духовые пружины с медными цилиндрическими насосами. Были приборы на блоках со спускающимися увесистыми дробовыми мешочками...

Все эти цилиндры, пружины и противовесы обладали могучей силой. Двери захлопывались с такой же стремительностью, как дверцы мышеловок. От работы механизмов дрожал весь дом. Старухи с печальным писком спасались от набрасывающихся на них дверей, но убежать удавалось не всегда. Двери настигали беглянок и толкали их в спину, а сверху с глухим карканьем уже спускался противовес, пролетая мимо виска, как ядро».

(*И.Ильф и Е.Петров, «12 стульев»*)

Опишите возможное устройство вышеописанных механизмов (на пружине, духового и с противовесом), сделайте пояснительные рисунки. Рассмотрите превращение энергии в каждом из механизмов при открывании старушкой двери.

**13.23.\*** «Как качели ни качай – придет время, остановятся».

(*Тамильская пословица*)

Почему качели обязательно остановятся? Через какое время остановятся качели, на которых качается тамилец массой 70 кг, если в начальный момент времени они поднимаются на высоту 50 см относительно своего нижнего положения, а мощность сил сопротивления равна 5,0 Вт? Сколько времени надо качаться теплолюбивому тамильцу, чтобы воздух в комнате объемом  $100 \text{ м}^3$ , где установлены качели, нагрелся на  $10^\circ\text{C}$ ?

**13.24.\*** При словах «Сим-Сим, откройся» скала массой 60 т отодвигается за 1 мин и открывает проход шириной 4 м. Какова мощность электродвигателя, приводящего в движение скалу, если коэффициент трения скалы о поверхность земли 0,08?

При других громких звуках скала закрывается, а пещера объемом  $20000 \text{ м}^3$  начинает заполняться водой, которую тот же двигатель поднимает с глубины 8 м.

Сколько времени имеется у Али-Бабы, чтобы вспомнить пароль, после того как он нечаянно чихнул в пещере?

**13.25.\*** Терек воет, дик и злобен,

Меж утесистых громад,

Буре плач его подобен,

Слезы брызгами летят.

Но, по степи разбегаясь,

Он лукавый принял вид

И, приветливо ласкаясь,

Морю Каспию журчит...

*(М.Ю. Лермонтов)*

Объясните изменчивое поведение Терека с точки зрения закона Бернулли.

**13.26.\*** В рассказе В. Шукшина «Упорный» Моня изобретал вечный двигатель: «...без волнения толкнул колесо ногой. Почему-то охота было начать вечное движение непременно ногой. И привалился спиной к стене. И стал снисходительно смотреть, как крутится колесо, колесо покрутилось – покрутилось и стало. Моня потом раскручивал его уже руками... Подолгу – с изумлением, враждебно – смотрел на сверкающий спицами светлый круг колеса. Оно останавливалось. Моня сообразил, что не хватает противовеса. Надо же уравновесить желоб и груз! Уравновесил. Опять что есть силы раскручивал колесо, опять сидел над ним и ждал. Колесо останавливалось».

Почему Моне так и не удалось построить вечный двигатель? Какова потребляемая мощность «вечного двигателя», если двигатель «отказывается» работать через 20 часов, когда мешок с песком массой 50 кг опускается на 2 м?

**13.27.\*** В романе А. Кларка «Город и звезды» главный герой – Олвин нашел действующую машину, созданную древней цивилизацией, исчезнувшей миллионы лет назад: «...когда люди впервые научились сознательно использовать энергию и пустили по городам и весям свои лязгающие машины, пар, воду, ветер – все запрягли они в свою упряжку на некоторое время, а затем отказались от них.

На протяжении столетий энергия горения давала жизнь миру, но и она оказалась превзойдена, и с каждой такой переменной старые машины предавались забвению, а их место занимали новые. Очень медленно, в течение тысячелетий, люди приближались к идеальному воплощению машины – воплощению, которое когда-то было всего лишь мечтой, затем – отдаленной перспективой и, наконец реальностью:

**НИ ОДНА МАШИНА НЕ МОЖЕТ ИМЕТЬ ДВИЖУЩИХСЯ ЧАСТЕЙ.**

Это был идеал... Машина достигла своего логического завершения и отныне уже сама могла вечно поддерживать свое собственное существование, верно служа человеку».

Почему эволюция машин двигалась к уменьшению движущихся частей? На каком этапе пути совершенствование машин, описанном автором, находится современная цивилизация?

**13.28.\*** В повести Н.Гоголя «Вий» ведьма летает по церкви в гробу. Сколько заклинаний надо сказать ведьме массой 60 кг, чтобы гроб массой 40 кг поднял ее на высоту 3,9 м? Энергетическая ценность одного заклинания – 1300 Дж.

**13.29.\*** Сколько варенья надо съесть пятидесятикилограммовому Карлсону, чтобы взлететь на крышу дома 30-метровой высоты. Удельная теплота сгорания варенья 10 МДж/кг. КПД Карлсона при хорошем настроении 40%, при плохом – 15%.

**13.30а.\*** «Катапульту установили на большой плоскодонной барже, вместе с паровым котлом, баками с горючим и большим запасом камней...»

Ясон перебрался на баржу, проверил, прочно ли она стоит на якоре, и направил ее носом прямо на крепость. Пока давление пара поднималось, он нацелил центральную линию катапульты и проверил подъемный механизм...»

(Г. Гаррисон, «Моралист»)

Каким может быть устройство паровой катапульты?

**13.30б.\*** «Устройство было простым и прочным, и он надеялся на него. На платформе, которую можно было опускать и поднимать, находился большой паровой цилиндр с поршнем, он был напрямую связан с коротким плечом длинного рычага. Когда в цилиндр впускали пар, короткий, но очень сильный толчок поршня передавался на длинное плечо рычага. Оно поднималось и ударяло в обитую эластичными прокладками поперечную балку.

Тем временем груз, уложенный на конец рычага, устремлялся в воздух с огромной скоростью».

(Гарри Гаррисон. «Моралист»)

Какие превращения энергии происходят при выстреле из паровой катапульты?

**13.31.\*** Скатерть-самобранка готовит 5,0 литров борща за 1,0 минуту. Какова ее полезная мощность, если начальная температура холодной воды 10 °С, а при варке борща выкипает 100 г воды? Теплотой, затраченной на варку других компонентов борща, можно пренебречь.

## 14. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ТЕРМОДИНАМИКА

**14.1.** Объясните с точки зрения молекулярно-кинетической теории (МКТ), почему ложка дегтя в бочке меда портит вкус меда?

**14.2.** «Я не знаю вещества, более способного просачиваться всюду, чем керосин. Мы держали его на носу лодки, а он оттуда просачивался на другой конец, пропитывая своим запахом все, что попадалось ему на пути. Просачиваясь сквозь обшивку, он попадал в воду, портил воздух и небо, отравлял жизнь. Иногда дул северный керосиновый ветер, иногда – южный, иногда западный или восточный, но где бы он ни зарождался, к нам он прилетал, напоенный благоуханием керосина. По вечерам это благоухание уничтожало прелесть заката, а лучи месяца положительно источали керосин... Привязав лодку у моста, мы пошли прогуляться по городу, но ужасный запах преследовал нас. Казалось, весь город был им пропитан».

*(Джером К. Джером, «Трое в лодке, не считая собаки»)*

Благодаря какому физическому явлению, путешественники «наслаждались» запахом керосина?

**14.3.** «Как известно на Плутоне живут снеговики. Поймать их еще не удавалось, хотя их немало, любому гостю показывают издали. Почему снеговика трудно поймать? Потому что он двуликий. Живут снеговики на границе солнца и тени. Если за ними погонишься по теневой стороне, сразу перелетают на солнце и испаряются, взлетают облачком пара – только его и видели. А когда опасности нет, они пасутся себе в тени в виде сверкающих, почти прозрачных шаров из мелких замерзших кристаллов. Удивительное зрелище!»

*(Кир Булычев. «Миллион приключений»)*

Почему такой снеговик, испарившись, вряд ли после этого сможет вернуться обратно к кристаллическому состоянию?

**14.4.** «На мешке с солью и веревка соленая».

*(Корейская пословица)*

Почему веревка становится соленой? Когда веревка на мешке с солью быстрее станет соленой: внутри холодильника или на солнечном балконе?

**14.5.** В стране самых–самых маленьких лилипутов никогда не купаются, потому что они не могут после купания выбраться из воды. Почему?

**14.6.** «Они прошли мимо колючки, охранявшей лагерную пекарню от заключенных, мимо угла штабного барака, где, толстой проволокой подхваченный, висел на столбе обындевевший рельс; мимо другого столба, где в затишке, чтобы не показывал слишком низко, весь обметанный инеем, висел термометр. Если он показывал сорок один, не должны были выгонять на работу».

*(А. Солженицын, «Один день Ивана Денисовича»)*

Будут ли показания термометра «в затишке» отличаться от показаний термометра на ветру?

**14.7.** Перед Ясоном, космическим путешественником, героем повести Г. Гаррисона «Моралист», оказавшимся в рабовладельческом обществе на одной из планет, стояла сложная техническая задача: необходимо было снять с паровой машины тяжелый чугунный чехол, надетый на нее подобно перевернутому стакану. В распоряжении Ясона были следующие технические средства: бревна, металлические клинья, глубокая яма и нарезанный брусками лед. Как Ясон справился с задачей?

**14.8.** В повести Дж.Уайта «Космический госпиталь» работник космической станции, занимаясь уборкой, промочил одежду.

Как можно быстро высушить одежду в условиях открытого космоса?

**14.9.** «О’Мара протер тряпкой мокрые пятна на полу и швырнул тряпку в шлюз, уже наполовину заполненный водой. Ботинки и комбинезон тоже промокли, поэтому он и их кинул туда же, потом закрыл внутренний люк и открыл наружный. Вода вскипала, вырываясь в вакуум... О’Мара... извлек из шлюза свои ботинки, комбинезон и прочую одежду, успевшую полностью высохнуть».

(*Дж. Уайт*, «Космический госпиталь»)

Почему одежда очень быстро высохла в условиях вакуума? Почему вода закипела?

**14.10.** Ясон, главный герой повести Г. Гаррисона «Моралист», занимается техническим усовершенствованием примитивных паровых машин: «Когда он отвернул крышку большого цилиндра, то даже присвистнул от удивления, увидев огромные зазоры между стенками цилиндра и поршнем. В эти зазоры вполне проходили пальцы».

Как можно повысить КПД такой машины?

**14.11.** «Я рот открыл, увидев этот чрезвычайно примитивный двигатель. Да, я действительно попал в прошлое. Закорачивая какие-то провода, чтобы включить зажигание, Слэшер объяснил в ответ на мои вопросы:

– Называется двигатель внутреннего сгорания. Почти новый, где-то триста лошадиных сил.

Я наметил себе ознакомиться попозже с теорией внутреннего сгорания. Из беседы я понял, что лошадь – довольно крупное четвероногое. Должно быть, применяется процесс биоминиатюризации, чтобы поместить столько животных в одну машину. Впрочем, как ни примитивна была машина, двигалась она быстро».

(*Гарри Гаррисон*. Стальная Крыса спасает мир)

Почему герой не увидел внутри машины лошадей? Что имел в виду Слэшер, когда говорил о трехстах лошадиных силах? Какова мощность двигателя автомобиля в ваттах?

**14.12.** Татьяна пред окном стояла,

На стекла хладные дыша,  
Задумавшись, моя душа,  
Прелестным пальчиком писала  
На отуманенном стекле  
Заветный вензель О да Е.  
(А.С. Пушкин, «Евгений Онегин»)

Почему при дыхании на холодное стекло оно становится «отуманенным»?

**14.13.** «У меня есть способность поворачивать глаза так, что становится видна сущность вещей. Глянул я, к примеру, на оконную решетку и вижу – вся она состоит из крошечных смешных штучек, которые трясутся, бестолково топчутся на одном месте и вообще суетятся, будто верующие, собирающиеся к воскресной обедне. Теперь их, слышно, называют атомами. ...я начал строить из атомов, как из кирпичиков, нужные мне комбинации. Вначале, правда, я ошибся и превратил железную решетку в золотую, но тут же поправился и растворил ее в воздухе. Очутившись снаружи, я загнал атомы на старые места, и в окне опять возникла решетка».

(Г. Каттнер, «Сплошные неприятности»)

Можно ли, меняя комбинации атомов, построить из железной решетки золотую?

Какие частицы необходимо комбинировать, чтобы одно вещество превращать в другое?

\*\*\*

**14.14.** –То кто ты? Маг?

–Ученик мага. Я работаю в офисе Ночного Дозора.

–А что ты можешь делать? Покажи, я хочу проверить!

–Смотри.

Я протянул к нему руку. Егор остановился, пытаюсь понять, что происходит. Потом посмотрел на чашку.

От чая уже не шел пар. Чай похрустывал, превратившись в цилиндр мутно-коричневого льда со вмороженными чайинками.

–Ой,– сказал мальчик.

Термодинамика – самая простая часть управления материей. Я позволил броуновскому движению восстановиться, и лед вскипел. Егор вскрикнул, роняя чашку.

(Сергей Лукьяненко. Ночной дозор)

Какое движение остановил маг на самом деле?

**14.15.\*** С каждым ударом меча Геракл делил одну гидру на две. Сколько ударов меча должен сделать Геракл, чтобы получились гидры, состоящие только из одной молекулы? Начальная масса карликовой гидры 1 г. Считать, что гидра состоит из воды.

Сколько лет пришлось бы махать мечом Гераклу без сна и отдыха, если в секунду он успевает сделать один удар?

**14.16.\*** В повести Айзека Азимова «Фантастическое путешествие» подводная лодка и люди, находящиеся в ней, уменьшаются в размерах в миллион раз. Сразу после уменьшения лодки начинает наблюдаться сильная вибрация:

«Капитан Оуэнс! Почему судно вибрирует? У нас что-то не в порядке?» (А. Азимов, «Фантастическое путешествие»).

Как капитан объяснил происходящее явление?

**14.17.\*** «Макродемоны Вход и Выход, вместо того чтобы заниматься делом, дрожа от азарта и лихорадочно фосфоренцируя, резались в рулетку. На моих глазах забывший свои обязанности Вход сорвал банк примерно в семьдесят миллиардов молекул у забывшего свои обязанности Выхода».

(Аркадий и Борис Стругацкие, «Понедельник начинается в субботу»)

Определите перепад давления между сосудами, возникший в результате передачи выигранных молекул из сосуда, где сидит Выход, в емкость, где находится Вход. Объемы сосудов одинаковы и каждый Равен  $1\text{ см}^3$ , средняя температура в результате передачи молекул не меняется (так как демоны не выполняют свои прямые обязанности) и равна 300 К.

**14.18.\*** В романе Жюль Верна «Пять недель на воздушном шаре» есть такие строки: «Чтобы перелететь через гору, надо было подняться больше чем на три тысячи футов, для чего доктору пришлось повысить температуру газа лишь на восемнадцать градусов». Во сколько раз при этом изменился объем газа? Начальные условия полета шара: нормальное атмосферное давление и температура  $12^\circ\text{C}$ .

**14.19.\*** Главный герой романа Ж. Верна «Пять недель на воздушном шаре» придумал следующее устройство воздушного шара: «Он поместил одну оболочку меньших размеров в другой. Из одного шара в другой открывался клапан, дававший возможность при надобности соединять их между собой». Для спуска шара герой предлагает выпускать газ из внешней оболочки.

Что предлагает делать герой романа для подъема шара?

Можно ли найти другие способы для подъема и спуска шара, при которых не тратился бы газ?

**14.20.\*** Здоровое газообразное привидение имеет температуру  $10^\circ\text{C}$ , когда оно болеет, температура его повышается до  $40^\circ\text{C}$  при неизменном давлении. Во сколько раз объем больного привидения больше, чем здорового?

**14.21.\*** Изобариане, жители планеты Изобара, изобарно нагреваются в лучах жаркого полуденного солнца до  $57^\circ\text{C}$ , а холодной ночью изобарно охлаждаются до  $-53^\circ\text{C}$ . Во сколько раз меняется объем изобариани-



**14.30.\*** «Ветер снег съедает» (*народная примета*).

Объясните, куда исчезает снег на ветру?

**14.31.\*** Объясните с физической точки зрения народную примету: «Туман стелется утром по воде – к хорошей погоде; поднимается с воды вверх – к дождю».

**14.32.** Столбы дыма бесконечными лестницами подымались к небу.

Растопленные паровозы стояли готовые к выходу, обжигая холодные зимние облака кипящими облаками пара.

(*Б. Пастернак. Доктор Живаго*)

Из чего на самом деле состоят облака, вырывающиеся из «растопленных» паровозов?

**14.33.\*** «Шухов побежал к колодцу. Под спущенными, но не завязанными наушниками поламывало уши морозом. Сруб колодца был в толстой обледи, так что едва пролезало в дыру ведро. И веревка стояла колом. Рук не чувствуя, с дымящимся ведром Шухов вернулся в надзирательскую и сунул руки в колодезную воду. Потеплело». (*А. Солженицын, «Один день Ивана Денисовича»*)

Почему «веревка стояла колом»? Почему Шухову стало тепло, когда он опустил руки в холодную колодезную воду? Почему ведро на морозе «дымилось»?

**14.34.\*** Привидение состоит из воздуха при температуре 20°C с относительной влажностью 80%. Выпадет ли привидение в осадок, если его внезапно напугать так, чтобы оно изобарно расширилось в 1,04 раза?

**14.35.\*** В романе Аркадия и Бориса Стругацких «Путь на Амальтею» так описано попадание микрометеорита в космический корабль: «За спиной вдруг раздалось пронзительное «поук-пш-ш-ш-ш...». Он бросился спиной к стене и обернулся. В пустом коридоре стояло плотное облако белого пара, совершенно такое, как бывает, когда лопается баллон с жидким гелием. Шипение быстро смолкло. По коридору потянуло ледяным холодом, на потолке было видно небольшое черное пятно. Это были метеоритные пробоины, затянутые смолопластом. Вокруг пятен дрожали крупные капли осевшей влаги».

Объясните возникновение «пара» в космическом корабле.

**14.36.** В романе Фрэнка Герберта «Дюна» все действия разворачиваются на планете, которая состоит из одной большой пустыни. Вода является главной ценностью для местных жителей – фрименов, вся жизнь которых проходит в борьбе за воду. Автор так описывает наступление вечера:

«Со входов в пещеру уже сняли пластиковые клапаны-герметизаторы. Джессике было видно, как ползут по карнизу у входа и по котловине внизу вечерние тени. Чувствовалось, как уходит день, унося сухую жару. Она знала, что скоро ее тренированное восприятие даст ей

чувство, которое, несомненно, есть у фрименов – умение ощущать малейшие колебания влажности воздуха».

Зачем на входе в пещеру стоят пластиковые клапаны-герметизаторы? Что должны почувствовать фримены при наступлении ночи?

**14.37.** В романе Фрэнка Герберта «Дюна» описано устройство, которое позволяет жителям пустыни выращивать растения при острейшей нехватке воды:

«Каждое растение с особым бережением высажено в лунку, заполненную гладкими кусочками хромопласта яйцевидной формы. На свету они белеют. Если взглянуть с высоты, можно увидеть, как они блестят. Белый цвет отражает. Но когда Праотец-Солнце покидает небосклон, влагосборники в темноте вновь становятся прозрачными. И очень быстро остывают. Тогда на поверхности конденсируется влага из воздуха. Эта влага стекает на дно лунки, поддерживая жизнь растения».

Возможно ли подобное устройство влагосборника?

**14.38.\*** Почему у газообразного джинна при быстром взлете в верхние слои атмосферы сильно понижается температура, а при спуске в шахту – повышается? Как меняется объем джинна?

**14.39.\*** Главный герой романа Жюль Верна «Пять недель на воздушном шаре» ученый Фергюссон предлагает для подъема и снижения воздушного шара использовать расширение и сжатие газа, находящегося в оболочке. Каким образом это можно сделать?

**14.40.\*** Считая человека термодинамической системой, объясните следующие пословицы:

«Мороз не велик, да стоять не велит»;

«Подрожись, так и побежишь, кто подрожит, тот и побежит».

**14.41.\*** В рассказе А. Азимова «Хоровод» действие происходит на заброшенной станции, находящейся на солнечной стороне Меркурия:

«Длинный безвоздушный туннель, уходивший вдаль, напомнил Пауэлла об огромной работе, проделанной первой экспедицией с ее убогим снаряжением. Да, она окончилась неудачей, но эта неудача стоила много легкого успеха.

Пауэлл сказал:

– Смотри, эти туннели освещены, и температура здесь как на Земле...

– Каким же образом они этого добились?

– Дешевая энергия – самая дешевая во всей Солнечной системе. Изучение Солнца – здесь, на солнечной стороне Меркурия, – это не шутки. Вот почему они и построили станцию на открытом месте, а не в тени какой-нибудь горы. Это же огромный преобразователь энергии. Тепло преобразуется в электричество, свет, механическую работу и во все, что хочешь и одновременно с получением энергии станция охлаждается».

Какие превращения энергии происходят на станции? Почему станцию нельзя строить в тени? Нет ли противоречия в утверждении что «одновременно с получением энергии станция охлаждается», ведь получая энергию, станция должна нагреваться?

Предложите способ охлаждения станции.

**14.42.\*** Тело Кащея Бессмертного подчиняется законам идеального газа, и он черпает энергию при нагревании, сидя на электроплитке. Сколько времени Кащею надо греться на электрической плитке мощностью 2 кВт, чтобы совершить работу по подъему пленной царевны массой 55 кг на верх башни высотой 100 м так, чтобы температура Кащея на верхушке башни равнялась начальной температуре до посадки на плитку? Сам Кащей очень худ и имеет массу 5 кг.

**14.43.** Гарри Гаррисон в романе «Стальная крыса» так описывает атомный двигатель катера:

«Это был выдавший виды атомный теплообменник, простой, но довольно эффективный. Никаких подвижных деталей, он просто засасывал воду из озера, доводил ее до кипения и с силой выталкивал через другое отверстие. Работал он почти бесшумно...»

Каков КПД такого двигателя, если он выбрасывает пар при температуре  $100^{\circ}\text{C}$  со скоростью 70 м/с?

Удельная теплоемкость воды  $4200\text{ Дж/кг}^{\circ}\text{C}$ , а удельная теплота парообразования воды –  $2,3\text{ МДж/кг}$ . Начальная температура воды  $10^{\circ}\text{C}$ .

**14.44.\*** Колобок был сделан из теста с очень большим коэффициентом температурного расширения. Дед нагревал колобок подвешенным на нити, а баба ставила при нагревании его на кирпич. У кого колобок сильнее нагрелся, если дед и баба передали колобку одинаковое количество теплоты? Теплообменом колобка с окружающей средой следует пренебречь.

## 15. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

**15.1.** «Самый легкий путь получить электрический разряд – это погладить кота. Но не будете же вы снабжать целиком город электричеством, заставив миллион людей гладить миллион котиков!» (*Т. Годвин*, «Необходимость – мать изобретения»)

Объясните получение разряда при поглаживании кота? Почему автор считает нерациональным подобное получение электричества?

Можете ли вы назвать прибор (имеющийся в вашем физическом кабинете) с помощью которого получают электричество именно способом «поглаживания котиков»?

**15.2.** Аладдин поглубже запахнул полы своего единственного шелкового халата, обмотался в свой единственный шерстяной шарф и опустился в холодное подземелье, где нашел странную лампу: одна ее часть

была стеклянной, а другая сделана из янтаря. На лампе были написаны странные слова и символы:

лампа «+» → добрый джинн → три желания.

лампа «-» → злой джинн → 

Что должен сделать Аладдин?

\*\*\*\*

**15.3.\*** Старик Хоттабыч зарядил футбольный мячик и футболистов одноименным зарядом в  $10^{-4}$  Кл. На какое минимальное расстояние могут сблизиться футболисты с мячом, если он начинает катиться под действием силы в 1 Н? Как футболистам загнать мяч в ворота? Считать футболистов и мяч материальными точками.

**15.4.\*** Злая Баба-яга заколдовала Ивана Царевича так, что кисти его рук приобрели разноименные заряды по  $10^{-4}$  Кл. Какую силу вынужден постоянно прикладывать Иван, чтобы ходить, растопырив руки? Почему Иван Царевич боится сводить руки вместе?

**15.5.a.\*** Оказавшись в плену одного из кланов, владевших примитивным электрогенератором, Ясон, герой повести Гарри Гаррисона «Моралист», чтобы спасти свою жизнь, решил «сотворить чудо»:

«Не обращая внимание на зрителей, Ясон две трети банки покрыл снаружи и изнутри шероховатым оловянным листом. Затем он вырезал из гумы, резиноподобного материала с хорошим изолирующими свойствами, пробку и проделал в ней отверстие. Перссоны (правящая династия клана, владеющего секретами электричества – прим. А.У.) удивленно следили за тем, как он просунул в отверстие железный штырь и прикрепил к его длинному концу небольшую железную цепочку, а к короткому – железный шар.

– Готово! - объявил Ясон.

Какое устройство сделал Ясон?

**15.5b.\*** Ясон сделал лейденскую банку (конденсатор):

«– Внимание, – Ясон закрыл широкое отверстие банки пробкой так, чтобы железная цепочка оказалась ниже оловянного покрытия. – Это, – он указал на шар на верхнем конце стержня, – мы подносим к отрицательному полюсу вашего генератора, электричество по стержню и цепочке пойдет вниз и соберется в оловянной оболочке. Генератор будет работать, пока банка не наполнится, а затем мы разъединим их. Банка удержит электрический заряд, и мы используем его, чтобы зажечь лампу. Понятно?

– Остановите генератор. Аккумулятор заполнен до краев священной силой электричества. – Он пододвинул демонстрационный прибор, который заранее изготовил, – ряд грубых ламп накаливания, соединенных параллельно. Электричества в лейденской банке должно хватить на то,

чтобы преодолеть сопротивление угольных стержней и раскалить их добела».

(Г. Гаррисон, «Моралист»)

- Может ли при разряде лейденской банки, ошибочно названной аккумулятором, загореться ряд угольных стержней?

**15.6.\*** Гулливер попал в страну великанов и оказался внутри гигантского заряженного плоского конденсатора, пластины которого расположены горизонтально. Что мог при этом наблюдать и чувствовать Гулливер? Можно ли в реальности оказаться в похожих условиях?

**15.7.\*** «Каждый (охранник – прим А.У.) был вооружен универсальной винтовкой системы «Гаусс» - жуткое оружие. Эти винтовки снабжены электробатарейми огромной емкости. При нажатии на спусковой крючок в канале ствола создается сильное магнитное поле, которое разгоняет заряд не хуже любого патрона взрывного действия. У такой винтовки есть несколько преимуществ: высокий темп стрельбы, возможность стрелять практически бесшумно и любым типом зарядов – от отравленных игл до разрывных пуль».

(Гарри Гаррисон. Месть Стальной Крысы)

Какой емкости необходим конденсатор в этом фантастическом оружии, чтобы пулю массой 10 г разогнать до скорости 800 м/с? Какой электрический заряд тратится при каждом выстреле? КПД такой винтовки будем считать равным 50%. Создаваемое между обкладками конденсатора напряжение – 5 кВ.

**15.8.\*** «Здесь случайно записаны, как утверждает защита, звуки случившейся трагедии, – сказал доктор Ватсон, заряжая пленку в магнитофон – из этой записи следует, что убитый покончил с собой, а обвиняемый пытался ему помешать это сделать.

Когда запись закончилась, Шерлок Холмс спросил:

- На записи были слышны раскаты – это были звуки грома?–
- Да, – кивнул Ватсон.
- Судя по звукам, это была очень сильная гроза. – заметил Холмс.
- Наверное – пожал плечами Ватсон.
- А другие звуки – это звуки дождя? – снова спросил Холмс.
- Да! – чуть не закричал Ватсон. – Но какое это имеет значение?
- Судя по звукам, это был очень мелкий дождь. – не обращая на раздражение Ватсона, задумчиво произнес сыщик.
- Ну и что? – чуть не плача спросил Ватсон.
- А то, что эта запись – подделка! – ответил Шерлок Холмс».

Почему Шерлок Холмс решил, что запись подделана?

## **16. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ЗАКОНЫ ОМА**

**16.1.** На планете Электра отдельными тучами живут комары и комарики, заряженные одинаковыми по модулю зарядами в 1 нКл и противоположными по знаку.

Обычно комары хаотично толкаются в воздухе и двигаются в определенном направлении только тогда, когда начинает дуть ветер. Какая сила тока будет протекать через площадь в  $1 \text{ м}^2$ , поставленную перпендикулярно направлению ветра? Скорость ветра равна 3 м/с, концентрация комаров 50 шт/дм<sup>3</sup>.

Какой будет сила тока, если комары и комарики равномерно перемешаются в пространстве?

Что в предложенной аналогии движения комаров на ветру с движением заряженных частиц в электрическом поле играет роль электрического поля? В чем неточность подобной аналогии?

**16.2.** «Снимите иллюзию с магических предметов!...

И домик чуть-чуть изменился.

Вместо чайника на столе оказалась маленькая березовая кадлушка. Из кадлушки шел пар. Телевизор, впрочем, остался – но провод не тянулся к несуществующей розетке, а был воткнут в большой бурый помидор.

– Оригинально, – кивая на телевизор, заметил я. – И часто приходится менять овощи?

– Помидоры – каждый день, – пожалала плечами ведьма. – Кочан капусты два-три дня работает».

(Сергей Лукьяненко. Сумеречный дозор)

Можно ли в действительности овощи использовать в качестве источников тока?

**16.3.** «Энсон Хэррис сказал Димитресту:

– Я не намерен выливать горячее.

Димитрест понял ход мыслей Хэрриса и утвердительно кивнул. Даже если им удастся довести самолет до аэропорта, посадка неизбежно будет трудной и опасной из-за большого запаса горючего, которое они должны были израсходовать в полете до Рима. Тем не менее, при наличии повреждения (на борту самолета произошел взрыв – прим. А.У.) выливать горячее еще рискованнее». (А. Хейли, «Аэропорт»)

Почему рискованно в полете выливать горячее из поврежденного взрывом самолета?

**16.4.** Змей Горыныч имеет три головы на шеях одинаковой толщины. Электрическое сопротивление первой – 500 Ом, второй – 1000 Ом, третьей – 2000 Ом. Вторая голова имеет шею длиной 5 м. Какова длина остальных шей дракона?

**16.5.** Турист, которому мешали спать различные насекомые в его палатке, включил устройство из четырех нагревательных элементов, соединенных по следующей схеме:

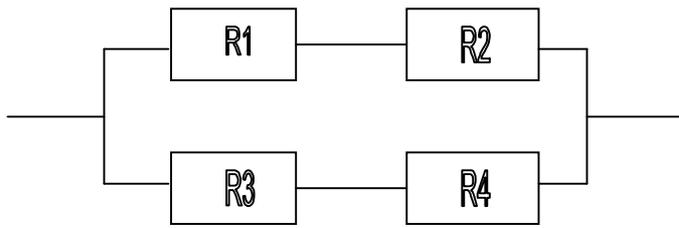


рис.1

На первый элемент он положил пластинку «Фумитокс» от тараканов, на второй – от комаров, на третий – от мух и на четвертый – от мошек. В какой последовательности будут гибнуть вредные насекомые, если

$$R_1=R_4=2R_3, \quad R_2=4R_3.$$

**16.6.** Три поросенка купили по электрическому чайнику. Чайник Ниф-Нифа имеет мощность 5 Вт, у Наф-Нафа – 50 Вт, у Нуф-Нуфа 1200 Вт. Чей чайник более выгоден экономически?

\*\*\*\*

**16.7.\*** В шахматном королевстве все клетки под индексом «1» имеют потенциал 1 В, под индексом «2» – 2 В и т.д. Чему равна разность потенциалов между точками а1 и а4; а1 и в4; с4 и а7; е8 и с3? Какие клетки являются эквипотенциальными к клетке d2? На сколько вольт может меняться потенциал поля коня, пешки, ферзя?

**16.8.\*** В чудесной лавке волшебных предметов имеется недорогой подарочный комплект под названием «Бесконечная энергия», в который входит электростатическое поле, силовые линии которого замкнуты, и заряженная частица. В чем заключается «изюминка» такого подарка?

**16.9.\*** «Вышедший из строя зуб (у робота – прим. А.У.) вызывал не только порчу рта. Короткое замыкание в зубе нарушало нормальное функционирование мозга и выводило из строя весь организм.

Диллингэм очистил пылесосом рот от песка и заглянул внутрь, Один из зубов светился и был горячим на ощупь. Болезненное жужжание вызывалось высокой температурой. Исследование с помощью тончайших инструментов подтвердило первоначальный диагноз: короткое замыкание...»

(П. Энтони, «Не кто иной, как я...»)

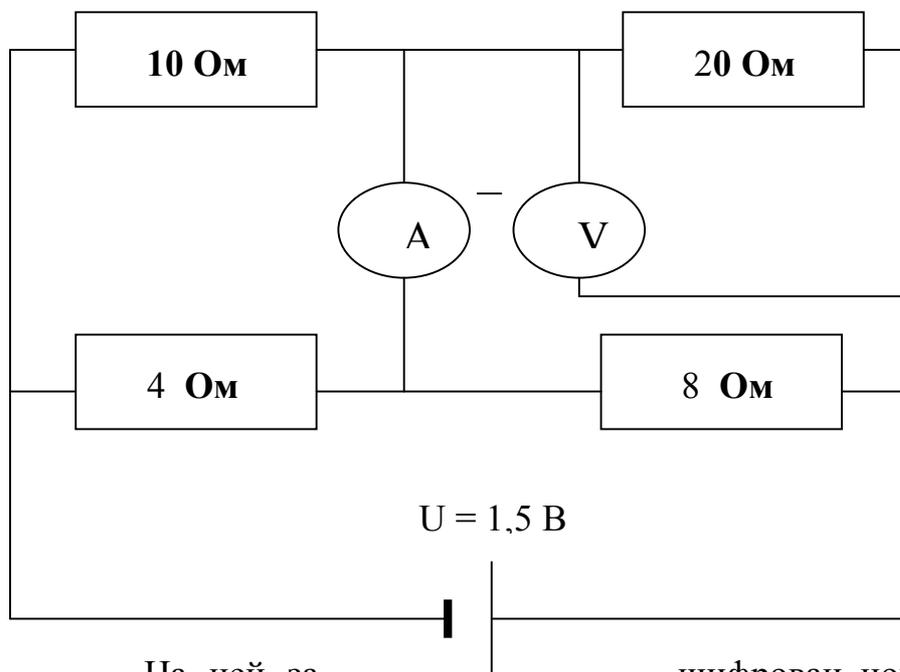
Почему зуб нагрелся? Почему короткое замыкание в зубе выводит из строя весь организм? Почему понижается напряжение на мозг, если цепи зубов и мозга соединены параллельно?

**16.10.\*** Жители планеты живых аккумуляторов рождаются с нулевым ЭДС между кистями рук и внутренним сопротивлением между ними 3 Ом. С каждым годом сопротивление возрастает на 1 Ом, а ЭДС на 1 В. Какой ток протекает через годовалого ребенка, если он соединит свои руки? Через столетнего старца? Предложите способ определения возраста этих жителей.

Какой ток протекает по хороводу из 10 отроков 15 лет, если все они будут стоять лицом к центру хоровода? Если четверо из них будут стоять лицом от центра?

**16.11.\*** На сколько градусов нагреется житель планеты живых аккумуляторов (см. предыдущую задачу) 20 лет от роду, если сцепит свои руки на 30 мин? Теплоемкость юного аккумулятора 200 000 Дж/ К.

**16.12.\*** Шерлоку Холмсу попала следующая схема:



На ней за-  
это номер?

шифрован номер телефона. Какой

**16.13.\*** «— Видите, друзья мои, это в основном сосуды, изготовленные из бронзы. Вот фотография одного из них — таким мы его нашли. Он так окислился, что кажется просто бесформенным комком. А теперь взгляните на изображение этого сосуда после реставрации.

— А вы уверены, что это тот же сосуд? — спросил Стэплз. — штука на втором снимке будто только что вышла из мастерской.

— Ха-ха. Это крайне остроумно. Тот же сосуд, тот же самый! Мы поместили его в электролизную ванну, присоединили к одному из полюсов и пропустили электрический ток, и все атомы олова и меди вернулись на свои места. Результат превосходен, не правда ли?»

(Л. Спрэг де Камп, «Такая работа»)

Можно ли подобным образом восстановить бронзовую вазу?

**16.14.\*** Борман кипятил чай на электрической плитке, Мюллер кипятил чай на двух таких плитках, соединенных последовательно, Штирлиц кипятил чай на плитке со спиралью, укороченной в два раза по отношению к спирали плитки Бормана.

Кто пришел с докладом первый после чаепития, а кто опоздал на прием, если Борман пришел вовремя?

**16.15.\*** Американец, живший в 19 веке, оказался в средневековой Британии шестого века при дворе короля Артура. Чтобы получить пост придворного волшебника он сотворил «чудо» уничтожения башни молни-

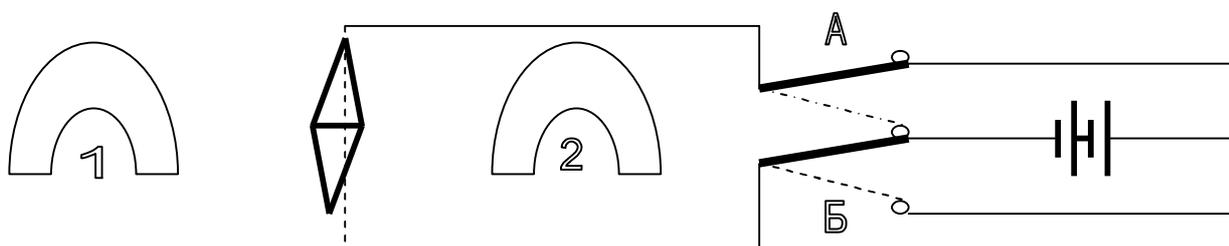
ей: «Тем временем гроза подошла совсем близко; ...кругом было темно, как в шахте, иногда вспыхивала молния... Я трижды взмахнул руками, раздался оглушительный грохот; произошло нечто вроде извержения вулкана; обломки старой башни взлетели к небу».

(М. Твен, «Янки при дворе короля Артура»)

С помощью какого устройства догадливый американец взорвал башню?

## 17. СИЛА ЛОРЕНЦА, СИЛА АМПЕРА. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

17.1. В лабиринте, где дорога разветвляется, на полу находится магнитная стрелка. Под полом проложен проводник, как показано на рисунке, соединенный с ключом. Если поместить ключ в положение А, то стрелка северным полюсом покажет направление выхода из лабиринта, а если поместить ключ в положение Б, то стрелка покажет путь к Минотавру. Какой из путей ведет к свободе, а какой на рога Минотавра?



17.2. В повести Гарри Гаррисона «Моралист» героя повести Ясона привели в волшебный храм электричества, принадлежавший одному из кланов планеты, находившейся на уровне рабовладельческого строя: «Вращающийся стержень проходил в помещение сквозь дальнюю стену – его, несомненно, приводили в движение рабы. Он был связан системой ремней и шкивов с грубой и уродливой машиной, которая скрипела и дрожала, заставляя дрожать все вокруг.

Последний шкив, похожий на колесо телеги, был прикреплен к большому деревянному стержню, вращавшемуся с поразительной скоростью. Скорость падала, когда один из ремней соскакивал, что, по-видимому, происходило постоянно... Ясон успел заметить железные кольца, усеянные V-образными кусочками железа и укрепленные вдоль всего стержня. Под сводом имелась клетка из множества перепутанных проводов. Все это походило на иллюстрацию к книге «Первые шаги электричества».

– Разве твоя душа не трепещет от страха перед этими чудесами? – спросил Хертуг (глава клана – прим. А.У.), заметив, что у Ясона от удивленного отвалилась челюсть и округлились глаза».

Что за устройство находилось в храме? Что представляли из себя «V-образные кусочки железа», и зачем они были нужны?

**17.3а.** Ясона, главного героя повести Г. Гаррисона «Моралист», привели в храм со священной машиной:

«Ясон принялся осматривать большое нескладное устройство в дальнем конце зала...

– Думаю, это священное чудо – ваш телеграф.

Правильно, – благоговейно ответил Хертуг.

Ясон вздрогнул. Медные провода, что свисали с потолка, оказались неуклюжей обмоткой электромагнита, рядом располагался железный штырь маятника... Острая металлическая игла на конце маятника касалась покрытой воском медной полосы».

Объясните, как может действовать такой телеграф?

**17.3б.** «Проходя через электромагнит, ток притягивал стержень. При отсутствии тока маятник возвращался в прежнее положение...

При раскачивании маятника игла оставляла на воске вертикальные штрихи. Пока Ясон рассматривал устройство, скрипучий механизм ожил. Электромагнит зажужжал, маятник качнулся, игла чиркнула по восковому покрытию, веревка, привязанная к середине медной полосы, потянула ее вперед.

Полосы, содержащие послания, тут же окунали в красную краску. Она сбегала с восковой поверхности, задерживаясь лишь в царапинах...

«Б» вторая буква алфавита обозначается двумя чертами, «В» – третья, это все еще просто, но когда дело доходит до «Ц», требуется двадцать три удара маятника...

Трудно было придумать более медленный, громоздкий и неуклюжий способ передачи информации».

Каким образом Ясон предложил усовершенствовать систему сигналов?

**17.4.** Из пасти левой головы Змея Горыныча извергается пламя, состоящее из отрицательно заряженных ионов, а из пасти правой головы – пламя, состоящее исключительно из положительных ионов. Каким образом средняя голова, координирующая точность огнеметания, должна скорректировать стрельбу боевых голов, чтобы спалить соломенное чучело прямо по курсу, если Змей находится в сильном магнитном поле, вектор индукции которого направлен вертикально вверх?

\*\*\*

**17.5.\*** «Истекал двухсотый год новой эры... В продолжение последних тридцати лет много тысяч техников, инженеров, астрономов, математиков, архитекторов и других ученых, специалистов самоотверженно ра-

ботали над осуществлением самой вдохновенной, самой героической идеи XX века. Они решили обратить земной шар в гигантскую электромагнитную катушку и для этого обмотали его с севера до юга спиралью из стального, одетого в гуттаперчу троса, длиной около четырех миллиардов километров. На обоих полюсах они воздвигли электроприемники необычайной мощности, наконец, соединили между собой все уголки земли бесчисленным множеством проводов... Неистощимая магнитная сила земли привела в движение все фабрики, заводы, земледельческие машины, железные дороги и пароходы. Она осветила все улицы и все дома и обогрела все жилые помещения.

Она стерла с лица земли безобразные дымовые трубы, отравляющие воздух».

(А. Куприн, «Гост»)

В чем заключается ошибка предложенного проекта?

**17.6.\*** Два жука как-то раз пролетали внутри катушки с постоянным током. Один из них был молодой жук, а другой имел протезный дюралюминиевый панцирь. Только ли из-за старости второй жук вылетел из катушки намного позже своего резвого товарища?

**17.7.\*** В повести С. Лема «Непобедимый» для защиты от роботов, уничтожающих людей посредством действия на мозг мощными переменными магнитными полями, было предложено «экранировать людей, надевая металлические шлемы, которые уничтожают воздействие магнитного поля». Почему физики звездолета отвергли эту разумную идею?

**17.8.\*** Робот модели 2005-РЧ (робот человекообразный) имеет индуктивность мозга 0,2 Гн. Почему усовершенствованный робот, индуктивность которого 1,9 Гн, был назван 2006-РЧТ (робот человекообразный, тугодум), если известно, что скорость его мышления зависит от скорости изменения силы тока?

**17.9.\*** «Они покинули Эрли в небольшом экипаже, который назывался мобилем. Экипаж этот парил над поверхностью Земли всего в нескольких дюймах, и, хотя не было ни малейших признаков направляющего стержня, Хилвар оговорился, что такие вот машины в состоянии двигаться только по определенным маршрутам... их экипаж, беззвучный, точно призрак, скользил по слегка всхолмленным равнинам, змейкой лавировал среди деревьев леса, ни на дюйм не отклоняясь от своей невидимой колеи».

(А. Кларк, «Город и звезды»)

Каким может быть принцип движения такого «мобиля»?

## **18. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

**18.1.** Вдали по равнине справа налево катился чистенький желто-синий поезд, сильно уменьшенный расстоянием. Вдруг они заметили, что

он остановился. Над паровозом взвились белые клубочки пара. Немного спустя пришли его тревожные свистки.

*(Б. Пастернак. Доктор Живаго)*

Почему свистки становятся слышны не сразу, а через некоторое время?

**18.2.** В своем романе «Война и мир» Л.Н. Толстой так описывает пушечную пальбу на Бородинском поле: «Пуфф! – вдруг виднелся круглый, плотный, играющий лиловым, серым и молочно-белым цветами дым, и бумм! – раздавался через секунду звук этого дыма.

«Пуф-пуф» – поднимались два дыма, толкаясь и сливаясь; и «бум-бум» – подтверждали звуки то, что видел глаз».

Почему звук раздавался через некоторое время после выстрела? На каком расстоянии от наблюдателя стреляли пушки? Скорость звука в воздухе считать равной 340 м/с.

**18.3.** Шерлок Холмс, наблюдая за собакой Баскервилей в бинокль, заметил, что она начинает выть как только полностью вылезает из конуры, а звук доходит только через 5 с. Сыщик тут же определил расстояние до конуры. Чему оно равно? Скорость звука в воздухе 340 м/с.

**18.4.** «Оттого телега запела, что давно дегтю не ела».

*(Русская пословица)*

Почему телега «поет»?

**18.5.** Сладкоголосый Орфей поет во всем частотном диапазоне чувствительности человеческого уха – от 20 Гц до 20 кГц. Волны какой длины услаждают слух его товарищей?

Скорость звука в воздухе 340 м/с.

**18.6.** «Ударь кулаком в стол: ножницы отзовутся».

*(Русская пословица)*

Через какое время «отзовутся» ножницы, если длина стола 2 м, а скорость звука в дереве 5 км/с?

**18.7.** Кроме умения громко свистеть, Соловей-разбойник обладает удивительно чувствительным слухом. Почему даже в абсолютной темноте Соловей-разбойник при ходьбе не налетает в лесу на деревья?

**18.8.** «Летучая мышь и в темноте видит».

*(Тамильская пословица)*

Видит ли на самом деле летучая мышь в абсолютной темноте?

**18.9.** Я ученый малый, милая,

громыханья оставьте ваши.

Если молния меня не убила –

то гром мне,

ей-богу, не страшен.

*(В. Маяковский)*

Какова природа грома и почему он не страшен автору?

**18.10.** Пронесят девоньки крохотные шумейки,

Ящики гула несет грузовоз.  
Рысак прошуршит в клетчатой тунике.  
Трамвай расплещет перекааты гроз.  
(В. Маяковский)

Какой из звуков обладает наибольшей амплитудой, а какой – наименьшей?

Почему автор называет эти звуки шумом?

**18.11.** В «Молоте ведьм», написанном в XV веке монахами Я.Шпренгером и Г. Инститорисом, так объясняется возникновение звука: «...так как материя сама по себе способна к звучанию, то она, если ее ударить каким-либо звучащим инструментом, издает звук, сообразный величине тела, который отражается в воздухе».

В чем заключаются ошибки средневековых монахов? Сформулируйте условия, которые необходимы для «звучания». Подтвердите свои заключения экспериментально.

**18.12.** В романе В. Гюго «Собор Парижской богородицы» описан звон большого соборного колокола: «Исполинская медная капсула начала медленно раскачиваться... Первый удар медного языка о внутренние стенки колокола сотрясал балки, на которых он висел. Квазимодо, казалось, вибрировал вместе с колоколом.

...Колокол раскачивался все быстрее... Наконец начинался великий звон; вся башня дрожала: балки, водосточные желоба, каменные плиты – все, от свай фундамента и до увенчивающих башню трилистников, гудело одновременно. Разнужданный, яростный колокол разверзал то над одним просветом башни, то над другим свою бронзовую пасть, откуда вырывалось дыхание бури, распространявшееся на четыре лье кругом».

Почему строение собора начинает вибрировать только тогда, когда колокол начинает звонить, а не тогда, когда его начинают раскачивать?

**18.13.** «Голос у Клавдии Ивановны был такой силы и густоты, что ему позавидовал бы Ричард Львиное Сердце, от крика которого, как известно, приседали кони».

(И.Ильф и Е.Петров. «12 стульев»)

Амплитуда каких звуковых колебаний больше: голоса Клавдии Ивановны или крика Ричарда Львиное Сердце?

**18.14.** «Поезд прыгал на стрелках... Внезапно грохот усилился. Поезд вкатился в коридор между порожними составами и щелкая, как турникет, стал пересчитывать вагоны».

(И.Ильф и Е.Петров. 12 стульев)

Почему звук усиливается, когда поезд проезжает мимо другого состава? Почему от пустого состава отзвук громче, чем от груженого?

**18.15.** В романе Ж. Верна «Двадцать тысяч лье под водой» управление подводным кораблем «Наутилусом» осуществляется из командирской рубки, закрытой прозрачной хрустальной сферой, выдерживающей ог-

ромное давление. Путь впереди освещается под водой мощными прожекторами.

Почему в современных лодках подобный способ не применяется? Как ориентируется под водой современная подводная лодка?

**18.16.** Джо (робот – прим. А.У.) не отвечал. Невыносимо скрипучим истощенным голосом он напевал какую-то песню без слов. Некоторое время Гэллегер терпел... – Да замолчи ты! – не выдержал он наконец. – Все равно что древний поезд метро на повороте.

- Ты просто завидуешь, – поддел его Джо, но послушно перешел на ультразвуковую тональность. С полминуты стояла тишина. Потом во всей округе взвыли собаки».

(Г. Каттнер, «Робот-заснайка»)

Почему собаки завыли?

\*\*\*\*

**18.17.\*** Две сирены, находясь на двух рядом расположенных скалах когерентно и противофазно поют в инфразвуковом диапазоне, воздействуя на мозговые ритмы человека и сводят его с ума. Как проплыть между этими скалами?

**18.18.\*** Шерлок Холмс, имея тонкий музыкальный слух, заметил, что когда дилижанс едет в сторону болота, вой собаки Баскервилей имеет частоту 10,2 кГц, а когда от болота – частоту 10 кГц ровно. Шерлок Холмс сразу определил скорость дилижанса. Какой она была? Скорость звука в воздухе 340 м/с.

**18.19.\*** Вместо утренней зарядки Тарзан качается на лиане и делает 100 колебаний. Сколько времени он тратит на это полезное занятие, если длина лианы 9 м?

**18.20.\*** Крокодил Гена качался на качелях. Как изменился период колебаний качелей, если на них еще уселся Чебурашка? Считать Чебурашку и Крокодила Гену материальными точками.

**18.21.\*** Чебурашка качался на качелях. Как изменился период колебаний качелей, если на них еще уселся Крокодил Гена? Считать, что длина крокодила соизмерима с длиной качелей.

**18.22.\*** Коту Матроскину необходимо измерить площадь пола в коровнике. Как он может это сделать, имея часы с секундной стрелкой и кеды дяди Федора неизвестного размера на длинном шнурке?

Попробуйте экспериментально определить площадь коридора в вашем доме, как кот Матроскин. С помощью измерительной линейки определите погрешность измерений, произведенных умным животным.

**18.23.\*** «Поскольку Луна не имеет ни атмосферы, ни ионосферы, радиосвязь там поддерживается с помощью ультракоротких волн. С этой целью там построены линии, сходные с радиорелейными.»

Так С.Лем описывает связь с лунной станцией «Менделеев».

Почему отсутствие ионосферы не позволяет осуществлять связь на коротких волнах? Зачем радиорелейные линии для осуществления связи на УКВ?

**18.24.\*** Лягушонок Кузя попал в кринку из-под сметаны и катается по ее дну сферической формы радиусом 25 см вверх и вниз без трения. Для превращения остатков сметаны в масло необходимо 800 полных колебаний Кузи в кринке. Через какое время можно подавать к столу масло?

**18.25.\*** Разговор в звуковом диапазоне между двумя роботами на внешней звуконепроводящей обшивке звездолета, летящего в межзвездном пространстве (по мотивам фильма Дж. Лукаса «Звездные войны»).

Первый робот: «Слушай, а если имперский корабль взорвется, мы услышим этот взрыв?»

Второй робот: ...

Что ответил второй робот на вопрос своего электронного товарища?

## 19. ОПТИКА

**19.1.** «На реку было больно смотреть. Она отливала на солнце, вгибаясь и выгибаясь, как лист железа. Вдруг она пошла складками. С этого берега на тот поплыл тяжелый паром с лошадьми, телегами, бабами и мужиками.

(*Б. Пастернак. Доктор Живаго*)

Почему на реку было больно смотреть? Почему когда начинает плыть паром, ровный блеск поверхности воды исчезает?

**19.2.** Если на горгону Медузу можно смотреть только через отражение в зеркале, нельзя ли для поединка с ней придумать оптическую систему, более удобную, чем до блеска начищенный щит Персея?

**19.3.** «В один благоприятный момент позвала Малика (принцесса – прим. А.У.) живописца и, спрятавшись за занавесом, молвила:

-Ты хвалился, что можешь написать Луну, сокрытую тучами. А сумеешь ли ты изобразить меня, не видя моего лица?»

(*Из персидской сказки, «Семь приключений Хатема»*)

Что ответил живописец?

**19.4.** Особенность мечей космических рыцарей – Джедаев из фильма Дж. Лукаса «Звездные войны» заключается в том, что металлическое острие в них заменяет каким-то образом ограниченный по длине луч лазера. Какие особенности такого меча должен учитывать Джедай, чтобы, сидя в лодке, поразить находящегося под водой врага?

**19.5.** В книге Дж. К. Ролинг «Гарри Поттер и Тайная комната» Гарри нашел страницу, вырванную из старой книги, в которой было написано: «Даден ему (Василиску – прим. А.У.) взгляд убийственный, так что ежели кто с ним очами встретится, тотчас примет кончину скорую и в му-

ках великих». Как Гарри объяснил, почему окаменели, но не погибли его друзья: Колин, рядом с которым нашли расплавленный фотоаппарат (зеркальный – прим. А.У.), и Гермiona, рядом с которой лежало зеркальце?

**19.6.** Как известно, вампиры не отражаются в зеркале. Предложите способ распознавания вампиров, чтобы вахтер смог определить вурдалака при входе и не пустить его внутрь здания.

**19.7.** Почему вампира нельзя рассмотреть в бинокль или стереотрубу?

**19.8.** Почему при фотографировании непросветленной оптикой изображение вампира всегда получается лучше, чем изображение простого смертного?

**19.9.** Емеля пытается бадьей поймать щуку, чтобы загадывать ей желания и решать все жизненные проблемы. Щуку он видит под углом  $\alpha \neq 90^\circ$  к поверхности воды. Почему каждый раз он вытаскивает пустую бадью, и какие ему надо внести коррективы в свои действия, чтобы оставшуюся жизнь кататься на печи?

**19.10.** «Если бы тени предметов зависели не от величины сих последних, а имели бы свой произвольный рост, то, может быть, вскоре не осталось бы на всем земном шаре ни одного светлого места».

*(Козьма Прутков)*

От чего зависит величина тени? Какой максимальной может быть длина тени на Земле от предмета высотой 1 м? Землю считать идеально круглой, а поглощение света атмосферой не учитывать.

**19.11.** «По собственной тени рост не меряй».

*(Узбекская пословица)*

Можно ли измерить свой рост по собственной тени, если у вас имеется метровая линейка с сантиметровыми делениями?

**19.12.** Почему человек-невидимка никогда не сможет стать властелином мира, а наоборот, обречен на гибель?

**19.13.** Почему человек-невидимка, невидимый в воздухе, будет виден в воде?

**19.14.** Кашей Бессмертный, приговаривая: «Глаз – алмаз!» изготовил себе алмазный глаз, имеющий геометрические размеры человеческого глаза. Как изменилось зрение Кошечки, вполне нормальное до операции?

**19.15.** В повести Аркадия и Бориса Стругацких «Понедельник начинается в субботу» младший научный сотрудник Привалов, желая помыться, достал из колодца воду: «Бадья показалась мне очень тяжелой. Когда я поставил ее на сруб, из воды высунулась огромная щучья голова, зеленая и вся какая-то замшелая. Я отскочил.

– Ой, кто это? – испугалась щука. – Не вижу я: старая. Да и коэффициент преломления в воздухе, говорят, совсем другой. Воздушные очки было себе заказала, да потеряла, не найду...»

Близорукостью или дальновзоркостью страдает щука на воздухе? Что могли представлять из себя утерянные «воздушные очки», если учесть, что водолаз под водой обладает нормальным зрением, если между глазами и водой существует воздушная «прослойка» маски?

**19.16.** Человек, надевший шапку-невидимку, становится невидимым не сразу, а постепенно, причем превращение в невидимку начинается с восточной стороны. Предложите способ использования шапки-невидимки для исследования дна водоемов с непрозрачной водой, глубина которых меньше вашего роста. Придумайте другие возможности технического использования шапки-невидимки.

**19.17.** В повести Ж. Верна «Путешествия капитана Гаттераса» путешественники оказались без огня в условиях сильного мороза:

« – У нас нет даже подзорной трубы, с которой мы могли бы снять чечевицу (собирающую линзу – прим. А.У.) и добыть огня.

- Знаю, – ответил доктор, – и очень жаль, что нет: солнечные лучи достаточно сильны, чтобы зажечь трут.
- Что делать, придется утолить голод сырой медвежатиной, – заметил Гаттерас.
- Да, – задумчиво проговорил доктор, – в крайнем случае. Но отчего бы нам не ...
- Что вы задумали? – любопытствовал Гаттерас.
- Мне пришла в голову мысль...
- Мысль? – воскликнул боцман. – Если вам пришла мысль, значит, мы спасены!»

Каким образом доктор может получить огонь в морозный, но солнечный день?

**19.18.** «Фарамант открыл зеленую сумку, и там оказалась куча зеленых очков всевозможных размеров. Все путники... оказались в очках, которые Страж Ворот закрыл на затылке крошечными замочками.

Блеск Изумрудного города ослепил путников, хотя глаза их были защищены очками. По бокам улицы возвышались великолепные дома из зеленого мрамора. Жители города были в зеленой одежде, и кожа их отливала смугло-зеленоватым оттенком. Все было зеленого цвета в Изумрудном городе, и даже солнце светило зелеными лучами».

(А. Волков, «Волшебник изумрудного города»)

Почему в Изумрудном городе все предметы кажутся зелеными?

**19.19.** «И Рон нажал крошечную серебряную кнопку на приборной доске. Фордик растаял в воздухе, и они вместе с ним. Гарри чувствовал, как под ним вибрирует сиденье, слышал звук двигателя, ладонями ощущал коленки, переносицей – очки; судя по всему, он превратился в пару зрачков, парящих в двух метрах над землей в малопривлекательном переулке, заставленном машинами».

(Дж. К. Ролинг, «Гарри Поттер и Тайная комната»)

Почему зрачки не сделались невидимыми?

\*\*\*\*

**19.20.** На какой максимальной глубине джедай может поразить врага лазерным мечом (см. задачу 19.4)? Лазерное острие меча имеет длину 1,5 м, погружается в воду под углом  $60^\circ$  к поверхности воды так, что ручка меча остается на поверхности. Показатель преломления воды считать равным 1,3.

**19.21.\*** Царевна-лягушка хочет выйти замуж за Ивана Царевича. Каким должен быть диаметр листа кувшинки, под которым лягушка может спрятаться на дне от других женихов? Глубина воды в болоте 50 см.

**19.22.\*** «Темнее черного цвета нет».

(Персидская пословица)

Почему черный цвет является самым темным?

**19.23.\*** «Ночь-то темна, лошадь-то черна: еду, еду, да пощупаю, тут ли она?»

(Русская пословица)

Почему ночью при низком освещении все предметы кажутся серыми?

**19.24.\*** «Взгляни-ка на дорогу! Кого ты там видишь?

– Никого, – сказала Алиса.

– Мне бы такое зрение! – заметил Король с завистью. – Увидеть Никого! Да еще на таком расстоянии! А я против солнца и настоящих-то людей с трудом различаю!» (Л. Керролл, «Алиса в Зазеркалье»).

Почему против солнца трудно различать людей?

**19.25.\*** А. Азимов в рассказе «Хоровод» описывает поверхность Меркурия: «Поднимавшаяся рядом черная базальтовая скала защищала их от солнца. Вокруг все было погружено в черную тень безвоздушного мира. Тень обрывалась, как будто обрезанная ножом, и дальше начиналось нестерпимое белое сияние мириад кристаллов, покрывавших почву».

Почему наблюдается такая неправдоподобная резкая граница между светом и тенью?

**19.26.\*** Все русалки сплошь неграмотные, так как под водой все книги и газеты быстро размокают и расплзаются, а над водой русалки очень плохо видят. Почему надводное зрение русалок очень плохое, тогда как подводное – превосходно? Какие очки необходимо надеть русалке, чтобы читать газеты над водой, как все бесхвостые люди?

**19.27.\*** Привидение может принимать любую форму и в спокойном состоянии имеет показатель преломления, равный 1. Если играть печальную музыку – его показатель преломления постепенно увеличивается, а веселую – уменьшается. При выключении музыки показатель преломления перестает изменяться и остается постоянным. Как можно использовать такое привидение в оптических приборах?

**19.28.\*** Какую оптическую силу получили глаза мартышки, если она одела две пары очков по  $-3$  Дптр каждая и три пары очков с фокусным расстоянием 50 см?

**19.29.\*** В фантастическом рассказе Б. Шоу «Свет былого» рассказывается о «медленном» стекле, в котором скорость света настолько мала, что луч проходит толщину стекла в несколько миллиметров за несколько лет. Глядя через такое стекло, по замыслу автора, наблюдатель увидит то, что происходило несколько лет назад. Каким увидит наблюдатель луч белого цвета, прошедший через «медленное» стекло? Отношение показателей преломления различных длин волн такое же, что и в обыкновенном стекле.

**19.30.\*** Ученые обнаружили у бабушки в сундуке шапку-невидимку, при надевании которой тело становилось абсолютно прозрачным, а коэффициент преломления тела и воздуха для средней части оптического диапазона световых волн – одинаковым.

Как можно «увидеть» человека в шапке-невидимке, без использования технических средств?

**19.31.\*** Какие технические средства позволяют обнаружить человека в шапке-невидимке, при надевании которой тело становилось абсолютно прозрачным, а коэффициент преломления тела и воздуха для средней части оптического диапазона электромагнитных волн – одинаковым?

**19.32.\*** «Обычно, когда Калья плачет, Лойна прячет свою веселую улыбку. Людям не часто удается видеть улыбающееся лицо Лойны и заплаканные глаза Кальи одновременно», но когда это происходит, то «... Яркие лучи Лойны отражаются в слезах Кальи, образуя многоцветную йулу-вирри».

*(Из австралийского мифа, «Дарящие жизнь»)*

Кто такие Калья и Лойна? Какое явление природы в тексте называется йулу-вирри? Вследствие какого физического явления появляется йулу-вирри? Каким было бы йулу-вирри, будь лучи Лойны монохроматическими?

**19.33.\*** Злой дух планеты Больших Дифракционных Решеток не умеет перелезть через заборы, а просачиваясь через вертикально расположенный штакетник, поляризуется. Как аборигены спасают себя от злого духа с помощью двух заборов?

**19.34.** В рассказе Г. Каттнера «Гэллегер Бис» изобретателю Гэллегеру заказывают разработку «метода проекции трехмерного изображения, которое будет видно под любым углом – спереди, сзади или сбоку – без искажения».

Вместо экрана Гэллегер изобрел прозрачный провод, который становится цветным при ультрафиолетовом излучении:

«← Вот твой экран, умник, – сказал он. – Видишь эти цвета?»

– Разные цвета в зависимости от длины световой волны. Смотри: красный, голубой, снова красный, желтый...

Провод, который все еще держал Уолл, стал невидимым.

– У провода тот же показатель преломления, что у воздуха, – сказал Гэллегер. – Я специально сделал так.

– Вам нужен стереозран, на который можно смотреть с любой стороны и видеть изображение без искажений. И в цвете, естественно. Вот это он и есть».

Как выполнить требуемый заказ с помощью этого провода?

**19.35.** «В пухлом бархате, само похожее на сверкающую драгоценность покоилось большое двояковыпуклое стекло в металлической оправе.

...– Ого, вот это диковина! – торговец камнями даже наклонился вперед.

– Что это у тебя, добрый мастер Улойхо? Уж не магическое ли зеркало, позволяющее заглянуть в самую душу камней?

– Почти угадал, – засмеялся маленький ювелир. – Это в самом деле очень редкое и дорогое приспособление. Ему присуще свойство многократно увеличивать каждую мелочь, на которую сквозь него смотрят.

У нас в Кондаре, как тебе известно, тоже варят очень хорошее стекло, но подобной работы повторить не умеют... Все они (копии линзы известного мастера – прим А.У.) хоть немного да искажали видимое глазом, причем каждое на свой лад.

– Ну еще бы, – подумалось венну. – Со здешними стекловарами не сидел рядом Тилорн, объясняя, как направлять свет, чтобы вокруг линзы, уложенной на полированную пластину, заиграли радужные кольца. А без науки, пожалуй, что-то получится!..»

(Мария Семенова. Волкодав. Право на поединок)

Каким образом мастер Тилорн при шлифовке линзы выявлял ее малейшие отклонения от сферической поверхности?

**19.36.** Лазерный луч джедайского меча с длиной волны  $\lambda$  застрял нормально в дифракционной решетке с периодом  $d = 5\lambda$ . Чему равен синус угла между направлением на максимум второго порядка и перпендикуляром к плоскости решетки?

**19.37.** – Откуда Вы? Как Вы оказались на этой маленькой космической шлюпке вдали от обитаемых планет? – спросил Ватсон.

– Зовут меня Дифраком, я рыцарь Светлых Сил. На одной небольшой и уютной планете (атмосфера подходящая, воды ключевой много, хищников и воров почти нет) я учил своих учеников нашему хитрому джедайскому ремеслу. В тот злополучный день мы с утра наблюдали восход местного солнца. Надо сказать, красиво это очень: сначала, вблизи горизонта солнце ослепительно белое, а потом, когда поднимается, становится красным. И тут появляются радуги: одна на севере, другая на юге.

Одна овальная, а другая под разными углами преломляется – шоу, да и только!

И вдруг видим – со стороны солнца что-то красное на нас быстро надвигается. Пока остальные цвета спектра дошли до наших изумленных глаз, было уже поздно. Императорские субсветовые катера начали нас обстреливать лазерно-фотонными пушками. Видимо у пушек оказались когерентные лучи. Мне ужасно повезло, я попал в минимум, кусочек земли 2х2 м. Даже волос не упал с моей головы, а остальные все погибли. Вся земля была равномерно вспахана. Я незаметно угнал космический плот и спрятался на ближайшем астероиде. Еле успел, в спешке даже фотонное весло сломал. На астероиде, естественно, ни атмосферы, ни воды, ни буфета. Укрылся я в пещере, в приятном полумраке сижу. Слышу – летают сатрапы, видимо меня ищут. Подождал, пока они улетели, солнечный парус на плоту соорудил и галсами к звезде полетел. Думаю, у огонька и помощь найду. Так оно и оказалось.

Человек ожидающе замолчал и стал крутить в руке карманный календарик за 3027 год, на котором был изображен император со счастливыми подданными.

Шерлок Холмс выслушал рассказ спасенного с космической шлюпки, в задумчивости затянулся кислородной трубкой своего скафандра. А потом произнес: «Вы, сэр, являетесь имперским шпионом. Ватсон, отнимите у него лазерную рогатку и запирайте в кладовке».

Какие неточности в рассказе позволили космическому Шерлоку Холмсу сделать такой вывод?

## **20. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА, ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА**

**20.1.** Самолет «Скевенджер» – разведывательный реактивный самолет, полностью оборудованный как для дневной, так и для ночной разведки. Под крыльями у него подвешены две 16-миллиметровые камеры: одна – для съемки в видимой части спектра, вторая – для спектрального фотографирования. Кроме того, он был оснащен инфракрасной камерой «Хоманс» и обычной электронной и радиолокационной аппаратурой.

(*Майк Крайтон. «Штамм «Андромеда»*)

Какие возможности для разведки дает инфракрасная фотокамера?

**20.2а.\*** Главный герой рассказа «Условный рефлекс» С. Лема Пирс предлагает путешествие по лунным горам на ночной стороне там, где не видно Земли, с инфракрасными очками или «радароскопом». Почему же лунный долгожитель отвергает это предложение?

**20.2б.\*** «Инфракрасные очки? Какой в них толк, коллега, если через час после захода солнца поверхность камней (действие происходит на Луне – прим. А.У.) остывает до 160° С ниже нуля. Теоретически можно бы идти с радароскопом, но вы пробовали когда-нибудь ходить в горы с

таким снаряжением? Это самый сложный вид самоубийства. Радар хорош на равнине, но не в горах...»

(С.Лем, «Условный рефлекс»)

Почему радар нельзя использовать в горах? Почему инфракрасные очки не работают в столь низких температурах?

**20.3.\*** Ниф-Ниф, Наф-Наф и Нуф-Нуф долгими зимними вечерами загорали. Ниф-Ниф лежал под тремя лампами инфракрасного излучения, Наф-Наф нежился в лучах двух ламп дневного света, а Нуф-Нуфу все время доставалась одна лампочка ультрафиолетового излучения. Кто из них к весне приобретет южный загар, а кто покроется румяной корочкой? Почему?

**20.4.\*** «Дверь имела хитроумное устройство: при попытке постороннего ее открыть, ультрафиолетовая лампа с длиной волны 0,1 мкм освещала вольфрамовую пластинку фотоэлемента. Вырванные электроны замыкали электрическую цепь, которая открывала шлюз. В коридор устремлялась вода, кишущая пиявками, крокодилами, пираньями, акулами и электрическими скатами.

Джеймс Бонд, агент «007» вдруг вспомнил, что в детстве мама говорила ему:

- Запомни, сынок, работа выхода электронов из вольфрама 4,5 эВ!
- Зачем это мне, мама? – удивлялся маленький Джеймсик.
- Никогда не знаешь, что может тебе пригодиться в жизни, – отвечала мама.

Тогда он быстро произвел вычисления и подключил к фотоэлементу источник постоянного тока, дающий на его зажимах запирающее напряжение в 7,95 В, потянул за ручку двери и...»

(по мотивам фильмов о Джеймсе Бонде).

Открыл дверь Джеймс Бонд или был съеден ужасными тварями?

**20.5а.\*** В рассказе «Условный рефлекс» С.Лем так описывает поведение лунной пыли: «Каждый шаг вздымал облачко пыли, этой знаменитой лунной пыли, которая подымалась выше пояса, окутывала людей молочно-белым облаком и никак не оседала». Первые покорители Луны были поражены этим явлением: «Насчет пыли они знали, что даже самая мелкая пыль должна была немедленно оседать в безвоздушном пространстве. А лунная пыль почему-то не оседала. И, что особенно интересно, только днем.

Как автор сможет объяснить описанное им свойство лунной пыли?

**20.5б.\*** С.Лем так объясняет необычные свойства лунной пыли (см. задачу 19.5а): «Оказалось, что электрические явления здесь протекают не так, как на Земле. Там существуют атмосферные разряды, молнии, громы, огни святого Эльма. На Луне этого нет. Но камни, бомбардируемые излучением частиц, заряжаются тем же зарядом, что и покрывающая их пыль. А поскольку одноименные заряды отталкиваются, то и поднятая пыль из-

за электростатического отталкивания не садится иногда по целому часу. Когда на Солнце больше пятен, Луна «пылит» больше. Во время спада солнечной активности – меньше. Это явление исчезает лишь через несколько часов после наступления ночи».

(С.Лем, «Условный рефлекс»).

Благодаря какому явлению, заряжается пыль? Почему Луна «пылит» сильнее во время повышенной солнечной активности? Почему в атмосфере, будь она на Луне, это явление, скорее всего, не наблюдалось бы? Наблюдалось бы это явление под простым стеклом? Под кварцевым?

**20.6.** Самолет «Скевенджер» – разведывательный реактивный самолет, полностью оборудованный как для дневной, так и для ночной разведки. Под крыльями у него подвешены две 16-миллиметровые камеры: одна – для съемки в видимой части спектра, вторая – для спектрального фотографирования. Кроме того, он был оснащен инфракрасной камерой «Хоманс» и обычной электронной и радиолокационной аппаратурой.

(Майк Крайтон. «Штамм «Андромеда»)

Какие возможности для разведки дает инфракрасная фотокамера?

**20.7.\*** «Начался обряд перекраски. Но «изумительно каштановый цвет, придающий волосам нежность и пушистость» смешавшись с зеленью «Титаника», неожиданно окрасил голову и усы Ипполита Матвеевича в краски солнечного спектра».

(И.Ильф и Е.Петров, «12 стульев»)

Если считать окраску Ипполита Матвеевича полностью идентичной солнечному спектру, какой вид спектра отображает краска на его усах?

Какова последовательность цветов спектра на этих усах?

Можно ли по цвету головы и усов Ипполита Матвеевича определить химический состав солнечного вещества?

Как бы выглядели усы Ипполита Матвеевича, если бы их окраска соответствовала линейчатому спектру испускания паров натрия? Спектру поглощения паров натрия?

**20.8.\*** С. Лем так описывает картину действия энергетического экрана звездолета:

«Черную ночь освещали тысячи белых вспышек, как будто вылетающий из одной точки рой метеоритов атаковал корабль... Взрывы происходили на поверхности поля, и загадочные снаряды, отскакивая уже в огне, прочерчивали параболы бледневшего свечения или стекали по выпуклости энергетической защиты.

– Никель, железо, марганец, бериллий, титан, – прочитал на хорошо освещенной шкале астрогатор».

(С.Лем, «Непобедимый»)

Что за прибор использовался астрогаторами для определения химического состава этих тел?

**20.9.\*** Для исследования Юпитера в повести Аркадия и Бориса Стругацких «Путь на Амелтею» планетологи использовали двадцать бомбозондов, которые могут взрываться на различной глубине в экзосфере Юпитера. Что и каким образом можно узнать о Юпитере с помощью этих бомбозондов?

**20.10.** В романе Бориса Акунина «Коронация» описывается загадочная пещера, побыв в которой достаточно долго, человек начинал болеть и вскоре умирал.

Человек, которого местные жители считали умалишенным, полагал, что в пещере действует особое излучение – эманация:

«– Вон, вон! Нельзя! Ее (эманацию – прим. А.У.) ничем не остановишь! Ничем! Железо пробовал, медь пробовал, сталь, олово, теперь вот цинк – как нож через масло! Буду жечь. – Он показал на кусок кровельной жести, лежащей на краю стола. – Потом свинец, потом серебро! Что-то ведь должно ее удерживать!

Рядом с жестью действительно поблескивал лист тусклого металла и – гораздо ярче – серебряный поднос... Я обнаружил: лучи. – Он кивнул на колбу. – Проходят через все, в точности как писал Тото про опыт с фотопластинкой. И Маша писала. Раньше.

– Да-да, я читал про парижские опыты с радиевым излучением, – припомнил владыка. – Их проводил Антуан Беккерель, и еще супруги Кюри, Пьер и Мария».

Нужно ли всерьез воспринимать предупреждение сумасшедшего? Как называются лучи, которые проникают через различные металлы как «нож через масло»? Каким образом можно обнаружить эти лучи? Откуда они берутся?

**20.11.** В романе Бориса Акунина «Коронация» главная детективная интрига связана с возникновением в природных условиях самоподдерживающейся цепной ядерной реакции. Это явление обнаружил и исследовал ученый, который описывает его так:

«– Мое открытие. Ядро начинает делиться. Само. Нужен особый механизм. И название придумал: «Ядерный делитель». Невероятно трудные условия. Пока невозможно. В природе теоретически может. Но при редком стечении. А тут как раз! Редчайшее! – Он бросился к столу, зашелестел страничками пухлой тетрадки. – Вот, вот! ... Метеорит, высочайшая температура – раз. Месторождение смолки – два! Подземные источники – три! И все! Делитель! Природный! Заработал! Энергия ядра, по цепочке! Пошла – не остановишь! Восемьсот лет! Я Маше и Тото Письмо! Нет, не верят! Думают я с ума! Потому что из сумасшедшего дома!»

Каково современное название «Ядерного делителя»? Какие компоненты должны присутствовать в таком делителе? Из какого вещества состоял метеорит? Какие роли в природном делителе могут выполнять смолка и подземные источники? Почему появление такого делителя в

природе маловероятно, даже при наличии всех необходимых компонентов?

**20.12.\*** Период полукваканья лягушек (время, за которое хотя бы один раз квакает половина всех лягушек, находящихся на болоте) равен 2 мин. Через какое время на болоте останется 6,25 % неквакнувших ни разу лягушек? Можем ли мы сказать через какое время квакнет одна, выделенная нами лягушка?

**20.13.\*** Ученые нашли древний бутерброд, в котором обнаружен застрявший огромный зуб. Было установлено, что это зуб графа Дракулы и доля распавшегося изотопа углерода  ${}^6\text{C}^{14}$  в нем составляет 75%. Каков возраст зуба графа Дракулы? Период полураспада изотопа – 5600 лет.

**20.14.\*** «Питание компьютер (управляющий электрической активностью мозга больного – прим. А.У.) получит от плутониевой батарейки Хендлера, которая будет вживлена под кожу плеча. Таким образом, больной не будет зависеть ни от кого и ни от чего. Батарейка гарантирует непрерывную подачу энергии в течение двадцати лет. Батарейка меньше сигаретной пачки и содержит радиоактивный изотоп плутония – 239».

(М. Крайтон, «Человек – компьютер»)

Какая часть плутония подвергнется распаду через 12 лет, если период полураспада плутония 24 года?

**20.15.\*** Привидение может поглощать или отдавать энергию только дискретно, порциями по 666 Дж. С какой минимальной начальной скоростью оно может пнуть мячик массой 100 г из состояния покоя?

**20.16.\*** Привидение имеет три энергетических уровня: нулевой уровень, при котором привидение бесцветно; первый уровень, на котором привидение имеет зеленый цвет и энергию 666 Дж; второму уровню соответствует энергия в 1332 Дж и красный цвет.

Каким станет бесцветное привидение, если:

- а) в него бросить молотком массой 100 г со скоростью 10 м/с;
- б) выстрелить пулей в 20 г со скоростью 600 м/с?
- в) сбросить на него камень массой 60 кг с высоты 2 м?

С какой скоростью привидение может запустить сковородку массой 5 кг, если при этом оно:

- а) из красного становится зеленым;
- б) из зеленого становится бесцветным;
- в) из красного становится бесцветным.

**20.17.\*** «Минутку! – воскликнул он (электрон – прим. А.У.) внезапно. – Кажется я вижу местечко поудобнее. По-ка-а!

И гигантским прыжком электрон отправился куда-то вглубь атома.

...Счастливым электрон все глубже и глубже внедрялся внутрь атома, и яркие лучи света сопровождали его триумфальный полет. Лишь когда электрон достиг внутренней оболочки, это почти нестерпимое сияние прекратилось.

– Что это было? – спросил мистер Томпкинс, ослепленный неожиданно открывшимся ему зрелищем нового, неизвестного ранее явления. – Откуда весь этот блеск?»

(Г. Гамов. «Приключения мистера Томпкинса»)

Что можно ответить мистеру Томпкинсу?

**20.18.** Человек смотрит на сотни фотографий, видит следы электронов, отклоняющихся влево, и вдруг перед ним фотографии таких же следов, таких же частиц, отклоняющихся вправо. Можно сказать, зажал в руке позитрон. Вот молодой Савостьянов сообразил бы! А Шишаков оттопырил губы и отложил фотографии в сторону как дефектные.

(Василий Гроссман. Жизнь и судьба)

Почему электроны отклоняются от прямолинейного движения? В чем необычность частиц, отклоняющихся в другую от электронов сторону?

**20.19.\*** В повести Г. Гамова «Приключения мистера Томпкинса» действие происходит в мире, где квантовые эффекты настолько значительны, что становятся наблюдаемы органами чувств в условиях макромира. Автор описывает охоту в «квантовых» джунглях на «квантовых» животных:

«Взгляните вон туда! Газели! Множество газелей! – воскликнул сэричард, поднимая свое ружье. И, действительно, огромное стадо газелей показалось из бамбуковой рощи.

– Дрессированные газели, – подумал мистер Томпкинс. – Бегут строем, как на параде. Хотел бы я узнать, уж не квантовый ли это эффект?

– Не тратьте понапрасну ваши охотничьи припасы, – сказал профессор. – Очень мало шансов попасть в животное, когда оно движется в дифракционной картине.

– Почему вы говорите не о животных, а об одном животном, – удивленно спросил сэричард. – Здесь по крайней мере несколько дюжин газелей!»

Что мог ответить профессор сэру Ричарду?

**20.20.\*** Лавка битком была набита всякими диковинками, но вот что странно: стоило Алисе подойти к какой-нибудь полке и посмотреть на нее повнимательнее, как она тотчас же пустела, хотя соседние полки ломились от всякого товара.

– Какие здесь вещи текучие! – жалобно проговорила Алиса.

(Л. Кэрролл, «Алиса в зазеркалье»)

В чем сходство вещей в этой лавке с элементарными частицами, которые мы пытаемся «увидеть» (т.е. определить для них некоторые параметры, например, импульс и координату)?

**20.21.\*** «Генерал, передайте вперед, чтобы армия остановилась.

Лан Пирот легонько стукнул булавой в спину последнего солдата и начал:

– Передай...

Дуболом не стал дослушивать. Он понял, что по какой-то причине, известной начальству, и до которой ему, желтому номер десять, нет никакого дела, надо передать вперед полученный удар. И со словом «Передай!» он сунул дубинкой в спину желтого девятого. Но удар получился немного сильнее.

– Передай! – крикнул девятый желтый и стукнул желтого восьмого так, что тот пошатнулся.

– Передай, передай, передай! – раздавалось по цепи, и удары становились все чаще и сильнее.

Дуболомы пришли в азарт. Дубинки колотили по крашеным спинам, некоторые солдаты падали...»

(А. Волков, «Урфин Джюс и его деревянные солдаты»)

В чем сходство описанного в армии дуболомов случая с явлением индуцированного излучения атомов, лежащего в основе действия лазеров?

## **21. ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**

**21.1.** «Физики прошлого века напоминали Штруму людей с нафабранными усами, в костюмах со стоячими крахмальными воротниками и с твердыми манжетами, столпившихся вокруг бильярдного стола. Глубокомысленные мужи, вооруженные линейками и часами-хронометрами, хмуря густые брови, измеряют скорости и ускорения, определяют массы упругих шаров, заполняющих мировое суконное пространство.

Но пространство, измеренное металлическими стержнями и линейками, время, отмеренное совершеннейшими часами, вдруг стали искривляться, растягиваться и сплющиваться. Их незыблемость оказалась не фундаментом науки, а решетками и стенами ее тюрьмы...

Мир стал неевклидовым, его геометрическая природа формировалась массами и скоростями.

С нараставшей стремительностью шло научное движение в мире, освобожденном Эйнштейном от оков абсолютного времени и пространства».

(Василий Гроссман. Жизнь и судьба)

Что символизирует поверхность бильярда в классической физике? Какое физическое понятие пытались ввести физики в качестве «суконного» мирового пространства для сохранения основ классической физики?

Почему в «суконном» мировом пространстве достаточно одного хронометра, тогда как в «новом» мировом пространстве измерение одними, пусть даже «совершеннейшими» часами бессмысленно?

Почему автор говорит, что геометрия нового неевклидового мира формируется массами и скоростями, а не временем и расстоянием?

**21.2\*** «30.VIII.2006. Прибавил скорость. ...После двух поймал радиосигнал, посланный Поповым в 1896 году. Я таки порядочно отмахал от Земли».

(С.Лем, «Звездные дневники Ийона Тихого»)

На каком расстоянии от Земли находится Ийон Тихий?

**21.3.\*** Злой Бармалей покупал золото у аборигенов при температуре 20 °С, а потом нагревал его до температуры 80 °С и продавал по той же цене, справедливо считая, что горячее золото тяжелее. Сколько золота должен продать хитрый Бармалей, чтобы получить прибыль в 1 рубль? В те далекие времена один грамм золота стоил один рубль.

**21.4.\*** «Одинокий велосипедист показавшись вдали и стал медленно приближаться. Когда он подъехал поближе, мистер Томпкинс вытаращил глаза от изумления: и велосипед, и восседавший на нем молодой человек были невероятно сокращены в направлении движения, как будто их рассматривали через цилиндрическую линзу. Часы на башне пробили пять, и велосипедист, по-видимому, куда-то спешивший, приналег на педали. Мистер Томпкинс не заметил, чтобы скорость от этого прибавилась, но усилия велосипедиста не прошли бесследно: он сократился еще сильнее и отправился дальше, в точности напоминая картинку, вырезанную из картона» (Г. Гамов, «Приключения мистера Томпкинса»).

Объясните наблюдаемое мистером Томпкинсом явление, с учетом того, что Томпкинс оказался в мире, где предельно допустимая в природе скорость значительно меньше скорости света.

**21.5.\*** В повести Г. Гамова «Приключения мистера Томпкинса» действие происходит в мире, где релятивистские эффекты усиливаются до такой степени, что становятся доступными нашим чувствам. Мистер Томпкинс спрашивает велосипедиста, какой смысл из всех сил крутить педали, если скорость при этом все равно не возрастает. Что мог ответить велосипедист?

**21.6.\*** «Томпкинс (см. задачу 19.18.) воспользовался чьим-то велосипедом, стоявшим у края тротуара, и помчался по улице. Он ожидал, что сразу же сократится в направлении движения и даже был рад этому, так как начавшаяся расползаться в последнее время фигура причиняла ему некоторые неприятности».

(Г. Гамов, «Приключения мистера Томпкинса»)

Оправдались ли ожидания мистера Томпкинса?

**21.7.** «Кстати о часах. Я насчитал в доме девятнадцать напольных и настенных, и все шли вразнобой. Решил, что часы заведу сам – это дело требует аккуратности и точности. Хороший дом, содержащийся в идеальном порядке, всегда видно потому, одинаковое ли время в нем показывают часы в разных комнатах. Это вам скажет любой опытный дворецкий».

(Б. Акунин, Коронация)

Можно ли назвать Вселенную «хорошим домом», содержащимся в порядке? Может ли дворецкий, будь он самым опытным, поставить часы в доме абсолютно одинаково?

**21.8.** В фантастической повести Майка Крайтона «Штамм «Андромеда» человечество ведет борьбу с занесенными из космоса микроорганизмами, которые обладают уникальными способностями:

«В идеальных условиях клетка бактерии *E.coli* делится каждые двадцать минут... Бактерии размножаются в геометрической прогрессии: из одной образуются две, из двух четыре, из четырех восемь и т.д. Таким образом, выходит, что в течение суток одна единственная клетка *E.coli* способна вырасти в сверхколонию размером и весом с планету Земля. Этого не случается по той простой причине, что вечных «идеальных условий» для роста нет и не может быть. Исыкает пища... Однако, если штамм «Андромеда» способен непосредственно превращать энергию в материю, то достаточно дать ему мощный источник энергии, такой, как ядерный взрыв...»

Далее герой повести отвергает предложение военных взорвать лабораторию со штаммом ядерной бомбой, так как штамм сразу же мгновенно расплодится до невероятных размеров. Прав ли ученый?

## ОТВЕТЫ К ЗАДАЧАМ

### 2. Измерение физических величин

1.1. На самом деле длина удава остается постоянной при любых измерениях, изменяются только единицы измерения длины.

1 слон = 9,5 попугая; 1 попугай = 0,24 обезьяны.

1.2. Измеряемая величина сравнивается только с *однородной* величиной, взятой за единицу измерения. Поэтому линейкой можно измерять только длину, а не поведение.

1.3. Учитель имел в виду, что отрезаемая величина должна быть средней от семи измерений, а Петя отмерил величину в семь раз большую.

1.4. Меры веса в племени «Юмба-Тумба» точными не являются, они зависят от физической силы человека, производящего измерение, кроме того, непонятно, как одни меры переводить в другие.

1.5. Сочинение Гермियोны больше произведения Рона в 1,9 раза. Если бы ширина свитков была бы разной, то величину сочинения измеряли бы в единицах площади, которая находилась бы как произведение ширины свитка на его длину.

### 2. Давление

$$2.1 \quad p_1 = \frac{Mg}{S_1} = 5000 \text{ Па} < 10000 \text{ Па}; \quad p_2 = \frac{mg}{S_2} = 20000 \text{ Па} > 10000 \text{ Па}$$

Па – Чебурашка не получит удовольствия от прогулки, так как из-за малой площади опоры ходоулей создаваемое им давление будет больше того давления, которое выдерживает снег и Чебурашка будет проваливаться.

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{S_2}{S_1}$$

2.2  $p_2 = \frac{F_2}{S_2}$ , где  $S_2$  – площадь Вашего ботинка (определяется экспериментально. Для этого обведите контуры Вашего ботинка на тетрадной бумаге, разлинованной в клеточку. Подсчитайте площадь подошвы, зная что четыре клеточки имеют площадь 1 см<sup>2</sup>),  $S_1$  – площадь «деревяшки» Сильвера.

$$2.3. \quad p_1 = \frac{F_1}{S_1} = 3 \cdot 10^7 \text{ Па}; \quad p_2 = \frac{F_2}{S_2} = 1 \cdot 10^7 \text{ Па}; \quad p_3 = \frac{F_3}{S_3} = 1 \cdot 10^9 \text{ Па}.$$

2.4.  $p = \frac{F}{S} = 3,3 \cdot 10^{10} \text{ Па}$ . Такое большое давление позволяет пчеле при незначительной силе легко прокусывать самую толстую кожу. Нос Вини Пуха пострадает.

**2.5.** Площадь лап медведя намного больше, чем площадь копыт лося, поэтому медведь оказывает значительно меньшее давление на снег, чем лось, и, в отличие от лося, не проваливается.

**2.6.** Согласно закону Паскаля, воздух внутри матраца будет передавать производимое им давление одинаково по всем направлениям. Когда лягушата стояли по отдельности, увеличение давления воздуха в матраце равнялось величине давления, создаваемого одним лягушонком. Когда лягушата составили пирамиду, давление, производимое нижним лягушонком на матрац, становилось больше в четыре раза. Это увеличение давления наблюдалось по всему объему.

**2.7.** Доски, положенные плашмя, имеют значительно большую площадь, чем колеса телег. Поэтому давление на раскисшую землю уменьшается и подводы не проваливаются в грязь.

**2.8.** По закону Паскаля давление газа будет везде одинаковым. Если учесть гидростатическое давление, обусловленное весом газа в шаре, то давление внизу шара будет даже больше, чем сверху.

**2.9.** При подъеме уменьшается высота воздушного столба, что приводит к уменьшению атмосферного давления. Соответственно уменьшается

высота ртутного столба барометра.  $\Delta p = \rho_1 g h_1$ ;  $\Delta p = \rho_2 g h_2$ ;  $h_2 = \frac{\rho_1 h_1}{\rho_2} = 45$  мм.рт.ст.

**2.10.** Атмосферное давление с высотой уменьшается. При подъеме разница между внешним давлением воздуха и давлением крови в человеческом организме становится больше критической, что вызывает кровотечение.

**2.11** Ревматические боли, по Козьме Пруткову, бывают от перепада давления.

**2.12.** Судя по описаниям, горшок ставился как медицинская банка: горшок переворачивается вниз отверстием, в него вставляется горящая лучина, потом она быстро убирается, а банка ставится отверстием на кожу больного. При горении лучины в горшке воздух нагревается и расширяется, когда лучину удаляют, воздух внутри горшка остывает, и давление резко понижается. В результате давление внутри горшка становится меньше атмосферного и горшок «присасывается» к коже.

При ударе по горшку воздух не выходит из-под махотки, а наоборот, заходит в нее.

**2.13.** Чтобы выдержать внешнее давление глубоководным животным не нужно иметь гигантскую мускульную силу. В действительности глубоководные животные зачастую имеют хрупкое строение. Давление воды компенсируется внутренним давлением в организме животного.

**2.14.** С помощью манометра по давлению воды за бортом можно судить о глубине погружения лодки. Предсказать в подводном положении погоду с помощью гигрометра и барометра не удастся, так как они пока-

жут относительную влажность и давление внутри подводной лодки, которая не связана с атмосферным воздухом.

**2.15.** Обман обнаруживается по показаниям барометра. Шутник не учел того, что на высоте 7500 м показания барометра должны быть значительно ниже, чем внизу.

**2.16.** Площадь шара находится по формуле:  $S = 4\pi R^2$ . Тогда  $F = pS = 4p\pi R^2 = 5 \cdot 10^{18}$  Н.

**2.17.** Прибор, «показывающий градусы» – термометр. Под пульсацией атмосферы подразумевается изменение атмосферного давления. Атмосферное давление измеряется барометром.

**2.18.** По давлению воды на люк можно определить высоту водяного столба в резервуаре:  $h = \frac{F}{\rho g S} = 1$  м. Понятно, что на такой глубине супер-агент не утонет и дождется помощи.

### 3. Плотность

**3.1.**  $\rho_2 = \frac{m}{V_2} = \frac{\rho_1 V_1}{V_2} = 39200$  кг/м<sup>3</sup> – для сравнения приведем плотность осмия (самого плотного металла) – 22610 кг/м<sup>3</sup>.

**3.2.** Нужно измерить массу гири, объем и вычислить плотность по формуле:  $\rho = \frac{m}{V}$ . Если полученная плотность значительно больше плотности стали, то гиря содержит золото. Масса золотой гири, равной по объему шестнадцатикилограммовой чугунной гире:

$$m = \rho_{\text{золота}} \frac{m_{\text{гири}}}{\rho_{\text{чугуна}}} = 44,2 \text{ кг}$$

**3.3.** Яйцо помещается в сливной сосуд, наполненный водой. Выливающаяся из сливного сосуда вода собирается в мензурку. Объем вылившейся воды примерно равен объему яйца. Масса золотого яйца находится по формуле:  $m = \rho V$ , где  $\rho$  – плотность золота.

**3.4.**  $\rho = 10^6$  кг/м<sup>3</sup>

### 4. Закон Архимеда

**4.1.** Условие плавания:  $m_l g = V_b \rho_b g$ ; где  $V$  – объем вытесняемой воды (т.е. погруженной части лодки), отсюда  $V = m_l / \rho_b$ .

$V_b / V_l = m_l / \rho_b V_l = 0,9$ , под водой 0,9 всего объема лодки, следовательно, над водой 0,1 объема лодки. Условие плавания лодки при ее полном погружении:  $(m_l + V_b \rho_b) g = \rho_b V_l g$ , где  $V_b$  – объем балластной воды, отсюда  $V_b = V_l - m_l / \rho_b = 144$  м<sup>3</sup>.

**4.2.** Давление вышележащих слоев воды сжимает корпус лодки. Выталкивающая же сила обусловлена разностью давлений на дно лодки и на ее верхнюю часть. Выталкивающая сила зависит только от объема лодки и не зависит от глубины ее погружения.

**4.3.** На Егорушку действует архимедова сила. «Потрогать» силу невозможно, так как сила в качестве материального объекта в природе не существует, она предложена как абстрактное понятие для описания взаимодействия между телами.

**4.4.**  $p = mg = 150 \text{ Н}$  – вес слитка в воде,  $p_0$  - вес слитка в воздухе, тогда  $p_0 = p + F_A$ .

$$\left. \begin{array}{l} p_0 = p + F_A \\ F_A = \rho_{\text{в}} g V_T \\ p_0 = \rho_{\text{з}} V_T g \end{array} \right\} \Rightarrow p_0 = \frac{p}{\left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{з}}}\right)}, \quad m = \frac{p}{g \left(\frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{з}}}\right)} = 16 \text{ кг}$$

**4.5.**  $F_A = mg$  - условие плавания рыбки

$V = V_{\text{зол}} + V_{\text{пузыря}}$  – объем Рыбки равен сумме объемов пузыря и золота.

$$\rho_{\text{в}}(V_3 + V_n)g = V_3 \rho_{\text{з}} g,$$

$$V_{\text{пузыря}} = \frac{V_3 \rho_{\text{з}}}{\rho_{\text{в}}} - V_3 = V_3 \left(\frac{\rho_{\text{з}}}{\rho_{\text{в}}} - 1\right) = 18,32 V_{\text{золота}}.$$

Таким образом, объем пузыря должен быть в 18,32 раза больше объема всех остальных частей золотой рыбки. Это означает, что рыбка вся состоит практически из одного плавательного пузыря, что, согласитесь не очень красиво.

$$V_{\text{H}_2} = \frac{m_{\text{св}}}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{H}}} = 25 \text{ м}^3$$

**4.6.**  $(m_{\text{св}} + \rho_{\text{H}_2} V_{\text{H}_2})g = V_{\text{H}_2} \rho_{\text{возд}} g$ ; Такой воздушный «шарик» скорее похож на воздушный шар. Понятно, что Вини Пух из мультфильма не смог бы подняться в воздух на тех шариках, которые у него были, так как визуально можно оценить, что их объем явно недостаточен для подъема.

$$4.7. \quad V = \frac{m}{\rho - \rho_{\text{водорода}}} = \frac{100}{2 - 0,09} = 52,3 \text{ м}^3.$$

$$N = \frac{\rho_{\text{водорода}} V_{\text{газ}} - m_T}{mg} = 1100 \text{ шт}$$

**4.8.**

**4.9.** Море может «гореть», когда на его поверхности разливается горячая жидкость, плотность которой меньше плотности воды (нефть и нефтепродукты).

**4.10.**  $F_A = V_T(\rho_{\text{воздуха}} - \rho_{\text{водорода}})g = 15068 \text{ Н}$ .

**4.11.** Голова Буратино будет находиться глубже, чем туловище, так как плотность дуба больше плотности осины.

**4.12.** Тело плавает тогда, когда сила тяжести равна архимедовой силе. Если Буратино плавает, то архимедова сила не изменяется, соответственно и не изменяется объем вытесняемой воды. И совершенно неважно в какой позе находится Буратино в данный момент.

**4.13.** В обоих случаях уровень воды понизится. В первом случае ключ утонул, следовательно, его выталкивающая сила уменьшилась. Это связано с тем, что ключик стал вытеснять меньший объем воды. Во втором случае уменьшилась сила тяжести и соответственно уменьшилась выталкивающая сила.

**4.14.** Мальчик знал, что у нижнего конца дерева плотность больше, чем у верхнего, следовательно, при погружении в воду этот конец будет погружен глубже, чем верхний.

**4.15.** Под тяжестью собственного веса легкие животного сжимаются и не в состоянии выполнять свои дыхательные функции. Подобное происходит с китами, выброшенными на берег. Если сила тяжести в несколько раз больше земной, то животное может быть просто раздавлено своею силой тяжести.

$$M = \rho V = \frac{\pi d^2}{4} h \rho = 81400 \text{ т};$$

**4.16.** С увеличением ускорения свободного падения увеличивается давление на подводную часть лодки, при этом эластичный материал сжимается, уменьшается объем каноэ и подъемная сила. Когда архимедова сила становится меньше силы тяжести, лодка начинает тонуть.

**4.17.** Нырятьщики берут с собой камень для того, чтобы компенсировать действие выталкивающей архимедовой силы. Без камня разведчик всплывет на поверхность и будет обнаружен врагами. Попытки глубокого погружения таким способом заканчиваются неудачно – под действием давления воды у пловца начинает идти кровь через нос и уши.

**4.18.** Если считать массу коровы равной 200 кг, то:

$$V = \frac{m}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}} = 2 \text{ м}^3.$$

**4.19.** Корабль будет плавать, пока сила тяжести не превышает архимедову силу. При повреждении корабля в него просачивается вода, уменьшая тем самым объем вытесняемой кораблем воды и уменьшая выталкивающую силу. Поэтому необходимо соответствующее уменьшение силы тяжести.

**4.20.** От объема шара зависит величина подъемной силы. Через шелк теплый воздух будет уходить, а кожа слишком тяжела для обшивки. Если светильник будет слабым, перепад температуры между наружным и находящимся в шаре воздухом будет небольшим. Разность плотностей будет недостаточной для создания необходимой подъемной силы.

**4.21:** При погружении бочки в воду на объем  $\Delta V$  происходит увеличение архимедовой силы на величину силы тяжести двух гномов:

$$2mg = \rho \Delta V g. \text{ Учитывая, что } \Delta V = \Delta h \pi R^2, \text{ получаем } \Delta h = \frac{2m}{\rho \pi R^2} = 48 \text{ см.}$$

**4.22.** Условие тетушкоплавания заключается в равенстве двух сил, действующих на нее: силы тяжести и архимедовой силы:  $mg = \rho_{\text{возд}} g V$ ;

масса тетушки:  $m = \rho V_0$ . Отсюда:  $\frac{V_1}{V_0} = \frac{\rho_{\text{тетушки}}}{\rho_{\text{воздуха}}} = 775$ . Пожалуй, тетушка, имеющая объем в 775 раз больший, не смогла бы вместиться в комнату, поэтому ее взлет мы отнесем не к действию архимедовой силы, а к волшебству Гарри Поттера.

**4.23.** Ответ см. в задаче 4.24.

**4.24.** Космонавта «спасла» архимедова сила. При закачивании воздуха в скафандр, он начинает раздуваться, увеличивается его объем и становится больше выталкивающая вверх сила.

**4.25.** При надувании объем стенок батискафа увеличивается, увеличивается и архимедова сила, выталкивающая батискаф на поверхность. Чтобы батискаф погрузился, сила тяжести груза должна быть больше архимедовой силы.

При погружении на большую глубину возрастает давление, которое сжимает двойные стенки батискафа. Объем батискафа становится меньше, соответственно уменьшается и подъемная архимедова сила. Когда она становится меньше силы тяжести оболочки, батискаф тонет уже без всякого груза.

**4.26.** Люди и груз увеличивают силу тяжести, изменение которой компенсируется увеличением архимедовой силы при большем погружении судна в воду:

$$(mN + M)g = \rho g \Delta h LS, \text{ отсюда } \Delta h = \frac{mN + M}{\rho LS} = 2,7 \text{ м.}$$

**4.27.** Выталкивающая лодку архимедова сила будет тянуть пиратов вверх и не позволит им гулять по дну, как это показано в фильме.

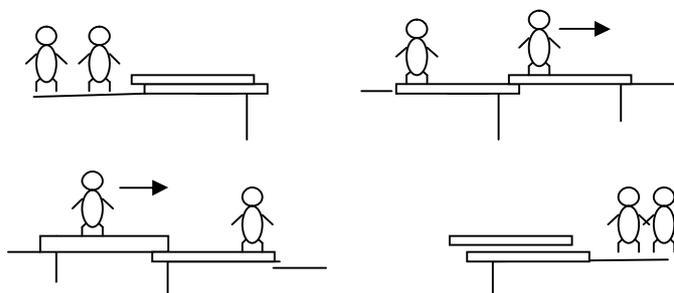
Масса груза, который дополнительно нужно привязать пиратам к лодке равна

$$\Delta M = \rho_{\text{воды}} V_{\text{пузыря}} - m_{\text{лодки}} = 340 \text{ кг.}$$

## 5. Простые механизмы

**5.1.** Каждый блок полиспаста дает двойной выигрыш в силе  $2^n > 250$   $n=8$ ,  $n$ -число блоков.

**5.2.** Доски располагают так, как показано на рисунке. Далее доски меняют местами,



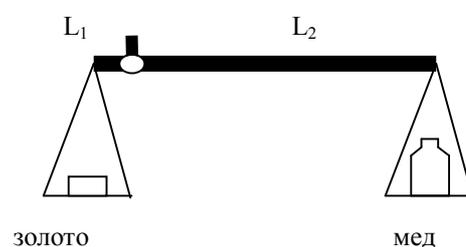
и второй преступник перебирается на другую сторону.

**5.3.** Чтобы убивать быстрых мух, надо удлинить ручку мухобойки, длинное плечо которой позволит выигрывать у мух в быстроте. При уничтожении «крепких» мух необходим выигрыш в силе, который достигается уменьшением плеча мухобойки.

**5.4.** Соотношение плеч весов должно быть равным отношению плотностей:  $L_1/L_2 = \rho_{\text{золота}}/\rho_{\text{меда}} = 14,4$ .

**5.5.** Гуманоиды победили бы в тяжелой атлетике. В беге и в футболе они проиграли бы из-за недостаточной быстроты. В гребле у всех были бы равные шансы, так как недостаток тягового усилия людей и недостаток быстроты гуманоидов можно компенсировать подбором плеч весел. В этом случае исход встречи зависел бы от выносливости, т.е. способности развивать большую мощность на достаточно длинный промежуток времени.

**5.6.** Чем дальше от центра тяжести бревна, тем плечо больше, а сила, которую необходимо приложить для преодоления силы тяжести, меньше.



## 6. Теплопередача

**6.1.** Снег не греет, а сохраняет тепло, так как обладает низкой теплопроводностью.

**6.2.** Косматая шерсть пса содержит между шерстинками воздух, который является теплоизолятором и препятствует теплообмену между телом пса и окружающей средой.

**6.3.** Дольше всех будет «жить» Петрович, так как шуба лучше пиджака препятствует доступу весеннего тепла к его телу. Быстрее всех растает Александрович, который ничем не защищен от доступа внешнего тепла к своему телу.

**6.4.** Снег обладает низкой теплопроводностью и предохраняет озимые от вымерзания в сильные морозы.

**6.5.** Теплее всех будет Наф-Нафу, так как его дом обладает лучшей теплоизоляцией, холоднее всего – Нуф-Нуфу, так как его гараж имеет отличную теплопроводность и не сохранит внутри тепло в холодную погоду.

**6.6.** Ниф-Ниф перестанет ходить в баню, так как невозможно париться на стальном полке. Это объясняется тем, что благодаря хорошей теплопроводности металла, в место соприкосновения металла с кожей продолжает поступать энергия с соседних участков металла. В результате кожа нагревается и получается ожог. В случае соприкосновения деревянного полка с кожей, место соприкосновения охлаждается, а подвод тепла

от соседних участков незначителен из-за низкой теплопроводности дерева. Именно поэтому в бане стальная поверхность кажется всегда более горячей, чем деревянная, хотя их температуры одинаковы.

**6.7.** Рыцарь Ганс замерз по дороге, так как отдал все свое тепло в окружающую среду, благодаря хорошей теплопроводности металлических доспехов.

**6.8.** Солнце и печка согревают воздух путем теплопередачи, а платье препятствует теплопередаче, т.е. не согревает, а лишь сохраняет тепло.

**6.9.** В процессе теплопередачи часть теплоты теряется при охлаждении металла окружающим воздухом. При достаточно длинной кочерге повышение температуры на противоположном от огня конце невелико.

**6.10.** Нагревание предметов, находящихся сбоку от пламени пожара, осуществляется через излучение. Темные тела лучше поглощают тепловые лучи и сильнее нагреваются. Именно поэтому черные голенища сапог сильно греются. При смачивании вода испаряется и охлаждает смачиваемую поверхность.

**6.11.** Видимо, погреб Емели занесло снегом, являющимся отличным теплоизолятором, сохраняющим тепло в яме, а погреб Еремы, защищенный от снега крышей, промерз.

**6.12.** Капля перешла из жидкого состояния в твердое, при этом произошло выделение теплоты, поэтому тепла в мире «не поубавилось», а «прибавилось».

**6.13.** Снег в городе всегда более грязный, чем в деревне. Грязный снег лучше поглощает тепловое излучение Солнца и быстрее тает.

**6.14.** Для того, чтобы Снегурочка растаяла, необходимо количество теплоты  $Q_2 = m(\lambda + c\Delta t) = 2,1 \cdot 10^7$  Дж. Предположим, что Снегурочка может бегать в скоростном диапазоне от 10 м/с (спринтер-рекордсмен) до 0,5 м/с. Предположим также, что ширина костра 1 м, таким образом, Снегурочка находилась над костром максимум 2 с (в экстремальной ситуации, когда она не перепрыгнула костер, а медленно по нему прошла). Будем считать, что за это время вся излучаемая теплота поглощается Снегурочкой (на самом деле поглощаемая мощность значительно меньше).

Тогда  $Q_1 = N \cdot t = 2 \cdot 10^4$  Дж <  $Q_2$ , этого явно недостаточно для того, чтобы Снегурочка растаяла.

**6.15.** Благодаря огромной удельной теплоемкости гуманоид поглощает большое количество теплоты в дневное время, которое ночью, во время заморозков, передается воздуху в теплице.

В действительности для предохранения от заморозков в теплице оставляют емкость с водой.

**6.16.**  $t = (m_1 t_1 + 200 m_2 t_2) / (200 m_2 + m_1) = 88^\circ \text{C}$ , где  $m_1 = SV$  – масса воды.

$$6.17. \quad P = \frac{A}{t} = \frac{L m_1}{t_1} + \frac{m_2 \lambda}{t_2} + \frac{C m (t_3 - t_K)}{t_3} = 540 \text{ кВт.}$$

6.18.  $t = \frac{\lambda m}{P} = 500 \text{ с.}$  Но это при условии, что вся выдыхаемая животным теплота тратится на плавление металла, что, конечно, совсем не так. Поэтому дракону понадобится значительно больше времени.

6.19. Уравнение теплового баланса имеет вид:

$$m_1 c_1 (t - t_1) = m_2 C_2 (t - t_2); \quad t = \frac{m_1 c_1 t_1 - m_2 c_2 t_2}{m_1 c_1 - m_2 c_2} = 12^\circ \text{C}$$

Теплопотери не позволят нагреть море, но даже без учета теплопотерь на нагрев моря пришлось бы потратить очень много времени. Если гвоздь охлаждать в воде с частотой 1 раз/с, на нагревание только  $1 \text{ км}^3$  воды на ту же температуру нам потребуется более 30 000 лет.

6.20. Пламя горна должно нагреться до температуры  $1064^\circ \text{C}$  – температуры плавления золота, самого тугоплавкого металла из перечисленных. Количество теплоты подсчитывается по формуле:  $Q = mc(t_{\text{плав}} - t) + m\lambda$ . Условно считая массу каждого металла равной 1 кг, получаем следующее количество теплоты: для стали – 774 кДж; для железа – 968,7 кДж; для серебра – 322,5 кДж; для золота – 202,7 кДж. Больше всего энергии тратится на плавление железа.

6.21. Так как отвердевание сопровождается выделением теплоты.

6.22.  $\frac{c_1}{c_2} t_2 = 5,2 \text{ мин.}$  – время работы Коли.  $\frac{c_3}{c_2} t_2 = 4,3 \text{ мин.}$  – время, которое потребуется Ване, который правильно выбрал деталь и получил «пятерку».

6.23.  $q_1 m \eta = n N t$ , отсюда  $t = \frac{q_1 m \eta}{t N}$   $t = \frac{q_1 m \eta}{n N} = 25,5 \text{ часа.}$  Такой долгой будет эта битва.  $n = \frac{q_2 m \eta}{t N} = 2250$  богатырей. Скорее всего, богатыри не смогут одновременно вступить в бой, так как им просто не хватит места возле Горыныча. Отсюда можно сделать вывод, что Змей продержится значительно дольше десяти минут.

6.24. В данном случае для терморегуляции используется энергия светового излучения. Лучи лучше отражаются блестящей поверхностью, а поглощаются – черной. Поэтому, перемещая цвета на скафандре в солнечных лучах, можно добиваться необходимой температуры. С.Лем не отметил, что необходимо свойство скафандра полностью становиться блестящим. Иначе, при попадании в тень, скафандр будет быстро охлаждаться с темной стороны, и космонавт может замерзнуть.

## 7. Относительность движения

**7.1.** «Отдаленность» или «близость» одного и того же пункта зависит от выбора точки отсчета.

**7.2.** По изменению положения городских крыш и огней относительно себя Маргарита догадалась, что она движется.

Луна оказалась под ногами Маргариты, потому что она летела вниз головой.

**7.3.** В качестве примера можно привести движущуюся ленту эскалатора.

$$S = (v_1 - v_2)t = 300 \text{ м.}$$

**7.4.** При увеличении роста у Алисы пропорционально увеличиваются все части ее тела и положение их относительно друг друга не меняется. Поэтому она не сможет таким образом определить изменение своего роста.

**7.5.** Человек в полете на воздушном шаре не почувствует ураганного ветра, так как воздушный шар будет двигаться со скоростью ветра.

**7.6.** Когда подходит человек с костью, собака начинает вилять хвостом. Блоха выбрала систему отсчета, связанную с хвостом собаки, в которой хвост покоится, а колеблется весь окружающий мир.

**7.7.** Скорость соседних дорожек относительно друг друга невелика, поэтому при переходе с одной дорожки на другую изменение скорости не чувствуется. Скорость последнего тротуара указывается относительно земли. Количество тротуаров должно быть большим, чтобы относительные скорости соседних тротуаров были небольшими.

$$V_{3/6} = 9 \text{ миль/ч; } S = V_{20/10} \cdot t = 15 \text{ миль; } V_{10/-10} = 60 \text{ миль/ч.}$$

## 8. Средняя скорость. Равномерное движение

**8.1.** На произношение указанных в задаче слов потребуется около 2 с, полученная скорость будет примерно равной 150 км/с, это выше третьей космической скорости. При такой скорости Иван Царевич мог бы покинуть Солнечную систему. Отсюда можно сделать вывод, что конь любит прихвастнуть и преувеличивает собственную скорость.

**8.2.**  $v = \frac{S_1 + v_2 t_2 + S_3}{t_1 + t_2 + t_3} = 24 \text{ км/день}$ . Для путешественника неплохой результат. А вот верблюду должно быть стыдно!

**8.3.**  $S = S_0 + v_{\text{каretty}} \left( t - \frac{S_0}{v_{\text{золушки}}} \right) = 4100 \text{ м}$ . Далеко же успела убежать Золушка всего за пять минут. Немудрено, что она потеряла хрустальный башмачок, в таких башмачках 200 м за 40 с не пробежишь!

**8.4.** Алиса может находиться в любой из точек окружности радиусом

$$R = vt.$$

**8.5.** 1, м



900

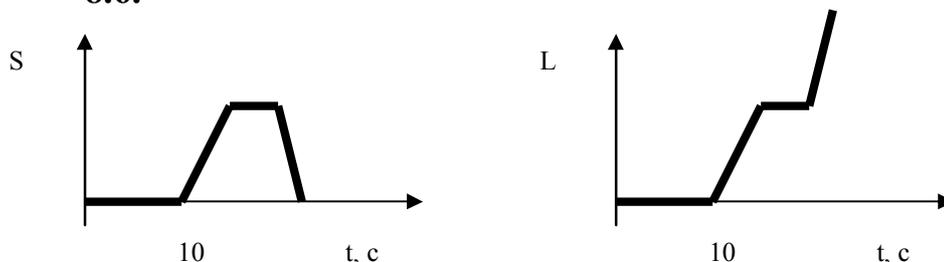
600

0 10 12 t, мин

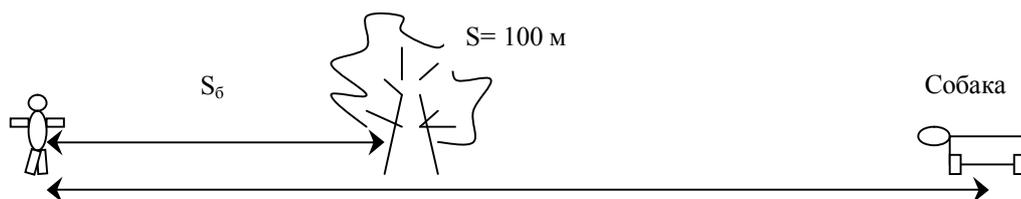
Расстояние от дома Воробьянинова до дома отца Федора равно 900 м, от дома Воробьянинова до дороги, где отца Федора чуть не задавил автомобиль, расстояние равно 600 м, средняя скорость отца Федора на всем пути 1,3 м/с.

Острый зубец на графике означает кратковременное и резкое увеличение скорости. Этот участок графика соответствует тому моменту, когда отец Федор отскакивал от автомобиля. При построении графика за тело отсчета был принят дом Воробьянинова.

### 8.6.



8.7. При сильном неблагоприятном обстоятельстве Генри Баскервилль окажется от собаки по другую сторону дерева, как показано на рисунке.



$$t_1 = \frac{S - S_0}{v_{\text{собаки}}}$$

Время, за которое собака добежит до дерева, будет равно  $t_1$ . Время, которое Генри необходимо, чтобы добежать до дерева, равно  $t_2$ .

$$t_2 = \frac{S_0}{v_{\text{Генри}}}$$

Генри будет в безопасности, если первым добежит до дерева:  $t_2 < t_1$ .

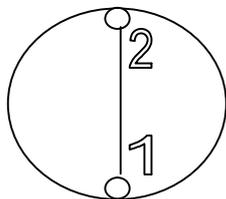
$$\frac{S_0}{v_{\text{Генри}}} = \frac{S - S_0}{v_{\text{собаки}}}, \text{ отсюда } S_0 = \frac{S v_{\text{Генри}}}{v_{\text{собаки}} + v_{\text{Генри}}} < 23 \text{ м.}$$

## 9. Равномерное движение по окружности

9.1. Так как угловая скорость Карабаса не меняется, то  $v_1 R_1 = v_2 R_2$ ,

$$\frac{R_2}{R_1} v_1 = 0,1$$

тогда  $v_2 = \frac{R_1}{R_2} v_1$  м/с.



9.2. При минимальной скорости животного корабль переместится от одной точки окружности, описываемой животным, к другой вдоль ее диаметра.

$$S_1 = 2R; S_2 = 2\pi R$$

$$\frac{S_1}{v_1} = \frac{S_2}{v_2}; \frac{2R}{v_1} = \frac{2\pi R}{v_2}$$

$$v_2 = \pi v_1 = 79 \text{ м/с}$$

9.3.  $n = \frac{vt}{2\pi R} = 8000$

оборота. На месте колобка видом окрестностей при прогулке не полюбуешься.

9.4. «— Один цикл, Зюкин, — это один поворот. Достаточно сосчитать, сколько раз обернулось колесо, и вы узнаете, какое расстояние проехала карета. Колеса на каретах фэзтонного типа, имеют стандартный размер — если по метрической системе, то метр сорок в диаметре. Длина окружности, таким образом, в соответствии с законами геометрии, равняется четырем метрам восьмидесяти сантиметрам. Остальное просто. Мадемуазель считает и запоминает количество оборотов от угла до угла. Повороты экипажа легко ощутимы по накрену вправо или влево...

...Если нам известно количество и направление поворотов, а также расстояние между поворотами, мы можем определить место».

(Борис Акунин. «Коронация»)

9.5. Скорость ученого кота:  $v = \frac{2\pi R n}{t} = 0,25 \text{ м/с}$ . Период обращения

умного животного:  $T = \frac{t}{n} = 50 \text{ с}$ , это означает, что каждые 50 с звук его кошачьего голоса будет пропадать, так как кот в это время будет находиться за деревом.

## 10. Равноускоренное прямолинейное движение

10.1. Чтобы взлететь, пресмыкающемуся понадобится взлетная

площадка длиной  $S$ , где  $S = \frac{v^2}{2a} = 1000 \text{ м}$ . Это больше длины самой большой поляны в лесу, следовательно, Змею Горынычу придется передвигаться пешком.

10.2. При встречном ветре:  $S = \frac{(v - v_{\text{ветра}})^2}{2a} = 560 \text{ м}$ .

При попутном ветре:  $S = \frac{(v + v_{\text{ветра}})^2}{2a} = 1200 \text{ м}$ .

$$S = \frac{at^2}{2}; v = at$$

**10.3.** При  $v_0=0$ ,  $S_1=0,005$  см = 0,2 дюйма;  $S_2=18$  м=60 футов;  $v_2=0,6$  м/с=1,2 морских миль / час;  $S_3=64800$  м=36 миль;  $v_3=36$  м/с=72 мили/час – расчеты оказались правильными.

**10.4.** Волк набирает скорость  $v = at = 8$  м/с и остается несолоно хлебавши. Медведь до остановки пробежит расстояние  $x = \frac{v^2}{2a} = 17$  м/с. Колобок за это время успеет откатиться от Медведя на расстояние

$x_1 = x_0 + v_{\text{колобка}} \frac{v_{\text{медведя}}}{a_{\text{медведя}}} = 37$  м. Понятно, что и Медведь остался без обеда. Лиса же успевает набрать скорость  $v = at = 9$  м/с, и далее движется с этой скоростью, поэтому рано или поздно догонит Колобка.

**10.5.** Ускорение метлы:  $a = \frac{v}{t} = 6,6$  м/с<sup>2</sup>; при таком ускорении длина

поля:  $S = \frac{at^2}{2} = 210$  м. Это в два раза больше длины футбольного поля. Конечно, технические данные взяты из рекламы, а реклама это не самый достоверный источник информации.

## 10. Свободное падение

$$h = \frac{gt^2}{2} = 3 \cdot 10^8 \text{ м}$$

**11.1.** – это расстояние всего в 500 раз меньше расстояния между Солнцем и Землей, так что древние греки немного преувеличили расстояние между небом и Землей.

**11.2.** а) банка покоилась бы относительно Алисы;

б) банка двигалась бы относительно Алисы равномерно вниз;

в) банка двигалась бы относительно Алисы равномерно вверх.

**11.3.**  $t = \sqrt{\frac{2h}{700g}} = 0,09$  с;  $v = \sqrt{2700gh} = 1590$  м/с. Скорость и время падения автором указаны правильно.

$$g = \frac{2h}{t^2} = 0,02 \text{ м/с}^2; v = \sqrt{gR} = 4,5 \text{ м/с}$$

**11.4.**  $n = \frac{N}{t} = \frac{N}{\sqrt{\frac{2h}{g}}} = 122$  думы.

**11.5.**  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ; число дум на секунду полета

**11.6.** «Пыж улетел вместе с пулей и едва ли от нее отстанет, так как только атмосфера мешает ему на Земле поспевать за свинцом; здесь же

пух падает и летит вверх точно с такой же стремительностью, как и камень». (К.Э. Циолковский, «На Луне»)

**11.7.** Перья падали в сильно разреженном воздухе, сопротивление которого незначительно. В таких условиях и наблюдается свободное падение, при котором на тело действует только сила тяжести. При этом тяжелый камень и легкая пушинка будут двигаться с одинаковым ускорением. Пфалль не смог бы этого наблюдать, так как погиб бы без скафандра в безвоздушном пространстве.

**11.8.**  $v = \sqrt{2gh} = 20 \text{ м/с}$  – королевская конница не нужна.

**11.9.** При свободном падении на тело действует только сила тяжести. Если при этом начальная скорость тела была направлена вверх, то тело некоторое время будет продолжать двигаться в этом направлении, хотя все это время оно движется с ускорением свободного падения, направленным вниз. Следовательно, можно сказать, что тело падает, хотя движется вверх.

**11.10.** «Бросил я четвертую гаечку. Как-то она не так прошла. – Стой, – говорю, ни с места...

А сам взял пятую и кинул повыше и подальше. Вот она, «плешь ко-мариная»! Гаечка вверх полетела нормально, вниз – тоже вроде нормально пошла, но на пути ее словно кто-то вбок дернул, да так дернул, что она в глину ушла и из глаз исчезла. Одну я специально бросил в самую середину. – Ахнула она в глину, словно это не гаечка упала, а пятипудовая гиря. Ахнула – и только дырка в глине».

(Аркадий и Борис Стругацкие, «Пикник на обочине»)

**11.11а.**  $n = tv$

$$u = 2\pi Rv \quad n = \frac{t}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{R}} = 300 \text{ раз.}$$

$$\frac{u^2}{g} = R$$

Чтобы создать искусственный вес равный земному, станции необходимо совершать 300 оборотов/час вокруг своей оси.

**11.11б.** «Гибсон неохотно двинулся вперед, и сразу же ощущения поразили его. Во-первых, он становился все легче. Во-вторых, хотя лестница шла круче и круче, сзади, за ним, она лежала все под тем же углом в сорок пять градусов». Ощущение «весомости» давала сила реакции опоры внешней стороны станции, которая при вращении станции создавала центростремительное ускорение. По мере приближения к центру станции ускорение уменьшается до нуля. «Сама лестница обвивала ось особой спиралью так, что, несмотря на радиальное тяготение, угол наклона лестницы к направлению тяготения оставался все тот же. К таким вещам работники станции быстро привыкают. Наверное, когда они возвращаются на землю, им неприятно смотреть на обычную лестницу».

(А. Кларк, «Пески Марса»)

\*\*\*\*

$$11.12. \quad t = \sqrt{\frac{2h}{80g}} \approx 0,07 \text{ с}; \quad L = \sqrt{\frac{2h}{80g}} = 49 \text{ м.}$$

11.13. Пока лягушка падала в течение времени  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ , она пролетела в горизонтальном направлении расстояние  $S = vt$ . Отсюда:

$$S = v \sqrt{\frac{2h}{g}} = 45 \text{ м}$$

$$11.14. \quad l = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}; \quad \text{при } \alpha = 45^\circ \quad v_0 = \sqrt{lg} = \sqrt{3,7 * 800} = 54 \text{ м/с.}$$

Для точного бросания в безвоздушном пространстве надо знать ускорение свободного падения и расстояние, на которое необходимо бросить, а при наличии воздуха необходимо определить силу сопротивления среды, учесть скорость ветра на всем протяжении полета камня, а это робот без предварительных бросаний сделать не может.

11.15. Время полета прыгуна до наивысшей точки траектории:  $t = \frac{S}{2v}$ . Отсюда высота полета  $H = \frac{gS^2}{8v^2} = 0,6 \text{ м}$ . Эта высота кажется очень малой, но необходимо учесть, что подниматься будет центр массы прыгуна, который и так уже находится на высоте примерно равной одному метру. Благодаря технике прыжка, спортсмен поднимает свой центр массы еще меньше.

11.16. В поле тяготения стрела может двигаться по прямой только тогда, когда ее начальная скорость направлена вертикально вверх или вниз. В остальных случаях стрела будет двигаться по параболе.

$$11.17. \quad \text{Ширина пропасти: } x_{\max} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}, \quad \text{где } \alpha = 45^\circ;$$

$$\text{отсюда } v_0 = \sqrt{\frac{gx}{\sin 2\alpha}} = 7,7 \text{ м/с.} \quad \text{Время полета Льва: } t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = 1,1 \text{ с.}$$

Сила сопротивления воздуха при небольших скоростях увеличивается пропорционально скорости тела:  $F_{\text{сопр}} = kv$ , где  $k$  – коэффициент сопротивления, зависящий от формы тела. При падении в воздухе тело движется равноускоренно, пока сила сопротивления воздуха не станет равной

силе тяжести:  $mg = kv$ , отсюда:  $v = \frac{mg}{k}$ . Считая форму тела Страшилы и Дровосека одинаковой, следует, что скорость Дровосека будет больше.

11.18. Шар двигался равноускоренно, время его падения  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ , за это время Гарри должен пролететь расстояние, равное одной четверти окружности:  $S = \frac{2\pi R}{4}$ . Ускорение полета  $a = \frac{2S}{t^2}$ . Тогда конечная скорость Гарри  $v = at = \frac{2S}{t}$ . Окончательно получаем  $v = \pi R \sqrt{\frac{g}{2h}} = 31$  м/с. При такой скорости навряд ли Гарри сможет «мягко скатиться на траву».

## 12. Основы динамики

12.1. Вследствие взаимодействия трамвая с дорогой при торможении трамвай приобрел ускорение, противоположное направлению скорости, а стекла продолжают двигаться с прежней скоростью, поэтому осколки обгоняют трамвай и оказываются впереди его.

12.2. Роса увеличивает массу стебля, его инертность, поэтому при ударе косой он меньше изгибается в направлении движения косы, и коса сразу срезает его. Кроме того, вода играет роль смазки и уменьшает трение.

12.3а. Ответ см. в тексте задачи 11.3б.

12.3б. «Остановив Землю, сразу Фотерингей не подумал об инерции, а между тем она при внезапной остановке кругового движения должна была сбросить с поверхности Земли все, на ней находящееся. Вот почему дома, люди, деревья, животные – вообще все, что только неразрывно не было связано с главной массой земного шара, полетело по касательной к его поверхности со скоростью пули». (Г. Уэллс)

12.4а. Ответ см. в тексте задачи 11.4б.

12.4б. При резких ускорениях ракеты сила трения тела мухи о стенки зазора между проводами оказалась недостаточной, чтобы ускорять муху вместе с ракетой. В результате муха «отстала» от ракеты, т.е. выпала из зазора.

12.5. При торможении в среду с меньшей силой сопротивления создается меньшее ускорение и меньшая перегрузка, что человеком субъективно воспринимается как «мягкость» падения.

12.6. Силы, о которых говорится в третьем законе Ньютона, не могут быть скомпенсированы, так как они приложены к разным телам. Лошадь отталкивается от земли, она ускоряется благодаря силе трения о землю. Телега ускоряется под действием силы упругости оглоблей.

12.7. Не будем подбрасывать магнит, а только поднимать его рукой (в принципе, это то же самое, что подбрасывать его). Понятно, что с какой силой магнит тянет вверх железный круг, с такой же силой вы отталкиваете круг вниз, упираясь в него ногами и стараясь преодолеть притяжение магнита к кругу.

**12.8.** С какой силой Святогор тянет руками «сумочку», с такой же силой ногами он отталкивает землю обратно. Понятно, что единственным результатом таких необдуманных действий стало погружение богатыря в почву и «кончение» его от непомерных усилий. Эта поучительная история опровергает пословицу, утверждающую, что «сила есть, ума не надо».

**12.9.** Нужно было не стопорить машину, а подать команду «полный назад». Трос лопнул под действием силы, с которой трос тормозил движение корабля. С учетом того, что тросов было два, сила, действующая на

$$F = \frac{ma}{2}$$
 один трос, равна  $7,5 \cdot 10^6$  Н. При торможении с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$  на трос действует сила  $7,5 \cdot 10^6$  Н. Это эквивалентно весу тела массой 750 т.

**12.10.** Паниковский продолжал двигаться прямолинейно и равномерно, согласно первому закону Ньютона, пока направление его движения не изменял Балаганов. На Луне сила тяжести гири была бы в шесть раз меньше и нести ее было бы легче, но Паниковского «заносило бы» при повороте точно так же, как и на Земле, так как масса гири осталась неизменной.

**12.11.** В страданиях совы «виноват» третий закон Ньютона. Было бы справедливее, если бы автор этой пословицы проверял действие законов физики не на невинном и полезном животном, а на себе.

**12.12.** Ноги, взаимодействуя с землей, останавливаются, а голова беспрепятственно продолжает двигаться вперед.

**12.13.** Саночки-самокаточки не могут катиться без коня по горизонтальной поверхности благодаря силе трения.

**12.14.** Под тягой в 10 тысяч тонн в рассказе С.Лема имеется в виду сила, равная  $F = mg$ , где  $m$  – масса, а  $g$  – ускорение свободного падения на Земле. Тогда  $a_1 = 10 \text{ м/с}^2$ ;  $a_2 = 50 \text{ м/с}^2$ .

**12.15.** С большим ускорением тянет конь, так как он придает телеге большую скорость за меньший промежуток времени.

**12.16.** Чтобы камень не упал, ему необходимо придать первую космическую скорость, у поверхности Земли она равна  $7,9 \text{ км/с}$ .

**12.17.** «Если бы обычное судно такой длины оказалось между двумя волнами, и середина у него провисла бы, оно бы сейчас же развалилось на куски».

*(Х. Клемент, «Экспедиция «Тяготение»)*

**12.18.** При ускоренном старте ракеты космонавт испытывает значительные перегрузки. После того как сгорает топливо последней ступени, ракета выходит на орбиту и движется с центростремительным ускорением, равным ускорению свободного падения. Именно в этот момент и наступает состояние невесомости.

**12.19.** Предположим массу инспектора равной 100 кг.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{mR^2}{Mr^2} = 800$$

Так что гравитационное действие инспектора на астролога оказывается куда как большим, чем действие звезды. При этом мы не говорим о финансовом воздействии инспектора, имеющем значительно большие последствия для астролога, чем притяжение всех тел во Вселенной вместе взятых.

**12.20.** Так как детали рыцарских доспехов заржавели, поверхность металла становится неровной, что значительно усиливает трение между элементами доспехов и не позволяет рыцарю согнуть ногу. Чтобы встать на колени, необходимо смазать колено машинным маслом, так как это уменьшит трение.

А вообще, за одеждой надо следить! Особенно, если ты – настоящий рыцарь!

**12.21.** Сало являлось смазкой между трущимися частями корабля и полозьями стапеля. Это значительно уменьшало трение, предупреждая нагревание и возгорание деревянных частей корабля.

**12.22.** На пыль и на воздух действуют архимедова сила и сила тяжести. Пыль падает вниз, так как сила тяжести больше Архимедовой силы. Нагретый воздух поднимается вверх, так как выталкивающая сила больше силы тяжести.

**12.23.** Для изменения орбиты необходимо изменение скорости. Для ракеты экономичнее большое ускорение за малый промежуток времени. Сила солнечного давления очень мала, но зато может действовать неограниченно долго и придавать нужную скорость.

**12.24.** Дротик будет двигаться не по параболе, как на Земле, а по прямой. Поэтому необходимо прицеливаться точно в цель и выдержать только направление движения дротика. Это значительно легче, чем подбирать необходимые сочетания направления броска и скорости. Поэтому мишень стали располагать дальше.

При вращении ракеты целиться надо в некую точку справа от мишени. Расстояние от точки В до центра мишени зависит от скорости метания дротика, расстояния до мишени и скорости вращения ракеты.

\*\*\*

**12.25.**  $F_{\text{Дедки}}=200$  Н;  $F_{\text{Бабки}}=100$  Н;  $F_{\text{Внучки}}=50,0$  Н;  $F_{\text{Жучки}}=25,0$  Н;  $F_{\text{Кошки}}=12,5$  Н;  $F_{\text{Мышки}}=6,25$  Н. Трение покоя репки в земле – 394 Н.

**12.26а.** См. условие задачи 11.16б.

**12.26б.** «Капитан быстро овладел собой. По его приказанию на среднюю палубу в квадратное отверстие трапа стали кидать все, что толь-

ко могло затормозить или ослабить бешеный бег каронады: матрацы, койки, запасные паруса, связки канатов, мешки с матросским бельем».

(В. Гюго, «Девяносто третий год»)

**12.27.** Во время приземления ракеты на нее действуют сила тяги двигателей и сила тяжести. «Встать на огонь» означает, что сила тяжести уравновешена силой тяги двигателей, и ракета либо покоится, либо равномерно движется.

**12.28.** При большой скорости необходим большой тормозной путь, при котором может не хватить длины посадочной полосы. При малой скорости уменьшается подъемная сила крыльев, и при большом весе самолет может упасть: «Скорость свыше ста семидесяти миль в час была дьявольски большой для посадки. Оба пилота знали, что при таких условиях самолету надо долго бежать после того, как он коснется земли, а скорость из-за большого веса (точнее массы – прим. А.У.) будет падать очень медленно. Однако подлетать на скорости ниже той, которую только что установил Димитрест, было бы самоубийством: самолет может камнем упасть вниз».

(А. Хейли, «Аэропорт»)

**12.29.**  $\Delta x = \frac{mg}{k} = 0,05 м > 0,04 м$  – Карабас порвет свои новые штаны. Чтобы этого не случилось, посоветуем Карабасу не садиться в старое кресло.

**12.30.**  $g = \frac{v^2}{R}$ ;  $v = \sqrt{gR} = 11 м/с$ . – При такой скорости Карлсон может наслаждаться невесомостью, правда очень короткое время.

**12.31.**  $v = \frac{2\pi R}{T}$ ;  $F = m(g \pm \frac{v^2}{R})$ ;  $F = m\left(g \pm \frac{4\pi^2 R}{T^2}\right)$ ;

Минимальный вес Дон Кихота – 1730 Н; максимальный – 1870 Н.

**12.32.**  $8g = \frac{v^2}{R}$  }  $n = \sqrt{\frac{8g}{4\pi^2 R}} = 0,7$  об/с.  
 $v = 2\pi R n$

**12.33.** «Сирена оглушительно завывала, и Аргус начал вращаться.

Больше ничего, только вращаться. Но быстро!

Он был машиной, обладал невероятной силой и сейчас кружился вокруг своей оси – сверкающее пятно света, на которое больно было смотреть.

С тем же успехом можно было бы бросать яйца в вентилятор. Потoki жидкости ударили в Аргуса и брызгали в стороны.

Мужчины, облепленные твердеющей массой, еще держались какое-то время, однако материал твердел все больше и больше, и вскоре происходящее стало походить на драку с кремовыми тортами из комедии.

Сирена стихла, Аргус замедлил вращение, а потом и вовсе остановился. Он тихо вышел из помещения, и никто даже не попытался ему помешать».

(Г. Каттнер, Алмазная свинка)

**12.34.** Остро заточенные коньки прорезают лед и создают достаточно большую силу трения в направлениях, перпендикулярных боковой поверхности коньков. Это позволяет мальчишкам быстро ускоряться, меняя как значение скорости, так и ее направление. Понятно, что при движении по окружности центростремительное ускорение мальчишек будет наибольшим, а радиус окружности – наименьшим.

Конь на притупленных подковах будет испытывать при повороте большие трудности и может упасть. Но хуже всего придется гусю, у которого нет ни коньков, ни подков, поэтому ему остается «ступая бережно на лед» прямолинейно и равномерно нести свое тяжелое тело до «лона вод».

**12.35.**  $a = \mu g$ . Сивка-Бурка может стартовать с максимальным ускорением  $3,0 \text{ м/с}^2$ , при попытке приобрести большее ускорение его копыта начнут проскальзывать, но даже при этом ускорении богатырь соскользнет с лошади и окажется на родной земле.

**12.36.** «Алмазная пыль, попадая в механизмы, буквально ест все подшипники и трущиеся части... ветер все время поднимает облака пыли. Мотор совсем вышел из строя – ведь пыль-то алмазная!». (Т.Годви, «Необходимость – мать изобретения»)

**12.37.** Баба-Яга может получить ускорение  $a = \frac{F}{m} - g = 10 \text{ м/с}^2$ .

**12.38.** При сильном вертикальном ускорении вверх вес тела увеличивается. Чтобы не порвать ветхую ткань ковра, нужно лечь и раскинуть руки, увеличив тем самым площадь соприкосновения с ковром и уменьшив, таким образом, давление на его поверхность.

**12.39.**  $a_1 = \frac{F}{M+m}$ ;  $a_2 = \frac{F}{M}$ ;  $\Delta a = \frac{Fm}{M(M+m)}$ . При катапультировании яхтсмена яхта приобретает дополнительную скорость, которая, согласно

закону сохранения импульса, будет равна  $v = \frac{mu}{M}$ .

**12.40.**  $g = \frac{v^2}{R+h}$ ;  $v = \sqrt{g(R+h)} = 3,6 \text{ км/с}$ . Техник справедливо считал, что зонд сгорит в атмосфере при данной скорости.

**12.41.** В рассказе С. Лема говядина и ключ не улетают от корабля благодаря силе всемирного притяжения, действующей между кораблем и предметами. Возмущение куска говядины вызвано притяжением гаечного ключа. По этому возмущению можно рассчитать орбиту движения ключа, не наблюдая его. Именно так было открыто существование девятой пла-

неты Солнечной системы – Плутона. Скорость ключа больше, чем у говядины, значит его орбита находится ниже.

**12.42.** Величина деформации пружины пропорциональна широте местности.

**12.43.** а)  $F_{тр2} = 80$  Н.  $F_{тр1} = 4,5$  Н. Гек начнет соскальзывать с саней.

$$a_1 = \frac{F_{mp2} - F_{mp1}}{m + M} = 1,7 \text{ м/с}^2; \quad a_2 = \frac{F - F_{mp2}}{M} = 0,3 \text{ м/с}^2.$$

б)  $F_{тр2} = 40$  Н.  $F_{тр1} = 45$  Н. Гек начнет соскальзывать с саней.

$$F_{тр2} > F_{тр1}, \quad a_1 = 0; \quad a_2 = \frac{F - F_{mp2}}{M} = 0,13 \text{ м/с}^2.$$

в)  $F_{тр2} = 80$  Н.  $F_{тр1} = 4,5$  Н, но  $F < F_{тр2}$  и  $F > F_{тр1}$ . Гек начнет двигаться

$$\text{вместе с санями: } a = \frac{F - \mu_1 g(m + M)}{m + M} = 1,2 \text{ м/с}^2.$$

**12.44.**  $F = m(a + \eta g) = 240$  н. Поводок не порвется, и кот Васька останется в безопасности.

**12.45.**  $\mu mg = \Delta mg$ , где  $\Delta m$  – масса повисшей над ямой массы удава. Так как  $m \sim L$  (так как удав постоянного сечения и плотности), то  $\mu L = \Delta L$ ,  $\Delta L = 1,2$  м.

**12.46.** Все тело удава массой  $M$  ускоряется под действием разности сил тяжести между частями удава, свешивающимися с разных сторон ветки  $\Delta m = M/3$ , отсюда  $Ma = Mg/3$ . Получаем ускорение удава –  $a = g/3$ . Когда Маугли повиснет на более легкой половине удава,  $\Delta m = 0$ , следовательно  $a = 0$ .

**12.47.** Летом коэффициент трения качения колес значительно меньше коэффициента трения скольжения полозьев по земле, а зимой, когда колеса проваливаются в снег, трение качения становится больше, чем скольжение полозьев по снегу.

**12.48.**  $mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha - F_{тр2} = 0$ , где  $F_{тр2}$  – сила сопротивления воздуха

$$\text{а) } F_{тр} = v^2, \quad v = \sqrt{mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = 29 \text{ м/с}.$$

$$\text{б) } F_{тр} = 3v^2, \quad v = \sqrt{\frac{mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{3}} = 17 \text{ м/с}.$$

**12.49.** Сила, которую необходимо приложить к шайбе, чтобы сдвинуть ее с места, равна  $F = \mu mg$ . Количество муравьев

$n = \frac{\mu mg}{F_i} = 3200$ , где  $F_i$  – сила одного муравья.

**12.50.** Перегрузка возникает при ускорении и не зависит от скорости:

$$P = \rho(g + a)h; \quad a = \frac{P}{\rho h} - g = 30 \text{ м/с}^2.$$

**12.51.** «Веревка вдруг вздрогнула и начала подпрыгивать.

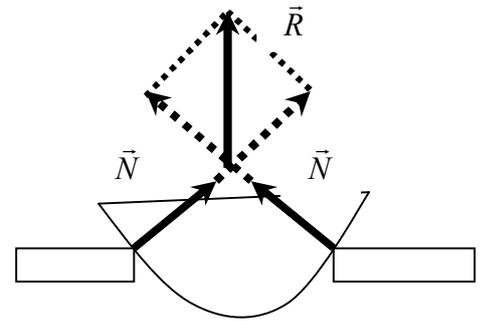
– Порядок. Это означает, что спуск окончен; веревка освободилась от груза и продолжает опускаться... внезапное уменьшение груза заставило веревку колебаться, хотя и не очень сильно. Вес человека был лишь малой долей веса веревки».

(Г. Гаррисон, «Конные варвары»)

Веревка может оборваться за счет своего веса, поэтому вероятность обрыва с увеличением глубины спуска увеличивается.

**12.52:** Как видно из рисунка, при сдавливании льдами лодки, корпус которой имеет яйцеобразную форму, она выталкивается на поверхность льда и остается невредимой.

**12.53.** Чем дальше от камня – тем сильнее сила, притягивающая обратно к камню. Отсюда можно сделать вывод, что волшебная сила пропорциональна расстоянию или даже квадрату расстояния.



Сходство волшебной силы с силой упругости заключается в том, что обе силы пропорциональны расстоянию, тогда как сила всемирного тяготения, наоборот, с расстоянием убывает.

### 13. Законы сохранения

**13.1.**  $v = \frac{(7m + M)U}{7m} = 17 \text{ м/с.}$

**13.2.** Яхта «Беда» приобретет скорость  $u = \frac{nmv}{M} = 5,8 \text{ м/с.}$

**13.3.** Если удар был центральным, то Пашка мог двигаться только в горизонтальном направлении. Согласно закону сохранения импульса, начальная скорость вылета маркиза была бы в два раза меньше скорости Пашки. А так как падал маркиз с такой же высоты, что и Пашка, то он бы улетел на расстояние в два раза меньшее, чем Пашка.

Если считать, что Пашка падал с высоты 1,5 м (так как конь был не-большой), то  $v = \sqrt{2gh} = 37 \text{ м/с,}$  что, в общем-то, не очень правдоподобно.

**13.4.** Из закона сохранения импульса  $(M + m)u_1 = mv$ , где M – масса космонавта, m – масса ботинка, v – скорость ботинка относительно космонавта,  $u_1$  – скорость космонавта относительно корабля после отбрасывания первого ботинка. Отсюда скорость космонавта  $u_1 = \frac{mv}{M + m} = 0,005 \text{ м/с.}$

Систему отсчета свяжем с космонавтом, движущимся после выброса первого ботинка. В этой системе отсчета закон сохранения импульса будет иметь следующий вид:  $Mu_2 = mv$ , где  $u_2$  – скорость космонавта относительно выбранной системы отсчета после отбрасывания второго ботинка.

$$u_2 = \frac{mv}{M}$$

Скорость космонавта  $u'$  относительно корабля после освобождения

от всей обуви находится так:  $u' = u_1 - u_2 = \frac{-m^2v}{M(m+M)} = -6 \cdot 10^{-6}$  м/с. Знак «минус» означает, что при отбрасывании второго ботинка космонавт будет двигаться в сторону, противоположную направлению движения второго ботинка.

**13.5.** С одним пропеллером Карлсон начал бы сам вращаться в сторону, противоположную направлению вращения пропеллера. Именно с целью предотвращения такого вращения у вертолетов ставят боковой пропеллер. Увеличение или уменьшение скорости вращения его лопастей приводит к повороту вертолета вправо или влево.

**13.6.** Соплохвосты используют реактивный принцип движения. В реальной природе подобным образом двигаются каракатицы, разница только в том, что они, в отличие от сказочных соплохвостов, выбрасывают не газы при взрыве, а воду при сокращении мускулов, двигаясь при

$$\text{этом в другую сторону. } Ft = \Delta mv; \Delta m = \frac{Mgt}{v} = 0,2 \text{ кг}$$

\*\*\*\*

**13.7.** Лодка останавливается из-за силы сопротивления воды.

$$FS = \frac{mv^2}{2}; F = \frac{mv^2}{2S} = 10 \text{ Н}$$

$$N = \frac{A}{t}; A = \frac{m\Delta v^2}{2}; \text{ Отсюда } N = \frac{m\Delta v^2}{2t}$$

**13.8.** Ковер-самолет развивает мощность 0,23 кВт, Карлсон – 2,0 кВт, Баба-Яга развивает наибольшую мощность, равную 6,8 кВт.

**13.9.** Закон сохранения механической энергии запишется так:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgh; \text{ отсюда } v_0 = \sqrt{v^2 + 2gh} = 21 \text{ м/с}$$

**13.10.** Потолки в русских избах располагались от пола на высоте примерно 2,3 м, отсюда скорость  $v = \sqrt{2gh} = 7 \text{ м/с}$ .

$$N = \frac{nmv^2}{2t} = 3,0 \text{ Вт}$$

$$F = \frac{mv^2}{2S} = 13 \text{ Н}$$

$$F = \frac{mv^2}{2S}$$

$$\frac{mgh}{S} = 5 \cdot 10^5 \text{ H}$$

**13.13.**  $F = \frac{mgh}{S}$ .

**13.14.** При спуске  $A_1 = A_{\text{силы трения}} = A_{\text{силы тяжести}}$ ;

при подъеме  $A_2 = A_{\text{силы тяги}} + A_{\text{силы трения}} = 2A_{\text{силы тяжести}}$ .

Получается, что работа, совершаемая при подъеме, в два раза больше, чем работа силы тяжести при скатывании с горы:  $A_2 = 2A_1$ .

$$\frac{nmgh}{t} = 1,2 \cdot 10^7 \text{ Bm}$$

$$\frac{mgh}{t} = 50 \text{ Bm}$$

**13.16.**  $P = \frac{mgh}{t}$ . Полтергейст не сможет заставить светиться лампочку мощностью 60 Вт.

**13.17.**  $A = FS$ .  $A_1 = 0$ ;  $A_2 = 70$  кДж;  $A_3 = 75$  кДж. Царем станет Иван-дурак, который оказался совсем не дурак!

$$\frac{mgh}{P} = 4500 \text{ c}; \quad N = 134 \text{ раза.}$$

$$\mathbf{13.19.} \quad v = \sqrt{2gh} = 30 \text{ м/с}; \quad mgh = E; \quad n = \frac{E}{mgh} = 1000 \text{ подбрасываний.}$$

Время полета шапки:  $t = 2\sqrt{\frac{2h}{g}} = 6$  с. Время 1000 подбрасываний:  $T = nt = 6000 \text{ c} > 5400 \text{ c}$  времени матча, следовательно, разрядиться за время матча робот не успеет.

**13.20.**  $h = \frac{v^2}{2g} = 5$  м. Немудрено, что учитель физкультуры был ошеломлен, так как полученный результат намного превышает мировой рекорд по прыжкам в высоту.

**13.21.**  $N = \frac{mghn}{t} = 50$  Вт, где  $t$ -время,  $n$ -число поклонов отшельника,  $m$ - его масса ;  $h$ -высота, на которую опускается центр тяжести тела при поклоне.

Работа, совершенная святым отшельником на благо прогресса:  $A = Nt = 3285$  МДж.

**13.22.** Превращения энергии в механизме дверей:

пружинные двери	духовые двери	двери с проти- вовесом
↓	↓	↓
механическая ра- бота по открыванию двери	механическая ра- бота по открыванию двери	механическая ра- бота по открыванию двери
↓	↓	↓

потенциальная энергия сжатой пружины  ↓  кинетическая энергия захлопывающейся двери	потенциальная энергия сжатого газа  ↓  кинетическая энергия захлопывающейся двери	потенциальная энергия поднятого груза  ↓  кинетическая энергия захлопывающейся двери
---	---	---

**13.23.** Силы сопротивления воздуха и трение качелей неминуемо останавливают их. При этом начальная потенциальная энергия преобразуется в тепловую энергию окружающей среды, что приводит к ее нагреванию.  $t = \frac{mgh}{N} = 70 \text{ с}; t = \frac{\rho V c \Delta T}{N} = 258000 \text{ с} \approx 3 \text{ суток}$ . Долго же ему придется качаться (это без учета теплообмена комнаты с окружающей средой)!

**13.24.** Мощность двигателя равна  $P = \frac{\mu mg S}{t} = 3200 \text{ Вт}$ . Время, за которое пещера наполнится водой  $t = \frac{\rho V g h_1}{P}$ ,  $t = 5 \cdot 10^5 \text{ с} \approx 6 \text{ суток}$ .

**13.25.** В горах, когда площадь поперечного сечения реки мала, скорость воды и ее кинетическая энергия велики, чем и объясняется «буйное» поведение Терека. При течении по равнине, когда Терек «разбегается» по степи, скорость течения уменьшается.

**13.26.** Вечный двигатель не может существовать, так как его работа противоречит закону сохранения энергии.  $p = \frac{mgh}{t} \approx 0,014 \text{ Вт}$ .

**13.27.** При отсутствии движущихся частей: исчезает сила трения между движущимися деталями, что уменьшает теплотери и повышает КПД; не теряется энергия на ускорение и торможение движущихся частей, что тоже способствует увеличению КПД; отсутствует механический износ деталей, обусловленный их движением. Это увеличивает срок эксплуатации машин.

Современное общество находится на этапе использования «энергии горения»: наиболее распространены двигатели внутреннего сгорания, использующие внутреннюю энергию сгорающего топлива.

В настоящее время уже существуют механизмы, где отсутствует движение: трансформаторы, МГД – генераторы. Все эти приборы характеризуются высоким КПД и долговечностью.

**13.28.**  $n = \frac{(m_1 + m_2)gh}{E_3} = 3$  заклинивания.

**13.29.**  $m = \frac{Mgh}{\eta q} = 3,8 \text{ г}$  – при хорошем настроении и 10 г – при плохом.

**13.30а.** (ответ см. в задаче 13.30б).

**13.306.** Внутренняя энергия горючего → потенциальная энергия пара → кинетическая энергия пара → кинетическая энергия камня.

$$13.31. P = \frac{\rho V c \Delta t + Lm}{t} = 35 \text{ кВт.}$$

#### **14. Основы молекулярно-кинетической теории и термодинамика**

**14.1.** В результате диффузии молекулы дегтя разместились между молекулами меда и испортили его вкус.

**14.2.** Путешественники «наслаждались» запахом керосина благодаря явлению диффузии.

**14.3.** Между молекулами газообразного вещества очень слабы силы взаимного притяжения, поэтому после испарения снеговика тепловое движение его молекул заставит газ разлететься в разные стороны, а снеговик не сможет «собраться».

**14.4.** Веревка на мешке с солью становится соленой из-за диффузии. Быстрее соленой станет веревка на солнечном балконе.

**14.5.** На лилипутов действует сила поверхностного натяжения, которая не дает выбраться из воды. Так, например, гибнут мелкие насекомые, попавшие в воду.

**14.6.** Термометр показывает температуру воздуха, которая не зависит от его скорости, но на ветру человек замерзает быстрее, так как усиливается теплоотдача.

**14.7.** «Пока рабы доставляли с озера лед, Ясон соорудил вокруг машины крепкую деревянную раму, загнал под чехол крепкие металлические клинья и прикрепил их к ней. Теперь, если машина опустится в яму, чехол останется на месте, удерживаемый клиньями. Для этого и нужен лед. Ясон соорудил под машиной ледяное основание, затем вытащил поддерживающие ее бревна. Теперь по мере таяния льда машина будет опускаться в яму». (Г. Гаррисон, «Моралист»)

**14.8.** См. задачу 14.9.

**14.9.** Во-первых, в вакууме ничто не мешает молекулам испаряться с поверхности жидкости, а во-вторых, в жидкости всегда есть пузырьки с паром. Как только давление в них становится больше внешнего давления, жидкость начинает кипеть. Понятно, что в вакууме вода моментально вскипает и очень быстро испаряется.

**14.10.** «Надев на поршни уплотнительные кольца, Ясон удвоил давление и мощность двигателя. Когда Эдипон увидел, как увеличилась скорость отремонтированной машины, он прижал Ясона к груди и пообещал щедрую награду».

(Г. Гаррисон, «Моралист»)

**14.11.** Лошадиные силы являются внесистемными единицами измерения мощности. Понятно, что никаких лошадей, даже биоминиатюрных,

внутри двигателя нет. 1 л.с = 735,5 Вт. Нетрудно подсчитать, что мощность двигателя составляет 221 кВт.

**14.12.** Теплый воздух, попадая на холодное стекло, охлаждается. Когда температура этого воздуха становится ниже точки росы, водяной пар становится насыщенным, и вода конденсируется на поверхности стекла.

**14.13.** При комбинации атомов можно получить различные химические соединения одних и тех же элементов, а получить золото из железа таким образом невозможно. Для получения золота необходимо изменение числа протонов и нейтронов в ядре атома.

\*\*\*\*

**14.14.** Броуновское движение – беспорядочное движение малых частиц в жидкости или газе, происходящих *под действием движущихся молекул окружающей среды*. Как видно из определения, броуновское движение – это следствие теплового движения молекул. Поэтому правильнее было бы говорить не об остановке броуновских частиц, а о прекращении движения молекул воды.

$$\mathbf{14.15.} \quad N = \frac{m}{M} N_A \approx 3,34 \cdot 10^{22} ; t \approx 10^{15} \text{ лет.}$$

**14.16.** « – Тут мы ничего не можем сделать. Броуновское движение. (Роберт Броун, шотландский ботаник восемнадцатого столетия, первым наблюдал его). Понимаете, нас со всех сторон бомбардируют молекулы воды. Обладая мы нормальными размерами, мы бы даже не заметили их столкновение с нами. Тем не менее, уменьшение до таких пределов привело к тому же результату, как если бы мы оставались в прежнем виде, а все наше окружение чудовищно увеличивалось бы».

(А. Азимов, «Фантастическое путешествие»)

$$\mathbf{14.17.} \quad \Delta p = \frac{2NkT}{V} \approx 5,8 \cdot 10^{-4} \text{ Па}$$

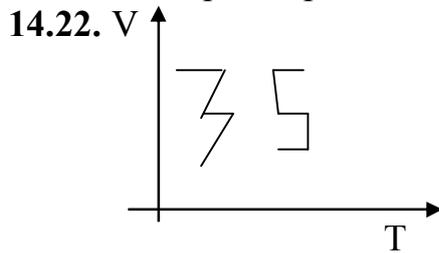
$$\mathbf{14.18.} \quad \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} ; P_2 = (P_1 - \rho gh) ; \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1 T_2}{T_1 (P_1 - \rho gh)} \approx 1,06 \text{ раза}$$

**14.19.** Можно закачивать газ из внешней оболочки во внутреннюю, где давление должно быть значительно больше, чем во внешней оболочке, т.о. объем шара уменьшается. Для подъема достаточно из внутреннего шара выпустить газ во внешний.

На практике для подъема шара нагревают воздух внутри оболочки с помощью горелки, а для спуска выпускают теплый воздух из-под оболочки. Это быстрее и экономичнее.

$$\mathbf{14.20.} \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 1,1 \text{ раза.}$$

**14.21.** Объем изобарианина изменяется в полтора раза:  
 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \approx 1,5 \text{ раза}$   
 . При нагревании изохорияна меняется давление.



**14.23.**  $V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = 300 \text{ л}$  ;  $t = \frac{V_2}{V_0} = 2,5 \text{ мин}$

**14.24.** Если уменьшить температуру в два раза, то она станет равной  $-110^\circ\text{C}$ , что опасно для жизни.  $T_1 = 33^\circ + 273^\circ = 306 \text{ K}$ ;

$T_2 = T_1 / 2 = 153 \text{ K} = -110^\circ\text{C}$

**14.25.** Иней выпадает при охлаждении воздуха ниже точки росы. Это происходит ночью в ясную погоду при отсутствии облаков. При наличии облаков, из которых может выпасть снег, ночью тепло сохраняется, и иней не выпадает.

**14.26.** Осенью средняя температура падает, а весной повышается. Поэтому осенью относительная влажность выше, чем весной. Испарение интенсивнее происходит при низкой относительной влажности, т.е. весной.

**14.27. 14.28.** При сырой погоде водяной пар становится насыщенным и при любом охлаждении (например, при попадании на холодные рамы) или наличии центров конденсации (соль) переходит в жидкое состояние.

**14.29.** Благодаря капиллярным явлениям, подземная вода, залегающая на небольшой глубине, испаряется с поверхности земли, и относительная влажность в этом месте повышается. Это проявляется в быстром появлении тумана при охлаждении.

**14.30.** Существует такое явление как сублимация (или возгонка), при котором твердое вещество испаряется, переходит из твердого состояния в газообразное, минуя жидкое состояние. На ветру этот процесс происходит быстрее, так как молекулы воды, находящиеся в газообразном состоянии вблизи твердой поверхности, сносятся ветром и не возвращаются обратно на поверхность.

**14.31.** У поверхности воды, благодаря испарению жидкости, пар становится насыщенным. При охлаждении утром он конденсируется в виде капель воды (тумана). Чем больше относительная влажность воздуха, тем дальше от воды появляется туман. При высокой относительной влажности вероятность дождя увеличивается.

**14.32.** Когда водяной пар вырывается из емкости паровоза, он невидим. После расширения и охлаждения пар конденсируется, и мы видим облака, состоящие из мельчайших капелек воды, а не пара.

**14.33.** Веревка намочла и замерзла.

Вода не могла быть холоднее  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а значит она была значительно теплее окружающей среды. Над ведром стоял не дым, а туман: капельки воды или кристаллики льда. Воздух, прилегавший к поверхности воды, нагревался от нее, а отрывавшиеся от поверхности воды молекулы повышали абсолютную влажность воздуха. При очень низкой температуре окружающей среды, наблюдается быстрое охлаждение поднимающегося от поверхности воды воздуха и повышение его относительной влажности. Пар становится насыщенным, и вода конденсируется в виде капелек воды, которые быстро замерзают.

**14.34.** При изобарном расширении привидение охлаждается до температуры  $T_2$ :  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ ;  $T_2 = \frac{T_1 V_2}{V_1} = 281\text{ К}$ . При этой температуре давление насыщенного пара  $p$  составляет  $1,07\text{ кПа}$ . Это меньше, чем имеющееся давление  $p_0 = p_{\text{рн}} = 1,8\text{ кПа}$ . Следовательно, привидение выпадет в осадок.

**14.35.** При попадании метеорита происходит пробой обшивки корабля и быстрое расширение воздуха, сопровождающееся охлаждением. При охлаждении водяной пар становится насыщенным, и вода осаждается в виде капелек воды или кристалликов льда.

**14.36.** Клапаны-герметизаторы нужны для того, чтобы не выпускать влажный воздух из пещеры. Это экономит воду. При понижении температуры повышается относительная влажность воздуха, что и должны почувствовать фримены.

**14.37.** Такой влагосборник будет работать только в том случае, если по ночам температура понижается до точки росы, то есть до температуры, при которой водяной пар становится насыщенным. Тогда пар будет в виде росы осаждаться на кусочки хромопласта. Если же самая низкая ночная температура окажется все же выше точки росы, тогда выделение влаги возможно только при дополнительном охлаждении хромопласта.

**14.38.** Так как джин адиабатно расширяется при подъеме и адиабатно сжимается при спуске в шахту, то соответственно происходит его адиабатическое охлаждение или нагревание.

**14.39.** См. ответ к задаче 14.19.

**14.40.** При совершении работы мышцы нагреваются и компенсируется потеря теплоты в окружающую среду.

**14.41.** Световая энергия Солнца (через фотоэлементы) – электрическая энергия – механическая энергия

Противоречия нет: работа совершается при переносе теплоты с одних участков на другие.

Для охлаждения станции можно использовать участки тени, в которых температура очень низка. Для этого необходимо обеспечить циркуляцию какого-нибудь теплоносителя, который бы охлаждался в тени, а нагревался в помещениях станции.

$$14.42. \Delta U = \text{const}; A = Q; (m+M)gh = Pt; t = \frac{(m+M)gh}{P} = 30 \text{ с.}$$

$$14.43. \text{ Ответ: } \eta = \frac{A_{\text{полезн}}}{A_{\text{затрач}}} 100\%; \quad A_{\text{полезн}} = \frac{mv^2}{2}; \quad A_{\text{затрач}} = mc\Delta T + rm + \frac{mv^2}{2}.$$

$$\eta = \frac{v^2}{2\left(c\Delta T + r + \frac{v^2}{2}\right)} 100\% =$$

гда  $0,09\%$ . Прямо скажем, что такой двигатель больше всего нагревает озеро и меньше всего двигает катер.

14.44. У Деда колобок нагрелся сильнее. При расширении центр тяжести подвешенного на нити Колобка опускался, а когда Колобок лежал на поверхности – центр его тяжести при нагревании и расширении поднимается. Поэтому у Деда Колобок дополнительно нагревался за счет работы силы тяжести, а у бабы часть энергии, получаемой колобком при нагревании, тратилась на совершение работы против силы тяжести.

### 15. Электростатика

15.1. При поглаживании кота происходит явление электризации. При накоплении достаточного заряда воздух между положительным и отрицательным зарядами ионизируется и возникает электрический ток – искровой разряд.

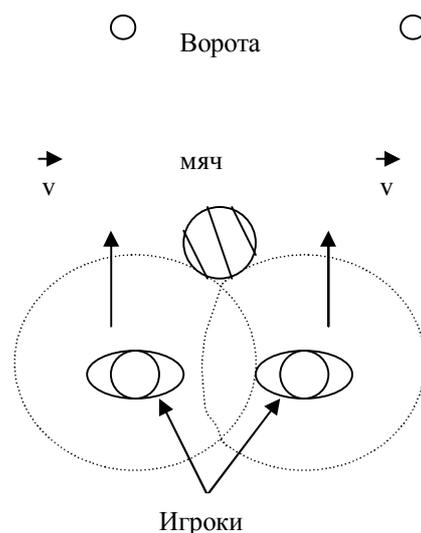
Отвлекаясь от технических трудностей поглаживания миллиона котиков, заметим, что использование электризации с целью преобразования механической энергии в электрическую малоэффективно из-за очень низкого КПД подобных механизмов (самый известный из них – электрофорная машина).

15.2. Необходимо потереть стеклянную часть лампы шелковым халатом, тогда она приобретет положительный заряд, и джинн будет добрым. Ни в коем случае нельзя тереть шерстяным шарфом янтарную часть лампы, иначе она зарядится отрицательно, и джинн будет очень злым!

\*\*\*\*

15.3.  $R = q \sqrt{\frac{k}{F}} = 9,4$  м. Футболисты должны двигаться, как показано на рисунке.

15.4. Будем считать, что Иван Царевич разводит руки на расстояние  $R = 1,5$  м. Тогда  $F = k \frac{q^2}{R^2} = 40$  Н – это все равно что держать в каждой руке по 4 кг.



Если Иван Царевич сведет руки вместе, сила станет больше, и развести их он уже не сможет.

**15.5а.** Ответ см. в задаче 15.5б.

**15.5б.** Нет. При разряде лейденской банки, несмотря на очень высокое напряжение, протекает незначительный ток, который не способен «раскалить добела» угольные стержни.

**15.6.** Волосы становились дыбом, могли наблюдаться огни святого Эльма. В реальности подобное может быть только перед сильной грозой, где земля и облака выполняют роль пластин плоского конденсатора.

$$\frac{\eta CU^2}{2} = \frac{mv^2}{2},$$

**15.7.** Из закона сохранения энергии

$$\text{отсюда } C = \frac{mv^2}{\eta U^2} = 5 \cdot 10^{-4} \text{Ф.}$$

Как видим, емкость конденсатора может быть вполне реальной, но взятое нами напряжение 5 кВ для конденсатора такой емкости является неправдоподобным.

Заряд, который должен расходоваться при каждом выстреле:  $q = CU = 2,5 \text{ Ф!}$  Можно представить, с какой силой обкладки конденсатора притягиваются друг к другу! Но ведь и винтовка-то – фантастическая!

**15. 8.** Во время грозы создается электростатическое поле, под действием которого происходит явление электростатической индукции. Одна часть капель заряжается положительно, а другая отрицательно. Разноименно заряженные части капель, находящихся по соседству притягиваются, и капли сливаются. Именно поэтому в сильную грозу капли бывают очень крупными и сливаются в одну струю, тогда мы наблюдаем грозовой ливень, а не мелкий дождь.

## **16. Постоянный электрический ток. Законы Ома**

**16.1.**  $J = nS\langle v \rangle = 0,15 \text{ А.}$  Количество отрицательных зарядов, прошедших через поперечное сечение, будет равно количеству положительных, суммарный заряд при этом будет равным нулю и силы тока не будет. Роль электрического поля в предлагаемой аналогии играет ветер. Неточность аналогии заключается в том, что на ветру положительно и отрицательно заряженные комары будут двигаться в одну сторону, тогда как в электрическом поле отрицательно заряженные частицы двигаются против направления силовых линий электрического поля, а положительные – вдоль этих линий.

**16.2.** Можно. Если между медной и цинковой пластинами поместить кислотную среду, то получится гальванический элемент. В качестве такой кислотной среды может использоваться лимон или яблоко. Для этого в лимон втыкают медный и цинковый провода, между которыми возникает напряжение. Правда телевизор посмотреть с такой «батареей» не получится – уж слишком слабый ток будет она давать.

**16.3.** «В результате взрыва и поломок в хвосте могло возникнуть короткое замыкание или трение металла о металл, вызывающее искры. При сливе горючего в полете одной искры будет достаточно, чтобы лайнер превратился в пылающий жертвенный костер». (А. Хейли, «Аэропорт»)

$$\frac{l_1}{R_1} = \frac{l_2}{R_2} = \frac{l_3}{R_3}, \quad l_1=2,5 \text{ м}, \quad l_3=10 \text{ м}.$$

**16.5.**

$$\left. \begin{array}{l} R_{1,2} = 6R_3 \\ R_{3,4} = 3R_3 \\ U = J_{1,2}R_{1,2} \\ U = J_{3,4}R_{3,4} \end{array} \right\} \Rightarrow J_{3,4} = 2J_{1,2} ;$$

$$Q_1 = 2J_{1,2}R_3 ;$$

$$Q_2 = 4J_{1,2}R_3 ;$$

$$Q_3 = 4J_{1,2}R_3 ;$$

$$Q_4 = 8J_{1,2}R_3.$$

Быстрее всех погибнут мошки, затем одновременно погибнут мухи и комары. Дольше всех проживут тараканы.

**16.6.** Экономически выгоден чайник Нуф-Нуфа. При маленькой мощности большее количество теплоты передается окружающей среде. Чайник Нуф-Нуфа может совсем не закипеть, а только нагреется до температуры, при которой вся потребляемая энергия из-за теплопотери будет передаваться окружающей среде.

\*\*\*\*

**16.7.** Разность потенциалов между точками a1 и a4 равна 3В; между a1 и в4 равна 3В; между клетками с4 и а7 тоже 3В; а между е8 и с3 разность потенциалов -5В. Эквипотенциальными клетке d2 являются все клетки с индексом 2. Потенциал поля коня может меняться на  $\Delta\phi=1\text{В}$  или 2В; пешки – на 1В или 2 В; ферзя – от 1 до 8В.

**16.8.** Если поместить заряженную частицу в электрическое поле, силовые линии которого замкнуты, то она начнет бесконечно долго ускоряться, двигаясь вдоль силовых линий, что приведет к бесконечному росту ее кинетической энергии.

**16.9.** При коротком замыкании сопротивление цепи резко падает, значительно возрастает сила тока и количество теплоты, выделяющееся в проводах, поэтому у робота может сгореть проводка. Напряжение на участке короткого замыкания падает, а так как мозг соединен параллельно, то напряжение на нем становится недостаточным для нормальной работы.

**16.10.**  $\varepsilon = t$ ;  $r = t + 3$ , где t – время в годах;  $I_1 = \frac{\varepsilon}{r} = 0,25A$ ;  $I_{100} = 0,97A$ ;

Чтобы определить свой возраст, жителю этой интересной планеты достаточно взяться руками за клеммы вольтметра, показываемое вольтметром напряжение примерно будет равно возрасту жителя. Неточность измерения возраста связана с внутренним сопротивлением вольтметра.

Сила тока через отроков, когда они все стоят лицом к центру:

$I' = \frac{nt}{n(t+15)} = 0,83A$  ; если четверо стоят лицом от центра, то:

$$I'' = \frac{2t}{n(t+15)} \approx 0,17A$$

**16.11.**  $Q = c\Delta T$  ;  $Q = \frac{\varepsilon^2 t}{r}$  ;  $\Delta T = \frac{\varepsilon^2 t}{r} \approx 0,16$  °C.

**16.12.** Разность потенциалов в точках соединения амперметра равна нулю, следовательно, ток через него протекать не будет. На подключенное к вольтметру сопротивление, падает напряжение, составляющее 2/3 от общего напряжения – 1 В. Таким образом, в схеме зашифрован телефон пожарной службы 01.

**16.13.** Чтобы восстановить окислившуюся поверхность, необходимо предварительно растворить оксид бронзы. Иначе нейтральные молекулы оксида в электролитической диссоциации участвовать не будут. Таким образом, из «бесформенного комка» с помощью электролиза бронзовая ваза не может быть восстановлена.

**16.14.** Штирлиц пришел раньше Бормана в два раза и в четыре раза

быстрее Мюллера. Опоздал Мюллер.  $Q = \frac{u^2}{R} \Delta t$  , так как  $Q_1=Q_2=Q_3$ , то  $\Delta t \sim R$

, таким образом  $R_{шт} = \frac{R_{Бор}}{2} = \frac{R_{Мюл}}{4}$  .

**16.15.** «Работая по ночам, мы начинили башню порохом... мы водрузили на верхушке громоотвод, опустив его нижний конец в один из зарядов, а остальные заряды соединили с ним проводами».

(М. Твен, «Янки при дворе короля Артура»)

## 17. Сила Лоренца, сила Ампера. Электромагнитная индукция

**17.1.** Выход из лабиринта обозначен цифрой 1.

**17.2.** В храме находился примитивный электрогенератор, кусочки железа – постоянные магниты. При быстром движении этих магнитов относительно проводника в нем создавалась ЭДС индукции.

**17.3а.** Ответ см. в тексте задачи 17.3б.

**16.3б.** «Все, что следует сделать, – это изменить систему сигналов. Вместо одного сигнала ввести два, скажем *точку и тире* – короткий и длинный. Тогда мы можем записать все буквы алфавита, используя не больше четырех импульсов».

(Г. Гаррисон, «Моралист»)

**17.4.** Правая голова должна целиться левее мишени, а левая – правее, так как на заряженные частицы действует сила Лоренца, отклоняющая частицы от прямолинейного движения.

\*\*\*\*

**17.5.** Магнитный поток не изменяется, так как магнитное поле Земли постоянно, следовательно, индукционный ток в катушке возникать не будет.

**17.6.** В дюралюминиевом панцире возникают вихревые индукционные токи, магнитное поле которых взаимодействует с полем катушки и тормозит старого жука.

**17.7.** «Это не дает результата, так как очень сильное магнитное поле создает в металле вихревые токи, которые разогреют шлемы до высокой температуры. Когда начинает припекать, не будет другого выхода, как только сорвать шлем с головы и подставить себя под удар».

(С. Лем, «Непобедимый»)

**17.8.** Мозг нового робота обладает большой индуктивностью, что не позволяет быстро изменяться току в головном мозге, поэтому робот стал медленнее думать.

**17.9.** Это транспортное средство может двигаться на магнитной подушке. Под Землей располагается система электромагнитов, создающих магнитное поле, взаимодействующее с магнитным полем «мобиля», создаваемым контуром с электрическим током. Другой вариант, технически более перспективный, связан с тем, что подземные магниты создают переменное поле, которое вызывает индукционный ток в катушках «мобиля». Создаваемое эти индукционным током магнитное поле «отталкивает» транспортное средство от земли.

## **18. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

**18.1.** Скорость звука значительно ниже скорости света, поэтому звук свистка слышен через некоторое время после выброса пара.

**18.2.** Скорость звука значительно ниже скорости света, поэтому звук выстрела слышен всегда несколько позднее выстрела.  $S = v_{зв} \cdot t = 340$  м.

**18.3.**  $S = v_{зв} \cdot t = 1700$  м.

**18.4.** Ось и колесо при трении начинают колебаться и издавать звуки.

**18.5.**  $\lambda = \frac{v}{\nu}$ . Длины волн песен Орфея  $\lambda$  лежат в диапазоне  $\lambda_1 < \lambda < \lambda_2$ , где  $\lambda_1 = 17$  м, а  $\lambda_2 = 170$  м.

**18.6.** 0,0004 с.

**18.7.** Соловей-разбойник использует эхолокацию. Он определяет расстояние до дерева по отражению звука от его ствола. подобно летучим мышам.

**18.8.** Мышь не видит в абсолютной темноте. Испуская при полете писк в ультразвуковом диапазоне, она ориентируется с помощью тончайшего слуха, улавливая отраженный от препятствий звук своего писка.

**18.9.** Гром – звук от расширения воздуха, нагретого при прохождении электрического тока через него. Опасна молния, а следующий за ней гром безопасен.

**18.10.** Наибольшей амплитудой обладает звук движущегося трамвая. Наименьшей – «крохотные шумейки» девочек. Шум отличается от музыкальных и других звуков хаотичным и беспорядочно меняющимся сочетанием звуков различной частоты и амплитуды.

**18.11.** Если незвучащий предмет ударить другим незвучащим предметом (молотком по камертону), то возникнет звук. Поставив бусинку на нитке к ножке камертона, можно видеть, что камертон звучит только тогда, когда колеблются его ножки. «Материя» способна издавать звук только при колебаниях. Громкость звука зависит от амплитуды колебаний и не зависит от величины тела.

**18.12.** Звучание колокола обусловлено колебанием его стенок, которое передается держащим его балкам. Чем громче звук, тем больше амплитуда колебаний стенок колокола. При максимальной амплитуде колебаний колокола становится заметным колебание всего здания.

**18.13.** Голос Клавдии Петровны отличается от голоса Ричарда Львиное Сердце большей амплитудой колебаний и более низкой частотой.

**18.14.** Звук отражается от вагонов и возвращается к пассажирам. Пустые вагоны резонируют и усиливают звук.

**18.15.** Видимость под водой невелика и зависит от прозрачности воды, поэтому визуальное наблюдение не эффективно. Современные подводные лодки ориентируются с помощью эхолотов.

**18.16.** Частотный диапазон слышимости собак значительно шире, чем у человека. Мощный ультразвуковой сигнал будет не слышен человеком, но в то же время может быть невыносимо громким для собаки. Существуют «беззвучные» для человека ультразвуковые свистки, с помощью которых хозяин подзывает собаку.

\*\*\*\*

**18.17.** Необходимо плыть вдоль срединного перпендикуляра к отрезку, соединяющему сирен. Во всех точках этого отрезка в результате интерференции звуковых волн происходит ослабление амплитуды звуковых колебаний, что уменьшает действие пения коварных сирен.

**18.18.**  $v_{36.} + v_{\partial} = v_1 \lambda; v_{36.} - v_{\partial} = v_2 \lambda; \frac{v_{36.} - v}{v_2} = \frac{v_1}{v_1 + v_2} \quad v = \frac{v_{36.}(v_1 - v_2)}{v_1 + v_2} \approx 3,36 \text{ м/с}$  – скорость дилижанса.

$$18.19. \quad T = \frac{t}{N}; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}; \quad t = 2\pi N \sqrt{\frac{l}{g}} = 596 \text{ с.}$$

**18.20.** Период колебаний математического маятника зависит от его длины и не зависит от массы, а так как Чебурашку можно считать материальной точкой, длина маятника не изменится, следовательно, период колебаний качелей останется прежним.

**18.21.** Когда на качели садится длинный Крокодил Гена, центр тяжести поднимается, длина маятника уменьшается и период колебаний тоже становится меньше.

**18.22.** Необходимо найти период колебаний кед на шнурке с помощью часов:

$T = \frac{t}{n}$ , где  $n$  – число колебаний. Найти длину шнурка:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ;  $l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$  и наконец измерить длину и ширину коровника шнурком и вычислить площадь.

**18.23.** Отсутствие атмосферы не позволяет осуществлять связь на коротких волнах, так как они распространяются по поверхности путем отражения от ионосферы. Ультракороткие волны распространяется только в пределах видимости, поэтому необходимы ретрансляторы, расположенные в прямой видимости друг от друга.

**18.24.**  $t = nT$ ;  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ;  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 796$  с. Именно через такое время смелый Кузя сможет вернуться в родное болото.

**18.25.** Разговор в звуковом диапазоне между двумя роботами на внешней звукопроводящей обшивке звездолета, летящего в межзвездном пространстве (по мотивам фильма Дж. Лукаса «Звездные войны»).

Первый робот: «Слушай, а если имперский корабль взорвется, мы услышим этот взрыв?»

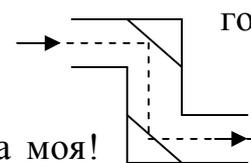
Второй робот: ...

Что ответил второй робот на вопрос своего электронного товарища?

## 19. ОПТИКА

**19.1.** Солнечный свет, отражаясь от ровной и неподвижной поверхности воды, попадает в глаза наблюдателю. Волны, разбегающиеся от парома, нарушают горизонтальную поверхность воды и меняют направление отраженных солнечных лучей, поэтому и река «пошла складками».

**19.2.** Это может быть перископ, устройство которого изображено на схеме.



**19.3.** «И живописец ответил так: – Сумею, госпожа моя! Если ты соизволишь подняться на крышу и глядеться оттуда в таз с водой, стоящий на земле, то я выполню твою просьбу».

(Из персидской сказки, «Семь приключений Хатема»).

**19.4.** Во-первых, луч лазера при переходе из одной среды в другую будет преломляться. Во вторых, часть луча будет отражаться от поверхности воды, поэтому рыцарю надо быть осторожным, он может пораниться отражением своего меча.

**19.5.** «Василиск убивает взглядом. Но он пока никого не убил. Наверное, потому, что никто из них не смотрел ему прямо в глаза. Колин видел его через глазок фотокамеры... Гермиона догадалась, что чудовище из тайной комнаты – Василиск. Спорим на что угодно – она сказала первому, кого встретила, давай на всякий случай заглянем за угол с помощью зеркала. Девушка достала зеркальце, а дальше – сам знаешь...».

(Дж. К. Ролинг, «Гарри Поттер и Тайная комната»)

**19.6.** Поставить зеркало так, чтобы в нем отражались все люди, входящие в здание. Тот, кто не отразится в зеркале – вурдалак.

**19.7.** В бинокле или перископе изображение получается при отражении лучей от зеркала, а, как известно, вампиры не отражаются в зеркалах.

**19.8.** При прохождении лучей через оптическую систему часть света отражается от поверхности линз. В просветленной оптике, процент отраженного света меньше, в непросветленной – больше. Свет от вампира не отражается, следовательно, он полностью проходит через оптическую систему и попадает на фотоплёнку.

**19.9.** Из-за преломления воды щука кажется несколько выше, чем на самом деле. Чтобы жить припеваючи, Емеле необходимо знать физику, тогда бы он догадался зачерпнуть бадьей поглубже. Это еще один из примеров, показывающих, как важно знать физику!

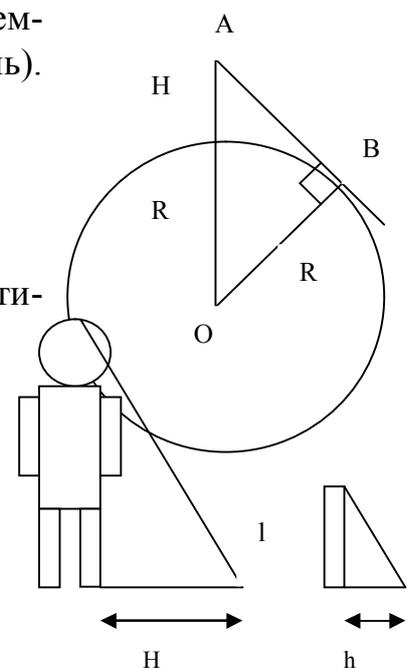
**19.10.** Высота предмета  $H \ll R$  (радиуса Земли), то  $|AB| \approx L$  (длине дуги, куда падает тень).

$$|AB| = \sqrt{2RH + H^2} \approx \sqrt{2RH} = 3569 \text{ м.}$$

**19.11.** Необходимо поставить линейку вертикально, отметить границу своей тени и тени от линейки, а затем измерить длину теней  $H$  и  $h$  соответственно, тогда ваш рост определится как

$$L = \frac{H}{h} l, \text{ где } l \text{ – длина линейки.}$$

**19.12.** При полной невидимости человека лучи будут беспрепятственно проходить через



все его тело и не испытывать преломления, в том числе и через глаза. В этом случае «властелин» мира будет не только невидим, но и слеп!

**19.13.** Относительный показатель преломления человека-невидимки относительно воды будет равен не единице, поэтому его тело начнет искажать световые лучи.

**19.14.** Кашей Бессмертный стал близоруким, так как коэффициент преломления алмаза значительно больше коэффициента преломления хрусталика человеческого глаза.

**19.15.** Близорукостью. «Воздушные очки» могли представлять маску «наоборот», т.е. маску, наполненную водой. Таким образом, щука смотрит как бы из-под воды. Ее глаза обладают в этом случае нормальным зрением, т.к. отношение коэффициента преломления глаза определяется переходом глаза – вода, привычным для нее.

**19.16.** Для визуального осмотра дна водоемов с мутной водой на глубине, не превышающей роста человека достаточно надеть шапку-невидимку и войти в водоем. Тогда можно будет видеть через тело человека участки дна, находящиеся под ногами.

Можно предложить использовать Шапку-невидимку:

- 1) в качестве компаса;
- 2) с медицинскими целями для визуального наблюдения внутренних органов.

**19.17.** «Нужно только, чтобы лучи Солнца были сведены в одну точку, а для этой цели лед может заменить нам лучший хрусталь. Только я предпочел бы кусочек пресноводного льда: он крепче и прозрачнее...

Доктор велел отрубить кусок льда, имеющий фут в диаметре, и начал обравнивать его топором. Потом отделал его ножом, наконец постепенно отшлифовал рукою. Получилась прозрачная чечевица, словно из лучшего хрусталя. Солнце было довольно яркое. Доктор поставил чечевицу его лучам и сосредоточил их на труте. Через несколько секунд трут разгорелся».

*(Ж. Верн, «Путешествия капитана Гаттераса»)*

**19.18.** Очки пропускают только лучи зеленой части спектра и задерживают все остальные. Если в световом потоке не содержится зеленый цвет, то предмет сквозь очки кажется черным. Именно поэтому все предметы в Изумрудном городе имеют черно-зеленую окраску.

**19.19.** Если бы зрачки стали невидимыми, то Гарри Поттер стал бы слепым, так как лучи света не фокусировались бы на сетчатке глаза и проходили бы сквозь нее.

\*\*\*\*\*

**19.20.** Угол между поверхностью воды и лучом обозначим  $\gamma$ , тогда глубина, на которую достанет лазерный меч, найдется по формуле:

$$h = l \sqrt{1 - \frac{\sin^2(90 - \gamma)}{n^2}} = 1,38 \text{ м.}$$

**19.21.**  $d = \frac{2h}{\sqrt{n^2 - 1}} = 1,2 \text{ м.}$  Чтобы дожидаться Ивана Царевича, лягушке придется сидеть в африканском или амазонском болоте, где есть водные растения с такими большими листьями.

**19.22.** Предмет является идеально черным, если поглощает свет всех длин волн и ничего не отражает. Понятно, что меньше, чем «ничего» быть не может.

**19.23.** Цвет различается человеком с помощью специальных светочувствительных клеток – колбочек. При слабом освещении зрение осуществляется другими клетками – палочками, которые являются более чувствительными, но не создают цветовых ощущений, поэтому при слабом свете все предметы кажутся серыми.

**19.24.** При ярком свете зрачки сужаются, и уменьшается световой поток, попадающий на сетчатку глаза. Поверхности, имеющие низкую относительно яркого солнца освещенность, будут трудно различимы.

**19.25.** Полная темнота в тени и яркий свет на солнце обусловлены отсутствием атмосферы, которая рассеивает свет, благодаря чему в тени достаточно светло, а на свету – не слишком ярко.

**19.26.** Зрение русалок приспособлено к показателю преломления воды, при выходе из воды оптическая сила хрусталика их глаз окажется чрезмерной, и русалки станут близорукими. Для нормального зрения над водой им необходимы очки с отрицательной оптической силой.

**19.27.** Привидение можно использовать в оптических приборах, где необходимо изменять оптическую силу линз. Например, в биноклях, в объективах фотоаппаратов и т.д. Вместо того, чтобы для наведения резкости изменять расстояние между линзами оптической системы, достаточно играть ту или иную музыку до получения резкого изображения.

$$D = -2D_1 + \frac{3}{F_2} = 0.$$

**19.28.** **19.29.** Свет, длина волны которого соответствует фиолетовому цвету, имеет в среде меньшую скорость, чем красный свет. В результате длительного движения внутри «медленного» стекла, красный свет намного обгонит другие, поэтому в таком стекле мы не увидим в точности то же изображение, что было с той стороны стекла много лет назад. Появятся сначала красные цвета спектра, составляющего изображение, потом к ним добавятся оранжевые и т.д.

**19.30.** Если смотреть «сквозь» человека в шапке-невидимке, то будут искажаться красные и фиолетовые цвета видимого спектра.

**19.31.** Использование радиолокаторов, эхолотаторов, тепловизоров.

**19.32.** Лойна– Солнце, Калья – дождь, йулу-вирри – радуга, появляющаяся вследствие дисперсии света в дождевых каплях.

В случае монохроматического излучения йулу-вирри представляло бы собой узкую дугу одного цвета.

**19.33.** Необходимо расположить два забора так, чтобы штакетник одного был перпендикулярен штакетнику другого.

**19.34.** «– Возьмите каркас куба и обтяните его этим проводом. Потом сделайте со всех сторон экран из густой сетки и натяните побольше провода внутри куба. В конце концов образуется невидимый куб, целиком сделанный из этого провода. Теперь подавайте на него сигнал в ультрафиолете и получите цветные узоры, зависящие от длины световой волны. Иными словами, изображение. Цветное и трехмерное, поскольку транслируется оно на невидимый куб. И кроме того, на него можно смотреть под любым углом, поскольку это не оптическая иллюзия, а настоящее трехмерное изображение».

(Г. Каттнер, Гэллегер Бис)

Объяснение возможностей такого невидимого провода для получения изображения не противоречит физическим законам, если изображение получается в плоскостях граней куба. Однако в описании установки не объясняется, как ультрафиолетовый сигнал попадает внутрь куба.

**19.35.** В линзе, положенной на полированную пластину, мастер наблюдал кольца Ньютона, которые появляются вследствие интерференции лучей, отраженных от пластины и внутренней части линзы. Идеально отшлифованная линза дает идеально круглые радужные кольца. Малейший дефект геометрии поверхности линзы проявляется в искривлении интерференционных колец.

$$\mathbf{19.36.} \quad k\lambda = d \sin \varphi; \quad \sin \varphi = \frac{k\lambda}{d} = 0,4$$

**19.37.** В рассказе шпиона допущены следующие ошибки: 1) вблизи горизонта солнце красное, а когда поднимается, становится белым, а не наоборот; 2) при одном источнике света (солнце) радуга не может появляться в противоположных от наблюдателя сторонах; 3) радуга наблюдается как дуга окружности и не может иметь овальную форму, и тем более, форму ломаной линии; 4) в вакууме скорость света является постоянной независимо от длины волны, поэтому даже субсветные катера не могут быть видны сначала в одной части спектра, а потом в других; 5) если у лазерно-фотонных пушек действительно оказались когерентные лучи, то максимумы и минимумы должны распределяться по полосам, а не по квадратным участкам земли; 6) если на астероиде нет атмосферы, то в пещере может быть только темнота, а не приятный полумрак, который бывает на Земле от рассеянного в атмосфере света.

## **20. Квантовая физика, ядерная физика**

**20.1.** «Техническое оснащение «Скевенджеров» позволяло им добиваться практически невозможного. Они могли заснять очертания города при полной светомаскировке и наблюдать за движением отдельных автомашин с высоты 2500 метров. Могли обнаружить подводную лодку на глубине пятьдесят-шестьдесят метров. Могли засечь положение мин в гавани по деформации движения вол и даже получить точные фотоснимки заводов через четыре часа после прекращения там всякой работы, фиксируя остаточное тепловое излучение зданий».

(*Майк Крайтон. «Штамм «Андромеда»*)

**20.2а.** Ответ см. в задаче 20.2б.

**20.2б.** В горах испускаемые радаром радиоволны испытывают многократное отражение от поверхности гор и возникающее на экране «эхэ» создает сильные помехи, не позволяющие использовать радар.

При очень низких температурах инфракрасное излучение становится столь малым, что не регистрируется инфракрасными очками. Очки становятся «слепыми».

**20.3.** Нуф-Нуф покроется загаром, а Ниф-Ниф – румяной корочкой..

**20.4.**  $h\nu = A + \frac{mu^2}{2}$  ;  $\frac{mu^2}{2} = eU_3$  ;  $U_3 = \frac{h\frac{c}{\lambda} - A}{e} \approx 7,9$  В. Напряжение на фотоэлементе больше запирающего, следовательно, тока в цепи шлюза не будет и Джеймс откроет дверь.

**20.5а.** Ответ см. в тексте задачи 20.5б.

**20.5б.** Пыль заряжается благодаря явлению фотоэффекта: под действием излучения Солнца с поверхности пылинок выбиваются электроны, и пылинки приобретают положительный заряд. Во время солнечной активности рентгеновские и ультрафиолетовые излучения интенсивнее, пылинки заряжаются быстрее.

При наличии атмосферы или под простым стеклом пылинки, скорее всего, не заряжались бы, так как атмосфера и стекло задерживают рентгеновские и ультрафиолетовые лучи, которые вызывают явление фотоэффекта. Под кварцевым стеклом явление фотоэффекта сохранилось бы, так как это стекло не задерживает ультрафиолетовое и рентгеновское излучение.

**20.6.** «Техническое оснащение «Скевенджеров» позволяло им добиваться практически невозможного. Они могли заснять очертания города при полной светомаскировке и наблюдать за движением отдельных автомашин с высоты 2500 метров. Могли обнаружить подводную лодку на глубине пятьдесят-шестьдесят метров. Могли засечь положение мин в гавани по деформации движения вол и даже получить точные фотоснимки заводов через четыре часа после прекращения там всякой работы, фиксируя остаточное тепловое излучение зданий».

(*Майк Крайтон. «Штамм «Андромеда»*)

**20.7.** На усах Ипполита Матвеевича можно наблюдать пример непрерывного спектра, последовательность цветов которого следующая: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый.

По спектру на усах можно определить химический состав Солнца. Определение химического состава вещества по его спектру называется спектральным анализом. Если бы усы Ипполита Матвеевича были окрашены в линейчатый спектр испускания паров, то они были бы почти полностью черными, исключая узкую полосу желтого цвета.

При иллюстрации усами спектра поглощения, они будут соответствовать непрерывному спектру. Только в том месте, где в предыдущей покраске была светлая полоса желтого цвета, будет полоска «радикально черного» цвета.

**20.8.** Были использованы «спектральные индикаторы» (*С.Лем*, «Непобедимый»), т.е. приборы, служащие для определения химического состава вещества по спектру.

**20.9.** По спектральному анализу вспышек взрывов зондов можно определить химический состав экзосферы Юпитера на разных глубинах:

«Двадцать вспышек, двадцать лопнувших бомбозондов. Планетолог громко говорил в диктофон, заглядывая в отсчетное устройство спектроанализатора:

– Молекулярный водород – 81,35, гелий – 7,11, метан – 4,16...»

(*Аркадий и Борис Стругацкие*. «Путь на Амельтею»)

**20.10.** Опасения ученого более чем серьезны. Обнаруженное им излучение, судя по его проникающей способности, – гамма-излучение. Это излучение возникает при радиоактивном распаде атомов и регистрируется по действию на фотопластинку.

Это излучение, идущее от солей урана, обнаружил Беккерель. Склодовская-Кюри и Пьер Кюри открыли новые радиоактивные элементы – полоний и радий. Именно об этих опытах и читал владыка, что говорит об его осведомленности о передовых физических исследованиях того времени (начало XX века).

**20.11.** Современное название «ядерного делителя» – ядерный реактор.

Судя по рассказу ученого, метеорит состоит из урана. Смолка может выполнять роль замедлителя нейтронов, который в реальном реакторе состоит из графита, а вода нужна для охлаждения природного реактора. Хотя возможно, что вода является еще и замедлителем.

На практике появление такого природного реактора маловероятно, потому что в стабильно работающем реакторе коэффициент размножения нейтронов очень близок к единице. При уменьшении этого коэффициента реакция быстро затухает, а при увеличении может привести к взрыву. В реальности коэффициент размножения регулируется управляющими стержнями из кадмия или бора, поглощающими нейтроны. В природном

же реакторе никто не управляет реакцией, поэтому непонятно, как коэффициент размножения поддерживается постоянным столь долгое время. Однако, надо отдать должное автору, который придумал интересную версию возможности природного ядерного реактора.

**20.12.** Кваканье лягушек подчиняется закону, аналогичному закону радиоактивного распада.  $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$ , где N- число неквакнувших лягушек через время t,  $N_0$  – число лягушек на болоте, T – период полукваканья. Через 8 мин 6,25% лягушек по-прежнему будет хранить молчание. Этот закон является статистическим и действует только для очень большого количества лягушек. Следовательно, предсказать время, через которое квакнет одна, отдельная лягушка нельзя.

**20.13.** 11200 лет. За это время так и не научились делать бутерброды!

$$\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}} * 100 \% = 28\%$$

$$v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = 3,16 \text{ м/с.}$$

**20.16.**  $E = \frac{mv^2}{2}$ ; а)  $E < E_1$  – если в привидение бросить молотком, оно останется бесцветным; б)  $E > E_2$  – при выстреле пулей привидение покраснеет; в)  $E_1 < E < E_2$  – при бросании камня оно станет зеленым.

$$v = \sqrt{\frac{2E}{m}}; \text{ а) } E=666 \text{ Дж, } v= 16,3 \text{ м/с; б) } E=666 \text{ Дж, } v= 16,3 \text{ м/с;}$$

$$\text{ в) } E= 1332 \text{ Дж, } v=23,1 \text{ м/с.}$$

**20.17.** «О, это всего лишь испускание гамма-излучения, связанное с переходом с одной орбиты на другую, – пояснил партнер по орбите. – Всякий раз, когда один из нас (электронов – прим. А.У.) проникает глубже внутрь атома, лишняя энергия непременно испускается в виде излучения. Этот счастливчик совершил гигантский прыжок и испустил при этом огромную энергию. Гораздо чаще нам приходится довольствоваться меньшими прыжками на окраине атома, и испускаемое нами излучение называется «видимым» светом».

(Г. Гамов, «Приключения мистера Томпкинса»)

**20.18.** Очевидно, что на фотографии треки частиц, двигающихся в магнитном поле. На электроны действует сила Лоренца, отклоняющая их влево. Если радиус кривизны и толщина треков частиц, отклоняющихся вправо, такая же, как и у электронов, то эти частицы имеют положительный заряд и массу, равную массе электрона. Эти частицы получили название «позитрон».

**20.19.** В данном случае гипертрофированно показан корпускулярно-волновой характер материи: сочетание в себе качеств частицы и волны: «Вы глубоко заблуждаетесь, – возразил профессор. – Здесь перед нами только одна маленькая газель, которая, испугавшись чего-то, мчится сквозь бамбуковую рощу. Дело в том, что «расплывание» всех тел обладает одним свойством, аналогичным свойству обычного света: проходя через правильную систему отверстий («решетку»), например между стволами бамбука в роще, оно порождает явление дифракции, о котором вам, вероятно, приходилось слышать в школе. Поэтому мы говорим о волновом характере материи».

(Г. Гамов, «Приключения мистера Томпкинса»)

**20.20.** При наблюдении частицы мы не можем избежать воздействия на нее, при этом меняется тот параметр, который мы хотели бы определить. Частицы ведут себя точно так же, как предметы в волшебной лавке – стоит на них «посмотреть», как они меняют свои параметры, «исчезают».

**20.21.** Каждый солдат армии дуболомов, которого ударили, передаст дальше усиленный удар, вкладывая в него свою энергию. Таким образом, с каждым разом энергия удара становится все больше и больше. Похожим образом ведут себя атомы, излучающие энергию под действием падающего на них света, при этом результирующая энергия излучения становится больше.

## **21. Теория относительности**

**21.1.** Поверхность бильярда в описанной аллегории символизирует абсолютное мировое пространство, в котором все процессы подчиняются одному абсолютному времени, а положение каждого тела можно описать определенными абсолютными координатами. Поэтому время можно измерить с помощью одних общих часов, а расстояние измерить одной жесткой «металлической» линейкой.

После определения скорости света в качестве абсолютной системы отсчета был взят «эфир» в котором, как на сукне бильярда, двигаются все материальные тела – бильярдные шары.

В релятивистской теории время и пространство для каждого шара свое, поэтому измерение общих эталонов времени и длины стало бессмысленным. Пространство (расстояния и время) стало зависеть от скоростей и массы тел.

**21.2.**  $S = ct \approx 10^{18}$  м.

**21.3.**  $m\Delta T = \Delta mc^2$ ;  $m = \frac{\Delta mc^2}{\Delta T} \approx 1,15 \cdot 10^{10}$  кг. Навряд ли Бармалей смог бы найти и нагреть такое количество золота. Правильно аборигены считали Бармалея сумасшедшим, и поэтому не трогали его и даже приносили ему пищу.

**21.4.** Одно из следствий преобразований Лоренца заключается в том, что длина стержня в направлении его движения зависит от выбора системы отсчета. При скоростях, близких к предельной скорости – скорости света в вакууме, эффект сокращения размеров тела вдоль направления его движения становится заметным. Это и увидел мистер Томпкинс: «Тут мистер Томпкинс ощутил необычайный прилив гордости, ибо ему было совершенно ясно, что происходило с велосипедистом – это было не что иное, как сокращение движущихся тел в направлении движения» (Г. Гамов, «Приключения мистера Томпкинса»).

**21.5.** «А какая разница, движемся ли мы быстрее или улица становится короче? Мне нужно проехать десять кварталов, чтобы попасть на почту, и если я буду прилежнее крутить педали, то кварталы станут короче, и я быстрее попаду на почту».

(Г. Гамов, «Приключения мистера Томпкинса»)

**21.6.** Размеры тела сокращаются только в других системах отсчета,двигающихся относительно этого тела: «Но к величайшему удивлению мистера Томпкинса ни с ним самим, ни с велосипедом ничего не произошло. Сократились улицы, витрины лавок и магазинов превратились в узкие щели, а полисмен на углу стал самым тощим человеком, которого приходилось когда-нибудь видеть мистеру Томпкинсу».

(Г. Гамов, «Приключения мистера Томпкинса»)

**21.7.** С точки зрения хорошего дворецкого, во Вселенной полный беспорядок: в каждой системе отсчета (а их, как Вы понимаете, несколько больше, чем часов в доме) свое время. Поэтому часы не только показывают разное время, они еще и идут с разной скоростью! И заставить их показывать одинаковое время нет никакой возможности.

Пока дворецкий идет от одних часов к другим, пройдет некоторое время, за которое эталонные часы изменят свои показания. Конечно, добросовестный слуга может взять с собой карманные часы, которые изначально идут так же как и эталонные. Но при движении дворецкого у этих часов будет собственное время, которое все равно будет отличаться от времени эталонных часов. При этом неважно, где находятся часы: в соседних комнатах или в соседних галактиках, принципиальной разницы нет никакой.

**21.8.** Реальные клетки строят себя из материи внешней среды, которую дает пища. Если найдется такая фантастическая клетка, которая будет непосредственно энергию «превращать» в материю, то при взрыве она вырастет не до размеров всей Земли, а на величину, равную дефекту масс при ядерном взрыве. Согласно формуле  $E=\Delta mc^2$ , масса будет очень небольшой.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЗАДАЧ ПО МОТИВАМ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Вашему вниманию предлагается сборник задач, в содержании которых использован текст или мотивы художественных произведений. Такие задачи содержат не только необходимые для решения сведения, но и информацию, активизирующую познавательную деятельность и эмоциональную сферу ученика.

Востребованность в таких задачах возросла с переходом школы на концентрическое построение курса физики. В первом концентре курса основной школы становятся необходимыми качественные задачи, которые, с одной стороны, содержат физическое содержание, ранее изучаемое только в старших классах, а с другой стороны, не требуют от учеников знания количественных закономерностей, не рассматриваемых в основной школе.

Кроме того, возрастные особенности учеников основной школы требуют от предоставляемой учителем учебной информации большей эмоциональной окраски, чем при обучении старшеклассников.

Профильность обучения в старших классах так же повышает спрос на такие задачи. Эмоциональный потенциал и возможности этих задач по осуществлению межпредметных связей с гуманитарными дисциплинами делают их незаменимыми при обучении в непрофильных по физике классах. В то же время, задачи по мотивам художественных произведений значительно расширяют спектр и разнообразие физических задач, поэтому с успехом могут быть использованы и в классах с углубленным изучением физики.

Несмотря на большую заинтересованность учителей подобными задачами, их использование на уроках физики наблюдается редко. Это обусловлено рядом причин.

Первая заключается в том, что отсутствуют задачки, содержащие достаточно большое количество задач по мотивам художественных произведений по основным учебным темам школьной физики, достаточное для систематического применения, а учителя не имеют возможности самостоятельно составлять такие задачи.

Вторая причина недостаточного использования задач по мотивам художественных произведений заключается в том, что их часто рассматривают только как средство активизации интереса и применяют с целью эмоциональной разрядки и внесения в урок развлекательного момента. Подобное отношение не позволяет использовать весь интеллектуальный потенциал, заложенный в задачах по мотивам художественных произведений.

Использование задач по мотивам художественных произведений позволит учителю в полной мере реализовать побуждающую, познава-

тельную, воспитательную и развивающую функции задач и достичь поставленных целей в процессе обучения (См. таблицу 1).

Таблица 1

Функции и цели физических задач по мотивам художественных произведений в учебном процессе

Функция	Цели
Побуждающая	Активизация внимания Мотивация учения Активизация познавательного интереса Создание проблемы и проблемной ситуации
Познавательная	Формирование понятий Конкретизация и систематизация знаний Моделирование физических явлений
Воспитательная	Воспитание научного мировоззрения Воспитание гражданственности
Развивающая	Развитие образного мышления и логического мышления Развитие эвристического мышления

Рассмотрим подробнее выполнение каждой из функций. Так при выполнении *побуждающей* функции задач по мотивам художественных произведений можно выделить следующие цели: активизация внимания учащихся; активизация их познавательного интереса; выявление учебной проблемы и создание проблемной ситуации.

Задачи по мотивам художественных произведений, благодаря своей эмоциональной окраске, являются незаменимым средством активизации внимания и познавательного интереса и в этом качестве эффективнее, чем другие виды задач. Но при этом важно, чтобы возможности текста задачи позволяли создавать проблемную ситуацию. Так, например, задача 2.3 при первоначальном предъявлении ученикам, несомненно, вызовет интерес, но окажется полезной, прежде всего, для учеников с низким уровнем познавательного интереса и низким уровнем усвоения знаний. Такая задача, по сути, является тренировочной и не содержит в себе проблемы для ученика, знакомого с понятием давления. Более того, частое использование таких задач (особенно в старших классах) может вызвать негативное отношение к ним учеников и, как следствие, снижение познавательной активности.

Значительно больший интерес представляют задачи, создающие проблему, решение которой позволяет проводить теоретическое обобщение. Так, например, при введении понятия физической величины и ее измерения можно предложить ученикам задачу 1.2.

Таким образом, задачи по мотивам художественных произведений будут выполнять побуждающую функцию в полном объеме, если художественная и эмоциональная составляющие предлагаемых задач сочетаются с их физическим содержанием, а сами задачи войдут в созданную учителем систему задач.

*Познавательная* функция процесса решения задачи выполняется при получении учащимися новой информации, приобретения, закрепления умений и навыков. При этом можно поставить следующие цели использования задач по мотивам художественных произведений: конкретизация и систематизация имеющихся знаний; усвоение физических закономерностей, формулировок законов; усвоение физических понятий.

В процессе решения задач постоянно должно обогащаться содержание понятия, расширяться его объем и устанавливаться связи с другими понятиями. Поэтому при формировании понятия целесообразно использовать задачи по мотивам художественных произведений, с помощью которых осуществляются межпредметные связи не только с естественнонаучными дисциплинами, но и с предметами гуманитарного направления, такими как история и литература. В качестве примера можно привести задачи по мотивам мифов Древней Греции (задачи 4.20, 6.21), истории Средневековья (задача 18.11), русско-японской войны (задача 12.9).

Использование текстов художественных произведений, благодаря образности, красочности описания наблюдаемого явления, позволяет учащимся наглядно представить это явление и, тем самым, способствовать процессу формирования понятий (задачи 14.2, 21.1).

Особо следует подчеркнуть, что задачи по мотивам художественных произведений служат средством связи не только между учебными предметами, но и между двумя такими сферами человеческой деятельности как наука и искусство. Это активизирует интерес учащихся – «гуманитариев», не склонных к изучению точных наук, а формируемое понятие при этом обогащается.

Известно, что постановка учебного физического эксперимента является эффективным средством активизации внимания учащихся. Вполне понятно, что комплексное использование эксперимента и задач по мотивам художественных произведений будет высокоэффективным средством для реализации познавательной функции. Экспериментальная задача художественного содержания может быть ключевым элементом структуры всего урока. Такой урок будет отличаться положительным эмоциональным настроением учеников и высокой степенью их познавательной активности. Так, например, при введении понятия плотности вещества в 7 классе можно напомнить учащимся детскую сказку про курочку Рябу, которая снесла золотое яичко (задача 3.3.). При этом учитель подчеркивает, что объем яйца, видимо, был полностью заполнен золотом, а вот скорлупа, как мы предполагаем, могла ничем не отличаться от обыкновенной. Далее

он предлагает вниманию учеников два яйца и сообщает им, что одно из них – обыкновенное, сваренное вкрутую, а вот другое – именно то золотое яйцо, которое снесла курочка Ряба и которое было недавно обнаружено учеными. В качестве доказательства учитель помещает «золотое» яйцо и обыкновенное на рычажные весы, которые показывают, что «золотое» яйцо значительно тяжелее (на самом деле яйцо заполнено мелкой свинцовой дробью). Учащиеся высказывают сомнение в «подлинности» золотого яйца, а учитель предлагает, не разбивая скорлупы, определить, что находится внутри яйца.

В процессе обсуждения решения задачи вводится определение плотности, предлагается способ ее экспериментального определения, измеряется масса и объем яиц, вычисляется их плотность и определяется вещество, которым заполнено «золотое» яйцо.

Таким образом, нехитрая детская сказка помогает созданию мотивации для введения понятия плотности вещества.

Нельзя не отметить широкие возможности, предоставляемые задачами по мотивам художественных произведений для мысленного моделирования. В них можно создавать фантастические и нереальные ситуации, которые помогут глубже познать окружающий нас мир. Классическим примером является задача про демонов Максвелла (задача 14.17). Гипертрофированное усиление действия законов квантовой физики, релятивистской механики и их перенос в привычный нам мир позволяют, с одной стороны, наглядно объяснить учащимся в принципе невоспринимаемые чувственно явления, а с другой стороны – показать различия между законами микро- и макромира, определить границы их применимости и условность подобного переноса (задача 21.4.).

Говоря о выполнении задачами по мотивам художественных произведений воспитывающей функции, можно выделить следующие воспитательные цели: формирование научного мировоззрения и воспитание гражданственности.

Формирование научного мировоззрения – одна из основных воспитательных целей преподавания естественнонаучных дисциплин в школе. Из этих дисциплин именно физика наиболее последовательно формирует представление о закономерности и познаваемости мира. Кроме того, физика включает в себя не только систему знаний о природе, но и содержит методологические знания о закономерностях процесса научного познания. Формирование элементов научного мышления – один из путей гуманизации обучения физике, позволяющий учителю выйти за рамки «сухих» формул и раскрыть социальный и психологический аспекты науки.

Одно из важнейших качеств научного мышления – способность критически мыслить, динамическое понимание категории истины как одного из главных компонентов формирования научного мировоззрения. Один из способов формирования критического мышления заключается в

умении дать научный анализ ситуации, представленной в задаче. Такой анализ позволяет учащимся развеять утверждения различных псевдонаук (задача 12.19), отделить народные приметы, основанные на наблюдениях природы, от предрассудков, показать противоречивость физических свойств различных сказочных существ и таинственных явлений, что позволяет сделать вывод о невозможности их существования (задачи 19.7, 19.12).

Другой способ формирования критического мышления заключается в предоставлении учащимся отрывков из различных художественных произведений, в которых автором допущена ошибка с физической точки зрения (задачи 2.8, 14.6).

Полезными будут задачи на нахождение технических характеристик различных сказочных, фантастических устройств, при решении которых учащийся сравнивает полученные результаты с техническими характеристиками реальных машин и механизмов, и критически оценивает правильность своего решения и правдоподобность сказочных устройств (задача 13.16.).

Особую роль среди задач по мотивам художественных произведений выполняют экспериментальные задачи. Ученики должны осознавать, что наивысшим судьей в определении истины является эксперимент. Гипотеза, высказанная ученым, становится знанием только тогда, когда она подтверждается экспериментом, точные параметры и результат которого воспроизводимы.

Для доказательства того, что полет Карлсона с одним пропеллером невозможен (задача 13.5.), демонстрируется следующий опыт: вентилятор помещается на вращающуюся платформу так, чтобы плоскость вращения вентилятора была параллельна плоскости поверхности платформы. При этом наблюдается вращение платформы в направлении, противоположном вращению лопастей вентилятора. Таким образом доказывается, что Карлсон при полете будет вращаться вокруг оси пропеллера.

Решение подобных задач позволит учащимся научиться отличать научные факты от «псевдонаучных» и выработает у них критическое отношение к воспринимаемой информации.

Воспитание патриотизма, чувства гордости за свой народ, за свою культуру возможны при решении задач, в которых используется исторический материал, народные приметы, пословицы и поговорки (задачи 14.27 – 14.31), показывающие народную наблюдательность, красоту и образность русского языка.

Физические задачи по мотивам художественных произведений целесообразно сочетать с политехническими и физическими задачами с историческим содержанием, с помощью которых ученики знакомятся с научно-техническими достижениями нашей страны, работами отечественных и зарубежных ученых.

*Развивающая* функция заключается в формировании различных личностных качеств, необходимых для решения задачи: настойчивости, сообразительности, силы воли. При решении задачи развиваются способности осуществления основных мыслительных операций: анализа, синтеза, дедукции, индукции, сравнения, обобщения, конкретизации и т.д. В полной мере это относится к задачам по мотивам художественных произведений, но, учитывая их специфику, отдельно можно выделить цели развития образного и логического мышления.

Поставив целью развитие мышления школьника, нельзя отдать предпочтение его образной или понятийной стороне. Недостаточное развитие одной из них неизбежно сказывается на развитии другой. Если логика позволяет устанавливать жесткие связи между двумя рассуждениями, сторонами изучаемого явления, то образное мышление позволяет увидеть целостную картину в общем, без мелких деталей.

Говоря о возможности использования задач художественного содержания в развитии логического мышления, необходимо отметить одно немаловажное их преимущество перед другими физическими задачами: это возможность выхода логических рассуждений за границы учебного предмета, что позволяет сочетать логические рассуждения, обусловленные физическими законами с житейской логикой и здравым смыслом (задача 5.2).

Широкие возможности задач по мотивам художественных произведений для развития образного мышления обусловлены наличием в них избытка информации, который является необходимым условием для организации акта понимания, придает образу эмоциональную окраску, делает его ярким, наглядным и запоминающимся. Подобный образ прочно запоминается учащимся и помогает ему решать другие задачи (задача 7.6.).

Особое место при выполнении функций развития занимают творческие задачи. Они требуют нахождения новых способов решения, отхода от ранее усвоенных образцов деятельности. Среди задач по мотивам художественных произведений можно назвать творческими конструкторские, изобретательские задачи, в которых требуется придумать реальное техническое устройство в нереальной ситуации (задача 19.2), или, наоборот, предложить механизм, действующий на основе необычных свойств объекта (задача 19.27.).

Далее необходимо определить место задач по мотивам художественных произведений в учебном процессе. Это зависит от дидактической цели, которую ставит при выборе задачи учитель: постановка проблемы, проверка знаний, объяснение нового материала, закрепление знаний и повторение учебного материала.

При постановке проблемы и объяснении нового материала задача по мотивам художественных произведений предлагается учащимся на начальных этапах введения понятия. Тогда она является ключевым элемен-

том построения всего урока. Так, например, задача 1.2. предлагается учащимся в начале урока, когда вводится понятие физической величины и ее измерения.

На заключительном этапе урока необходимо вернуться к этой задаче и подвести итоги, заключающиеся в получении обобщенного способа решения целого класса задач или, как в приведенном примере, в формулировке определения понятия. В этом случае эмоциональный настрой, создаваемый задачей, будет накладываться на весь урок.

При проверке знаний и их закреплении задача по мотивам художественных произведений выступает в роли частного, конкретного примера, при решении такой задачи необходимо применить полученные обобщенные знания. При этом эмоционально обогащаются полученные ранее теоретические знания, создается эмоциональная основа для их запоминания.

Отдельно необходимо сказать про задачи по мотивам популярных видеофильмов.

При практическом использовании задач на основе печатных художественных произведений выяснилось, что многие учащиеся не читали тех книг, которые были известны каждому ребенку предыдущего поколения. Большинство школьников вместо чтения художественной литературы предпочитают смотреть видеофильмы, во многих из которых физические явления показываются неправильно. Таким образом, у учащихся складывается ошибочный зрительный образ явления, затрудняющий его истинное понимание.

Информационный поток, хлынувший на учеников с экранов видео и телевизоров, столь велик, что часто виртуальная реальность экрана начинает отождествляться ребенком с реальной жизнью. В результате в сознании подростка складывается искаженная система образов и представлений об окружающем мире, мешающая дальнейшему развитию. Поэтому один из эффективных способов преодоления негативного действия современных средств массовой информации заключается в критическом осмыслении тех фрагментов из популярных фильмов, в которых, так или иначе, показываются физические явления.

В этих фильмах, благодаря комбинированным съемкам и компьютерной анимации, очень красочно, захватывающе изображаются сказочные и космические баталии, землетрясения, ураганы, наводнения и т.д. Понятно, что при внешней правдоподобности всех этих явлений их физическая сущность искажается в угоду большей эффектности, зрелищности.

Сравнение реальных физических явлений с теми, которые изображаются в популярных видеофильмах, позволяет не только устранить складывающееся заблуждение, но и создать проблемную ситуацию. Особенно интересным представляется сопоставление фрагментов видеофильмов и натурального физического эксперимента.

Так, например, в фильме «Пираты Карибского моря» герои фильма, перевернув пустую деревянную лодку, дышат в образовавшемся под лодкой пузыре воздуха и легко передвигаются по дну моря, не испытывая при этом никаких неудобств, связанных с выталкивающей лодку архимедовой силой (задача 4.27).

Нереальность такого способа передвижения доказывается простым опытом. Отрезается нижняя часть пластиковой бутылки. В получившийся сосуд помещается груз, плотность которого, как и плотность человека, чуть больше плотности воды (например, клубень картофеля). Показывается, что груз может устойчиво плавать (в аквариуме, например). Затем сосуд переворачивается кверху дном, к его нижней части привязывается этот же груз. Далее осуществляется попытка «утопить» ведро с пузырем воздуха внутри. Понятно, что ведро будет всплывать или поворачиваться так, что воздух будет выходить. Это наглядно доказывает неправдоподобность показанного в фильме путешествия по дну.

В фильме «Одиссея», согласно древнегреческим мифам, Одиссей стреляет из лука так, что его стрела пролетает через длинный ряд колец, расположенных строго горизонтально (задача 11.16).

Попытка повторения такого выстрела с помощью с баллистического школьного пистолета и ряда колец, закрепленных в штативах, показывает принципиальную невозможность горизонтального свободного полета в условиях тяготения Земли.

В популярнейшем среди молодежи фильме «Матрица» его главная героиня, находясь в свободном падении с крыши небоскреба, непрерывно стреляет из двух огромных пистолетов так, что должен возникать значительный момент силы, приводящий к вращению. Несмотря на это, главная героиня продолжает падать поступательно и вести стрельбу.

Выстрел из баллистического пистолета, закрепленного на вращающейся платформе, показывает, что в действительности героиня во время стрельбы стала бы вращаться.

Демонстрация лазерного луча и его свойств показывает неточность изображения лазерных лучей в фильме «Звездные войны», а опыт со звонком, звенящим в разряженном воздухе, позволяет сделать вывод о «сильном преувеличении» шума космических баталлий, происходящих в вакууме космического пространства (задача 18.25).

Применение подобных видеосюжетов с последующей постановкой физического эксперимента значительно активизирует учащихся и формирует критичность их мышления.

Задачи по мотивам художественных произведений являются незаменимыми при проведении внеклассных мероприятий по физике (КВН, вечеров, утренников, викторин, конкурсов и т.д.), Учет принципа добровольности участия школьников в подобных мероприятиях побуждает ис-

пользовать только увлекательный материал, способный вызвать эмоциональную вспышку и активизировать воображение учащихся.

Задачи, представленные в такой увлекательной форме, формируют тот эмоциональный настрой, который необходим для создания игровой атмосферы и решения дидактических задач.

Задачи объединяются по темам. Те задачи, которые рекомендованы к изучению во втором концентре обучения полной школы, помечены звездочкой (\*). Некоторые из этих задач после небольших комментариев учителя можно и целесообразно использовать в курсе физики и основной школы.

Ответы к задачам служат не только для определения правильности решения, но, зачастую, содержат дополнительную информацию и эмоциональный заряд. Поэтому мы рекомендуем читать ответ даже тогда, когда решение задачи очевидно и не вызывает трудностей.

### Единицы длины, применяемые в Англии и США

США, Англия	СИ
Миля	≈1609 м
Морская миля	≈ 1852 м
Ярд	0,914 м
Фут	≈0,3 м
дюйм	0,025 м

### Плотности некоторых веществ

Вещество	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
золото	19320
ртуть	13600
чугун	7000
мрамор	2700
мед	1345
вода морская	1030
вода пресная	1000
лед	900
дуб	760
осина	550
воздух	1,29
водород	0,09

### Физические параметры некоторых планет

Планета	Радиус экваториальный, км	Ускорение свободного падения, м/с <sup>2</sup>
---------	---------------------------	--

меркурий	2440	3,7
марс	3394	3,8
земля	6370	9,8 (при решении задач считать равным 10)

**Удельная теплоемкость, температура плавления, удельная теплота плавления некоторых веществ**

Металл	Удельная теплоемкость, кДж/(кг*К)	Температура плавления, °С	Удельная теплота плавления, кДж/ кг
Алюминий	0,88	660	380
Медь	0,38	1083	180
Сталь	0,50	1300-1500	84
Железо	0,46	1539	270
Серебро	0,25	962	87
Золото	0,13	1064	67
Вода	4,2	0	330
Воздух	1	-	-