

## Л. О. ОСТЕРМАН

### ЗАДАЧИ НА РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

#### І. М Е Х А Н И К А

1. Механическому заводу, эвакуированному во время войны, поручили изготовление винтовок. Военная приемка требовала, чтобы скорость пули на вылете из ружья была не менее 1000 м/с. В распоряжении инженеров не было ни фотографический устройств, ни какой-либо электроники. Но они сумели решить проблему измерения этой скорости с помощью чисто механического устройства. Предложите такое устройство.
2. Колеса железнодорожного вагона отливают парно вместе с соединяющей их осью. Поэтому они вращаются с одинаковой скоростью. Между тем, на повороте ж/д пути “наружное” и “внутреннее” колеса проходят разные расстояния, причем роли двух спаренных колес могут меняться в зависимости от направления поворота. Как избежать пробуксовывания одного из колес, приводящего к быстрому износу и колес и рельсов?
3. Между двумя крюками, находящимися на одной высоте, подвешены два одинаковых стержня, соединенных шарниром, и цепь такой же длины, как сумма длин стержней (эта сумма больше, чем расстояние между крюками). Центр тяжести какой из двух подвесок расположен ниже?
4. В едущем автомобиле в любой момент времени есть материальные точки, которые движутся в том же направлении, что и автомобиль, но с удвоенной скоростью. Что это за точки?
5. Могут ли дымки из двух труб двух паровозов пересечься?
6. Как скажется ветер на времени рекордного полета по одному и тому же маршруту - туда и обратно?
7. Увеличится ли дальность стрельбы из пушки, если ее перенести с Земли на Луну? Если да, то по какой причине? (Сопротивлением воздуха на Земле пренебречь).
8. Двум альпинистам на пути к вершине предстояло перебраться через широкую трещину в леднике. Они захватили с собой из лагеря пару досок, но те оказались немного короче, чем ширина трещины. Тем не менее им удалось перебраться и тем же путем вернуться обратно. Как они поступили?
9. Что покажут напольные весы, если человек нагнется, чтобы лучше разглядеть их показания?
10. Подъезжая к остановке на уже очень малой скорости, неопытный водитель резко затормозил и все пассажиры упали со скоростью значительно большей, чем скорость автобуса. Объясните.
11. Как отличить сырое яйцо от вареного?
12. Как поворачивает горнолыжник?
13. Как велосипедист поднимает переднее колесо, чтобы въехать на тротуар?
14. Если два шара на бильярде стоят на одной линии с осью симметрии лузы (“подставка”), то опытный игрок тихим “накатом” укладывает в нее оба шара, а неопытный бьет сильно и забивает в лузу только один шар. Объясните.
15. На столе стоит нагруженная неким грузом тележка. К ней прикреплена нитка, переброшенная через блок, установленный на краю стола. К блоку подвешена гиря, первоначально удерживаемая рукой. В каком из двух случаев тележка быстрее достигнет края: если просто отпустить руку или если вместо гири тянуть нитку рукой с силой, равной весу гири?
16. Как в первом из двух описанных в предыдущей задаче вариантов определить массу груза на тележке с помощью секундомера и набора гирь?
17. Как определить массу лодки  $M$ , находящейся близ берега, с помощью рулетки? Масса человека, производящего измерение, равна  $m$ .

18. Каким образом падающей кошке удастся во время падения перевернуться так, чтобы приземлиться на лапы?
19. Зачем канатоходец в цирке держит в руках длинный шест (горизонтально)?
20. Поговорка утверждает, что бутерброд чаще падает маслом вниз. Какую физическую гипотезу можно предложить в подтверждение справедливости этого утверждения?
21. Тонкая струя воды, вытекающей из крана, сначала явно сужается, затем (ниже) распадается на капли. Объяснить.
22. Современные прыгуны в высоту преодолевают планку, повернувшись к ней спиной (лицом вверх). Объясните преимущество такого способа.
23. На огороде лежит большой плоский камень примерно круглой формы. Другой камень значительно легче и имеет форму куба со стороной заметно меньшей, чем радиус большого камня. Как без особого труда удалить из огорода оба камня?
24. Катушка ниток (наполовину использованная) закатилась под стол. Как ее извлечь из-под стола, воспользовавшись концом нитки?
25. Как далеко можно выдвинуть карниз из кирпичей, положенных со сдвигом друг на друга (без цемента)?
26. Горный турист, оступившись, скатился вместе со своим тяжелым рюкзаком с гребня каменистой морены и оказался на горизонтальном участке ледника. Встав на ноги, он убедился, что лед настолько скользкий, что передвигаться по нему невозможно. Как ему выбраться из этого положения?
27. До какого уровня следует наливать воду в толстостенную и узкую цилиндрическую стеклянную вазу, прежде чем в нее поставить цветок (его ролью пренебречь) - в интересах наибольшей устойчивости вазы с водой?
28. В турнирах (футбольных, теннисных), которые разыгрываются по “олимпийской системе”, каждая партия играется до победы, и проигравший выбывает из соревнования. Победители продолжают борьбу, следуя тому же принципу, и так тур за туром. Сколько партий придется сыграть в турнире с 50-ю участниками, чтобы выявить победителя?
29. Как измерить диаметр тонкой проволоки, не располагая точным инструментом (микрометр, штангенциркуль)?
30. Два пилота решили облететь вокруг Земли на одинаковых по своей мощности самолетах (без посадки). Они стартовали из одной точки на экваторе и договорились, что один будет держать курс все время на восток, а второй - точно на северо-восток. Какой из них вернется в исходную точку раньше?
31. Вокруг земного шара по экватору обернули канат (шар будем считать идеально гладким и канат повсюду к его поверхности прилегающим). Потом канат разрезали и вставили в него кусок длиной в один метр. Снова обернули так, что образовавшаяся щель одинакова по всей окружности. Кто в нее сможет пролезть? (На выбор : вирус, микроб, блоха, змея , собака).
32. Почему водитель, едучи прямо, все время немного поворачивает руль то в одну, то в другую сторону?
33. Если Вы живете точно посередине между двумя остановками автобуса, к какой из них следует идти?
34. Как искать контакта с внеземными цивилизациями?
35. Как измерить диаметр футбольного мяча линейкой?
36. Где человек весит больше : на экваторе или на полюсе?
37. Человек положил конец доски на цилиндрическую бочку. Потом отошел к дальнему концу доски и стал ее толкать так, чтобы она катилась на цилиндре. Какой путь пройдет человек, прежде чем достигнет цилиндра, если доска имеет длину  $l$  и не проскальзывает по поверхности цилиндра?
38. Как с помощью линейки измерить полную вместимость бутылки, у которой строго цилиндрическая часть плавно переходит в горлышко? Толщиной стекла можно пренебречь.
39. Почему брус сыра или масла в магазине разрезают проволокой , а не ножом?
40. “Коси коса пока роса”, утверждает народная пословица. Дайте физическое обоснование этой рекомендации.

41. После энергичного размешивания чая (круговыми движениями ложечки), по мере замедления его вращения, (после удаления ложечки) чайники собираются в кучку в центре дна стакана. Почему?
42. Как образуются меандры реки с крутым берегом на внешней стороне поворота и песчаным пляжем на противоположном берегу?
43. Почему приливы (и отливы) на берегу океана случаются дважды в сутки?
44. Что произойдет с ракетой, запущенной с Земли вертикально вверх, если она достигнет первой космической скорости, после чего двигатель ее отключится?
45. Как выводят ракету на околоземную орбиту обращения вокруг Земли?
46. Можно ли долететь до Луны на ракете, движущейся со скоростью автомобиля?
47. Что будет с орбитальным кораблем после кратковременного включения двигателя и соответствующего ускорения движения вдоль орбиты?
48. По какой траектории выгоднее всего лететь с Земли на Луну? (Расстояние Земля-Луна = 385 тыс. км).
49. Космический корабль в свободном полете по почти круговой орбите вблизи Земли делает примерно 17 оборотов за сутки. Как заставить его делать 20 оборотов за сутки?
50. Что создает центростремительную силу при крутом вираже самолета над аэродромом перед посадкой?
51. Как объяснить кажущийся наклон Земли при крутом вираже самолета?
52. Почему поднимается свободно подвешенное сидение воздушной карусели по мере убыстрения ее вращения?
53. Куда следует направить ось телевизионной антенны-тарелки, если мы собираемся смотреть передачи с помощью “неподвижного” спутника связи?
54. Нужно ли космонавту приложить усилие, чтобы “поднять” тяжелый предмет?
55. Если в космическом корабле произойдет драка, будут ли видны следы ударов?
56. Можно ли закурить в космическом корабле?
57. Почему тяжело груженный плот плывет быстрее, чем легкий?
58. По отложению кораллов, происходившему около 400 миллионов назад, ученые пришли к выводу, что Земля в то время совершала свой оборот вокруг оси за 22 часа. Что могло замедлить ее вращение?
59. Нажимать ли тормоз “до упора” для быстрой остановки автомобиля?
60. Зачем на поверхности шин автомобиля делается рельеф?
61. Зачем скашивают радиатор у современных автомобилей?
62. На какую пару колес выгоднее ставить тормоза?
63. Зачем на новых марках легковых автомашин ставят сзади на багажник узкое поперечное крыло? Как оно ориентировано?
64. Вращая звучащий камертон около уха, можно заметить усиление и ослабление звука. Объяснить.
65. Одинаковый ли перестук колес слышит пассажир вагона и пешеход, ожидающий прохода поезда?
66. Почему так грохочет встречный поезд (для пассажира у приоткрытого окна “своего” поезда)?
67. Слышит ли пилот самолета, летящего со сверхзвуковой скоростью, шум моторов, расположенных на крыльях?
68. Почему бокалы с шампанским, когда ими чокаются, издают более глухой и быстрее гаснущий звук, тем же бокалы, когда в них налито вино?
69. Возможно ли существование великанов, во всей конструкции тела подобных людям?
70. Возможно ли существование лилипутов, во всей конструкции тела подобных людям?
71. Почему стебли злаков внутри пустые?
72. Каким образом парусное судно может передвигаться навстречу ветру? Смена галсов?
73. Деревянное весло уронили из плывущей по течению лодки. Спустя достаточно продолжительное время обнаружили, что относительное положение лодки и весла изменилось. Что окажется впереди: лодка или весло?

74. Фюзеляж пассажирского самолета, летевшего на большой высоте, в результате взрыва раскололся. Пассажиры падают на землю. Среди них отец и сын. Кто из двоих раньше достигнет земли?
75. Почему воланчик бадминтона переворачивается в полете и всегда попадает шариком на ракетку партнера?
76. Индейская стрела имела оперение на хвосте, стрела римских воинов его была лишена, но зато имела металлический наконечник. В чем сходство и различие двух вариантов с точки зрения физики полета?
77. В первых моделях бомбардировщиков под крыльями пробовали установить ракеты “заднего обстрела”, предназначенные для поражения преследующего истребителя. При испытаниях обнаружилось, что после пуска ракета сначала отстает от бомбардировщика, потом разворачивается и догоняет его. Объяснить.
78. Длинная палка неизменного сечения (или линейка) лежит на двух пальцах. Сдвигая пальцы, обнаружим, что они всегда встречаются в середине палки, независимо от того, в каких исходных положениях находились пальцы, и как бы мы не старались их двигать, пытаясь избежать указанного результата. Объяснить.
79. Как поведет себя доска, лежащая на двух одинаковых барабанах, вращающихся с одинаковыми скоростями в противоположных направлениях?
80. Каким образом обеспечиваются незатухающие колебания скрипичной струны (неизменная громкость звука) при неизменной скорости движения смычка и его давления на струну. Какую роль играет канифоль, которой натирают смычок?
81. Выстрел из пистолета пробивает стенки пустой бутылки, но она сохраняет свою форму, а бутылка, наполненная вином, разбивается вдребезги. Почему?
82. Куда девается потенциальная энергия вязанки дров, сгоревших в печи, находящейся на одном из верхних этажей дома?
83. При полностью неупругом ударе шара массой  $m$ , движущегося со скоростью  $v$ , о неподвижный шар той же массы слипшиеся шары начинают двигаться со скоростью  $v/2$ , как следует из закона сохранения импульса:  $mv + 0 = 2mv/2$ . Однако закон сохранения энергии как будто бы нарушается:  $mv^2/2 = (2mv/2)^2/2$ . Куда девалась половина кинетической энергии ударяющегося шара?
84. Два конических сосуда одинаковой формы: один имеет в качестве дна большой диаметр, а второй - малый. Оба заполнены до краев водой и поставлены на двухчашечные весы. Какой из сосудов перевесит?
85. Как раскачивается человек на качелях?
86. Обнаружилось, что один из автоматов, развешивающих сметану в пачки, недовешивает по 10 грамм. Как определить, какой из автоматов неисправен?
87. Изменится ли диаметр отверстия в круглой пластинке при ее нагревании?
88. Как переместить воду из одного стакана в другой в условиях невесомости?
89. Может ли сила трения покоя превысить силу веса тела?
90. Как направлены силы трения между шинами и землей у переднего и заднего колеса едущего велосипеда?
91. Ветер уносит воздушный шар к северу. В каком направлении отклонится флажок на гондоле шара?
92. Почему мокрая бумага рвется легче, чем сухая?
93. Пружину растянули на длину  $L$ , потом еще на такую же длину. Во сколько раз работа растяжения на втором участке больше, чем на первом?
94. Какую работу совершит грузчик, прилагая силу в 60Н, чтобы поднять груз весом в 30Н на высоту 1,5 м?
95. Судно вышло из устья реки, где течение практически не сказывается, в море. Мощность двигателя не изменилась. Изменится ли скорость судна?
96. За счет чего нагреваются шины автомобиля при длительной езде?
97. Почему солдаты по грязи не волокут и не толкают пушку, а крутят ее колеса, хватаясь за концы смотрящих вверх спиц?

98. Дорожный знак, подвешенный к проволоке, натянутой через улицу, при ветре, дующем вдоль улицы с неизменной силой, совершает колебательные движения - поднимается и опускается. Почему?
99. Почему толстое полено удается расколоть, только загнав в него топор, а затем, перевернув, ударить обухом топора о колоду?
100. Для чего “разводят” зубья пилы?
101. Почему собственный голос в магнитофонной записи человеку кажется искаженным?
102. Почему хорошо прыгает детский мяч, оболочка которого изготовлена из неупругой пластмассы?
103. Как измерить площадь комнаты, располагая только секундомером и катушкой ниток?
104. Предположить простой способ определения радиуса вогнутого сферического зеркала.
105. Если идти по плотному влажному песку вдоль кромки спокойного моря, то остаются следы в виде сухого песка. Как это объяснить?
106. Студент ежедневно ездит по кольцевой линии метро в прямо противоположную точку этого кольца. Он садится в первый пришедший на станцию поезд (в любом из двух направлений - ему все равно). Он заметил, что чаще ему случается ехать на поезде, идущем в одном из двух направлений. Объяснить.
107. При очень резком старте автомобиль может “встать на дыбы”, т.е. передние колеса могут подняться в воздух. Почему?
108. Почему железнодорожные шпалы кладут на насыпь из гравия, а не прямо на землю?
109. Как провести горизонтальную линию для расположения окон на стене дачного дома, построенного на откосе холма?
110. Почему так трудно быстро вытащить ногу, увязшую в болотной тине?
111. Вода из перевернутой бутылки вытекает с бульканьем, толчками, а из резиновой грелки - плавной струей. Почему?
112. Чтобы погрузиться на 1 м подводная лодка накачивает в свои резервуары  $M$  тонн воды. Сколько воды надо накачать, чтобы погрузиться на 20 м?
113. На поверхности резервуара с водой плавает толстый слой растительного масла. Как его собрать, не имея возможности наклонить резервуар?
114. Сходно ли состояние “невесомости” в воде с состоянием невесомости космонавта в космическом корабле на орбите?
115. Когда космический корабль многократного использования нагревается сильнее из-за трения о воздух - при подъеме или при спуске?
116. Путник несет узелок с поклажей на палке, перекинутой через плечо. Как ему расположить узелок и руку, удерживающую палку, чтобы было легче нести?
117. Почему ножницами легче резать материал, если вдвигать его поглубже в раскрытие ножниц?
118. Что заставляет металлический шар, висящий в воздухе внутри космического корабля, сохранять свое положение, хотя он не касается стенок корабля?
119. Прикладывает ли усилие (совершает ли мышечную работу) прыгун в воду, если он прыгает с пружинящего трамплина?
120. Две лошади растягивают динамометр с одинаковой силой  $F$  каждая. Что покажет динамометр?
121. Острый нож для нарезания колбасы имеет длинное и узкое лезвие, прикрепленное к ручке параллельно, но со сдвигом на несколько сантиметров. Зачем все это?
122. Жестяная пробка от пивной бутылки лежит на асфальте. Если ее поддать ногой, она почти наверняка, проскользнув немного в исходном положении, встанет “на ребро” и покатится, описывая дугу окружности. Объяснить.
123. Изменится ли период колебаний математического маятника, если его погрузить в воду?
124. Одинаковый ли характер будут иметь два равновесия однородного металлического стержня:
- если стержень может вращаться (без трения) около оси, проходящей через его центр масс и
  - если стержень подвешен с помощью тонкой нити, поддерживающей стержень точно посередине?

125. Каково взаимное расположение 4-х камней во время их падения, если они брошены с вершины башни одновременно и с одинаковой скоростью вверх, вниз и горизонтально в две противоположные стороны?
126. В чем секрет прочности свода, выложенного из камней?
127. Чем определяется крепость узла?
128. Зачем колесики ножек рояля (и корзинки для продуктов в супермаркете) установлены в обоймах так, что их горизонтальные оси сдвинуты в сторону от осей самих ножек, а сами эти обоймы могут поворачиваться вокруг вертикальных осей, совпадающих с осями ножек?
129. Как устроена чернильница-невывалийка?

## II. Т Е П Л О Т А

1. Почему садиться в пустую ванну холодно, а надевать майку на тело не холодно?
2. На выходе из бойлерной какая вода горячее : та, что приносила тепло (от ТЭЦ), или та, что нагревалась (исходно холодная)?
3. Зачем садовод осенью при первых ночных заморозках зажигает раскинутые по саду кучи влажного, всю ночь тлеющего мусора?
4. Что сильнее обжигает : пар, вырывающийся из носика кипящего чайника, или брызги самой кипящей воды, если она (в таком же по массе количестве) попадает на руку?
5. Что случится, если быстро открыть (ударом !) крышку скороварки, в которой уже кипит бульон?
6. Мы дуем на блюде с горячим чаем, чтобы его остудить, а в мороз на улице дуем на руки, чтобы их согреть. В чем различие процессов?
7. Почему в сильный мороз лопаются трубы отопления?
8. Как устроен медицинский термометр (в отличие от обычного, предназначенного для постоянного наблюдения температуры воды или воздуха)?
9. Как образуются облака?
10. Почему дым от лежащей сигареты поднимается сначала ровной струйкой, а выше - завихряется?
11. Почему в сильный мороз палец примерзает к металлу, а к дереву не примерзает?
12. Как скользят коньки по льду?
13. Как скользят лыжи по снегу?
14. Почему на раскаленной сковородке капли воды долго “скачут” и медленно испаряются?
15. Зачем закрывают кастрюлю крышкой?
16. Какой лед для пешехода более скользкий : совершенно гладкий или бугристый?
17. Если на брусок льда одеть проволочную петлю и к ней привесить достаточно большой груз, то, даже на холоде, через некоторое время проволока перережет брусок и груз упадет. Если петля капроновая, то этого не произойдет. Почему?
18. В чем смысл парника?
19. Зачем трубы теплосети обмазывают или обматывают толстым слоем асбеста?
20. Почему в городе (особенно летом) всегда теплее, чем за городом?
21. Устройство для ускорения и обеспечения равномерности запекания большого куска мяса в духовке выглядит как пустотелая (судя по весу) стальная трубка, диаметром около 1 см, заостренная с одного конца и снабженная головкой с другого. Она герметически закрыта. Встряхнув ее, можно догадаться, что внутри находится немного какой-то жидкости. Трубкой прокалывают насквозь кусок мяса и помещают его в духовку так, чтобы головка оказалась внизу. Каким образом эта трубка способствует получению желаемого результата?
22. Можно ли вскипятить воду в сосуде, помещенном в водяную баню?
23. На большой высоте над Землей (порядка 400 км) Солнце разогревает воздух до температуры, приближающейся к 1000° С. Разогревается ли благодаря этому обшивка космического корабля, обращающегося вокруг планеты на этой же высоте?

24. Теплоемкость железа примерно на 20% больше, чем меди. Почему жало электрического паяльника делают из меди, а не из железа?
25. В старину пользовались “луженой”, то есть покрытой тонким слоем олова посудой. В том числе и сковородами. Между тем, температура кипения масла выше, чем температура плавления олова. Почему же оно не плавилось?
26. Два одинаковых железных шара нагреваются до одинаковой температуры (исходные температуры тоже одинаковы). Один шар лежит на идеально не проводящей тепло опоре, второй - подвешен на такой же нити. Одинаковые ли количества тепла придется затратить на нагрев в обоих случаях?
27. Старинные чашки для чая часто имели форму сильно увеличивающегося диаметра у верхнего края. Зачем?
28. Почему зимой пруды не промерзают до дна?
29. Почему зимой в сильный мороз вороны слетаются на лед замерзшего пруда?
30. Почему перед закипанием вода в чайнике довольно сильно шумит, и шум этот довольно высокого тона? При закипании шум явно слабеет и тон его снижается?
31. Каким образом молния расщепляет дерево? Почему это случается чаще всего в начале грозы и скорее с дубом, чем с сосной?
32. Если на газу энергично шумит кастрюля, полная воды, то, закрыв газ, мы обнаруживаем, что из-под крышки после этого вырывается клуб пара. Как это понимать?
33. Два одинаковых стакана наполнены до одинакового в обоих уровня : один вином, другой - водой. Из стакана с вином берут одну чайную ложку, выливают ее в стакан с водой, перемешивают и чайную ложку смеси возвращают в стакан с вином. Если эту операцию проделать несколько раз (перемешать жидкость в стакане с вином, перенести в другой стакан и обратно...) удастся ли обнаружить различие концентраций : вина в воде и воды в вине?
34. Конец тонкой медной проволоки можно расплавить в пламени газовой горелки, а с более толстой проволокой этого сделать не удастся, сколько ее не греть. Объяснить.
35. Нагретый стальной цилиндр, диаметр которого равен его высоте, остывает на деревянном столе. В каком положении он остынет быстрее: стоя на основании или лежа?
36. В одном из двух одинаковых сосудов находится сырая вода, в другом - точно такое же количество кипяченой. Как определить в каком из сосудов какая вода?
37. Где быстрее охладится бутылка шампанского : в ведерке со снегом или в ведерке с толченым льдом?
38. Как определить уровень молока в бидоне, не открывая его крышки (или пива в металлической банке)?
39. В кипящей воде варятся макароны “старого образца” - трубочками. Кипит ли вода внутри этих трубочек?
40. Кипит чайник. В одних случаях крышка вдруг подпрыгивает, в других этого не происходит. Чем отличаются эти случаи?
41. Почему летом во время дождя становится прохладнее, а зимой при снегопаде - теплее?
42. Человек, увидевший издали ядерный взрыв, имеет в своем распоряжении несколько секунд для того, чтобы спастись, укрывшись за большим камнем или в окопе, либо в канаве. Объяснить.
43. Зачем пахать и боронить землю перед посевом?
44. Почему запах одеколона или духов распространяется сравнительно медленно и недалеко (по сравнению, например, с запахом нашатырного спирта или аммиака)?
45. Что за искры сыплются от точильного камня, и почему они не очень опасны в плане возможного ожога кожи?
46. Почему алюминиевая кружка с горячим чаем обжигает губы, а фарфоровая - нет?
47. Почему ранней весной вокруг стволов деревьев в снегу образуются воронки?
48. При температуре +20° С, особенно в безветренную погоду, нам жарко, а в воде при той же температуре (особенно при долгом купании) - прохладно. Почему?
49. Почему в сильный мороз лед (или иней) на окнах в комнате намерзает внизу, а не равномерно по всему стеклу?

50. Почему горячий суп остывает быстрее, если его энергично перемешивать ложкой?
51. Почему листья осины дрожат даже в жаркую и совершенно безветренную погоду?
52. Почему давно нетопленная печь в дачном доме зимой с трудом растапливается?
53. Почему стеклянный баллон термоса всегда круглый, а не прямоугольный, да еще с полушариями по концам своей цилиндрической части? Зачем его стеклянные поверхности посеребрены?
54. Почему железная печка времен войны легко нагревалась, но не держала тепло?
55. Почему в пустыне днем жарко, а ночью холодно?
56. Почему сырые дрова, даже разгоревшись, дают меньше тепла, чем сухие?
57. Почему спичкой можно зажечь несколько сложенных вместе лучин, но нельзя зажечь даже тонкое поленце?
58. Почему разбросанные угли костра гаснут быстро, а собранные в кучку могут продержаться до утра?
59. Бочка с водой, поставленная в погребе, предохраняет овощи от замерзания в течение всей зимы. Объяснить.
60. Почему во время ледохода вблизи реки холодно?
61. В сильный мороз катки заливают горячей водой. Почему?
62. Разорвет ли замерзающая вода открытый стакан?
63. Почему в сильный мороз трещат деревья?
64. Чтобы вода в стеклянном графине оставалась прохладной в жаркий день (без помощи холодильника) его достаточно обернуть мокрой тряпкой. Почему?
65. В украинской кринке молоко остается холодным в жаркий день и без всякой тряпки. Почему?
66. Почему в сауне человек может выдержать температуру воздуха до 150° С, а в русской бане - вдвое меньше?
67. Почему вода гасит огонь?
68. В сильный мороз из открытой форточки в комнату валит пар. Откуда он берется?
69. Почему пар изо рта идет только зимой?
70. Почему в сильный мороз индевеют усы, борода, ресницы и брови, но не щеки и лоб?
71. Почему эфир при комнатной температуре охлаждает кожу намного интенсивнее, чем вода, хотя теплота парообразования у воды намного больше?
72. Какой водой удастся быстрее охладить раскаленный металл : холодной или кипятком?
73. На обоих днищах консервной банки выштампованы концентрические гофрировки. Зачем?
74. Греет ли кожу женская вуаль?
75. Горные реки, берущие свое начало за счет таяния ледников, вырываются мощным потоком из грота, расположенного в нижней точке ледника, куда его “язык” нередко обрывается ледяной стеной. В то же время поверхность ледника может оставаться практически сухой. Объяснить.
76. Узкие, но очень бурные в верховьях горные реки зимой перекрываются снежными мостами. При этом сами реки не замерзают (из-за быстроты течения) и вода уносит падающий в нее снег. Объяснить, как образуются снежные мосты.
77. Почему в сильный мороз снег скрипит под ногами, а в слабый - не скрипит?
78. На дне сосуда намерз лед. Налили воду - лед растаял. Изменится ли уровень воды?
79. Почему сухое дерево весело трещит в огне, а сырое вяло шипит и лишь изредка “стреляет”?
80. В сосуде плавает деревянный диск, на который сверху привинчена железная пластина. Изменится ли уровень воды, если диск с пластиной перевернуть?
81. Пожар на нефтеналивном танкере тушат мощными струями воды со специального пожарного судна. Какой смысл в этом - ведь нефть всплывает в воде?
82. Почему играть в снежки и лепить “снежную бабу” не удастся в сильный мороз и в относительно теплый день весной?
83. На окне стоит полуторалитровая полиэтиленовая бутылка, наполовину заполненная минеральной водой. Крышечка плотно завинчена. Стенка бутылки над водой запотела только с одной стороны - обращенной к стеклу. Какая погода на улице?



### III. С В Е Т

1. Удастся ли закрыть звезду спичечной головкой?
2. Почему в очках для плавания видно хорошо под водой, хотя стекла этих очков плоские?
3. Почему лучи солнца на закате, когда они прорываются через облака, кажутся расходящимися?
4. Почему кошачий глаз “светится в темноте”?
5. Как устроен “светящийся” дорожный знак?
6. Если твои ноги не видны в зеркале, стоящем строго вертикально (зеркальный шкаф), удастся ли их увидеть, отойдя от зеркала дальше или подойдя к нему?
7. Зачем астрономам, изучающим звездное небо, нужен телескоп. Увеличивается ли с его помощью изображение звезды?
8. В каком случае и почему слабо, но вполне заметно видна не освещенная Солнцем часть Луны?
9. Почему тень человека, идущего на закате Солнца по дороге, кажется ему такой искаженной : длинные ноги и очень маленькая голова?
10. Как решить, близко ли расположен горизонтально натянутый провод электропередачи, если его башни не видны ?
11. Железо при  $800^{\circ}\text{C}$  светится ярко, а кварц остается темным. Почему?
12. Пятнышки в глазу перемещаются в поле зрения вслед за переводом взгляда, но с некоторым запозданием. Объяснить это явление.
13. Почему звезды мерцают?
14. Как устроены светочувствительные солнцезащитные очки (их дымчатость увеличивается пропорционально яркости освещения)?
15. Зачем спецодежда сталеваров покрыта тонким слоем металла?
16. Почему колеса едущего автомобиля в кино иногда вращаются в обратную сторону?
17. Почему на закате облака близ горизонта, через которые просвечивает солнце, всегда кажутся слоистыми?
18. В воде свет распространяется медленнее, чем в воздухе. Следовательно, длины всех волн, входящих в состав падающего на поверхность света, в воде должны увеличиться. Увидит ли ныряльщик под водой оранжевый купальник красным? Будет ли искажение света на цветном фотоснимке?
19. Летом при езде на автомобиле по сильно нагретому асфальтовому шоссе кажется, что впереди находятся лужи воды, убегающие от машины с той же скоростью. Объяснить этот обман зрения.
20. В окне едущего по туннелю поезда метро мы хорошо видим четкое отражение нашего лица, но можно заметить, что оно выглядит темнее, чем если в том же вагоне посмотреть в настоящее зеркало. Почему?
21. На хорошо отполированный металлический шар падает пучок параллельных лучей. Куда отразится больше света : вперед или назад, по отношению к направлению, откуда падает свет?
22. Отражение освещенного абажура в стекле окна на мгновение слегка меняет свой размер при открывании и закрывании двери в комнату, особенно если она небольшая. В чем причина?
23. Почему барашки на гребнях волн белые?
24. Почему за тюлевой занавеской не видно днем снаружи то, что находится в комнате, а вечером изнутри то, что происходит на улице?
25. Через матовое стекло можно видеть чертеж, если стекло лежит матированной поверхностью вниз, и не видно, если этой поверхностью вверх. Почему?
26. На закате солнца можно видеть, как пылают отраженным светом все окна целого дома. Днем можно увидеть яркое отражение солнца, занимающее лишь небольшое место на поверхности одного из окон. Объяснить причину такого различия.
27. Почему с моста через реку лучше видно, как ходит в воде рыба, чем с берега?

28. Почему все фонари, цепочкой уходящие вдоль улицы, кажутся горящими одинаково ярко, хотя количество света, приходящего от каждого из них в глаз наблюдателя, уменьшается пропорционально квадрату расстояния до фонаря?
29. Почему на яркую электрическую лампочку накаливания смотреть больно, а на люминесцентную лампу дневного света, обеспечивающую такую же освещенность - не больно?
30. Что освещает комнату днем в том случае, когда солнце “не заглядывает” в окно, находится по другую сторону дома?
31. Может ли тень на земле от горизонтально висящей веревки быть длиннее самой веревки?
32. Перед зеркалом. Зажмурь левый глаз и закрой его изображение на поверхности зеркала пальцем. Не отрывая пальца, открой левый глаз и зажмурь правый. Теперь правый глаз окажется закрыт пальцем. Объяснить.
33. Зная свой рост, можно приблизительно определить высоту дома или дерева с помощью ... карманного зеркала. Каким образом?
34. На зеркале стоит фигура шахматного короля. На белой стене, неподалеку от зеркала видна тень от этой фигуры. Как расположена эта тень?
35. Пассажир метро, проезжая по обводному туннелю по мосту через Москва-реку, стоит с левой по ходу движения стороны вагона и пытается через пробегающие перед его глазами мимо окна двери щели в стенке туннеля разглядеть, как продвигается реконструкция моста. Это ему не удастся. Отвернувшись, он замечает, что может выяснить интересующий его вопрос, наблюдая отражение щелей в окнах правой стороны вагона. Объяснить.
36. Человеку, страдающему дальностью зрения, нужны очки “для дали” и рабочие (“для близи”). Те и другие с положительными диоптриями, но разной силы. Близорукий может читать книгу без очков, сильно приближая ее страницы к глазам. Объяснить.
37. Почему небо голубое, а солнце на закате багровое?
38. Сильно разбавленное водой молоко выглядит при боковом освещении голубым, а на просвет - красноватым. В чем причина эффекта?
39. Дым от сигареты голубой, а когда его выдыхает курильщик - белый. Почему?
40. Как освободить корабль, вмерзший в лед?
41. Почему “знатоки” рассматривают картину одним глазом через “трубку” согнутых пальцев?
42. Как получается, что человек на портрете как бы следит за нами, когда мы перемещаемся в любую сторону от картины?
43. Почему предметы под водой видны смутно, а через очки для плавания - резко?
44. Зачем матовое стекло в стационарном фотоаппарате?

#### IV. ВОДА И ВОЗДУХ

1. Каково назначение рыбьего пузыря?
2. Капля камень точит (выбивает ямку), а струйка воды, падающая на такой же камень - нет. Объяснить.
3. Почему снегозащитный забор вдоль железнодорожного пути на открытой местности выстраивают (чередуют наклоны в противоположные стороны с опорой друг на друга) не из сплошных щитов, а из довольно свободных деревянных решеток?
4. Имеет ли смысл сделать трубку для подводной охоты длиной в 3 метра?
5. Изменится ли уровень воды в бассейне, если из плавающей в нем лодки выбросить камень?
6. Скоростные поезда при встрече замедляют ход. В противном случае есть опасность, что из окон вагонов могут вылететь стекла. В каком направлении вылететь и в каких вагонах?
7. Почему линия прибоя всегда почти параллельна берегу, хотя ветер на море может дуть отнюдь не перпендикулярно, а под малым углом к берегу?
8. В старину во время шторма, чтобы избежать кораблекрушения, моряки порой выливали в воду по периметру корабля растительное масло. Волны вокруг корабля затихали. Объяснить почему.

9. Если стакан с водой (не обязательно полный) прикрыть ровной бумажкой, прижать ее рукой и перевернуть стакан, а затем осторожно отнять руку от бумажки, то она не падает, и вода не выливается. Объяснить это явление.
10. Как определить плотность плавающего в воде тела неправильной формы с помощью линейки?
11. Почему в озеро обычно впадает много рек, а вытекает из него только одна река?
12. Как столбик пепла от сигареты, упавший на скатерть, не разрушив его, перенести в пепельницу?
13. Почему, если во время дождя коснуться изнутри полога палатки, она в этом месте может начать протекать?
14. Почему ураган срывает с дачного дома крышу, отрывая ее от стропил, которые остаются на своем месте?
15. Почему в то время, когда человек принимает обильный душ, занавеска ванной отклоняется внутрь?
16. Почему во время сильного ветра тяга из печной трубы улучшается, дрова горят лучше?
17. Почему химик переливает водный раствор реактива из стакана в колбу по чистой стеклянной палочке?
18. Почему легко писать чернилами на плотной бумаге, трудно - на промокашке и невозможно на промасленной бумаге?
19. Зачем между кирпичным фундаментом и деревянным срубом деревенского дома прокладывают слой толя (пропитанный дегтем, водонепроницаемый картон)? На чем ставили деревянные срубы в старину, на севере?
20. Можно ли в космическом корабле писать перьевой авторучкой?
21. Как аквалангисту всплывать с большой глубины?
22. Человек стоит у окна, выходящего на юг, и курит. Он приоткрыл раму, чтобы дым не шел в комнату, и с удовольствием замечает, что это вполне удастся - дым явно вытягивает наружу. Что можно сказать о погоде?
23. Какой тряпкой скорее соберешь лужу с пола - сухой или влажной?

## V. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

1. Опасен ли удар молнии для пассажиров самолета, попавшего в грозу?
2. Как вести себя во время сильной грозы на открытой местности?
3. Зачем нужен болтающийся сзади легкового автомобиля ремень заземления?
4. Магнит, притягивая металлический предмет, совершает работу. Он может повторять ее множество раз. Почему не ослабевает сила его поля, как пополняется утрата энергии?
5. Если внимательно слушать, можно заметить, что до начала громкого звука, записанного на магнитофонную ленту, тот же звук слышится ранее, хотя и очень тихий. Объяснить.
6. Как определить маркировку полюсов подковообразного магнита с помощью телевизора?
7. Почему слегка выпуклое стекло кинескопа телевизора пылится равномерно, а не только в верхней части экрана?
8. Как определить полярность клемм аккумулятора, если они не маркированы?
9. Известно, что из двух одинаковых по виду прямых железных брусков является магнитом, а другой - нет. Как установить, какой из них намагничен?
10. К середине натянутой проволоки подвешен груз. Если через проволоку пропускать ток, груз начинает колебаться в вертикальном направлении. Объяснить.
11. Почему электрическая лампочка в большинстве случаев перегорает в момент включения?
12. Для фотовспышек используют заряд конденсатора от батарейки (загорается сигнальная лампочка) с последующим разрядом его через лампочку с очень малым сопротивлением спирали. Почему просто не подключать на мгновение батарейку прямо к такой лампочке?
13. Есть подозрение, что кусочек стальной проволоки намагничен. Как это проверить, не имея в своем распоряжении других железных предметов?



## ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

### I. МЕХАНИКА

1. Установленный в подшипниках вал быстро вращается с помощью электромотора. На валу, на расстоянии 1м друг от друга закреплены два бумажных диска достаточно большого диаметра. На периферии каждый диск разбит на сто пронумерованных делений. Диски расположены так, что нулевые деления обоих лежат на прямой, параллельной валу. Скорость вращения уточняется посредством движения любого маркера вдоль вала в течение определенного числа секунд. После чего достаточно подсчитать число витков на поверхности вала. Винтовку устанавливают параллельно валу, и во время вращения простреливают оба диска. По разности номеров делений, которым отвечает расположение отверстий в двух дисках, находят время пролета пули расстояния в 1м.
2. Рабочие поверхности обоих колес делают не цилиндрическими, а слегка коническими - так, что диаметр колеса уменьшается наружу. Поверхность рельса слегка выпуклая. На прямолинейном участке пути оба колеса соприкасаются с рельсами одинаковыми средними диаметрами рабочих поверхностей. На повороте, благодаря инерционным силам, оба колеса (и весь вагон) немного сдвигаются в сторону внешнего рельса. Рабочие диаметры катящихся по этому рельсу “наружных” колес оказываются больше, чем у “внутренних”, что и обеспечивает прохождение разных расстояний без пробуксовывания. Во избежание опасности соскальзывания с рельс на поворотах, поперечные смещения колес ограничены их выступающими бортиками (“ребордами”), которые упираются во внешний рельс внутри пространства между рельсами.
3. Исследуем относительное положение цепи и стержней. Цепь не может располагаться целиком ниже или выше них - в обоих этих случаях длина цепи была бы не равна сумме длин стержней. Очевидно, линия цепи пересекает ломаную линию стержней. Причем так, что по краям цепь располагается ниже стержней, а посередине - выше. (В противном случае пришлось бы предположить наличие двух перегибов цепи, а опыт показывает, что свободно висящая цепь монотонно выпуклая вниз). Цепь можно совместить со стержнями. Для этого придется надавить вниз на середину цепи и совершить некоторую работу. Она пойдет на увеличение потенциальной энергии цепи, а, следовательно, на подъем центра ее тяжести до положения, соответствующего положению стержней. Следовательно, в свободном состоянии центр тяжести цепи располагался ниже, чем у стержней. (Очевидно, что расположение цепи близ краев играло большую роль, чем на среднем участке).
4. Верхушки всех колес.
5. Могут, если хотя бы один из них движется.
6. Увеличением времени полета. Попутный ветер будет подгонять самолет в течение меньшего времени, чем встречный ветер - тормозить. (Что касается бокового ветра, то он будет замедлять полет и туда, и обратно, так как часть мощности мотора придется тратить на преодоление сноса).
7. Увеличится. Масса снаряда и начальная скорость его полета не изменятся, но продолжительность полета возрастает за счет уменьшения ускорения свободного падения.
8. У края трещины они положили камень (ледник всегда усеян камнями, скатившимися с гор). На камень положили первую доску так, что один ее конец немного выступал над трещиной. На противоположный конец встал первый альпинист. Второй, захватив с собой вторую доску, дошел до выступающего конца и положил на него эту доску так, что она смогла опереться и на второй край трещины. Пройдя по ней, альпинист вытянул доску и организовал на другой стороне точно такую же опору, встав на ее дальний конец. Тогда первый альпинист убрал камень, подошел к своему краю трещины и положил первую доску на этот край и выступающий конец второй доски. Перешел через трещину, обернулся и вытащил за собой доску.

9. Стрелка (или шкала) сместится в сторону указания меньшего веса, затем вернется к истинному значению.
10. Резкое торможение даже на малой скорости приводит к потере равновесия продолжающего двигаться по инерции тела. Мышцы не успевают среагировать. Утратившие опору тела набирают скорость за счет падения.
11. Заставить вращаться, потом на мгновение остановить, и отнять руку. Вареное яйцо останется неподвижным, сырое - немного повернется в прежнем направлении.
12. Резко поворачивает корпус в сторону, противоположную направлению желательного поворота.
13. Он делает рывок руками вверх и одновременно пригибается к рулю. Центр тяжести велосипед-велосипедист остается на прежней высоте, а колесо отрывается от земли.
14. Если удар сильный, то ударяющий шар не столько скользит по поверхности стола. Решение задачи о чисто упругом ударе показывает, что вся кинетическая энергия при этом передается воспринимаемому удар шару. Он приобретает скорость ударявшего шара, который останавливается. При “накате” ударяющий шар также передает свою энергию поступательного движения, и ближний к лузе (“чужой”) шар входит в него первым. Но у “своего” шара остается энергия вращения, так как он при тихом ударе катился. Он продолжает катиться и после столкновения - в прежнем направлении.
15. Во втором случае быстрее, так как в первом случае одинаковой силе надлежит сообщить ускорение не только тележке, но и гире с ее массой.
16. Отметить исходное положение тележки с грузом на столе, зафиксировать время, за которое она достигает края. Затем, сняв груз, устанавливать тележку в прежнее положение, загружая ее гирями так, чтобы добиться воспроизведения времени ее движения до края стола.
17. Войти в лодку, стать на ее носу и заметить свое положение относительно берега. Пройти до кормы и вновь заметить свое положение. Сойти на берег и измерить расстояние между отметками  $L_1$ . Это - перемещение человека относительно берега. Перемещение лодки  $L_2 = l - L_1$ , где  $l$  - длина лодки. Из закона сохранения импульса  $M = m \cdot L_1 / L_2$ .
18. Она (инстинктивно) крутит хвостом в противоположном направлении.
19. Сильно увеличивается момент инерции системы канатоходец- шест. При утрате равновесия движение начинается очень медленно. Есть время, чтобы плавно восстановить равновесие движением шеста или наклоном тела.
20. Первоначальное приземление равновероятно для обеих сторон бутерброда. Но, упав маслом вниз, бутерброд заведомо останется в этом положении (вязкость масла!). Упав вниз хлебом, он может в силу упругости хлеба подскочить и перевернуться. (Падение на ребро - прямо или с наклоном - сохраняет равновероятность обоих исходов).
21. Падение воды равноускоренное, а ее расход (объем, протекающий через любое сечение струи за секунду) неизменен. Благодаря силам взаимного притяжения воды, это противоречие вначале преодолевается за счет сужения струи. Потом этого оказывается недостаточно, и струя разрывается.
22. При этом спортсмен еще и сильно прогибается. В результате, хотя тело спортсмена проходит над планкой, его центр масс перемещается под планкой. А сила толчка определяет положение именно центра масс. (В принципе аналогичную технику можно было бы применить в положении животом к планке, но не удалось бы осуществить необходимый резкий подъем ног вверх после того, как центр масс миновал планку).
23. Поднять большой камень на ребро и со стороны края огорода придвинуть к большому камню малый. “Завалить” большой камень на малый, а затем перекантовать его дальше, чтобы он снова стал на ребро. Обе операции не потребуют больших усилий, так как центр масс большого камня будет оставаться примерно на одном уровне. Придерживая между ног большой камень, перенести малый камень на другую сторону - в исходное положение. И так до края огорода.
24. Дернуть за нитку, прижимая ее к полу. Если дернуть за нитку, расположенную под углом к полу, катушка может закатиться еще дальше. Исход определяется расположением натянутой нитки по отношению к точкам опоры краев катушки о пол (различие действующих рычагов!).

25. Сколь угодно далеко! Рассуждать надо следующим образом. Мысленно будем поднимать все уже уложенные  $(n-1)$  кирпичей и вдвигать снизу следующий  $n$ -ый кирпич до точки на  $(n-1)$ -ом кирпиче, куда проецируется центр масс всех поднятых кирпичей. Центр масс системы из  $n$  кирпичей будет находиться на расстоянии  $x_n = \frac{m(n-1)l + ml/2}{mn} = \frac{2n-1}{2n}l$  от заднего конца  $n$ -го кирпича. Следовательно,  $(n+1)$ -й кирпич можно выдвинуть так, что его передний конец будет отстоять на  $l - \frac{2n-1}{2n}l = \frac{l}{2n}$  от переднего конца  $n$ -го кирпича. Такова будет величина “вылета”  $n$ -го кирпича над  $(n+1)$ -м. Придавая величине  $n$  последовательные значения  $1, 2, 3, \dots$  до  $n \rightarrow \infty$ , получим суммарный “вылет” равный  $\frac{l}{2} \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} + \dots \right)$ . Сумма ряда, заключенного в скобки, стремится к бесконечности при  $n \rightarrow \infty$ . Здесь  $l$  - длина кирпича, а  $m$  - его масса.
26. Сесть на лед и энергично отбросить от себя рюкзак к одному краю ледника. Сам он окажется у другого края. (За рюкзаком можно будет потом сходить, обогнув ледник по камням, спустившись до “языка” ледника или по снежному полю в его верховье).
27. Наибольшей устойчивости отвечает наиболее низкое положение центра масс системы (ваза + вода). У пустой вазы ЦМ находится на половине высоты цилиндра. У вазы полной до краев - там же. При уменьшении количества воды (от полного) положение ЦМ системы начнет снижаться от середины высоты. Однако, если воды в вазе останется совсем мало, то ее наличие перестанет заметно сказываться на положении ЦМ системы, которое в этом случае определяет пустая толстостенная ваза - оно вернется к середине высоты цилиндра. Следовательно, существует оптимальный уровень воды, при котором положение ЦМ системы будет наиболее низким. В зависимости от массы стекла и диаметра цилиндра этот уровень может оказаться выше или ниже. Решение этой задачи методами дифференциального исчисления приводит к выводу, что уровень воды должен совпасть с положением ЦМ системы (ваза + вода), т.е., во всяком случае, быть ниже середины высоты вазы. Указанный вывод можно подтвердить следующим качественным рассуждением. Ясно, что при добавлении воды сверх этого уровня ЦМ системы поднимется. Но он поднимется и в случае убыли воды, так как уменьшение ее массы будет происходить “вдвое быстрее”, чем снижение положения ЦМ воды. Влияние ЦМ вазы будет возрастать, а это, как отмечалось, будет приближать ЦМ системы к середине высоты цилиндра, т.е. поднимать его.
28. 49 партий - чтобы “отсеять” 49 претендентов.
29. Намотать много витков вплотную на карандаш, подсчитывая их число. Затем линейкой измерить длину намотки.
30. Первый. Ибо второй не вернется никогда. Двигаясь по своего рода спирали, он достигнет Северного полюса и там останется.
31. Собака ( $h = 1\text{ м} / 2\pi \approx 16\text{ см}$ ).
32. Установить руль абсолютно точно, так чтобы обеспечить движение в нужном направлении, невозможно. При неподвижном руле машина обязательно сойдет с прямой дороги. “Играя” рулем, водитель, строго говоря, едет не по прямой линии. Но отклонения в обе стороны от желательного направления статистически равновероятны, и потому “среднее” направление оказывается прямым и точно ориентированным.
33. К той, куда автобус приходит позже.
34. Направлять правильно чередующиеся или кодированные радиосигналы в сторону космического явления, представляющего повышенный интерес (например, вспыхнувшая сверхновая звезда). Есть некоторый шанс, что это явление наблюдают астрономы иной цивилизации, расположенной на том же направлении, но по другую сторону от явления. Они могут принять наш сигнал.
35. Прокатить его по земле так, чтобы он сделал один полный оборот, и измерить длину этого пути.

36. На экваторе. Сказывается вращение Земли.
37.  $2l$ . Что расстояние будет больше, чем  $l$ , довольно ясно. Оно было бы равно  $l$ , если бы цилиндр был неподвижен, а доска скользила по нему. Но цилиндр откатывается от человека. Теперь расчет. Когда доска целиком прокатится по цилиндру, он переместится на длину  $l$  (цилиндр одинаково катится без скольжения по доске и по земле). Но это означает, что на длину  $l$  переместится ось цилиндра. Пусть на это было затрачено некое время  $t$ . Но это же время двигался и человек, причем с той же скоростью, с которой относительно земли перемещалась доска. А эта скорость была вдвое больше, чем скорость перемещения оси цилиндра. Значит, человек (и доска) прошел путь вдвое больший, чем перемещение цилиндра, т.е.  $2l$ .
38. Измерить диаметр доньшка. Залить водой, не выходя за пределы цилиндрической части, и измерить высоту уровня воды. Подсчитать объем водного цилиндра. Заткнуть бутылку, перевернуть доньшком вверх и аналогично предыдущему измерить объем образовавшегося пустого цилиндра. Сумма двух объемов равна полной вместимости бутылки.
39. Хотя нож острее, но по его боковым поверхностям возникает большое сопротивление трения. Если же боковую поверхность сделать малой, ножом (при его по необходимости большой длине) не удастся разрезать ровно. Тонкая проволока, которую тянут за две рукоятки по концам, свободна от этих недостатков.
40. Масса травинки, усеянной капельками росы, значительно больше, чем сухой травинки. Благодаря инерции трава не нагибается лезвием косы, а перерезается - даже при не слишком быстром движении косаря.
41. Во время вращения поверхность чая образует воронку. (Инерционные, “центробежные” силы выдавливают наружные слои жидкости вверх). Радиальный градиент уровня поверхности обеспечивает соответственное повышение давления в жидкости - от центра к стенкам. Этот радиальный градиент давления для любого элемента жидкости создает необходимую центростремительную силу. Уравнение равновесия для элемента  $\Delta S \Delta R$ , находящегося на расстоянии  $R$  от центра вращения (с угловой скоростью  $\omega$ ) суть :
- $$\rho \cdot \Delta S \Delta R \omega^2 R = \rho \cdot g \Delta h \Delta S$$
- где  $\Delta S$  - площадь элемента перпендикулярно радиусу, а  
 $\Delta h$  - прирост высоты уровня на расстоянии  $d R$ .
- (Интегрируя это равенство для  $\omega = \text{const}$ , легко показать, что поверхность во время вращения имеет форму параболоида :  $h = \alpha r^2$ , где постоянный множитель  $\alpha$  зависит только от угловой скорости вращения - не зависит от плотности жидкости).
- После удаления ложечки, жидкость продолжает вращаться, постепенно замедляясь, благодаря трению о стенки стакана, воронка постепенно становится более плоской. Однако, нижние слои жидкости замедляют вращение более энергично из-за трения о дно стакана. Для них равновесие нарушается : пока вращение не прекратилось и воронка не исчезла, разность давлений, направленная к центру, оказывается для этих слоев больше, чем центростремительная сила, необходимая для обеспечения замедленного вращения. Возникают токи циркуляции жидкости: у дна от стенок стакана к центру, вдоль стенок сверху вниз, в центре - вверх, на поверхности - от центра к стенкам. Эти токи несут чайинки и постепенно замедляются. Набухшие чайинки тяжелее воды. Они легко опускаются вдоль стенок и с трудом увлекаются в центре стакана вверх. В конце концов все они собираются на дне в его середине.
42. Механизм тот же, что рассмотрен в задаче 41. Первоначальный поворот реки создает некоторое превышение уровня воды у “наружного” берега по сравнению с уровнем у “внутреннего” берега. Это превышение обеспечивает центростремительной силой поворот всей массы воды. Однако, у дна реки течение притормаживается. Аналогично воде в стакане (роль центра играет “внутренний” берег), в месте поворота реки возникает непрерывная циркуляция : по дну - от “наружного” берега к “внутреннему”, по поверхности - в обратном направлении, у “наружного” берега - вниз. Наружный берег подмывается, его песчаная компонента оседает на противоположном берегу, а гумус уплывает по течению. Если берег



- легко размывается, то первоначальный небольшой изгиб русла реки постепенно развивается дальше, образуя меандр.
43. Один “горб” в океане находится непосредственно под Луной. Ее притяжение уменьшает силу тяжести, и удаленные слои воды вытесняют этот “горб”. Когда “под Луну” набегают берег, возникает прилив. Второй “горб” в это время возникает на прямо противоположной, максимально удаленной от Луны, поверхности Земли. Его обуславливает то обстоятельство, что не Луна вращается вокруг Земли (как это принято говорить в обиходе), а вся система Земля-Луна вращается (с частотой обращения Луны) вокруг оси, расположенной  $\approx$  на 0.75 земного радиуса со стороны Луны. Это вращение и создает за счет инерционных (“центробежных”) сил “горб” на стороне Земли, точно противоположной положению Луны. Вращение Земли вокруг своей оси не изменяет этого положения дел, но “горб” океана на этой противоположной стороне тоже перемещается и в какой-то момент “набегают” на берег (точнее: берег подходит под него).
  44. Дальнейший полет в радиальном направлении будет происходить с замедлением. Затем ракета остановится, потом упадет на Землю.
  45. Начало движения, разгон через плотные слои атмосферы идет вертикально вверх (в радиальном направлении). Затем, с помощью вспомогательных двигателей, ракета поворачивает, продолжая разгон. Первая космическая скорость должна быть достигнута в положении, когда ракета движется по касательной к будущей круговой орбите. После этого двигатель может быть отключен, и ракета превратится в спутник Земли.
  46. Можно, если мощность двигателя достаточна, чтобы оторвать ракету от Земли при вертикальном запуске. Далее - хватило бы топлива! Двигателю придется работать до тех пор, пока ракета не выйдет из поля притяжения Земли. (Разгон до космической скорости нужен для свободного полета - с выключенным двигателем).
  47. Корабль перейдет с круговой орбиты на эллиптическую или с одной эллиптической орбиты на вторую - более вытянутую.
  48. Вывести корабль на вытянутую эллиптическую орбиту обращения вокруг Земли и рассчитать момент старта так, чтобы в своем апогее эта орбита соприкоснулась с эллиптической орбитой обращения вокруг Луны. (Это будет на 0.9 расстояния от Земли до Луны, т.к.  $M_Z/M_L = 81$ ). С этой орбиты начинать спуск торможением полета в точке перигея лунной орбиты.
  49. В свободном полете это невозможно - радиус орбиты такого полета должен быть меньше радиуса Земли. Но... можно сообщить кораблю импульс дополнительной скорости движения вдоль той же орбиты и одновременно включить боковой двигатель, сообщающий кораблю дополнительное ускорение, направленное к центру Земли (как бы усиливая Земное притяжение). Этот двигатель придется держать постоянно включенным.
  50. “Подъемная сила” крыльев. На вираже самолет наклоняется так, что эта сила, кроме составляющей, направленной вертикально (она по-прежнему удерживает самолет в воздухе) приобретает составляющую, направленную к центру описываемого круга.
  51. На самом деле наклонен наблюдатель (см. Рассуждения предыдущей задачи). Но равнодействующая сил тяжести и инерционной (“центробежной”) силы, действующих на человека на вираже, направлена перпендикулярно полу салона или сидению кресла. Поэтому наблюдателю кажется, что корпус его тела расположен вертикально, а земля “вздыбилась”.
  52. Во время вращения от сидения с человеком на подвес действуют две силы : 1) сила тяжести, направленная постоянно вниз и неизменная по величине, 2) инерционная (“центробежная”) сила, обусловленная вращением карусели. Она возрастает пропорционально квадрату угловой частоты вращения. Сидение с человеком окажется на такой высоте, на которой равнодействующая двух названных сил будет направлена вдоль продолжения линии подвеса (чистое растяжение последнего). Чем больше становится направленная горизонтально инерционная сила, тем более полого должен располагаться подвес, а это и означает подъем сидения.
  53. Неподвижный относительно поверхности Земли спутник связи должен совершать свой оборот вокруг нее за 24 часа и находиться при этом точно на экваторе. Легко рассчитать, что круговая орбита спутника должна иметь радиус 42400 км. Зная широту Москвы и радиус

- Земли, для спутника, расположенного на том же меридиане, что Москва, найдем, что ось антенны должна быть направлена на юг и под углом  $\approx 26^\circ$  к горизонту. На самом деле европейский стационарный спутник связи “стоит” над точкой экватора вблизи западного побережья Африки. Это значит, что ось антенны, не меняя угла наклона, надо немного повернуть на Запад.
54. Да. Чтобы сообщить ускорение большой массе груза (в любом направлении), надо приложить соответствующую силу.
  55. Да. По той же причине - играет роль масса тел.
  56. Нет. Продукты горения не отойдут от зажженной спички или зажигалки. Кислород подходить не будет, пламя погаснет.
  57. Скорость течения поверхностных слоев воды немного меньше, чем под поверхностью - из-за трения о воздух.
  58. Трение вод океана о дно вследствие “приливного” влияния Луны.
  59. Нет. Остановленные колеса начнут скользить, а коэффициент трения скольжения меньше, чем коэффициент трения покоя.
  60. Для того, чтобы в его канавки легко выдавливалась вода на мокрой дороге.
  61. Легче рулить на большой скорости - воздух прижимает передние колеса к дороге.
  62. На переднюю. По той же причине - при быстрой остановке инерция движения прижимает эти колеса к земле.
  63. Передний край крыла немного ниже заднего края. На большой скорости воздух прижимает к дороге задние ведущие колеса.
  64. Ножи камертона колеблются в плоскости их расположения. В направлении, перпендикулярном этой плоскости, производимые ими колебания воздуха находятся в фазе - усиливают друг друга. В направлении самой плоскости - ослабляют (в противофазе).
  65. Нет. Основной ритм перестука для пассажира задается расстоянием между стыками рельсов, а для пешехода - длиной вагона и расстоянием между вагонами.
  66. К стуку колес встречного поезда добавляется отраженный стук колес своего поезда. Играет роль и психологический фактор внезапности, мелькания на большой скорости - усиливается реакция всех органов чувств (опасность!).
  67. Слышит. Звук передается через металлические конструкции самолета.
  68. Колебания стекла мгновенно передаются в виде волн сжатия-разрежения жидкости. Это приводит к усиленному выделению пузырьков газа (в момент разрежения), энергия волны при этом поглощается.
  69. Нет. Масса тела увеличивается пропорционально третьей степени линейных размеров, а сечение костей - пропорционально второй степени размера. Кости скелета не выдержали бы.
  70. Тоже невозможно по причинам физиологическим. В указанных в задаче 69 различных пропорциях уменьшались бы масса тела и его поверхность. Из-за потерь тепла через поверхность липидов не удалось бы поддерживать нормальную температуру тела.
  71. Высокий стебель несет тяжелый колос. Необходимо достаточно большое сопротивление изгибу стебля, особенно при дожде и ветре. Сопротивление полый трубки на изгиб почти такое же, как сплошного ствола такого же диаметра, а масса во много раз меньше - быстрее вырастает (растение однолетнее).
  72. Двигаясь “галсами”, т.е. под острым углом по отношению к направлению ветра, попеременно круто изменяя это отклонение то в одну, то в другую сторону. При каждом галсе оно меняет положение плоскости парусов относительно продольной оси судна так, чтобы сила, действующая на паруса (перпендикулярная их плоскости) имела составляющую, направленную к носовой части судна.
  73. Лодка. Поверхность реки имеет незначительный наклон. Пассивно плывущее по реке тело не только уносится течением, но и слегка скользит по этому наклону. Лодка имеет более обтекаемую форму, чем весло и потому будет скользить быстрее.
  74. Отец. Скорость падения тел в воздухе с большой высоты в какой-то момент становится постоянной. Это происходит тогда, когда сила тяжести уравнивается силой трения о воздух. Первая из этих сил пропорциональна массе тела, т.е. третьей степени линейного

- размера. Вторая - пропорциональна площади, т.е. второй степени линейного размера. В случае шара даже просто диаметру - закон Стокса). Поэтому постоянная скорость падения отца будет выше.
75. Центр масс воланчика лежит вблизи головки - ажурный хвост легкий, но, вместе с тем, создает большое плечо. Сопротивление воздуха в полете благодаря этому разворачивает воланчик.
  76. Сходство : от и другое обеспечивало линейный полет стрелы - без кувырканий. Различие : центр масс индейской стрелы был примерно посередине ее длины, но сопротивление воздушному потоку в хвостовой части было больше. Центр масс римской стрелы располагался вблизи наконечника. Ее полет стабилизировался так же, как полет воланчика в задаче 75.
  77. В момент пуска включается двигатель ракеты. Она отстает от бомбардировщика, но набирает скорость постепенно и потому относительно Земли (и воздуха) продолжает лететь хвостом вперед в том же направлении, что самолет. Благодаря стабилизаторам и соплу двигателя сопротивление хвостовой части ракеты воздушному потоку велико. Ее разворачивает на  $180^\circ$  , подобно стреле с оперением. Тем временем двигатель разгоняет ракету и она начинает догонять свой же самолет.
  78. Центр тяжести палки, очевидно, находится между пальцами. Легко показать (равенство моментов сил относительно каждой из опор), что давление на палец, находящийся ближе к центру тяжести (т.е. к середине палки), будет больше, чем на удаленный от центра палец. Это означает, что сила трения покоя для “ближнего” пальца больше, чем для дальнего. Еще приблизить к центру ближний палец не удастся - начнет двигаться палка, проскальзывая над “дальним” пальцем. Этот последний, наоборот, можно двигать к центру - до тех пор, пока расположение обоих пальцев относительно центра тяжести не станет одинаковым.
  79. Если направления вращения таковы, что каждый барабан стремится сдвинуть доску (благодаря трению скольжения) в сторону второго барабана, то доска займет такое положение, что ее центр тяжести окажется точно посередине между барабанами (см. Задачу №78). Это равновесное положение будет устойчивым. При случайном сдвиге доски в сторону любого из барабанов увеличившаяся над ним сила трения вернет доску обратно. (При большой скорости вращения возможен колебательный процесс). При смене направлений вращения обоих барабанов возможно равновесное положение, но оно будет неустойчивым. Случайный сдвиг доски приведет к ее сбросу с барабанов.
  80. Колебания струны происходят в условиях непрекращающегося трения скольжения струны о смычок. В течение одного полупериода колебаний струны смычок ее ускоряет, в течение второго периода - тормозит. Энергия, передающаяся струне в течение первого полупериода, очевидно, больше, чем отнимаемая во втором. Это означает, что коэффициент трения смычка о струну зависит от их относительной скорости - он больше, когда относительная скорость меньше (смычок и струна двигаются в одном и том же направлении). Канифоль акцентирует это различие. При большей относительной скорости она подплавляется и тем уменьшает трение между смычком и струной.
  81. Пуля, прошивающая наполненную бутылку, мгновенно сжимает жидкость. Ее уровень не успевает подняться. Повышенное давление жидкости разрывает бутылку.
  82. Она в продуктах горения этих дров.
  83. В результате деформации превратилась в тепло.
  84. Весы останутся в равновесии. Силы давления на дно будут различными, но это различие компенсируют силы давления на наклонные стенки сосудов.
  85. Приближаясь к концу взлета качелей, он быстро приседает. Давление на доску уменьшается, доска качелей поднимается выше, чем это было бы, если человек продолжал стоять. Однако, центр масс при этом не меняет своего положения - оно определяется только скоростью (кинетической энергией) в нижней точке траектории качания. Достигнув верхней точки, человек с усилием встает во весь рост, центр масс поднимается, запас потенциальной энергии за счет работы ног увеличивается. Соответственно возрастает скорость в нижней точке. Приближаясь к концу взлета в противоположную сторону, человек повторяет эту операцию.

- Аналогичные действия совершаются при раскачивании сидя на доске. Приближаясь к верхней точке, человек откидывается назад, а затем возвращается в нормальное положение сидя.
86. Пронумеровать автоматы и взять из первого автомата одну пачку, из второго - две пачки, из третьего - три и так до последнего,  $n$ -го автомата. Взвесить вместе все отобранные таким образом пачки ( $M'$ ) и сравнить с номинальным весом такого же числа пачек ( $M$ ). Номер неисправного автомата ( $K$ ) определится из равенства: 
$$K = \frac{M - M'}{10}.$$
87. Увеличится. Вообразим себе проволоку, свернутую в кольцо. При нагревании ее длина возрастет и радиус кольца соответственно увеличится. Круглую плоскую пластинку с отверстием в центре можно представить себе как совокупность тесно прилегающих друг к другу проволок. Все они будут удлиняться на одинаковую долю своей длины. Пластинка останется плоской, а диаметр отверстия увеличится (равно как и наружный диаметр пластинки). ...Практический совет: чтобы снять полиэтиленовую крышку, слишком туго сидящую на банке, следует на пару минут подставить эту крышку под струю горячей воды из водопроводного крана.
88. Приставить стаканы отверстиями друг к другу и резко сдвинуть оба в сторону стакана с водой.
89. Может - например, пластинка, зажата в тиски.
90. У переднего против направления движения, у заднего - по ходу движения.
91. Не отклонится вовсе. Для него нет ветра.
92. Вода служит "смазкой" для коротких ниток целлюлозы, из которых спрессована бумага.
93. В 3 раза. Если в конце первого участка сила упругости была равна  $F$ , то в конце второго она равна  $2F$  (закон Гука). Следовательно, средняя сила на первом участке -  $F/2$ , а на втором -  $1.5F$ . Пути действия этих сил одинаковы ( $l$ ).
94. 90 Дж. Работа определяется силой, а не весом. Избыток силы пойдет на ускорение груза. В конце подъема его скорость будет больше нуля.
95. Скорость увеличится. В соленой воде осадка судна уменьшится. Соответственно уменьшится и сопротивление воды.
96. За счет деформаций резины, и тем сильнее, чем слабее надуты шины.
97. Они толкают верх колеса. Для его поворота требуется вдвое меньшее усилие, чем в том случае, когда пушку тянут или толкают за лафет. В этих случаях усилие передается на ось колеса и плечо рычага (по отношению к неподвижной нижней его точке) оказывается вдвое короче.
98. Знак подвешен за верхний его край. Если бы ветер нарастал постепенно, вплоть до своей стационарной величины, знак занял бы наклонное равновесное положение. Ветер налетает порывом, закидывает знак выше равновесного положения (благодаря инерции движения). Из него знак начинает опускаться, как маятник, и также переходит через равновесное положение. Благодаря этому, ветер закидывает его снова.
99. Сила инерции (импульс тела) у тяжелого полена в несколько раз больше, чем у одного топора, даже если ему удастся сообщить немного большую скорость.
100. Чтобы избежать трения полотна пилы о дерево во время пилки.
101. Тембр голоса определяется наложением низких и высоких частот. Нормально человек его слышит благодаря передаче звуковых колебаний от гортани к уху через кости черепа, которые одинаково хорошо передают и низкие, и высокие частоты. При записи на магнитофон звуковые колебания передаются через воздух. В нем низкие частоты затухают (ослабляются) сильнее, чем высокие.
102. При падении на землю этот мяч слегка сплющивается, принимая форму, близкую к эллипсоиду вращения. Объем воздуха внутри него уменьшается, так как из всех тел одинаковой поверхности шар имеет наибольший объем. (Это легко показать учащимся на примере веревочного кольца, растягивая его до предела сначала в одном, потом в перпендикулярном направлении. Площадь кольца будет изменяться от нулевой до максимальной у круга и снова до нулевой). Таким образом, при сжатии давление воздуха

- внутри мяча повышается, и сила этого давления передается на опору, вызывая ответную реакцию, направленную вверх.
103. Подвесить секундомер на достаточно длинный отрезок нитки. Отклонить его от вертикали и отпустить, одновременно включив секундомер. После многих качаний поймать секундомер в верхней точке и остановить. Таким образом достаточно точно определяется период колебаний образовавшегося математического маятника. Длина нити определяется из формулы  $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ . С ее помощью оценивают линейные размеры нити.
104. Стальной шарик поместить на край зеркала и отпустить, включив секундомер. Подобно предыдущей задаче определить период колебаний шарика. Его движения подчиняются закону математического маятника (роль нити играет реакция поверхности зеркала). Величина  $l$  в формуле для  $T$  и есть радиус зеркала.
105. Даже при спокойном море легкая волна набегающая на берег. Она каждый раз взмучивает край песчаного пляжа, а, отступая, дает песчинкам свободно оседать. В результате песчинки укладываются в максимально плотную упаковку. (Поэтому влажный песок вдоль кромки моря твердый в отличие от просто мокрого песка). Ступня идущего человека “перекачивается” с пятки на носок и отталкивается от песка. Плотная упаковка нарушается. Средний уровень следа выше, чем уровень песка в кромке. Часть поднявшегося таким образом песка быстро обсыхает. (Из самой кромки вода, находящаяся между песчинками, в море не стекает: наклон мал, а упаковка плотная, зазоры между песчинками малы).
106. Предположим, что в начале дня выход поездов из депо в каждом из двух направлений происходил с одинаковыми интервалами времени ( $t$ ). А сдвиг по времени между выходами двух первых поездов в противоположных направлениях ( $\tau$ ) был меньше, чем  $t/2$ . Тогда и на противоположной станции будет воспроизводиться этот сдвиг ( $\tau$ ). Интервал времени между приходом на станцию поезда, вышедшего из депо в “первом” направлении, и встречного поезда, идущего в обратном направлении, будет меньше, чем интервал времени между приходом этого последнего и следующего поезда, идущего в “первом” направлении ( $t - \tau$ ). Выходя из дома случайным образом, студент имеет больше шансов попасть на платформу во время интервала ( $t - \tau$ ), чем интервала ( $\tau$ ) и, следовательно, скорее всего поедет по кольцу в “первом” направлении.
107. Силы трения покоя, действующие на задние колеса, направлены вперед. Они создают вращающий момент относительно центра масс автомобиля, “стремящийся” поднять его носовую часть. Этому противодействует момент силы веса (относительно точек опоры задних колес). Если центр масс автомобиля расположен достаточно высоко (плечо сил, создающих первый момент велико), то в момент старта передние колеса могут подняться в воздух. Во время движения такого произойти практически не может - сила трения покоя задних колес не достигнет максимальной величины, так как автомобилю невозможно сообщить столь же большое ускорение, как при резком трогании с места. В частности и во избежание “подъема на дыбы”, гоночные автомобили делают столь низкими.
108. Благодаря случайному характеру соприкосновения кусков гравия, вес поезда от шпал передается и на промежутки между шпалами. Давление на землю уменьшается. Если бы шпалы лежали прямо на земле, они бы в нее постепенно вдавливались.
109. По концам длинной резиновой трубки вставить изогнутые под прямым углом стеклянные трубочки и сделать на них отметки, одинаково отстоящие от концов резиновой трубки и достаточно удаленные от верхнего отверстия стеклянных трубочек. Двум человекам стать по краям стены и заполнять натянутую резиновую трубку водой так, чтобы уровни воды в обеих стеклянных трубочках оказались на уровне отметок. Резиновая трубка расположится горизонтально, и третий человек может по ней провести линию на стене.
110. При вытаскивании ноги под ступней образуется пустота, куда атмосферный воздух попасть не может, а тина, в силу своей вязкости, поступает медленно.
111. Стенки резиновой груши по мере вытекания воды сближаются, препятствуя разрежению воздуха, находящегося внутри сосуда.

112. Столько же. Выталкивающая сила Архимеда зависит только от плотности жидкости, в которую погружается тело. Вода практически несжимаема и, хотя давление на глубине 20 м в двадцать раз больше, на плотности воды это не сказывается.
113. Заполнить некую бутылку водой, закрыть горлышко (пальцем), перевернуть вверх дном, опустить горлышко в слой масла и открыть бутылку.
114. Нет. В воде внутренние органы человека сохраняют свой вес: нормально нагружают свои опоры или подвески в теле. На орбите все внутренние органы тоже невесомы. То же относится и к циркуляции крови (В венах имеются односторонне действующие клапаны. Поэтому нельзя долго висеть вниз головой).
115. При спуске. Подъем через плотные слои атмосферы происходит по кратчайшему пути (вертикально вверх). Спуск - по сложной криволинейной траектории с переходом на планирование, для чего скорость спуска гасится постепенно именно благодаря трению о воздух.
116. Узелок с поклажей по возможности приблизить к плечу, а руку вытянуть вперед. Давление на плечо и усилие руки будут минимальными (правило рычага).
117. Образуется рычаг с более выгодным соотношением плеч (от оси ножниц к точке надреза и к пальцам).
118. Во время разгона ракеты с кораблем шар непременно был связан со стенками (хоть бы лежал на "полу"). Таким образом, он приобрел такую же скорость движения по орбите, что и корабль. Шар и корабль обращаются вокруг Земли независимо друг от друга.
119. Совершает. Напрыгивая на трамплин, он приседает, а при подходе конца трамплина к верхней точке энергично выпрямляется, отталкиваясь от трамплина (чтобы подпрыгнуть выше и успеть совершить задуманное число оборотов и поворотов за время падения в воду).
120. Ту же самую величину  $F$ . Неподвижность динамометра следует из равенства сил, с которой тянут лошади. Но динамометр будет неподвижен, если тянет одна лошадь, а второй крючок динамометра с помощью тросика прикреплен к стене. Значит, вторая лошадь как бы заменяет реакцию стены, к которой прикреплен динамометр во втором случае.
121. Лезвие узкое для того, чтобы уменьшить трение о колбасу при разрезании. А ручка сдвинута для того, чтобы можно было дорезать до конца, не упираясь кулаком в доску стола.
122. Асфальт шероховатый, скольжение по нему затруднено. Встретив слегка выдающееся препятствие, пробка начнет вставать на ребро. Если при этом препятствие окажется не точно против центра пробки (считая по направлению движения), то пробка начнет одновременно и поворачиваться. Сила инерции заставляет ее начать катиться в вертикальном положении. Далее начинает действовать закон сохранения момента вращательного движения (иначе говоря, инерция вращения, включающая в себя и сохранение положения оси вращения - по этой причине не падает едущий велосипед, даже одноколесный в цирке!). Пробка описывает дугу потому, что ее ободок не цилиндрический, а слегка конический.
123. Да. Увеличится. И не за счет трения о воду. Оно повлияет только на быстроту затухания этих колебаний, но не на их период. Период увеличится из-за выталкивающей Архимедовой силы (если, конечно, маятник реальный). В формуле  $T = 2\pi\sqrt{l/g}$  величина  $g$  как бы станет меньше, как бы уменьшится сила тяжести.
124. Нет. В случае б) равновесие будет сохраняться только в горизонтальном положении прутка. В случае а) - в любом положении.
125. Они образуют квадрат, увеличивающийся в размерах, падающий одной из вершин вниз.
126. Все камни работают на сжатие. Ключевую роль играет верхний камень - "замок свода".
127. Трением. Любой узел, завязанный из идеально скользкой нити, развяжется, если тянуть за один конец нити.
128. Чтобы было легко катить рояль (или корзинку) в любом направлении. Если это направление первоначально не позволяет колесикам свободно вращаться, их обоймы силой трения поворачиваются так, чтобы обеспечить свободное качение.

## II. ТЕПЛОТА

1. Ощущение холода - это заметный отвод тепла от какого-нибудь участка поверхности (или всего тела). Ванна металлическая. В месте соприкосновения обнаженного тела с ее поверхностью теплоотвод идет непрерывно, так как тепло быстро отводится от места соприкосновения (ванна имеет комнатную температуру). Ткань майки тепло отводит плохо. Места соприкосновения майки с телом быстро прогреваются до температуры тела.
2. Та, что нагревалась, горячее. Теплообменник бойлерной представляет собой трубу сравнительно большого диаметра (снаружи она обмазана теплоизолирующим материалом). Внутри этой трубы - много тонких металлических трубок. По ним течет нагреваемая вода. По большой трубе, между тонкими трубками - нагревающая (от ТЭЦ). Эти два тока воды направлены навстречу друг другу для того, чтобы разность температур (а следовательно и эффективность теплопередачи) была максимально возможной на всей длине теплообменника: горячая вода по мере продвижения остывает, но зато соседствует с еще не нагретой водой, только что поступившей в бойлер. В результате "горячая" вода на выходе может оказаться менее горячей, чем нагреваемая вода на ее выходе (с противоположного конца бойлера!), где она соседствует с еще не остывшей горячей водой от ТЭЦ.
3. Осенние ночные заморозки - это приносимый с севера холодный воздух и открытое небо. Земля теряет дневное тепло в результате конвекции воздуха и теплового излучения в высокие слои атмосферы. Корни деревьев могут промерзнуть. Дым от тлеющих костров поднимется невысоко (жар над кострами не велик) и, встречая холодный воздух, прекращает подниматься, но и не сразу опускается. Этот дым расстилается над садом, образуя как бы "одеяло". Оно препятствует конвекции и отражает тепловое (инфракрасное) излучение над всей площадью сада.
4. Пар обжигает значительно сильнее, так как, помимо разности температур, он отдает тепло коже в процессе конденсации.
5. Ввиду повышенного давления он кипит при температуре заметно выше, чем 100°C. Открыв крышку, сбрасываем давление, но температура быстро не меняется. В результате кипение становится столь бурным, что следует ожидать выброса кипящей жидкости. (Перед открытием крышки скороварку следует охладить под краном).
6. Во-первых, конечно, в соотношении температур. Чай горячее, чем наше дыхание, а замерзшие руки - холоднее. Но более существенно то, что мы отгоняем горячий воздух от поверхности чая и холодный - от рук. Это существенно убыстряет теплообмен.
7. В них замерзает вода, а плотность льда меньше, чем у воды. Его объем увеличивается. Силы, обуславливающие кристаллизацию, столь велики, что чугунные трубы не выдерживают их давления.
8. Подъем столбика ртути по тонкой трубке над шкалой за счет расширения ртути в баллончике происходит одинаково в обоих случаях. Но показания медицинского термометра надо сохранить и после того, как, удаленный от тела, он остынет до комнатной температуры. Для этой цели служит "перетяжка" - заметное сужение (капилляр), расположенное между баллончиком и трубкой. Мощные силы расширения при нагревании легко продавливают ртуть из баллончика через капилляр. А ее стекание обратно оказывается невозможным: ртуть не смачивает стекло. Образовавшийся в капилляре выпуклый мениск (выпуклостью вниз - ртуть в баллончике, сжимаясь, отрывается от столбика) удерживает силой поверхностного натяжения вес столбика ртути над шкалой. Чтобы выдавить этот столбик (или хотя бы большую часть его) обратно в баллончик, термометр приходится "страхивать".
9. Теплый и влажный воздух поднимается вверх в область пониженного атмосферного давления. Он расширяется и при этом охлаждается. Пары воды конденсируются в мельчайшие капли, образующие облако.
10. Дым (точнее горячий воздух, несущий частички дыма) действием постоянной силы Архимеда поднимается с ускорением. При небольшой скорости относительно окружающего воздуха течение плавное (ламинарное). При достаточно большой скорости из-за сильного

- трения об окружающий воздух возникают срывы течения и завихрения (турбулентное течение).
11. Из-за интенсивного отвода тепла через металл влага на пальце (она смачивает и металл) быстро замерзает. Дерево тепло отводит плохо. Подача тепла к пальцу через кровь позволяет долго держать его на сильно охлажденной деревянной поверхности, не рискуя тем, что он примерзнет.
  12. Вес конькобежца приходится на тонкое лезвие конька. Соответственно давление на лед оказывается очень большим (десятки атмосфер!) . Температура таяния льда снижается при повышении давления. Конек скользит по... воде! После продвижения конька дальше этот тонкий слой воды немедленно замерзает, но гладкость поверхности не восстанавливается (конек выдавил часть воды) - получается “изрезанный” лед.
  13. Незначительное подтаивание снега имеет место и под лыжей (в не слишком морозную погоду). Но это уже за счет трения, а не давления.
  14. Чтобы горячий пар (даже и до кипения) не уносил тепло. На крышке он конденсируется и стекает обратно. Большая часть этого тепла остается в кастрюле.
  15. Под каплями в этом случае образуется прослойка пара. Она неустойчива - капли скачут. Но постоянно возобновляется - передача тепла от сковороды к воде затруднена.
  16. Бугристый (“шероховатый”). Подошва опирается только на вершины бугорков и заставляет их подтаивать (см. Задачу №12).
  17. Благодаря большому давлению лед под петлей тает. Если петля проволочная, то теплота плавления через металл передается боковым стенкам, обеспечивая зазор, через который вода из-под проволоки выдавливается вверх и, по той же причине, не сразу замерзнет. Проволока будет продолжать опускаться. Количество воды над проволокой будет увеличиваться, и верхние ее слои начнут замерзать, скрепляя разрезанные части льда. И так до конца. Капрон проводит тепло плохо и потому, если под капроновой петлей и появится вода, она не позволит этой петле опускаться (не будет выдавливаться вверх).
  18. 1) В предотвращении охлаждения воздуха, нагретого солнцем через стекло или полиэтилен, за счет конвекции или холодного ветра. 2) Парник прозрачен для видимого излучения от Солнца, но не прозрачен для инфракрасного излучения от Земли.
  19. Асбест плохо передает тепло. Между трубой и наружным слоем асбеста устанавливается перепад температур. Разность температур между поверхностью асбеста и окружающим холодным воздухом становится невелика, а, следовательно, и снижается интенсивность теплоотвода от трубы к воздуху.
  20. Выработка тепла автомобилями, зданиями и людьми играет свою роль, но не главную. Вся природа вокруг города (водоемы, земля, растительность) - влажные. Идет интенсивное испарение этой влаги и, за счет него, охлаждение воздуха. Город - сухой! Даже после дождя или поливки улиц влага из него уходит в канализацию или быстро высыхает. Влага же, испаряющаяся от земли или растений, постоянно пополняется и без дождя за счет подъема грунтовых вод по капиллярам почвы и деревьев.
  21. В трубке находится вода . В головке она закипает, а в верхней части трубки, близ острия, пар конденсируется и вода стекает обратно. При конденсации выделяется большое количество тепла. Таким образом обеспечивается интенсивный прогрев куска мяса не только снаружи, но и изнутри.
  22. Если в бане используется чистая вода, то нельзя. Вода в сосуде прогреется до 100°C, но ей не удастся передать теплоту парообразования. Проблему можно решить, если воду в бане подсолить.
  23. Нет. Указанная температура характеризует лишь среднюю кинетическую энергию молекул воздуха на этой высоте. Но разрежение его столь велико, что макроскопическая температура обшивки корабля будет за счет излучения приближаться к абсолютному нулю. Это, конечно, не так, ибо даже на ночной стороне корабль получает излучение от Земли, ну а на дневной стороне и подавно. Будет некая равновесная температура.
  24. Важна не теплоемкость, а теплопроводность - быстрота подвода тепла от обмотки электрического нагревателя к кончику жала. Теплопроводность меди значительно выше, чем



- железа. Кроме того, медь, в отличие от железа, хорошо залуживается с помощью такого доступного флюса как канифоль.
25. При нормальной жарке кипит не масло, а вода (если не допускать подгорания того, что жарят).
  26. Нет. На нагрев шара, лежащего на опоре, пойдет больше тепла, чем на нагрев висящего шара. В результате расширения центр масс первого шара должен подняться, а второго - опуститься. Соответственно запас потенциальной энергии первого шара должен возрасти, а у второго он уменьшится. Это обусловит различие необходимых для нагрева количеств тепла.
  27. Большая поверхность чая в полной чашке быстрее остывала, и можно было начинать его пить, в то время, как основная масса чая оставалась горячей и остывала постепенно.
  28. Плотность воды при  $+4^{\circ}\text{C}$  больше, чем при  $0^{\circ}\text{C}$ . По мере охлаждения вода у дна оказывается при  $+4^{\circ}\text{C}$ . Конвекции не происходит. Толща льда нарастает с поверхности. Если она и дойдет до “теплого” слоя у дна, то теплопроводность толстого слоя льда столь мала, что за зиму “придонная” вода не успеет охладиться до  $0^{\circ}\text{C}$ . (Все это не относится к мелким лужам.)
  29. Промерзание пруда продолжается. Теплота, выделяющаяся при этом, должна отводиться через слой льда. Поэтому его поверхность немного теплее, чем окружающий морозный воздух.
  30. Перед закипанием всей массы воды в чайнике с перегретого дна поднимается масса мелких пузырей пара. Они еще не создают заметной конвекции (перемешивания) массы воды. Поэтому близ поверхности они попадают в относительно холодные слои воды, пар внутри пузырьков конденсируется, и они “схлопываются”, не достигнув поверхности. Полное кипение: крупные пузыри пара по всему объему, энергичное перемешивание воды (конвекция). При кипении пузырь не “схлопывается”, а доходит до поверхности и раскрывается. Это происходит гораздо тише.
  31. Огромный ток при ударе молнии идет через влажную древесину (особенно, если кора не успела намокнуть). К тому же, вода, поднимающаяся по капиллярам дерева, несет с собой соли. Мгновенное испарение и колоссальный нагрев образовавшегося пара создают давление, способное разорвать ствол. У дуба, по сравнению с сосной, ствол лучше защищен от намокания раскидистой кроной по всей своей высоте, да и поверхность коры не гладкая, не сплошная, поэтому ток проходит внутрь ствола (меньше сопротивление).
  32. На самом деле мы видим облако не водяного пара (он прозрачен), а его конденсата, т.е. мельчайших капелек воды. Пока горит горелка, раскаленные продукты горения “омывают” кастрюлю снаружи и не позволяют пару конденсироваться вблизи крышки (а далее он уже рассеивается). После выключения газовой горелки кипение еще некоторое время продолжается, так как дно кастрюли остывает не сразу. Интенсивность парообразования, разумеется, не увеличивается, а снижается, но зато выходящий из-под крышки пар немедленно конденсируется.
  33. Нет - различия не будет. Уровни жидкости в обоих стаканах останутся одинаковыми. Это означает, что сколько вина было перенесено в стакан с водой, столько же воды было перенесено в стакан с вином.
  34. Нагревание происходит по поверхности проволоки, и потому интенсивность теплоподдачи пропорциональна первой степени радиуса проволоки. А теплоотвод через проволоку к ее холодному концу пропорционален площади сечения, т.е. квадрату радиуса. С увеличением радиуса теплоотвод растет быстрее, чем теплоподача. Из этого следует, что равновесная температура конца проволоки уменьшается.
  35. Лежа. В этом положении больше поверхность инфракрасного теплового излучения, а дерево отводит тепло плохо.
  36. Последовательно вскипятить на одной и той же газовой горелке, замечая время. Сырая вода закипит быстрее - в ней больше растворенного воздуха.
  37. В ведерке со льдом. Снежинки (крошечные ажурные льдинки!) упакованы неплотно - с большим содержанием воздуха в порах между снежинками. Теплоотвод через них (даже в процессе таяния льда) будет хуже, чем через сплошной лед.

38. Охладить в морозильнике (не доводя до замерзания молока) и вынести в комнату. Сначала запотеет вся поверхность бидона, потом верхняя часть его, приходящаяся против пустоты, обсохнет, а ниже уровня молока останется влажной.
39. Нет. Эта вода не участвует в конвекции кипящей жидкости и потому не может получить от дна кастрюли (его температура выше, чем  $100^{\circ}\text{C}$ ) дополнительного тепла парообразования.
40. Исходным уровнем воды в чайнике. Во втором случае уровень ее ниже отверстия, ведущего в носик чайника, и пар свободно выходит через носик. В первом - уровень воды выше этого отверстия. Пар скапливается под крышкой, давление его растет до тех пор, пока крышка не подпрыгнет. Если крышка тяжелая или плотно входит в отверстие, чайник может “выплюнуть” кипяток из носика. (Чтобы этого не происходило, в крышке иногда делают дырочку небольшого диаметра).
41. Капли дождя на лету и влажная поверхность земли и листьев испаряются, отнимая тепло у воздуха. Снежинки представляют собой ажурные льдинки. Они (в большинстве случаев) образуются на лету, отдавая теплоту замерзания морозному воздуху.
42. В месте взрыва разлетающиеся продукты ядерного распада разогревают воздух до сотен тысяч градусов. Ударная волна распространяется медленно (на 1 км за 3 секунды), яркое свечение воздуха - мгновенно. Но при столь высокой температуре оно лежит главным образом в ультрафиолетовой области, не очень опасно и хорошо поглощается воздухом. Опасно тепловое, инфракрасное излучение. Оно будет превалировать, когда расширяющийся “гриб” взрыва остынет до температуры порядка тысячи градусов. На это потребуется около 3 секунд.
43. Пахота поднимает верхний слой земли, а борона его измельчает. Поверхность комков земли легко высыхает, но рыхлость поднятого слоя препятствует передаче тепла на глубину, куда тянутся корни прорастающих семян. Кроме того, разрушаются капилляры, образованные слежавшейся за зиму почвой. Это не позволяет влаге из глубины подниматься на поверхность и высыхать.
44. Молекулы душистых веществ относительно крупные и распространяются в воздухе (без ветра) за счет броуновского движения.
45. Это - мельчайшие частицы железа, разогретые трением до температуры порядка  $1000^{\circ}\text{C}$ . Они столь малы, что быстро остывают в полете, а, главное, в силу своей малости несут в себе так мало тепла, что тепловые рецепторы кожи их не замечают.
46. Теплопроводность алюминия велика - к губам, коснувшимся края кружки, он способен быстро подводить тепло от всего объема горячего чая. Фарфор плохо проводит тепло. Даже если край кружки успел хорошо прогреться, в месте прикосновения губ он быстро охладится до вполне терпимой температуры.
47. Темный и влажный ствол дерева хорошо прогревается весенним солнцем, и его тепло передается к основанию, вокруг которого снег подтаивает.
48. Теплопроводность воды заметно больше, чем воздуха, соответственно в ней энергичнее теплоотвод от тела.
49. Холодный воздух, остывающий при соприкосновении со стеклом, становится плотнее и опускается вниз, продолжая охлаждаться.
50. Принудительное перемешивание поднимает к поверхности (где и происходит остывание) все новые слои жидкости из всего объема тарелки, поддерживая значительную разность температур на поверхности контакта с окружающим воздухом.
51. Восходящие токи теплого воздуха колеблют листья осины, имеющие тонкий и длинный стебелек.
52. Дымоход заполнен холодным воздухом, который не поднимается вверх - “не тянет”. Прогреть его нелегко в силу слабой теплопроводности воздуха. Растопленная печь тянет хорошо - дымоход заполняется горячим дымом. Несущий его горячий воздух имеет заметно меньшую плотность (“легче”), чем наружный.
53. Минимальная поверхность при заданном объеме, а следовательно, и минимальная теплопередача. Максимальная прочность сопротивления стеклянных стенок сосуда

- атмосферному давлению. (Стенки двойные и воздух между ними откачан.) Серебрение поверхностей баллона предотвращает теплопередачу посредством инфракрасного излучения.
54. Ее изготавливали из тонкого железа.
  55. У песка удельная теплоемкость в пять раз меньше, чем у воды, а значит и у влажной почвы и деревьев. Кроме того, небо открыто, и тепло уходит в космос.
  56. Часть тепла идет на парообразование и улетает с паром.
  57. Тепла, выделяемого горящей спичкой хватает на разогрев тоненькой лучины до температуры возгорания, но не хватает на разогрев даже тоненького полена.
  58. У собранных в кучку углей только наружные угли соприкасаются с окружающим воздухом, да еще покрываются пеплом, который их прикрывает от него.
  59. Вода в бочке служит резервуаром тепла, остывает очень медленно, играя роль своеобразной печки.
  60. Плывущий по реке лед тает, отбирая тепло у воздуха.
  61. Чтобы вода успела растечься ровным слоем прежде, чем замерзнет.
  62. Это возможно (зависит от перепада температур). Если лед, образовавшийся близ поверхности воды, примерзнет к стеклу, то замерзание нижележащих слоев воды может разорвать стенки стакана.
  63. Вода в капиллярах древесины замерзает и рвет волокна, образующие их стенки.
  64. Вода из тряпки испаряется, охлаждая ее и графин.
  65. Украинскую кринку изготавливают из особой глины так, что после обжига ее стенки имеют очень мелкие поры, через которые понемногу сочится вода (но не жир) и испаряется на наружной поверхности.
  66. Сухой воздух в сауне. Интенсивное испарение влаги с поверхности кожи охлаждает ее.
  67. Интенсивное испарение воды охлаждает дерево, а водяной пар оттесняет кислород воздуха от его поверхности.
  68. Это при охлаждении втекающим морозным воздухом конденсируется невидимый ранее пар, находившийся в воздухе комнаты.
  69. В выдыхаемом человеком воздухе всегда содержится влага (это легко увидеть просто подышав на зеркальце - оно запотеет). На морозном воздухе влага конденсируется - пар становится видимым.
  70. Иней образуется за счет пара в выдыхаемом воздухе. К названным волосам, расположенным неподалеку от рта, не подводится (в отличие от щек и лба) тепло кровотока.
  71. Вода кипит при  $100^{\circ}\text{C}$ , а эфир - при  $35^{\circ}\text{C}$ . Поэтому интенсивность его испарения на поверхности кожи намного выше, чем у воды.
  72. Кипятком (если достаточно охладить до  $100^{\circ}\text{C}$ ). Тепло раскаленного металла расходуется сразу на парообразование ( $2\ 300\ 000\ \text{Дж/кг}$ ), а не на предварительный нагрев воды ( $4200\ \text{Дж/кг на } 1^{\circ}\text{C}$ ).
  73. Чтобы позволить объему банки слегка увеличиваться или уменьшаться в соответствии с изменениями давления наружного воздуха или газа, находящегося внутри банки, при изменениях температуры.
  74. Да. Препятствует ее обдуву наружным воздухом.
  75. Ледники подтаивают снизу, с поверхности скал, на которых они лежат и между которыми они “текут”. Скалы темные, хорошо нагреваются солнцем, а каменные породы отличаются далеко не маленькой теплопроводностью.
  76. С обоих берегов постепенно нарастают снежные карнизы (их надувает ветер). Затем они смыкаются.
  77. В слабый мороз снег под ступней подтаивает (как лед под коньками), а в сильный мороз этого давления оказывается недостаточно, и снежинки ломаются, как маленькие льдинки.
  78. Слегка понизится - плотность воды больше, чем льда.
  79. Воздух в высохших капиллярах сухого дерева, быстро прогреваясь, расширяется и рвет волокна. Капилляры сырого дерева заполнены влагой, которая должна сначала прогреться и превратиться в пар. Древесина к этому времени уже подгорает и не оказывает сопротивления.

80. Не изменится. Раз диск плавал, он вытеснял вес (и объем) воды, равный своему весу. Вес диска остался прежним.
81. В танкере (именно ввиду пожарной опасности) имеется несколько изолированных друг от друга закрытых резервуаров с нефтью. Именно их стенки охлаждает испаряющаяся вода. Нефть в горящем резервуаре выгорает дотла.
82. Снежок лепится, когда сжимаемый в руке снег сначала подтаивает, потом смерзается. В сильный мороз он не подтаивает, в слабый - не смерзается. То же самое, когда катают снежный ком для "бабы".
83. Холодная. Со стороны стекла стенка бутылки холоднее, чем со стороны комнаты. Конденсация паров воды более заметна.

### III. С В Е Т

1. Не удастся, на каком бы расстоянии от глаза не держать головку. Ночью зрачок расширяется до диаметра, большего, чем размер спичечной головки, а свет от звезды идет параллельными лучами.
2. Преломление света в глазу происходит не только в хрусталике, но и на поверхности глазного яблока (они совместно обеспечивают фокусировку изображения на сетчатку). При непосредственном контакте с водой условия преломления света на поверхности глазного яблока нарушаются. Очки для плавания сохраняют эти условия.
3. Иллюзия перспективы.
4. Он светится не в полной темноте, а в полумраке. Для улучшения чувствительности зрения во время ночной охоты у "кошачих" за сетчаткой находится слой клеток, отражающих свет. Таким образом, изображение проходит через сетчатку дважды. К тому же зрачок у кошки в полутьме раскрывается полностью до круглого отверстия диаметром около 13 мм.
5. Знак светится, разумеется, отраженным светом, но необычайно ярко. В краску добавляют взвесь мелких стеклянных шариков. Некоторая их часть обязательно отражает свет от фар машины прямо в глаза водителю.
6. Не удастся. Доказывается простым построением изображения в зеркале (от его нижнего края).
7. Не увеличивается, так как лучи света, идущие от звезд, параллельны и собираются в точку. Зато телескоп позволяет обнаружить очень далекие звезды : яркость их изображения многократно возрастает благодаря большому диаметру фокусирующего зеркала или линзы.
8. В том случае, если эта часть освещена светом, отраженным от Земли - от той ее части, которая освещена Солнцем, когда в месте расположения наблюдателя уже наступила ночь.
9. На самом деле тень сохраняет пропорции тела - лучи солнца практически параллельны. Но глаз оценивает размеры объектов по величине углов, под которыми видны их крайние точки. В эту оценку, естественно, входит и расстояние до объекта (перспектива). Вблизи от глаз это расстояние оценивается по "объемности" изображения (бинокулярный эффект зрения). Для плоской тени механизм оценки не срабатывает. Между тем, одинаковые участки длины тени (особенно на закате - весьма протяженной), расположенные в районе головы и ног, находятся на расстояниях от глаз, отличающихся в несколько раз. Без коррекции на расстояние участок в районе головы, видимый под малым углом, кажется меньше по сравнению с таким же участком вблизи ног - он видится под большим углом.
10. Наклонить голову набок. По ощущению сближения осей глаз (параллакс) можно судить о расстоянии (подсознательно).
11. Наружные электроны атома железа значительно дальше от ядра, чем у кварца. Они легче возбуждаются под действием высокой температуры.
12. Эти пятнышки создаются клетками крови (из разрушенных капилляров), плавающими в вязкой жидкости стекловидного тела. Сказывается инерция их перемещения.
13. Локальные уплотнения воздуха обуславливают хаотические изменения пути светового луча от звезды через земную атмосферу.

14. В стекло вкраплены кристаллы бромистого серебра. Ультрафиолетовый свет восстанавливает ионы  $\text{Ag}^+$  до атомов серебра, создающих затемнение стекла. В полумраке электроны от атомов серебра возвращаются к атомам брома, восстанавливая прозрачность.
15. Для отражения инфракрасных тепловых лучей.
16. Кинокадры снимаются с частотой 24 кадра в секунду. Во время перевода ленты от кадра к кадру объектив закрывается. Если за это время колесо едущего автомобиля повернуть на угол, больший, чем половина угла между соседними спицами колеса, то от кадра к кадру будет фиксироваться положение, как бы соответствующее повороту колеса в обратную сторону. Во время демонстрации фильма, благодаря инерции зрения, возникает впечатление, что колесо вращается назад.
17. Мы наблюдаем эти облака и просветы между ними под малыми углами к их плоскости - сбоку.
18. Нет. Глаз в качестве цвета фиксирует не длины волн, а частоты. Энергия "цветового кванта" также определяется частотой ( $E = h\nu$ ).
19. Воздух (особенно в безветренную погоду) разогревается от асфальта. Плотность его оказывается меньше, чем у более удаленных от шоссе слоев (изменение постепенное). Скорость света в воздухе, хотя и не очень сильно, но зависит от его плотности. В результате лучи, идущие полого от отдаленных участков неба к шоссе, могут постепенно отклоняться и попасть в глаза едущего наблюдателя. Возникает мираж : кусок неба, расположенный на продолжении взгляда (по прямой линии), падающего на шоссе - словно отраженный в воде.
20. Отражается только часть идущего от лица к стеклу окна света. Большая его часть проходит через окно и рассеивается на стене туннеля.
21. Одинаково. Все лучи, падающие на шар вдоль окружности, отделяющей шаровой сегмент с центральным углом в  $90^\circ$ , будут отражаться перпендикулярно направлению падения света. От самого сегмента - назад, от следующего за ним шарового пояса - вперед. Легко показать, что сечение столба света, падающего на этот сегмент, составляет ровно половину площади сечения столба света, падающего на весь шар.
22. Изменяется давление в комнате. Стекло слегка прогибается, образуя выпуклое, затем вогнутое и, наконец, снова плоское зеркало.
23. Турбулентные завихрения воды на гребне волны захватывают множество пузырьков воздуха. Их поверхности (внутри воды) отражают во все стороны, а следовательно, полностью рассеивают, подобно бумаге, весь спектр солнечного света.
24. Контраст. Отражение света от тюля сильнее с той стороны, с которой он освещен, чем отражение от предметов, которые находятся за ним - тюль это отражение ослабляет. Глаз адаптируется к более яркому отражению.
25. Матовая поверхность находится только с одной стороны стекла. Если она внизу, то граница между темной линией чертежа и белой бумагой прилегает непосредственно к матированной поверхности. Отраженный от бумаги свет не имеет возможности рассеяться на ту часть матированной поверхности, которая лежит над линиями чертежа. Граница между линией и фоном рассматривается через прозрачное стекло. В противном случае, отраженная картина чертежа, проходя через отделенную толщиной стекла матированную поверхность, рассеивается во все стороны и, благодаря этому, расплывается.
26. Днем солнце стоит высоко. Чтобы увидеть его отражение в стекле, надо подойти близко к дому. Тогда угловой размер окна (угол между лучами, идущими от его наиболее удаленных точек, к зрачку глаза) будет составлять несколько градусов, а отражение солнца - ту же примерно половину градуса, под которым оно видно при прямом наблюдении. Вечером, когда солнце стоит низко, его отражение можно наблюдать издали, когда угловой размер всего дома, со всеми его окнами окажется меньше половины градуса. Мы видим отражение солнца одновременно во всех окнах.
27. Свет, отраженный от рыбы, направляется к наблюдателю, стоящему на мосту, почти перпендикулярно поверхности реки, и потому проходит почти полностью. Тот же свет на пути к глазу наблюдателя, стоящего на берегу, падает изнутри на поверхность воды под острым углом, и потому частично (или полностью) отражается обратно в воду.

28. Потому что в такой же пропорции уменьшается и площадь, которую занимает изображение фонаря на сетчатке глаза.
29. Люминесцентная лампа испускает свет равномерно с большой поверхности, а лампочка накаливания - от тонкой нити. В той же пропорции соотносятся между собой и площади изображений этих ламп на сетчатке глаза. В случае лампы накаливания колбочки оказываются “перегруженными” падающей на них световой энергией, о чем и сигнализирует болевое ощущение.
30. Солнечный свет, рассеянный небом. Рассеяние происходит на неоднородностях (флюктуациях) плотности воздуха в толще земной атмосферы. А также на взвешенной в ней мельчайшей пыли.
31. Может, если поверхность земли неровная. Например, если тень пересекает канаву.
32. Один и тот же ход лучей в обоих случаях. Проверь построением изображения.
33. Отойти на несколько шагов (или десятков шагов - в зависимости от измеряемой высоты) от объекта и положить зеркальце на землю. Потом отойти еще немного, так, чтобы в зеркальце увидеть верхушку дерева или крышу дома. Соотношение расстояний от объекта до зеркальца и от зеркальца до наблюдателя равно соотношению высот объекта и наблюдателя (считая от глаз до земли).
34. Коронай вниз. Если на стене лежит тень фигуры, значит зеркало и фигура освещены солнцем (или другим источником света) со стороны, противоположной стене. Легко показать построением, что тень, падающая от фигуры на зеркало, отражается на стену перевернутой.
35. В первом случае глаз не успевает поворачиваться за быстро убегающей перед ним щелью. Во втором, благодаря увеличению в несколько раз длины оптического пути (двойная ширина вагона!), изображение щели проходит за то же время во столько же раз меньший угол (рассматривается издалека). Глаз успевает следовать за ним, зрительное впечатление фиксируется.
36. У дальнорядного изображение удаленных предметов лежит в фокальной плоскости и оказывается за сетчаткой. Относительно слабые очки с положительными диоптриями возвращают это изображение на сетчатку. По мере приближения объекта к двойному фокусному расстоянию, плоскость его изображения отодвигается от фокальной плоскости еще дальше, и нужны более сильные очки, чтобы вернуть его на сетчатку. Для близорядкого изображение далеких объектов оказывается перед сетчаткой, и очки с отрицательными диоптриями необходимы. Изображение предметов близких так же, как и в предыдущем случае, отодвигается от фокуса и может попасть на сетчатку без помощи очков.
37. Если размеры частиц, способных отражать свет, намного меньше длины световой волны (т.е.  $\ll 0.4 \mu$ ), то имеет место, так называемое, “Рэлеевское рассеяние света”. При этом интенсивность рассеянного света пропорциональна четвертой степени его частоты. Хаотические уплотнения молекул воздуха имеют средние размеры, отвечающие условиям рэлеевского рассеяния. Поэтому синяя компонента доминирует в рассеянном свете неба. Она по той же причине ослабляется, если мы смотрим прямо на солнце.
38. Рэлеевское рассеяние на мельчайших капельках жира.
39. Голубой за счет рэлеевского рассеяния на мельчайших частичках дыма. Белый оттого, что на этих частичках во рту и в легких конденсируются достаточно крупные капельки воды, просто отражающие свет.
40. Насыпать на лед по контуру корабля в солнечный день уголь. Он будет хорошо поглощать энергию солнечного света, нагреваться и нагревать лежащий под ним лед.
41. Изображение кажется более рельефным. Перспективу отобразил художник, а второй глаз не опровергает обмана, показывая отсутствием параллакса, что вся картина плоская.
42. Радужная оболочка и зрачок нарисованы точно в середине глаза. Благодаря плоскости изображения, они сохраняют эту позицию и при взгляде на картину со стороны. Между тем, центральное расположение зрачка привычно при взгляде на нас в упор.
43. В правильной фокусировке света, попадающего в глаз, кроме хрусталика участвует и кривизна глазного яблока. Чтобы она играла свою роль, свет в яблоко должен попадать из воздуха (иначе не будет преломления).

44. Изображение “останавливается” на непрозрачном стекле, и каждая точка его рассеивает свет подобно объекту - глаз видит нормально маленькое изображение (как на бумаге).

#### IV. ВОДА И ВОЗДУХ

1. Он ускоряет погружение и всплытие рыбы, которое она осуществляет с помощью плавников и хвоста. Пузырь не управляется мышцами. При погружении, благодаря повышению давления воды, пузырь сжимается, уменьшая объем рыбы и выталкивающую Архимедову силу. При всплытии - наоборот.
2. Непрерывная струйка создает непрерывно текущий в стороны слой воды. Новые порции, подходящие к этому слою, им увлекаются и плавно поворачивают, изменяя лишь направление, а не величину скорости. Капля останавливается мгновенно, так как давление в воде распространяется со скоростью звука в ней ( $\sim 1500$  м/с). Весь импульс скорости падения капли передается камню. Это - “гидравлический удар”. (То же при мгновенном перекрытии трубы, по которой течет вода. Легко показать, что давление на заслонку при этом равно:  $p = \rho * V * V_{sound}$ . Для воды ( $\rho = 10^3$  кг/м<sup>3</sup>) при скорости течения 10 м/с такое перекрытие создает давление на заслонку в 150 кг/см<sup>2</sup>.)
3. Несомый поземкой снег взмывал бы над сплошным забором и засыпал бы железнодорожное полотно. В решетках возникают завихрения ветра, поток его прерывается, и снежинки падают, не достигнув полотна.
4. Нет. На такой глубине из-за большого давления воды охотник не смог бы через нее вдохнуть воздух.
5. Уровень понизится. Объем камня меньше, чем объем воды, который вытесняет лодка для поддержания веса камня.
6. Впереди мчащегося поезда движется фронт повышенного давления воздуха. Два таких фронта при встрече поездов могут создать в пространстве между ними столь высокое давление, что стекла передних вагонов вылетят внутрь этих вагонов.
7. Набегая на берег “косым фронтом”, передняя часть волны на мелководье тормозит о дно, и весь фронт волны постепенно поворачивает к берегу. (Движение воды в морской волне круговое в плоскости, совпадающей с направлением ветра.)
8. Пленка масла не разрывается, а растягивается вздымающейся поверхностью волны. Равнодействующие сил поверхностного натяжения масла на гребнях и во впадинах между волнами уменьшают их высоту.
9. Бумажка сама по себе не удерживает воду, но обеспечивает ровность ее поверхности после переворота. Для того, чтобы вода начала выливаться из полностью перевернутого стакана, необходимо, чтобы на ее поверхности (нижней!) были хотя бы малые “возмущения” (выпуклости и впадины). Тогда энергетически выгодно начало движения вниз столбика воды, находящегося над выпуклостью, в то время, как соседняя впадина углубляется : суммарный центр масс при этом опускается. Когда впадина разовьется в такой мере, что в объем, прилегающий ко дну перевернутого стакана, прорывается воздух, вся вода падает вниз. Пока нижняя поверхность воды (благодаря бумажке!) ровная, столб воды упасть не может, так как у дна стакана возникает разрежение, и воду удерживает в нем атмосферное давление.
10. Наполнить водой аквариум или стакан (в зависимости от размеров тела) и зафиксировать исходный уровень воды. Положить на воду изучаемое тело и зафиксировать подъем уровня воды в то время, когда тело плавает. Затем, с помощью пары иголок или проволочек (из объемом можно пренебречь) полностью погрузить тело в воду и еще раз зафиксировать уровень воды линейкой. По первому подъему уровня воды можно подсчитать вес тела, по второму - его объем.
11. Через одну, ниже всех других расположенную впадину кромки озера, вытекает река, уносящая (если за этой впадиной лежит склон) всю прибывающую в озеро воду. Во время паводка на питающих озеро реках уровень воды в озере может временно подняться так, что

- оно “выйдет из берегов” и в местах расположения других, менее глубоких впадин, но после окончания паводка баланс втекающей и вытекающей воды восстанавливается.
12. Смочить подушечки концев большого и указательного пальцев и приблизить их до касания со столбиком пепла. Не меняя положения пальцев, пепел можно переносить. Пористая структура пепла хорошо смачивается водой. Сил сцепления воды с пальцами и с пеплом достаточно, чтобы удерживать пепел на весу во время его переноса.
  13. Поры, образованные плохо смачиваемыми (“водоотталкивающими”) нитями материала палатки, достаточно малы, чтобы образующиеся в них мениски удерживали попадающую в эти поры воду. Прикоснувшийся палец смачивается, и множество менисков сливаются в один большого диаметра. Он уже не может удержать вес образующейся большой капли. Набухая и отрываясь, эта капля вытягивает за собой воду из капилляров, подготавливая образование новой капли.
  14. Давление в быстром потоке воздуха, обтекающего крышу, сильно понижено (закон Бернулли). Крышу поднимает, вырывая гвозди из стропил, нормальное давление воздуха, находящегося на чердаке. Чтобы этого не произошло, следует во время урагана открыть слуховое окно на чердаке.
  15. Такое же объяснение, как для вопроса №14.
  16. Такое же объяснение, как для вопроса №14.
  17. Чистое стекло хорошо смачивается водой. Весь раствор течет по палочке, а не по наружной поверхности наклоненного стакана.
  18. Волокна целлюлозы на поверхности плотной бумаги смачиваются водным раствором чернил, но поры бумаги закрыты специальной обработкой при ее изготовлении. Поры у промокашки открыты и втягивают в себя чернила - линия расплывается. Поверхность промасленной бумаги не смачивается.
  19. Обожженный кирпич - пористый (поэтому-то и относительно легкий). По этим порам из почвы может подниматься влага, в результате чего нижние бревна сруба гниют. Слой толя предотвращает это явление. На камнях (их много на Севере).
  20. Можно, и даже лучше, чем на Земле. Например, “вверх пером”. Чернила подаются из баллончика к перу капиллярными силами по тонкому, хорошо смачиваемому каналу. (На Земле при таком способе письма этих сил не хватает для надежной подачи чернил против силы тяжести.)
  21. Не слишком быстро, продолжая дышать. В противном случае можно порвать легкие. Акваланг подает для дыхания воздух под тем же давлением, что и в окружающей воде. То есть, на достаточно большой глубине под весьма большим давлением, которое надо постепенно “сравнять”.
  22. Погода ветреная. Довольно сильный ветер дует в направлении с востока на запад (или с запада на восток). В потоке ветра давление снижено, и потому воздух из комнаты выходит наружу, унося и дым от сигареты.
  23. Влажной. В порах между нитями сухой тряпки - воздух. Он выходит не сразу, тряпка не сразу намокает. Раз намочив, после того, как ее отожмут, тряпка быстро впитывает воду.

## V. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

1. Непосредственной опасности нет : высокочастотный разряд в стволе молнии протечет по металлической поверхности корпуса. Но ввиду огромной силы тока, обшивка крыла может успеть нагреться и привести к взрыву бензобаков.
2. Присесть на корточки в некотором отдалении от деревьев, но не ложиться. Ток, идущий по влажной поверхности от молнии, ударившей в дерево, может ответвиться в лежащее тело.
3. Из-за трения на ходу шины заряжаются отрицательно. От близлежащих частей металлической рамы электроны, которые через влияние отталкивают колеса, уходят в землю.



- Ее на ходу касается металлизированный ремень. В противном случае пассажир, выходя из машины, мог бы ощутить неприятный удар током. ВО время стоянки шины постепенно разряжаются.
4. Каждый раз, прежде чем вновь воспользоваться магнитом, от него придется с усилием оторвать притянувшееся железо. Для этого придется приложить усилие, совершить работу, пополняющую энергию магнитного поля.
  5. Первоначально записывается только сильный звук. Но при хранении в виде плотно свернутого рулончика эта запись, через влияние, слегка намагничивает и предшествовавший незаписанный участок ленты, если он был прокручен до начала записи.
  6. Поднести магнит обоими полюсами к экрану и посмотреть на локальный сдвиг изображения. Далее определить направление магнитной индукции по направлению силы Лоренца, с учетом того, что ток электронный.
  7. Оно пылится, главным образом, за счет остаточного отрицательного заряда на люминесцентном слое за стеклом (не весь он уходит в цепь питания трубки). Пылинки заряжаются через влияние близ всей поверхности экрана и налипают на нее равномерно.
  8. Опустить в стакан с водой проволочки, присоединенные к обоим клеммам. Начнется электролиз воды. На проволочке, идущей от отрицательной клеммы, обнаружится вдвое большее количество пузырьков газа (водород), чем на проволочке, идущей от положительной клеммы (кислород).
  9. Приставить конец одного бруска к середине второго. Если притяжение обнаруживается, то магнитом является первый брусок, если нет, то второй.
  10. При нагревании проволока удлиняется, груз опускается. Однако, сопротивление проволоки при этом увеличивается, сила тока (при неизменном напряжении) уменьшается - и теплопродукция снижается. Проволока остывает, укорачивается, и груз поднимается. Колебательный процесс.
  11. Перегоранию лампочки предшествует образование в одном месте нити или спирали перетяжки за счет более интенсивного, чем на других участках, распыления металла. Причиной этого является исходная неоднородность материала или локальное уменьшение диаметра проволочки. В этом месте выделяется больше тепла. В момент включения через еще холодную спираль течет очень большой ток. Обусловленный сужением локальный разогрев (большее, чем на других участках сопротивление) расплавляет металл.
  12. Как бы мало ни было сопротивление лампочки, через нее не сможет пойти достаточно большой ток. Он будет ограничен внутренним сопротивлением батарейки.
  13. Отломать от проволочки кусочек и посмотреть, как будут взаимодействовать концы двух обломков.