

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В этом сборнике Вы найдете задачи по физике, которые предлагались на приемных испытаниях в Лицей "Физико-техническая школа" при Физико-техническом институте им. А.Ф.Иоффе Российской Академии Наук.

Лицей ФТШ является единственной школой в Санкт-Петербурге, вот уже почти двадцать лет включающей вопросы и задачи по физике в свои приемные испытания.

Тематика заданий всегда была ограничена тем, что могут почерпнуть из школьного учебника по физике ко времени проведения приемных испытаний, т.е. за три учебные четверти:

семиклассники, поступающие в 8-й класс Лицея, –

– *равномерное движение (включая графики), начальные сведения о силе тяжести и силе упругости, вес, давление, плотность, закон Архимеда;*

восьмиклассники, поступающие в 9-ый класс, кроме того –

– *энергия, строение вещества, температура и теплота, теплоемкость, агрегатные состояния, законы Ома и Джоуля-Ленца, соединения проводников.*

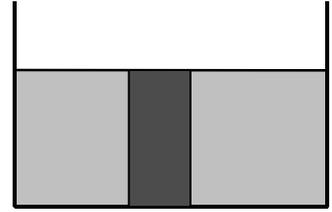
Часть представленных задач является оригинальными, часть составлена по известным мотивам или прямо заимствована. При подготовке к публикации условия некоторых задач были отредактированы.

В составлении работ принимали участие преподаватели Лицея: М.Г.Иванов (1989-1997, 2001-2006), П.Б.Родин (1988-1993), А.М.Минарский (1998-2006), Н.М.Химин (1999-2000), А.А.Американцев (1997-1998, 2000-2006), а также А.Ю.Алексеев (1988-1991) и М.С.Звонарев (1999).

Компьютерный вариант сборника подготовил А.А.Американцев.

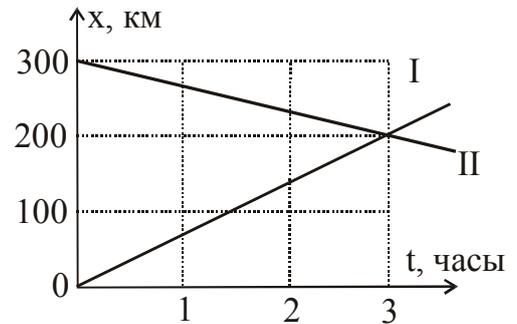
## 1988 год

1. На дно аквариума с водой поставлен кирпич. Его высота равна  $a$ , ширина –  $b$ , длина –  $c$ . Нижняя грань кирпича плотно прилегает ко дну. Чему равна результирующая сила  $F$ , действующая со стороны воды на кирпич? Выберите один из приведенных ответов и поясните свой выбор: а)  $F = \frac{1}{2}(abc)\rho g$ ; б)  $F = (abc)\rho g$ ; в)  $F = 0$ ; г)  $F = a(ab+ac+bc)\rho g$ . (Здесь  $\rho$  – плотность воды,  $g$  – ускорение свободного падения.)



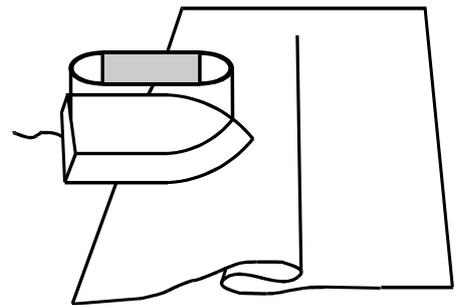
2. Ведро выставлено на дождь. Изменится ли скорость наполнения ведра водой, если подует ветер? Выберите один из приведенных ответов: а) увеличится, так как скорость капель относительно ведра станет больше; б) уменьшится, так как капли будут лететь под углом; в) не изменится.

3. На рисунке изображены графики движения двух автомобилей. Определите скорость их сближения и время встречи. Ответ поясните.



4. В центре большого озера сделали прорубь. Толщина льда оказалась 10 метров. Веревку какой длины необходимо привязать к ведру, чтобы зачерпнуть воды? Выберите один из приведенных ответов и поясните свой выбор: а) 10 м; б) 1 м; в) веревка вообще не нужна.

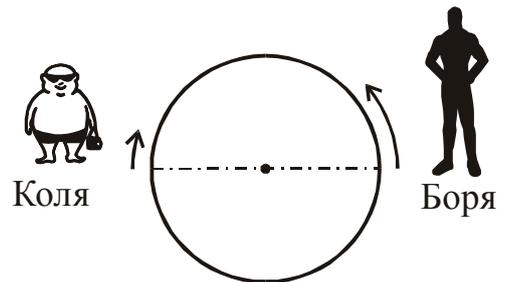
5. Домашние хозяйки знают, что избавиться от возникшей при глажении плохо расправленного белья складки бывает непросто. Почему так происходит: сделать складку легко, а разгладить обратно очень сложно?



## 1989 год

1. Мистер Стрейндж, известный всем жителям Фултауна своим экстравагантным поведением, каждый день после обеда надевает водолазный костюм и прогуливается по дну городского пруда, любуясь рыбами. При этом он берет с собой для тренировки либо свинцовую гирю массой 10 кг, либо алюминиевую массой 12 кг. Какая из этих гирь представляется мистеру Стрейнджу более тяжелой во время подводной прогулки? Плотность воды в пруду  $1000 \text{ кг/м}^3$ , плотность свинца  $10000 \text{ кг/м}^3$ , алюминия –  $3000 \text{ кг/м}^3$  (значения приближительные).

2. Бегуны Коля и Боря стоят на беговой дорожке в диаметрально противоположных концах круглого стадиона. По стартовому свистку они начинают бежать навстречу друг другу, причем Боря бежит в два раза быстрее Коли.



- а) В каком месте они встретятся в первый раз?
- б) В каком месте они встретятся в третий раз?
- в) В каком месте они встретятся в 566-й раз?

3. С корабля, находящегося над Марианской впадиной, в море сбрасывают медный кубик массой 1 кг и тонкую медную пластинку той же массы. На какой из этих двух предметов действует большая выталкивающая сила?

4. Почему на матрасе спать значительно удобнее и мягче, чем на голых досках?

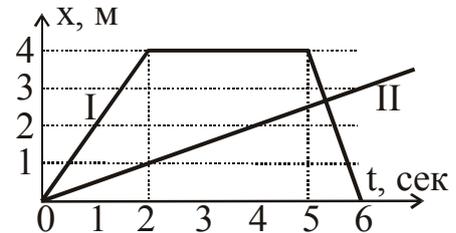
## 1990 год

1. В очень маленьком пруду плавает лодка, в которой лежит большой камень, приспособленный в качестве якоря. Выбрав место для рыбалки, рыболлов опускает камень на дно. Как меняется при этом уровень воды в пруду? Свой ответ подробно обоснуйте.

2. На рисунке представлены графики движения двух тел.

а) Определите, как менялась скорость первого тела.

б) Найдите максимальное расстояние между телами за все время их движения.



3. Аквалангист, исследующий место кораблекрушения, обнаружил слиток драгоценного металла размером  $10 \times 10 \times 10$  см и здесь же, под водой, взвесил его с помощью портативного безмена. Вес слитка оказался равным  $180$  Н. Чему равна масса слитка?

4. Фирма "Чук и Гек" в течение нескольких лет выпускала снегоход "Буран". Эта машина отлично себя зарекомендовала, и было решено подготовить новую модель – "Буран-бис", большего размера. Она представляет собой точную копию "Бурана", выполненную из тех же материалов и увеличенную в  $1,5$  раза. Испытания, однако, показали, что новая модель слишком глубоко проваливается в рыхлый снег. С чем это связано? Ответ обоснуйте простыми расчетами.

5. Винни-Пух и Пятачок каждое утро в одно и то же время совершают пробежку. Пятачок пробегает дистанцию от своего дома до дома Винни-Пуха, а Винни бежит от своего дома навстречу Пятачку, в точке встречи разворачивается и бежит обратно к себе домой. При этом Винни выбегает из дома на  $5$  минут позже. Найдите расстояние между домами Пятачка и Винни-Пуха, если место их встречи расположено на расстоянии  $2$  км от дома Винни-Пуха.

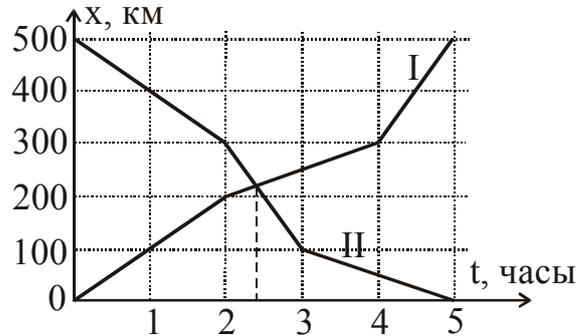
## 1991 год

1. В сосуде с водой в вертикальном положении плавает брусок. Как изменится уровень воды в сосуде, если перевести брусок в горизонтальное положение?

2. На рисунке показаны графики движения двух автомобилей, едущих навстречу друг другу.

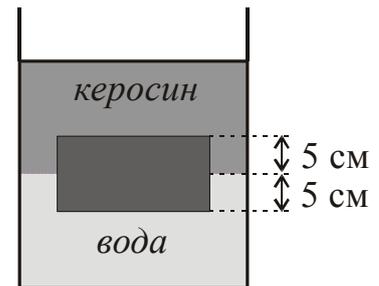
а) Нарисуйте графики зависимости скорости каждого из автомобилей от времени.

б) В каком интервале времени скорость их сближения была максимальной?



3. В аквариуме с водой плавает кусок пенопласта, на котором лежит металлическая гайка. Гайка привязана к пенопласту леской, длина которой меньше глубины аквариума. Как изменится уровень воды в аквариуме, если сбросить гайку с пенопласта?

4. В сосуде, заполненном водой и керосином, плавает пластмассовый кубик размером  $10 \times 10 \times 10$  см. Найдите его массу. Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ , керосина  $700 \text{ кг/м}^3$ . Свое решение обоснуйте.



5. При кипении воды в чайнике пузырьки пара вначале образуются вблизи дна. Почему?

6. В сосуде с ртутью плавает шарик, отлитый из сплава свинца и золота. Сосуд начинают медленно нагревать, и в некоторый момент шарик тонет. С чем это может быть связано? Плотность ртути  $13500 \text{ кг/м}^3$ , свинца –  $11340 \text{ кг/м}^3$ , золота –  $19300 \text{ кг/м}^3$ .

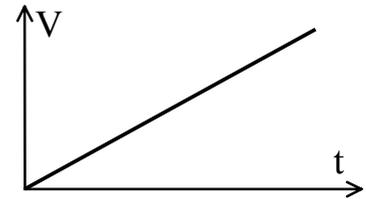
7. Почему для увеличения проходимости автомобиля по болотистой дороге рекомендуют выпустить часть воздуха из шин?

8. Винни-Пух и Пятачок отправились в путешествие и взяли с собой уксус и подсолнечное масло для заправки салата, причем влили обе жидкости в одну бутылку. Винни любит салат с подсолнечным маслом, а Пятачок – с уксусом. Как им удалось налить из бутылки именно то, что каждому было нужно? Напишите инструкцию по эксплуатации такой бутылки.

## 1992 год

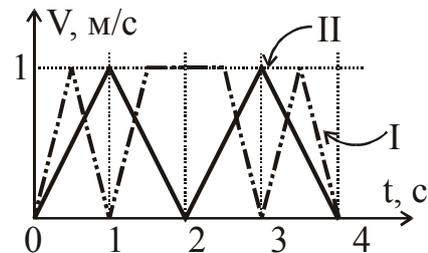
1. На дне бассейна лежит свернутая в пакет надувная спасательная шлюпка, укомплектованная баллоном со сжатым воздухом. По радиокоманде воздух наполняет шлюпку, и она всплывает на поверхность. Как после этого изменился уровень воды в бассейне?

2. На рисунке приведен график скорости автомобиля от времени. Изобразите примерно на графике, как менялось расстояние, пройденное автомобилем, в зависимости от времени. Поясните ваш рисунок.



3. В герметично закрытом сосуде с водой плавает деревянный куб. В сосуд начинают нагнетать воздух и увеличивают его давление в 10 раз. Как изменится глубина погружения куба? Воду считайте несжимаемой, а все необходимые для решения данные известными.

4. На рисунке изображены зависимости скоростей двух тел от времени. Какое из них прошло больший путь?

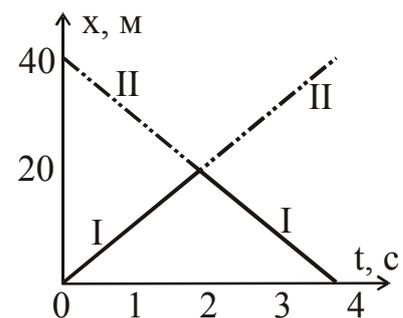


5. Для переправы Изумрудной Пудры из страны Эльфов в Озерный Город используются очень легкие бочки с плотной крышкой (бочки сплавляют по реке). Стандартную бочку можно заполнить только на одну четверть – иначе она тонет. При этом в нее входит 10 кг пудры. Найдите объем бочки и плотность пудры. Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

6. На планете  $\text{H}_2\text{O}$  системы Водолея в результате интенсивного орошения произошло заболачивание пустыни, в которой стоят пирамиды. Все пирамиды сделаны из одного материала, имеют одинаковую форму, но разные размеры. Какие пирамиды первыми провалятся – маленькие или большие? Ответ тщательно обоснуйте.

## 1993 год

1. Металлический шарик объемом  $56 \text{ см}^3$  и плотностью материала  $8 \text{ г/см}^3$  плавает в воде и полностью в нее погружен. Определите объем полости, имеющейся внутри шара.
2. Въезжая на поврежденный участок шоссе, каждый автомобиль в колонне уменьшает скорость с  $90 \text{ км/ч}$  до  $54 \text{ км/ч}$ . Какой должна быть минимальная дистанция между автомобилями? Длина каждой машины  $12 \text{ м}$ .
3. Доктор Ватсон прогуливается под зонтом диаметром  $d=1,2 \text{ м}$ . С какой минимальной скоростью он может идти без риска промокнуть? Рост доктора  $h=1,8 \text{ м}$ , а капли падают вертикально вниз со скоростью  $V=9 \text{ м/с}$ .
4. Резиновый воздушный шарик, надутый воздухом, взвесили на весах. Потом его надули сильнее и снова взвесили. Одинаковы ли будут показания весов?
5. В кастрюле с водой плавает стакан. Как изменится уровень воды в кастрюле, если из нее зачерпнуть в стакан немного воды?
6. Координаты двух автомобилей менялись так, как показано на графике. В какой момент скорость одного автомобиля относительно другого была наибольшей?



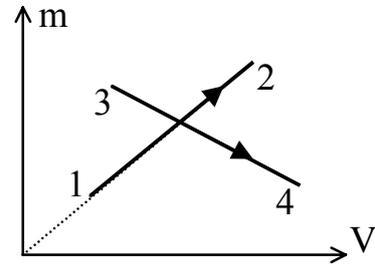
## 1994 год

1. Два сплошных шарика одинакового радиуса, алюминиевый и свинцовый, плавают в ртути (у ртути плотность больше, чем у алюминия и свинца). Какой из шариков погружен глубже?
2. В ФТШ любят пить чай, но особенно уважают тех, кто пьет его особенно горячим. Анна налила Сереже чай с сахаром, а Максиму из того же чайника, но сахар не положила. Кого она уважает больше: Сережу или Максима?
3. Тоша и Артем перекидываются транслятором Толкиена (ТТ), двигаясь одновременно навстречу друг другу со скоростями соответственно 4 м/с и 5 м/с. Расстояние между ними сократилось от 200 до 20 м. ТТ летает горизонтально со скоростью 8 м/с. Какой путь он пролетит?
4. Почему Саня свободно, не пригибаясь, скользит на лыжах по склону и проваливается на равнине при той же толщине и качестве снега?
5. Игорь – очень аккуратный человек. В ванной у него свой персональный кусок мыла. Однажды, вернувшись из длительного похода, Игорь начал пользоваться новым куском мыла и за неделю смылил его так, что все размеры мыла (длина, ширина, высота) уменьшились в два раза. На сколько дней ему хватит оставшегося куска?
6. Алина давно заметила, что ванна наполняется водой за то же время, за которое ванна опорожняется при закрытом кране. Однажды, вернувшись из похода, она открыла кран, забыла закрыть отверстие, а сама уснула. Что она обнаружила в ванной, проснувшись через 16 часов? (Все это время дома никого не было, т.к. родители тоже были в походе).

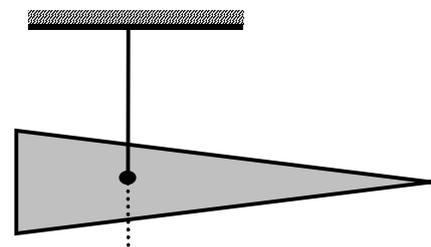
## 1995 год

1. В кубический сосуд со стороной  $L$  налита вода так, что она не доходит до верхнего края сосуда. На сколько изменится уровень воды, если в сосуд поместить деревянный брусок массы  $m$ ?

2. Как изменилась плотность снежка, если его объем и масса менялись от точки 1 на графике до точки 2? Возможен ли процесс, который на графике показан линией 3-4? Поясните ваш ответ.



3. В овощном ларьке продают крупную морковь. Андрей просил взвесить ему одну. Он заметил, что при взвешивании морковь была горизонтальна. Но когда Андрей узнал стоимость морковки, он попросил отвесить в два раза меньше. Тогда продавец разрубил морковку в месте подвеса и дал Андрею "хвостик". Не обманул ли его продавец?



4. От здания ФТШ на ее базу отдыха каждые 10 минут отходит автобус. От ФТШ до базы 60 км, скорость автобуса 60 км/ч. Сколько автобусов встретит в пути шофер, выехавший с базы в ФТШ одновременно с одним из автобусов, вышедших от ФТШ?

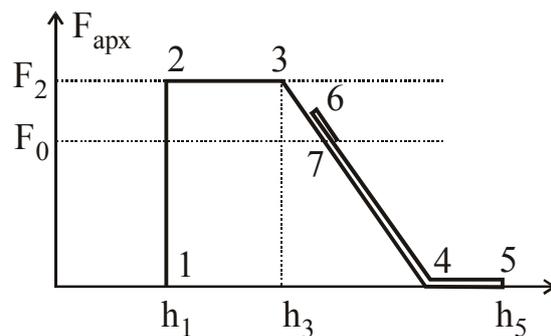
5. Какое животное может дольше не пить: крупное или мелкое? Обоснуйте ваш ответ.

## 1996 год

1. Два катера идут по реке на встречу друг другу с разными скоростями. Когда они поравнялись, с каждого в воду была брошена бутылка. Через  $1/4$  часа катера повернули обратно и, не меняя режима работы моторов, направились к бутылкам.
- а) Какой катер дойдет до своей бутылки раньше: быстрый или медленный? Подтвердите ваш вывод рассуждениями или расчетом.
- б) Постройте (на одном и том же графике) зависимости координат катеров от времени.

2. В воде плавает пробирка, внутри которой лежит кусочек пластилина. Пластилин вынимают и прилепляют ко дну пробирки снаружи.
- а) Изменится ли при этом глубина погружения пробирки?
- б) Изменится ли уровень воды в сосуде, если пластилин положить из пробирки на дно?

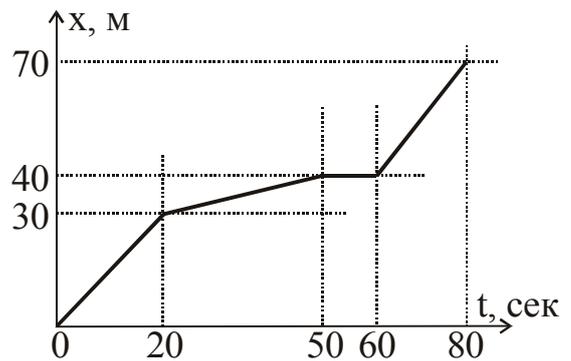
3. По графику зависимости величины силы Архимеда от высоты центра кубика над дном сосуда определите: а) объем кубика; б) его плотность; в) наибольшее значение силы Архимеда, действовавшей на кубик; г) высоту воды в сосуде (без кубика). Кубик последовательно переходил из состояния 1 в состояние 2 и т.д. вплоть до состояния 7. Величины на графике ( $F_0$ ,  $F_2$ ,  $h_1$ ,  $h_3$ ,  $h_5$ ) считайте известными.



4. Знаменитая пирамида Хеопса высотой 150 м имеет массу 12500 тонн.
- а) Сможете ли Вы поднять её точную копию, выполненную из тех же материалов, но высотой 30 см?
- б) Кто будет оказывать большее давление на землю: реальная пирамида или ее копия?
- в) Есть ли какая-то закономерность в соотношении давлений любого оригинала и его точной копии?
5. На невесомом рычаге уравновешены стальные шары. Нарушится ли равновесие, если шары погрузить в воду?

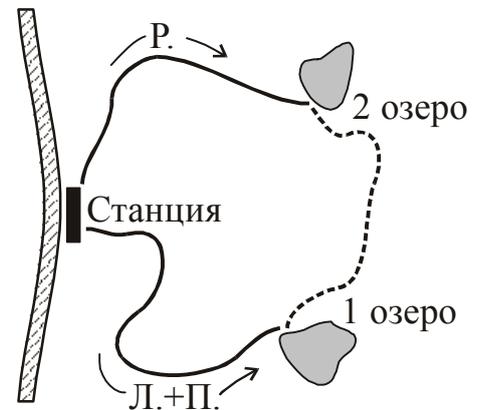
## 1997 год

1. Миша спускается в метро, пользуясь эскалатором, а ожидающая его внизу Юля от нечего делать рисует график зависимости его положения на эскалаторе (его координаты) от времени. Станция метро не очень глубокая, поэтому Юле все видно. Часы у нее на руке, а на стене рядом с эскалатором нанесены метровые отметки; у начала спуска стоит "ноль". Посмотрите на Юлин график и опишите, как вел себя Миша во время спуска, что он делал. Известно, что были моменты, когда он просто стоял на ступеньке, а были, когда он двигался. С какой скоростью?



2. Ученики ФТШ построили модель кошачьей будки из реек и фанеры. За все материалы им пришлось заплатить 10000 рублей, причем половину — только за рейки. После успешного испытания они решили сделать точно такую же собачью будку втрое больших размеров (длина, ширина, высота). Сколько денег им теперь понадобится?

3. Из электрички утром вышли туристы Лида и Поля и одинокий грибник Родион. Девочки пошли по маршруту: первая треть пути — по дороге до Первого озера, затем участок такой же длины по тропе до Второго озера, а потом снова по дороге до станции. Причем по дороге девочки шли в три раза быстрее, чем по тропе. А Родион пошел по тому же маршруту им навстречу. Он шел везде со скоростью, равной средней скорости девочек на участке от станции до Второго озера. Известно, что на станцию все вернулись одновременно. Могли ли Поля, Лида и Родион встретиться на одном из озер?



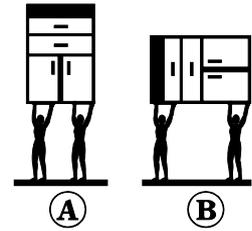
4. Куб, на половину погруженный в воду, лежит на дне сосуда и давит на него с силой, равной трети действующей на куб силы тяжести. Найдите плотность куба. Плотность воды известна:  $1 \text{ г/см}^3$ .
5. Стержень длиной  $L$  пропитали взрывчатой смесью и подожгли с одного конца. Скорость, с которой "бежит огонек" по стержню, т.е. скорость вовлечения во взрыв новых участков стержня равна  $V$ , а скорость разлета кусочков стержня во все стороны равна  $U$ . Как меняется со временем область, занятая продуктами взрыва (кусочками стержня)? Сделайте рисунок и пояснения.

## 1997 год (2 тур)

1. Из гипса изготовили фарфоровую фигурку собаки. Масса гипсовой копии оказалась равной  $M$ . Как, не используя никаких измерительных инструментов, определить массу фарфоровой фигурки? Известно, что плотности фарфора и гипса равны  $\rho_{\text{ф}}$  и  $\rho_{\text{г}}$ .
2. Кубик из березы плавает в воде так, что  $3/4$  кубика находятся под водой. Если взять березовый кубик, стороны которого в 3 раза больше, то: а) какая часть такого кубика будет под водой? б) во сколько раз изменится сила Архимеда?
3. В забеге на дистанцию 500 метров приняли участие два конькобежца. Победитель финишировал через 50 секунд. Второй сошел с дистанции через 20 секунд после старта, пробежав к этому времени только 250 метров.
  - а) Скорость какого из конькобежцев была больше?
  - б) Постройте график, показывающий, как менялся с течением времени путь, пройденный каждым из спортсменов.
4. В ведро, наполовину наполненное водой, опустили, не касаясь дна, руку. Изменилось ли при этом давление воды на дно ведра?
5. Поезд длиной 300 м движется по мосту равномерно со скоростью 20 м/с. За какое время весь поезд проедет мост, если длина моста 600 м?
6. На столе лежит стопка из 8 одинаковых книг. Что легче немного сдвинуть: верхние 4 книги или всю стопку?

# 1998 год

1. Двум грузчикам требуется перенести большой шкаф. Какой из способов (А или В) они выберут и почему?

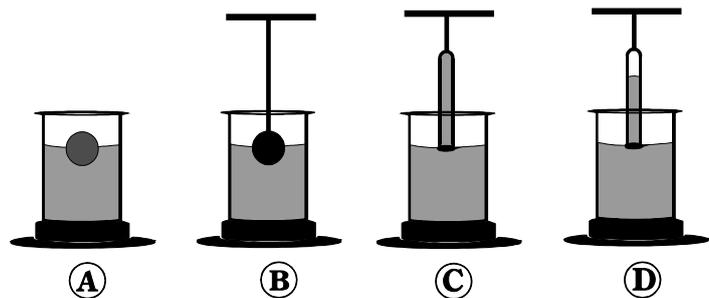


2. Сколько человек массой в среднем по 70 кг могут, в крайнем случае, быть спасены с помощью стандартного спасательного круга объемом  $0,06 \text{ м}^3$ ? Считайте, что плотность человека, уже немного хлебнувшего воды, равна  $\rho_{\text{чел}}=1,1 \text{ г/см}^3$ , плотность пробки, из которой изготовлен спасательный круг  $\rho_{\text{пр}}=0,2 \text{ г/см}^3$ , плотность воды  $\rho_{\text{воды}}=1 \text{ г/см}^3$ , а  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

3. Идя пешком по движущемуся эскалатору метро, человек прошагал 50 ступенек. В другой раз, двигаясь по тому же эскалатору со скоростью в 3 раза большей (то есть, в 3 раза чаще переступая ногами), человек насчитал 75 ступенек. Сколько ступенек человек должен будет пройти по этому эскалатору, если тот сломается?

4. Расстояние между двумя городами по дороге 800 км. Выехав из одного из городов, водитель гнал автомобиль со скоростью 200 км/ч. Затем машина сломалась, и он час чинил ее, после чего оставшийся путь осторожно проехал со скоростью 50 км/ч. В результате выяснилось, что средняя скорость автомобиля за все время в пути оказалась равной 100 км/ч. На каком расстоянии от конечного пункта произошла поломка? Также постройте график, показывающий, как менялся с течением времени путь, пройденный автомобилем.

5. Для изучения давления воды исследователи собирают, используя одинаковые сосуды, четыре различные установки. В варианте А в воде плавает деревянный шарик так, что он погружен в воду ровно на половину своего объема. В варианте В подвешенный на нитке

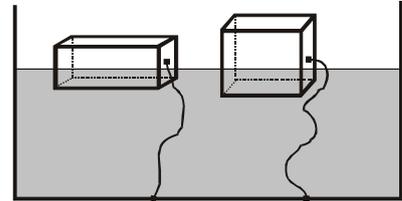


стальной шарик, равный по объему деревянному, так же погружен в воду на половину объема. В установке С на нитке подвешивают пробирку, целиком заполненную водой, таким образом, чтобы она только касалась поверхности воды в сосуде. В последнем случае – установка D – в пробирке осталось некоторое количество воздуха. Уровень воды в сосудах одинаков. Укажите, подробно объяснив, как различаются давления воды на дно сосуда в этих установках?

## 1999 год

1. Из трех одинаковых по размеру кубиков, плотность одного из которых  $\rho_1$ , а двух других  $\rho_2$ , составили параллелепипед. Определите среднюю плотность этого параллелепипеда.

2. Ко дну сосуда привязали двумя одинаковыми непрочными нитками два тела равных объемов из очень легкого пенопласта: тонкий длинный брусок и куб. Куб привязан за середину грани, брусок - за середину основания. В сосуд медленно наливают воду. Какая из ниток порвется первой и почему?



3. Здание почты находится в начале длинной улицы, причем все дома стоят с одной стороны улицы на равном расстоянии друг от друга (расстояния между соседними домами, а также между первым домом и почтой составляют по 60 м). Почтальон разносит письма, заходя в каждый дом. На то, чтобы отдать письмо, ему требуется две минуты. Его скорость – 3,6 км/ч. Дойдя до конца улицы и раздав все письма, он возвращается в здание почты с той же скоростью, нигде не останавливаясь. Время от выхода из почты до возвращения – 20 минут.

а) Сколько домов на улице?

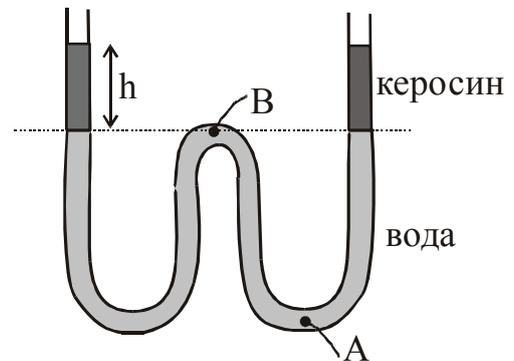
б) Постройте график зависимости скорости почтальона от времени.

в) Постройте график, показывающий, как меняется с течением времени расстояние почтальона от здания почты.

4. Изогнутая трубка наполнена водой, как показано на рисунке. В оба колена доливают одинаковое количество керосина, так что общий уровень жидкости в каждом колене увеличился на  $h$ . Плотность керосина известна, керосин и вода не смешиваются.

а) На сколько изменится давление в точке А?

б) На сколько изменится давление в точке В?



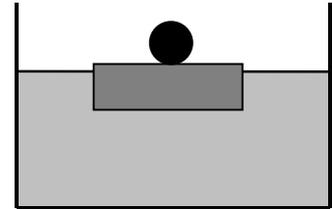
5. В герметичном сосуде, частично наполненном ртутью, плавает железный шарик. Как изменится глубина его погружения, если в сосуд закачать воздух под большим давлением.

6. Вы имеете два легких динамометра, шкала которых отградуирована в пределах от 5 Н до 10 Н. Можете ли вы определить вес тела, масса которого меньше 0,5 кг, и если можете, то опишите, каким образом?

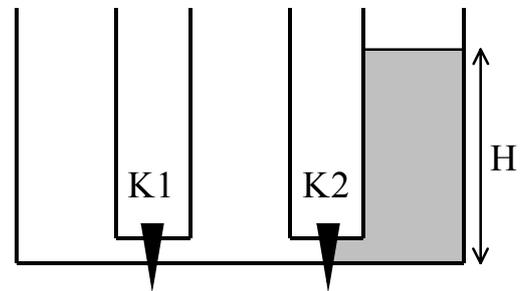
## 1999 год (2 тур)

1. Когда приоткрывают кран с горячей водой, иногда случается, что поток горячей воды постепенно уменьшается и может даже совсем прекратиться. С холодной водой таких неприятностей не происходит. Почему так плохо ведет себя горячая вода? Почему это происходит только в том случае, если кран открывают в первый раз, а потом вода уже течет нормально?

2. В сосуде с водой плавает деревянный диск, в центре которого укреплен шарик из свинца. Изменится ли уровень воды в сосуде относительно его дна, если диск перевернуть?

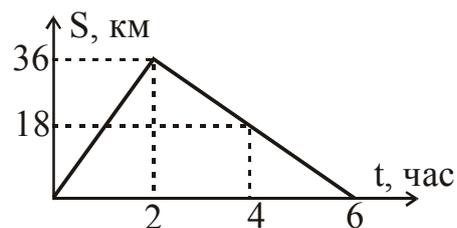


3. Три одинаковых сообщающихся сосуда, находящихся на одном уровне, разделены двумя кранами. Соединительные трубки очень тонкие. Первоначально все краны закрыты, жидкость налита в самый правый из сосудов до высоты  $H$ . Можно ли, открывая и закрывая краны в произвольном порядке, добиться того, чтобы уровень жидкости в самом левом сосуде превысил уровень  $H/3$ ?



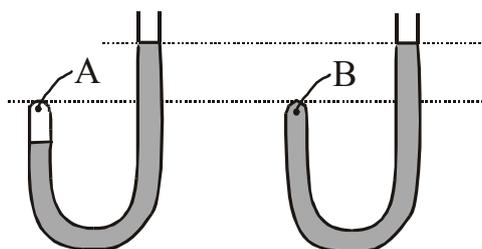
2000 год

1. Катер движется по реке от пристани Аах до пристани Бабах и обратно. Как менялось с течением времени расстояние катера от пристани Аах показано на рисунке. Найдите скорость течения воды и скорость катера относительно воды.

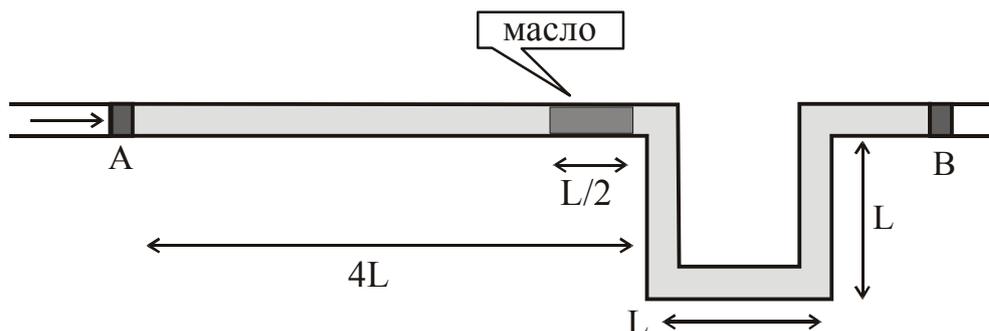


2. Кирпич покрыли слоем глины, масса которой равна массе кирпича. Плотность материала кирпича равна  $\rho_1$ , плотность глины  $\rho_2$ . Найдите среднюю плотность получившегося блока.
3. Исследовательский батискаф на очень большой глубине выпустил за борт резиновый шар, наполненный воздухом. К удивлению исследователей, шар "завис", то есть не двигался ни вверх, ни вниз. Затем батискаф опустился еще глубже и вновь выпустил такой же шар. Что с ним произойдет: будет ли шар подниматься вверх, опускаться вниз или тоже "зависнет"? Температура воды на такой большой глубине везде одинакова.

4. Имеются две одинаковые изогнутые стеклянные трубки, запаянные с одного конца. Обе трубки заполняют водой до одинакового уровня, но в одной из трубок оказался пузырек (смотри рисунок). Где давление больше: в точке А или в точке В? Поясните ваш ответ.

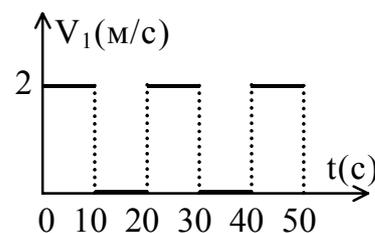


5. В водопроводную трубу попало некоторое количество масла. Труба закрыта с обоих концов подвижными поршнями, укрепена на стене и имеет изгиб, показанный на рисунке. Вода с маслом не смешивается и протечь через участок, заполненный маслом, не может. Какую минимальную силу нужно приложить к поршню А, чтобы протолкнуть пузырек масла через изогнутое колено трубы? Плотность воды  $\rho_в$ , плотность масла  $\rho_м < \rho_в$ , радиус трубы много меньше высоты колена  $L$  и длины масляной пробки  $L/2$ , площадь сечения трубы  $S$ . Трением поршней о трубу можно пренебречь.



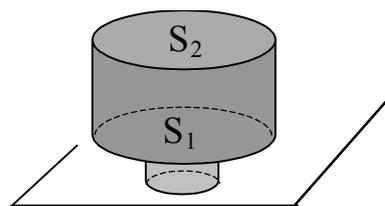
## 2001 год

1. Двое туристов идут по прямой дороге в одном направлении. Зависимость скорости первого туриста от времени изображена на рисунке, скорость второго постоянна и равна  $V_2=1$  м/с. Постройте график зависимости расстояния между туристами от времени. В начальный момент времени первый турист был впереди второго на 10 м.



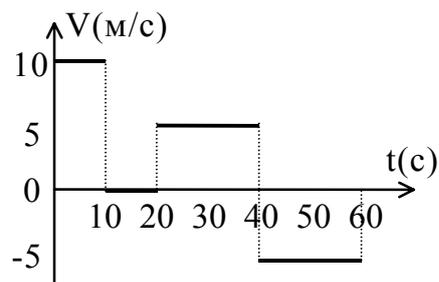
2. По шоссе бежит колонна спортсменов со скоростью 7,2 км/ч. Навстречу им бежит тренер. Как только тренер оказывается рядом с любым из спортсменов, он хлопает того по плечу. Оказывается, что интервал между хлопками равен 1 секунде. Добежав до конца колонны, тренер разворачивается и начинает бежать в ту же сторону, что и спортсмены. При этом он снова хлопает их по плечу, но на этот раз хлопки слышны с интервалом 5 секунд. Найдите расстояние между соседними спортсменами в колонне и скорость тренера.
3. Для исследования атмосферы Земли были изготовлены два одинаковых по массе аэростата. Оболочка одного из них сделана из эластичной резины, а другого из практически нерастяжимого материала. Оба аэростата накачивают одинаковым количеством водорода, при этом их объемы оказываются равными. Когда аэростаты отпускают, они поднимаются вверх, каждый до определенной высоты. Какой из аэростатов поднимется выше и почему? Чем обусловлено прекращение подъема аэростатов? Температуру воздуха считайте одинаковой по всей высоте.
4. В лаборатории ФТШ имеются два цилиндрических сосуда, заполненные несжимаемой жидкостью, закрытые очень легкими поршнями и соединенные внизу тонкой трубкой, а также четыре одинаковые гири. Однажды на уроке ученики получили задание узнать отношение площадей поршней сосудов, пользуясь результатами двух опытов. В первом опыте на левый поршень была положена одна гиря, а на правый – две. При этом уровень жидкости в левом сосуде оказался на 10 см выше, чем в правом. Во втором опыте на левый и правый поршень были положены по две гири. В этом случае на 10 см оказался выше уровень жидкости в правом сосуде. Найдите по этим данным отношение площади поршня левого сосуда к площади поршня в правом.

5. На дне сосуда жестко укреплен цилиндр с площадью основания  $S_1$ . На него, плотно прижав, ставят второй, парафиновый, цилиндр с площадью основания  $S_2$ . Затем в сосуд медленно начинают наливать воду. При какой минимальной площади основания  $S_2$  второй цилиндр сможет всплыть? Плотность парафина  $\rho_{\text{п}}$ , плотность воды  $\rho_{\text{в}}$ , плотность парафина меньше плотности воды.



## 2002 год

1. На рисунке изображен график зависимости скорости тела от времени. Чему равна средняя скорость тела за первые 60 секунд движения?

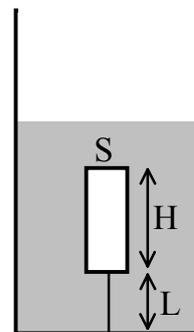


2. От пристани А одновременно вниз по течению реки отправляются катер и плот. Катер достигает пристани В, сразу же разворачивается и движется обратно вверх против течения. На расстоянии 4 км от пристани А плот и катер встречаются. Найдите скорость течения реки, если известно, что от пристани А до пристани В катер шел 1,5 часа. Двигатель катера все время работает в одном режиме, скорость течения реки неизменна на всем ее протяжении между пристанями.

3. В океане на большой глубине неподвижно висит зонд, состоящий из резинового шара, наполненного воздухом, и привязанного к нему свинцового груза. Однажды над этой частью океана резко испортилась погода (при этом понизилось атмосферное давление). Что произойдет с зондом? Обоснуйте ваш ответ.

4. Стальной шарик плавает в ртути. Как изменится глубина его погружения (увеличится, уменьшится, не изменится), если повысится температура (и ртути, и шарика)? Поясните свой ответ.

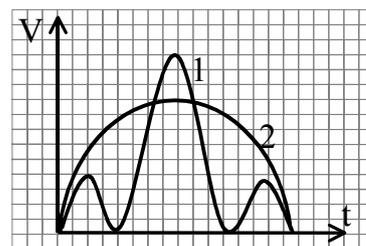
5. Из дерева изготовили цилиндр высотой  $H$  и площадью основания  $S$ . Цилиндр привязали за середину основания к дну сосуда нитью длины  $L$ . Сосуд наполнен водой так, что цилиндр полностью оказался под водой. Затем в сосуд начинают медленно наливать ртуть, которая с водой не смешивается. Постройте график, показывающий, как зависит сила натяжения нити от уровня ртути в сосуде  $F(h)$ . Плотности ртути  $\rho_r$ , воды  $\rho_v$  и дерева  $\rho_d$  известны, причем  $\rho_r > \rho_v > \rho_d$ . Высота сосуда такова, что жидкость из него не выливается.



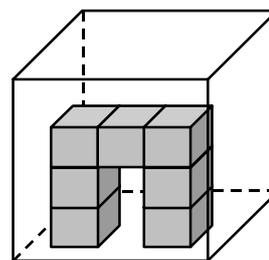
6. Можно ли нагреть воду до  $100^\circ\text{C}$  и не дать ей закипеть, не выключая при этом нагреватель? Поясните ваш ответ.

2003 год

1. Какое из двух тел – первое или второе – двигалось с большей средней скоростью? Почему? Какое из тел прошло большее расстояние? Почему?



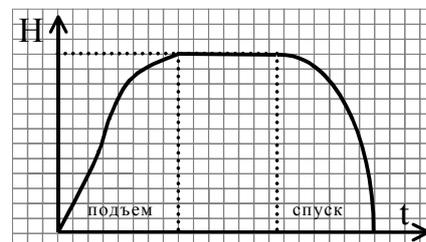
2. Металлическая деталь, состоящая как бы из семи одинаковых кубиков (а на самом деле цельная), поставлена на плоское, очень гладкое дно сосуда. В сосуд наливают воду так, чтобы деталь полностью оказалась под водой. Чему равна архимедова сила, действующая на деталь, если длина ребер отдельного "кубика"  $L$ , в случае: а) когда вода подтекает под крайние кубики; б) когда вода под них не подтекает?



3. Зависит ли выталкивающая сила от глубины погружения тела в жидкость? Почему? Проиллюстрируйте свое утверждение соответствующим графиком.

4. Зависит ли давление большого грузовика на дорогу от давления внутри баллона колеса? Почему?

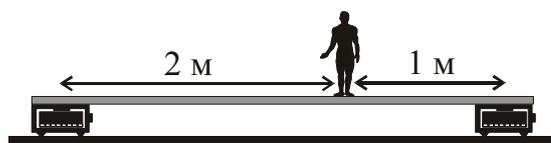
5. В каком случае и почему космический корабль (ракета) нагревается из-за трения о воздух сильнее: при запуске на орбиту или при спуске на Землю? При желании можете воспользоваться графиком зависимости высоты ракеты над Землей от времени.



6. В двух абсолютно одинаковых чайниках, поставленных на одинаковые горелки, кипит вода. У одного чайника крышка часто подпрыгивает, а у другого неподвижна. Почему?

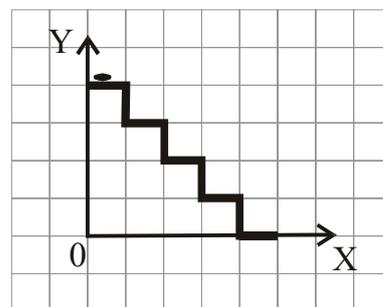
## 2003 год (2 тур)

1. Школьник массой 45 кг стоит на однородной доске, левым и правым концом положенной на одинаковые весы. Масса доски 10 кг. Что покажут левые весы? Что покажут правые весы?



2. В два одинаковых цилиндрических сосуда налито одинаковое количество воды. В сосуде А плавает легкий деревянный кубик, а в сосуде В такой же кубик приклеен к дну, целиком оказавшись под водой. Одинаковы ли: а) уровни воды в сосудах? б) силы давления воды в сосудах на дно? в) силы давления сосудов на стол?

3. По лестнице спускается таракан. Вдоль каждой ступеньки он ползет с постоянной скоростью  $V$ , в конце ступеньки срывается вниз, падает на следующую и ползет дальше. Длина и высота каждой ступеньки  $L$ . Постройте график  $x(t)$ , показывающий, как с течением времени таракан перемещается по горизонтали.



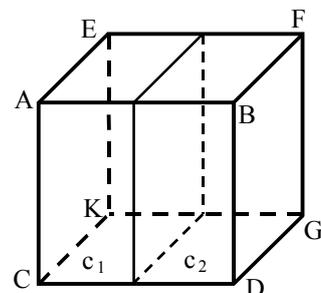
4. Какими из перечисленных вещей можно будет пользоваться в космическом корабле в состоянии невесомости таким же образом, как на Земле:
- а) медицинский термометр (градусник)
  - б) электрический кипятильник
  - в) утюг
- (Источник электрической энергии на корабле имеется.)

## 2004 год

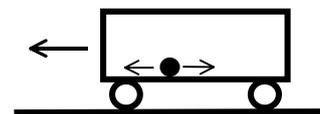
1. Когда моя лошадь подворачивает ногу, я взваливаю лошадь на плечо, и мы продолжаем движение в том же направлении, но медленнее: когда я на лошади, мы движемся на скорости 120 км/ч, а когда лошадь на мне – всего лишь 30 км/ч. Чему равна наша средняя скорость, если:
- Я еду полпути, а потом несу лошадь?
  - Я еду половину времени, а вторую половину несу лошадь?

2. Саша изготовил кубик из двух прочно склеенных половинок. Плотность материала одной  $\rho_1 = \rho_0/4$ , а другой  $\rho_2 = \rho_0/2$ , где  $\rho_0$  – плотность воды. Андрей бросил этот кубик в воду.

- Нарисуйте, в каком положении кубик будет плавать.
- Какая часть объема кубика при этом будет под водой?



3. Петя устал от математики и решил немного размяться: катнул тяжелую тележку длиной 1 м. И вот он стоит и наблюдает, как тележка едет по земле с постоянной скоростью 0,5 м/с. Внутри тележки оказался шарик, который катается со скоростью 1 м/с относительно нее. При столкновениях с передней и задней стенками тележки шарик сохраняет величину своей скорости относительно тележки. Постройте на одном графике:

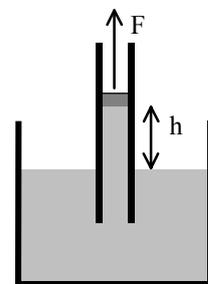


- Зависимость от времени координат передней и задней стенок тележки относительно Пети.
- Зависимость от времени координаты шарика относительно Пети.

4. Марина увлекается физическими экспериментами. Подскажите Марине: как, используя только два грузика, изготовленных из одного вещества, линейку, сосуд с водой и нитки, определить плотность материала грузиков, если:

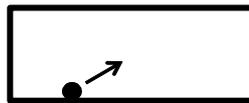
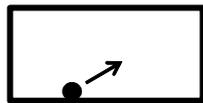
- Оба грузика одинаковы?
- Грузики отличаются по величине?

5. Вася взял длинную вертикальную трубку с невесомым поршнем площади  $S$  и опустил ее одним концом в открытый сосуд с водой. Вначале поршень находится у поверхности воды, затем Миша стал его медленно поднимать. Помогите Мише:
- С какой силой  $F$  нужно тянуть поршень, когда он находится на высоте  $h$  от поверхности воды?
  - На какой высоте  $h_0$  поршень может оторваться от воды?
  - Постройте график зависимости силы  $F$  от высоты подъема поршня  $F(h)$ .



## 2004 год (2 тур)

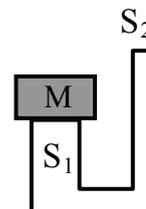
1. Первоклассник нырнул на 3 метра, а десятиклассник на 1 метр. Кого из них сильнее вытолкнет вода?
2. Два металлических шара (свинцовый и железный) уравновешены на разноплечных весах. При опускании шаров в воду равновесие не нарушилось. Объясните это явление.
3. Фабрика игрушек выпускает кубики двух размеров: маленькие и большие. Для рабочего, который покрывает кубики краской, установлена зарплата: 100 рублей за 1 кг кубиков независимо от их размеров. Рабочий говорит, что так нелогично: 1 кг маленьких кубиков нужно красить дольше. Прав ли он? (Речь не идет о соображениях неудобства работы с маленькими кубиками.)
4. Есть три бильярда разной длины, но одинаковой ширины. От длинных бортов бильярдов одновременно посылают шары с одинаковой по величине и направлению скоростью. В какой последовательности шары вернуться к борту, от которого начали движение? Шары не сталкиваются с другими шарами и не попадают в лузу.



## 2005 год

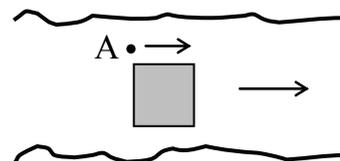
1. Межпланетная экспедиция доставила на Землю сильно неоднородный образец марсианской породы массой 20 кг. Пробные измерения показали, что средняя плотность образца равна  $4 \text{ г/см}^3$ . После этого от образца откололи кусок массой 8 кг для музея, а остальную часть отправили на дальнейшее изучение. Оказалось, что средняя плотность остатка равна  $3 \text{ г/см}^3$ . Найдите среднюю плотность музейного куска.

2. В изогнутую трубу наливают воду до тех пор, пока она не начинает переливаться через край, а затем широкое колено закрывают крышкой массы  $M$ . Какой объем воды нужно долить в трубу, чтобы крышка приподнялась?



3. В полное до краев ведро воды опустили деревянный брусок. Как изменилось давление ведра на стол? Почему?

4. По реке плывет квадратный плот размером  $4 \times 4 \text{ м}$ . Собака плавает вокруг плота по часовой стрелке вдоль его краев, начав свое движение из точки  $A$ . Скорость собаки относительно воды  $1 \text{ м/с}$ , скорость течения  $0,75 \text{ м/с}$ .

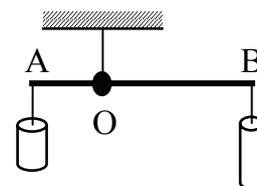


- а) Найдите перемещение собаки относительно берега реки за первые 32 секунды ее движения.  
б) Нарисуйте траекторию движения собаки относительно берега.

## 2005 год (2 тур)

1. Два автомобиля одновременно выезжают из одного города в другой. Расстояние между городами 140 км. Первый автомобиль проходит первую половину пути со скоростью 80 км/ч, а вторую – со скоростью 60 км/ч. Вторым автомобилем: первую половину времени своего движения – со скоростью 60 км/ч, а вторую половину времени – 80 км/ч.
- а) Какой автомобиль прибудет в пункт назначения раньше и на сколько?  
б) Постройте на одном графике зависимости пути, пройденного автомобилями, от времени.

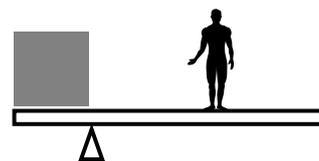
2. Два тела разных плотностей и объемов уравновешены на невесомом тонком стержне АВ с отношением плеч  $AO:OB=1:2$ . После того, как тела полностью погрузили в воду, для сохранения равновесия стержня их пришлось поменять местами. Найдите плотности тел  $\rho_1$  и  $\rho_2$ , если известно, что  $\rho_2/\rho_1=2,5$ . Плотность воды  $\rho_v$  считайте известной.



3. Длина круговой дорожки трека 360 м. Два велосипедиста едут по треку навстречу друг другу со скоростями  $V_1=9$  м/с и  $V_2=15$  м/с. Через какой наименьший промежуток времени после встречи в некотором месте трека они встретятся в этом же месте в следующий раз?
4. Почему ночью в свете фар автомобиля лужа на асфальте кажется водителю машины темным пятном?
5. Сколько капель воды содержится в трехлитровой банке? Предложите и опишите способ определения, по возможности более точный.

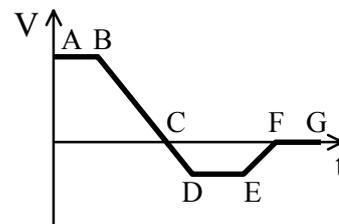
## 2006 год

1. Вася тренируется в манеже ФТШ. Стартуя от одной стенки зала, он за 1 с разгоняется до 8 м/с, бежит какое-то время с этой скоростью, а затем в течение 2 с тормозит и останавливается у другой стены зала. На весь пробег Вася тратит ровно 14 с.
  - а) Постройте график зависимости скорости Васи от времени.
  - б) Найдите длину зала.
  - в) Постройте (примерно) график зависимости координаты Васи от времени.
2. Два одинаковых муравья, один из Муравейника-1, другой из Муравейника-2, одновременно выехали навстречу друг другу: первый на жуке, второй на улитке. При встрече муравьи поменялись "транспортом" и продолжили свой путь: первый в Муравейник-2, второй – в Муравейник-1. Известно, что скорость жука 40 м/час, скорость улитки 20 м/час.
  - а) Кто из муравьев добрался до цели раньше?
  - б) Найдите среднюю скорость на всем пути каждого из муравьев.
  - в) Найдите среднюю скорость муравьев в случае, когда каждый из них после встречи и обмена "транспортом" возвращается обратно к себе домой.
3. Металлический шарик плавает наполовину погруженным в ртуть.
  - а) Чему равна плотность шарика?
  - б) Изменится ли погружение шарика в ртуть, если сверху налить воды? (Плотность воды  $\rho_{\text{в}}=1 \text{ г/см}^3$ , плотность ртути  $\rho_{\text{рт}}=13,6 \text{ г/см}^3$ .)
4. На рычаге (доска длиной 4 м) лежит пенопластовый куб (плотность  $0,12 \text{ г/см}^3$ ) с ребром 1 м и стоит Вася-акробат. Если Вася стоит на одинаковом расстоянии 1,5 м от края доски и точки опоры рычага, то рычаг находится в равновесии. После выступления Вася взвесился. Что показали при этом весы, если:
  - а) доска практически ничего не весит?
  - б) масса доски 30 кг?
5. На дне сосуда стоит деревянный куб с ребром  $a=20 \text{ см}$ . В сосуд наливают воду, которая постепенно проникает под нижнюю грань куба. Когда уровень воды поднимется выше верхней грани куба на  $h=5 \text{ см}$ , куб всплывает. Найдите площадь сухой поверхности нижней грани куба перед его всплытием. Известно, что плотность дерева  $\rho_{\text{д}}=0,5 \text{ г/см}^3$ , плотность воды  $\rho_{\text{в}}=1 \text{ г/см}^3$ .



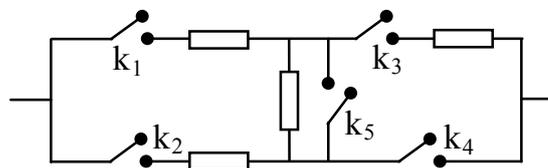
## 9 класс 2003 год

1. На рисунке изображен график зависимости от времени скорости автомобиля при его прямолинейном движении по плоской равнине. Какие участки графика соответствуют: а) движению с выключенным двигателем; б) разгону автомобиля?



2. В термос, содержащий смесь из 1 кг воды и 1 кг льда, находящихся в равновесии, впрыснули водяной пар температуры  $100^{\circ}\text{C}$ . Какие из перечисленных процессов первоначально пойдут в термосе: а) нагрев воды, б) охлаждение воды, в) плавление льда, г) нагрев льда, д) охлаждение пара, е) конденсация пара?

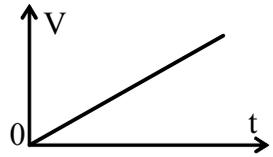
3. Все сопротивления в схеме одинаковы — по 6 Ом. Какие ключи нужно замкнуть, чтобы общее сопротивление схемы было равно: а) 9 Ом, б) 4 Ом.



4. Стальная проволока сечением  $5 \text{ мм}^2$  рвется при силе растяжения  $0,9 \text{ кН}$ . Плотность стали  $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$ . Каков предел измерения морских глубин с помощью такой проволоки?
5. Два свинцовых шара одинаковой массы, но разного объема (внутри одного шара имеется полость), нагрели до одинаковой температуры и погрузили в снег. Какой шар остынет быстрее? Около какого шара растает больше снега? Ответ обязательно поясните.

## 9 класс 2003 год (2 тур)

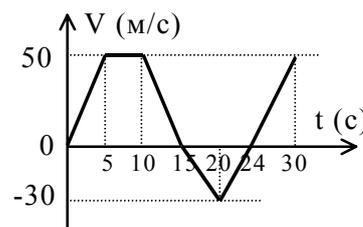
1. Скорость автомобиля со временем менялась линейно. Нарисуйте график, показывающий, как примерно менялось со временем расстояние  $S$ , пройденное автомобилем. Обязательно поясните ваш рисунок.



2. Ванна наполняется водой из крана за время  $t_1$ , а уходит вода из нее (при закрытом кране) за время  $t_2$ . За какое время ванна наполнится водой, если кран открыт, и пробка из сливного отверстия вынута? Укажите ваши допущения.
3. В цилиндрический сосуд с площадью дна  $S$  налита вода. На сколько повысится уровень воды, если в сосуд поместить деревянный брусок массы  $m$ ? Брусок в воде плавает.
4. Настенные часы ведут себя странно: за первую половину каждого часа они спешат на 2 минуты, зато за вторую половину на 2 минуты отстают. В чем тут может быть дело?
5. Кастрюлю с водой, не закрывая крышкой, поставили на газовую плиту. Что займет больше времени: нагревание воды от  $10^\circ\text{C}$  до  $20^\circ\text{C}$  или от  $90^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$ ? Обосновывая ответ, укажите все ваши допущения.

## 9 класс 2004 год

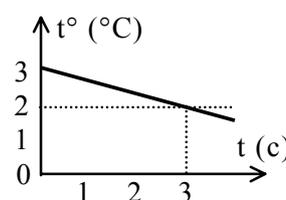
1. Во время испытаний гоночного автомобиля на прямом участке шоссе его скорость менялась так, как показано на графике. Определите по графику:
- Когда скорость автомобиля была максимальной?
  - Полное перемещение автомобиля за 30 секунд.
  - Среднюю скорость автомобиля за все время.
  - Когда двигатель автомобиля работал с максимальной мощностью?



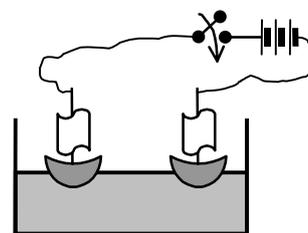
2. Волшебная палочка представляет собой сделанный из разных сортов дерева узкий цилиндр длиной 40 см, плотность которого равномерно меняется от  $1,2 \text{ г/см}^3$  на одном конце до  $0,4 \text{ г/см}^3$  на другом. На расстоянии 10 см от легкого конца палочки сидит маленький муравей. В лесу случилось наводнение, и палочка с муравьем оказалась в воде. Придется ли муравью перемещаться по палочке, чтобы остаться сухим?



3. Термос с 1 л холодной воды (ее температура  $3^\circ\text{C}$ ) открыли и вынесли на улицу, где температура воздуха  $0^\circ\text{C}$  и при этом идет снег. Примерный график изменения температуры воды в термосе показан на рисунке. Сколько снежинок попадает в термос каждую минуту? Масса каждой снежинки примерно  $0,06 \text{ г}$ . Теплоемкостью термоса можно пренебречь.

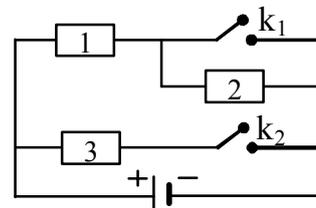


4. Незнайка сделал два кораблика из ореховых скорлупок, воткнул в них металлические иголки-мачты, сделал паруса из кусочков металлической фольги, поместил кораблики в таз с водой и подключил мачты тоненькими проводами к батарейке.



- Поплывут ли куда-нибудь кораблики?
- Потечет ли через батарейку хотя бы кратковременный ток?
- Как неаккуратный Незнайка мог бы получить в этой системе постоянный ток?

5. Из трех одинаковых сопротивлений, двух ключей и источника постоянного напряжения собрали схему, показанную на рисунке.



- В какую сторону направлено движение электронов через сопротивление 1, когда оба ключа разомкнуты?
- Во сколько раз изменится скорость движения электронов через сопротивление 1, если ключ  $k_1$  замкнуть, а ключ  $k_2$  оставить разомкнутым?
- Какой из двух ключей схемы должен быть замкнут, а какой разомкнут, чтобы мощность, выделяемая во всей цепи, была больше?

## 9 класс 2004 год (2 тур)

1. Кусок льда с температурой  $t_1=0^\circ\text{C}$  массы  $m_1=0,9$  кг и плотности  $\rho_1=0,9$  г/см<sup>3</sup> поместили в высокий прозрачный цилиндрический сосуд с растительным маслом. Температура масла  $t_2=20^\circ\text{C}$ , его плотность  $\rho_2=0,95$  г/см<sup>3</sup>.
  - а) Как изменится уровень масла сразу после помещения льда в сосуд?
  - б) Что может увидеть экспериментатор, наблюдающий за сосудом?
  - в) Как изменится уровень жидкости в сосуде, если подождать достаточно долго?
  - г) Нарисуйте примерный график зависимости уровня масла в сосуде от времени.Если нужно, считайте, что: площадь дна сосуда  $S=200$  см<sup>2</sup>, удельная теплоемкость масла  $c_m=1700$  Дж/кг·град, удельная теплота плавления льда  $\lambda=340$  Дж/кг.
  
2. Пластмассовой расческой расчесали тигровую шкуру. При этом расческа зарядилась отрицательно, а шкура положительно.
  - а) У чего величина электрического заряда больше: у расчески или у шкуры?
  - б) Где в результате больше электронов: в расческе или в шкуре?

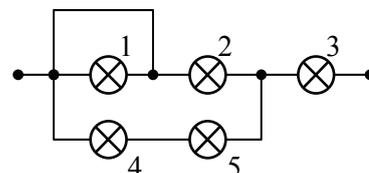
## 9 класс 2006 год

1. Два одинаковых муравья, один из Муравейника-1, другой из Муравейника-2, одновременно выехали навстречу друг другу: первый на жуке, второй на улитке. При встрече муравьи поменялись "транспортном" и продолжили свой путь: первый в Муравейник-2, второй – в Муравейник-1. Известно, что скорость жука 40 м/час, скорость улитки 20 м/час.
- Кто из муравьев добрался до цели раньше?
  - Найдите среднюю скорость на всем пути каждого из муравьев.
  - Найдите среднюю скорость муравьев в случае, когда каждый из них после встречи и обмена "транспортном" возвращается обратно к себе домой.

2. Металлический шарик плавает наполовину погруженным в ртуть.
- Чему равна плотность шарика?
  - Изменится ли погружение шарика в ртуть, если сверху налить воды? (Плотность воды  $\rho_v=1 \text{ г/см}^3$ , плотность ртути  $\rho_{рт}=13,6 \text{ г/см}^3$ .)

3. В двух больших термосах находятся: в первом – вода при  $0^\circ\text{C}$ , в другом – мелко наколотый лед при той же температуре. Со стола в комнате берут две одинаковые небольшие закрытые бутылочки с водой и кладут одну в термос с водой, а другую – в термос со льдом. В какой из бутылочек вода замерзнет раньше?

4. Собрана схема из пяти одинаковых лампочек.
- Какая лампочка в схеме горит ярче всех?
  - Расставьте номера лампочек по яркости их свечения.



5. Волшебник готовит в аптекарском стакане емкостью 0,3 л целебную смесь. Он налил в стакан доверху живую воду с температурой  $30^\circ\text{C}$ . К сожалению, стакан с водой остывает на  $1^\circ\text{C}$  за 5 минут. Для того, чтобы живая вода не остывала, волшебник капает в стакан обыкновенную теплую воду с температурой  $50^\circ\text{C}$ . Масса одной капли 0,2 г.
- Сколько капель в минуту нужно капать в стакан, чтобы температура в нем поддерживалась  $30^\circ\text{C}$ ? (Теплоемкость живой воды чудесным образом совпадает с теплоемкостью обыкновенной воды.)
  - Насколько нагреется за одну минуту вода в стакане, если капать в три раза чаще? (Лишняя вода выливается из носика стакана.)