



АЗБУКА  
ОБРАЗОВАНИЯ

А. В. Аракелов  
И. Н. Жукова  
В. С. Малых



Физические  
олимпиады  
в Адыгее  
(1999-2004 гг.)

**А. В. Аракелов, И. Н. Жукова,  
В. С. Малых**

**ФИЗИЧЕСКИЕ  
ОЛИМПИАДЫ  
В АДЫГЕЕ  
(1999-2004 гг.)**

**Учебное пособие**



**Москва-Берлин  
2014**

УДК 53(07)  
ББК 22.3я72  
А79

Рецензенты:

Архипова А.И. — д.п.н., профессор кафедры физики и информатики физико-технического факультета КубГУ;  
Аванесов А.Г. — д.ф.-м.н., зав. Кафедрой экспериментальной физики физико-технического факультета КубГУ, член-корр. АИН РФ.

**Аракелов, А. В.**

А79 Физические олимпиады в Адыгее (1999–2004 гг.) : учебное пособие / А. В. Аракелов, И. Н. Жукова, В. С. Малых. — М.-Берлин: Директ-Медиа, 2014. — 396 с.

ISBN 978-5-4475-2846-1

Учебное пособие содержит более 400 задач второго, третьего и четвертого этапов Всероссийской олимпиады школьников по физике, проводившихся в Республике Адыгее в 1999–2004 годах, а также задачи олимпиады младших школьников (7–8 классов), проводившейся в г. Майкопе в этот период. Все задачи сопровождаются решениями. Пособие адресовано учащимся Республиканской естественно-математической школы при АГУ, учащимся 7–11 классов общеобразовательных учреждений, абитуриентам, студентам физических факультетов вузов для совершенствования навыков решения физических задач. Пособие может быть полезно учителям физики для организации подготовки учащихся к физическим олимпиадам, при организации работы физических кружков, факультативов, элективных курсов, а также при проведении уроков в классах с углубленным изучением физики.

УДК 53(07)  
ББК 22.3я72

ISBN 978-5-4475-2846-1

© Аракелов А. В., Жукова И. Н., Малых В. С.,  
текст, 2014  
© Издательство «Директ-Медиа», оформление,  
2014

# Предисловие

«Во всем мне хочется дойти до самой сути...»  
Б. Пастернак

Всесоюзные олимпиады школьников по физике начали проводиться с 1967 года. Начиная с XI Всесоюзной олимпиады в программу соревнований по физике были включены экспериментальные задачи.

К середине 70-х годов XX века сформировались организационные принципы проведения Всесоюзных олимпиад. При Министерстве просвещения СССР был образован Центральный оргкомитет Всесоюзных олимпиад по физике. Первым председателем Центрального оргкомитета был академик И.К. Кикоин, внесший неоценимый вклад в развитие олимпиадного движения в нашей стране. С 1988 года Центральный оргкомитет возглавлял член-корр. РАН, ректор Московского физико-технического института Н.В. Карлов.

Для разработки методических материалов при Центральном оргкомитете была создана Методическая комиссия (МКЦО).

С распадом СССР Всероссийские олимпиады школьников по физике стали преемницами Всесоюзных олимпиад и перешли на их нумерацию.

Проведение Всероссийских олимпиад школьников по физике до 2009 года регламентировалось *Положением о Всероссийской олимпиаде школьников* (утвержденным приказом Минобразования России от 30.10.2003 № 4072) и осуществлялось в 5 этапов.

**I этап** проводился в общеобразовательном учреждении и организовывался школьными учителями. В нем учащиеся принимали участие по желанию, а в каждом последующем этапе участвовали победители и призеры предыдущего этапа.

**II этап** – районные (городские) олимпиады, проводимые в декабре по заданиям местных оргкомитетов.

**III этап** – региональные (республиканские, областные, краевые) олимпиады, проводимые в январе по заданиям, разработанным МКЦО Всероссийских олимпиад школьников. Этот этап в Адыгее традиционно проводится на базе Адыгейского государственного университета. В нем принимают участие 10 команд: 7 команд из му-

ниципальных районов республики (Тахтамукайского, Теучежского, Красногвардейского, Шовгеновского, Кошехабльского, Гиагинского, Майкопского), 2 команды из городов Майкопа и Адыгейска и команда Адыгейской республиканской гимназии.

**IV этап** – окружные (зональные) олимпиады, проводимые в период весенних школьных каникул по заданиям МКЦО. До 1993 года этот этап именовался Всероссийской олимпиадой школьников, а задания публиковались в журнале «Квант». В 1992 году прошла последняя XVIII Всероссийская олимпиада школьников по физике в ранге зональной олимпиады. Произошел переход на нумерацию Всесоюзных олимпиад, и в 1993 году прошла уже XXVII Всероссийская олимпиада.

До 2002 года IV этап Всероссийской олимпиады проводился по четырем зонам (Северо – Западной, Юго – Западной, Центральной, Сибири и Дальнего Востока). С 2002 по 2009 г.г. он проводился по семи Федеральным округам: Центральному, Южному (ЮФО), Дальневосточному, Сибирскому, Уральскому, Приволжскому, Северо-Западному. В состав ЮФО входят:

- республики: Адыгея; Дагестан; Ингушетия; Кабардино - Балкарская; Калмыкия; Карачаево - Черкесская; Северная Осетия - Алания; Чеченская;
- края: Краснодарский и Ставропольский;
- области: Астраханская; Волгоградская; Ростовская.

**V этап** – проводился в конце апреля по заданиям МКЦО.

В данном пособии собраны задачи II – IV этапов Всероссийской олимпиады школьников по физике, проходившей в Республике Адыгея с 1999 по 2004 год.

Задания II этапа разрабатывались авторами настоящего издания (в 1998 – 2001, 2002 – 2004 учебных годах), а также председателем городского методического комитета учителей физики Евсеевой Л.С. (в 2000 – 2001 учебном году).

С целью подготовки учащихся к экспериментальному туру республиканской олимпиады в задания II-го этапа традиционно включались квазиэкспериментальные задачи (они перечислены в тематическом указателе задач в конце сборника). В одной из задач уча-

щиеся должны были описать разработанный ими мысленный эксперимент, вывести расчетную формулу, оценить возможные погрешности и т.д.

Задания для проведения III этапа разработаны МКЦО. В 1998 – 1999 и 2003 – 2004 учебных годах местный оргкомитет добавил в задания III этапа экспериментальные задачи 99.32, 99.34, 99.36, 04.32, 04.34, 04.36.

В 2002 – 2003 учебном году зональная олимпиада (IV этап) проходила в г. Майкопе. В подготовке и проведении III - IV этапов кроме авторов сборника принимали участие преподаватели Адыгейского государственного университета (АГУ) Феклистов Г.С., Леонов А.А., Филипьев А.И., Тлячев В.Б., Шекоян Л.А.

Для более раннего выявления способных учащихся с 1995 – 1996 учебного года в г. Майкопе проводятся олимпиады по физике среди младших школьников. Задания для них кроме авторов настоящего сборника составляли также преподаватели Республиканской естественно – математической школы при АГУ Теслюк А.В. и Стальной А.А.

Распределение задач по темам отражено в тематическом указателе, где подчеркнуты оригинальные задачи, составленные авторами настоящего сборника. Выделены задачи экспериментальные (Э), квазиэкспериментальные (КЭ) и задачи для младших школьников (\*). Рядом с номером некоторых задач указаны в скобках номера близких по содержанию задач.

Теоретические задачи II - IV этапов с учетом уровня сложности отмечены в сборнике следующим образом:

	легкие	средней трудности	повышенной трудности
II этап	○	◐	●
III этап	△	▲	▲
IV этап	□	■	■

В списке литературы приведены задачки, традиционно рекомендуемые при подготовке к олимпиадам по физике. Они условно разбиты на группы по уровню сложности приведенных в них задач. Задачи данного пособия соответствуют второму и третьему уровням.

Главная цель, которую авторы настоящего издания ставили перед собой, - оказание реальной методической помощи учащимся и учителям в совершенствовании навыков решения физических задач при подготовке к олимпиадам по физике.

Участие учащихся в олимпиадах по физике дает значительную умственную и творческую нагрузку, а спортивный характер олимпиады побуждает к более глубокому изучению физики, способствует воспитанию настойчивости и целеустремленности.

Олимпиадная физическая задача – модель научной проблемы (научная проблема в «малой форме»), при решении которой совершенствуется мышление, углубляются знания, расширяется физический кругозор, тренируется умение практически применять теоретические знания. При решении олимпиадных задач, как правило, недостаточно использования известного алгоритма, а потому лучше проявляются интеллектуальные способности учащихся: сообразительность, умение выделить главное и отбросить второстепенное в рассматриваемой модели, проанализировать полученные результаты, оценить их достоверность и поведение в предельных случаях. Решение олимпиадных задач помогает выявить глубину усвоения основных законов физики.

Научиться решать задачи можно лишь в процессе их упорного самостоятельного решения! В данном пособии условия задач приведены отдельно от решений для того, чтобы каждый мог попробовать решить задачи самостоятельно и проверить правильность полученного результата. С этой целью в конце пособия приведены ответы.

Авторы надеются, что пособие окажется полезным читателям с разным уровнем подготовки по физике. В некоторых задачах (например, 00.33, 00.39, 00.43, 03.20, 03.38 и др.) полный анализ явления требует применения методов, изучаемых в высшей школе, поэтому такие задачи можно рекомендовать для нахождения частного и полного решений студентам- физикам.

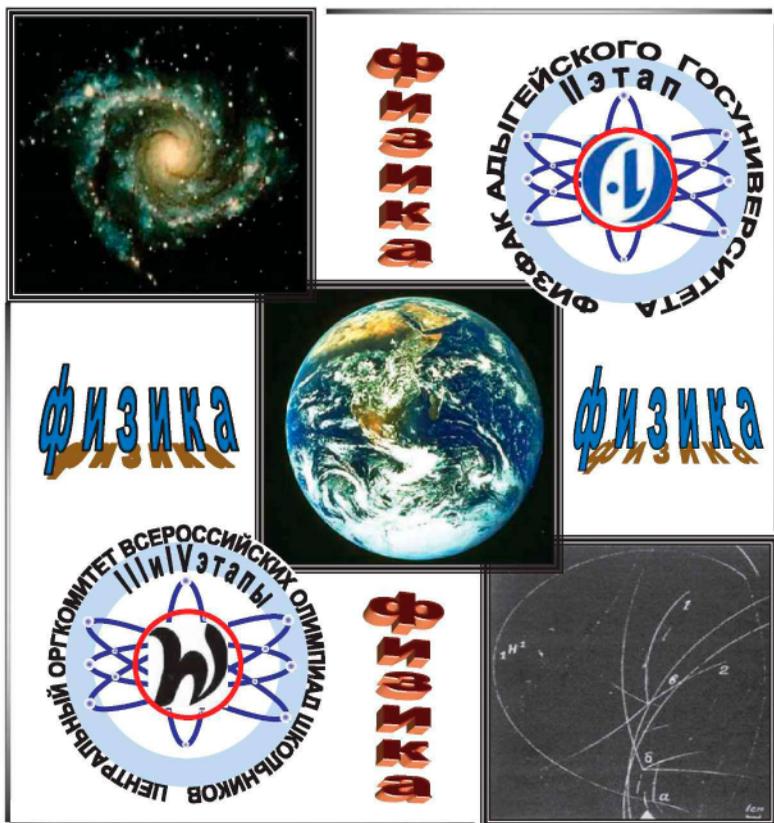
Авторы будут признательны всем, приславшим свои отзывы и замечания по адресу: 385000, р. Адыгея, г. Майкоп, ул. Университетская 208, кафедра теоретической физики (E – mail: [agu\\_zhin@mail.ru](mailto:agu_zhin@mail.ru)).

# ЧАСТЬ 1

## УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

### ВСЕРОССИЙСКОЙ

### ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ



**XXXIII Всероссийская олимпиада школьников по физике**

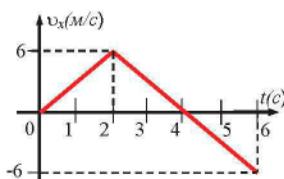
**1998 – 1999 учебный год**

**II этап Районная олимпиада**

**9 класс**

○ **99.1**

Материальная точка движется прямолинейно вдоль оси  $x$ . По графику зависимости проекции скорости от времени найдите перемещение точки и пройденный ею путь за все время движения. Постройте график зависимости проекции ускорения от времени  $a_x(t)$ .



○ **99.2**

Заднее стекло автомобиля наклонено под углом  $\alpha=60^\circ$  к вертикали. Когда автомобиль движется вперед со скоростью, меньшей, чем  $v_0 = 60 \text{ км/ч}$ , то капли дождя «барабанят» по заднему стеклу (а не только по переднему). Если же скорость автомобиля  $v \geq v_0$ , то капли дождя непосредственно на заднее стекло не попадают. Найдите скорость падения капель. Ветра нет.

**КЭ 99.3**

Внутри полого медного куба находится медный шар тоже с полостью. Диаметр отверстия в кубе меньше диаметра шара. Как, используя оборудование школьного кабинета физики, определить объем полости шара? Опишите ход эксперимента, приведите расчетную формулу.



○ **99.4**

В рассол (раствор соли) помещают свежий огурец. Где быстрее он просолится: в космическом корабле (в условиях невесомости) или в земных условиях? Ответ поясните.

○ **99.5**

Из-за испарения и распыления материала с поверхности нити накала лампы диаметр нити уменьшился (в среднем) на 5%. Уменьшилась или увеличилась потребляемая лампой мощность и на сколько процентов?

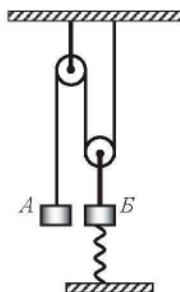
## 10 класс

### ○99.6

Докажите, что при падении тел на Луне их относительная скорость постоянна. В каких случаях это будет выполняться и на Земле? Расстояние между телами значительно меньше радиуса Луны.

### ○99.7

В установке, изображенной на рисунке, массы грузов  $A$  и  $B$  одинаковы и равны  $m = 5 \text{ кг}$ , а массой блоков, нити и пружины можно пренебречь. Жесткость пружины  $k = 1 \text{ кН/м}$ . В начальный момент пружина не деформирована, а груз  $A$  удерживается рукой. Затем его отпускают. Найдите наибольшую деформацию пружины при растяжении и при сжатии.



### ○99.8

При сгорании  $1 \text{ г}$  водорода и превращения его в воду выделяется количество теплоты, равное  $143 \text{ кДж}$ . Найдите удельную теплоту сгорания водорода и энергию, выделяющуюся при образовании одной молекулы воды.

### КЭ99.9

Имеются два резистора (из разных материалов). Необходимо узнать, сопротивление какого из них больше и во сколько раз. Как это сделать, если из измерительных приборов есть только вольтметр? Начертите схему электрической цепи, приведите расчетную формулу.

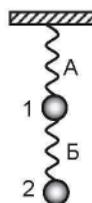
### ○99.10

С помощью небольшого зеркала получают солнечный «зайчик» сначала на стене комнаты, а затем на стене удаленного дома. Почему в первом случае форма «зайчика» соответствует форме зеркала, а во втором нет? Какова форма зайчика во втором случае?

## 11 класс

### 99.11

Два груза одинаковой массы ( $m_1 = m_2 = m$ ) висят на невесомых пружинах одинаковой жесткости ( $k_A = k_B = k$ ) (см. рис.). С какими ускорениями начнут двигаться грузы и как эти ускорения будут меняться с течением времени, если перерезать: а) пружину А; б) пружину Б?



### 99.12 (02.13)

Нагревается или охлаждается газ, расширяющийся по закону  $P^2V = const$ ? Приведите графики процесса в осях  $PV$  и  $VT$ . Какой величиной является теплоемкость газа в этом процессе: положительной? отрицательной? равной нулю?

### КЭ 99.13

Имеется медная проволока длиной около 2 м и диаметром в несколько десятых миллиметра. Требуется измерить длину проволоки поточнее, но в школьном физическом кабинете из приборов, измеряющих линейные размеры, оказался лишь микрометр. Предложите для этих условий (разрешается применять все приборы физического кабинета кроме линеек, измерительных лент) несколько способов измерения длины проволоки. Для каждого из них приведите расчетную формулу. Сравните все способы по точности измерения.

### 99.14

Почему электродвигатель может сгореть, если остановить его ротор? Изобразите схему электродвигателя постоянного тока с простейшим ротором, опишите физические явления, происходящие в нем при работе двигателя.

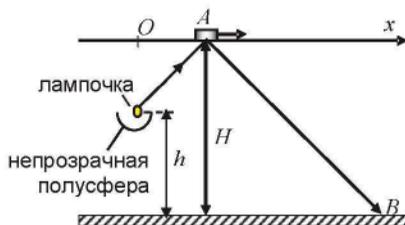
### 99.15

Плоское зеркальце А движется по закону:

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (\text{см. рис.}).$$

Найдите скорость «зайчика» В при  $t = 1 \text{ с}$ ,  $v_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,

$$a = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}, \quad h = 2 \text{ м}, \quad H = 3 \text{ м}.$$

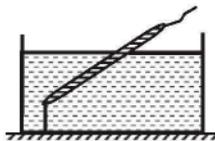


## II этап Городская олимпиада

### 9 класс

#### ○99.16

Определите силу натяжения нижней лески у поплавка, изображенного на рисунке, если поплавок погружен в воду на две трети своей длины. Масса поплавок 2 г. [37, №4.2.10]



#### ●99.17

Пассажир, опоздавший на свой поезд, решил сначала догнать его на такси, однако через некоторое время он пересел на автобус, заплатив за билет  $A$  рублей, и прибыл на одну из станций одновременно с поездом. Между тем обнаружилось, что если бы он продолжал ехать на такси, то догнал бы поезд на  $t$  ч раньше, истратив при этом на  $B$  рублей меньше. Какова скорость поезда  $V$ , если скорость такси  $V_1$  км/ч, автобуса  $V_2$  км/ч, стоимость проезда 1 км на такси  $a$  рублей и шоссе проходит параллельно железной дороге. [43, №11]

#### ○99.18

От сползающего в океан по крутому склону ледника на глубине 1 км откалывается глыба льда – айсберг (его высота много меньше 1 км). Какая часть айсберга может расплавиться при всплывании? Температуры льда и воды равны  $0^\circ\text{C}$ . В единицах системы СИ плотности воды, льда равны  $1,0 \cdot 10^3$ ;  $0,9 \cdot 10^3$ ; удельная теплота плавления льда  $0,33 \cdot 10^6$ . [32, №212]

#### ○99.19

Имеется 5 электрических лампочек на 110 В с мощностью 40, 40, 40, 60 и 60 Вт. Как следует включить их в сеть с напряжением 220 В, чтобы все они горели нормальным накалом? [9, №21.11]

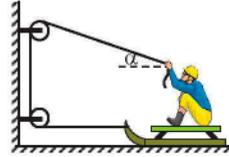
#### ○99.20

Электрическая лампа помещена в матовый стеклянный шар радиусом  $r_1=20$  см и подвешена на высоте  $h_1=5$  м над полом. Под лампой на высоте  $h_2=1$  м от пола держат мяч радиусом  $r_2=10$  см. Найдите размеры тени и полутени, даваемых мячом. На какой высоте следует поместить мяч, чтобы тень на полу исчезла? Каковы при этом будут размеры полутени? [16, №507]

## 10 класс

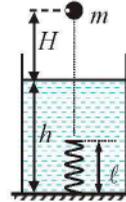
### 99.21

Мальчик, сидящий на санках, хочет подтянуть себя к стене с помощью веревки, прикрепленной к санкам и перекинутой через блоки (см.рис.). Каким должен быть коэффициент трения мальчика о санки, если масса санок  $m$ , масса мальчика  $M$ , коэффициент трения полозьев санок о снег  $k$  [32, №265].



### 99.22

Железный шарик массой  $m$  падает с высоты  $H$  в стакан, заполненный маслом до высоты  $h$ . Ко дну стакана прикреплена пружина жесткостью  $k$  и длиной  $\ell$  (см. рис.). Сила сопротивления  $F$ , действующая на шарик в масле, постоянна. Найдите максимальную высоту подъема шарика от поверхности масла.

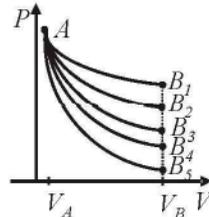


### 99.23

В объеме  $V_0$  при температуре  $T_0$  и давлении  $P$  находился воздух, содержащий некоторое количество озона  $O_3$ . После долгого выдерживания в тени озон полностью превратился в молекулярный кислород  $O_2$  и при том же давлении температура воздуха стала  $T$ , а объем  $V$ . Найдите начальное число молей озона. [44, с.191]

### 99.24 (03.14, 03.51)

На графике показан ряд процессов, в ходе которых идеальный газ переходит из состояния  $A$  в состояния  $B$ . Кривая  $AB_2$  – изотерма, кривая  $AB_4$  – адиабата. Сравните: а) работы газа в приведенных процессах  $A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3, A_4B_4, A_5B_5$ ; б) приращения внутренней энергии; как изменялась внутренняя энергия (увеличивалась, уменьшалась) в каждом из приведенных процессов? в) Выясните, в каких процессах тепло подводилось к газу, а в каких – отводилось от него. [42, №2.142]



### 99.25

Из проволоки, сопротивление которой  $4,14 \text{ Ом}$ , сделали два кольца с перемычками (см.рис.). Определите сопротивление участка  $AB$ . [5, №12.16]



### 11 класс

#### ○99.26

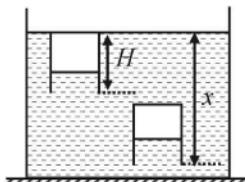
Гладкий шар радиусом  $R$  и массой  $M$  покоится на гладкой горизонтальной плоскости. На вершину шара осторожно положили маленькую шайбу и отпустили ее. Шайба заскользила по шару и, переместившись на расстояние  $h = R/4$  по вертикали, оторвалась от его поверхности. Найдите массу шайбы.

#### ○99.27

Пассажир стоял у начала вагона с порядковым номером  $k$ . Поезд тронулся с места, после чего оказалось, что вагон номера  $m$  двигался мимо пассажира  $t$  с. Какое время займет прохождение мимо этого пассажира вагона номера  $n$ ? Движение поезда равноускоренное, длины вагонов одинаковы, пассажир неподвижен относительно платформы. [43, №13]

#### ○99.28

Перевернутый цилиндрический стакан высотой  $H$  плавает так, что его дно находится вровень с поверхностью воды (см. рис.), причем вода занимает  $1/n$  часть стакана. Такой же стакан, но пустой, погружают в воду вверх дном. На какую глубину его надо погрузить, чтобы он не всплыл? Окружающий воздух имеет температуру  $T_1$ , вода –  $T_2$ , атмосферное давление равно  $P$ . [43, №94]



Замечание. Глубина погружения отсчитывается от свободной поверхности воды до нижней кромки стакана. Когда дно стакана находится вровень с поверхностью воды, глубина погружения равна  $H$ .

#### ○99.29

Из куска проволоки, имеющей сопротивление  $R_0 = 32 \text{ Ом}$ , сделано кольцо. В каких точках кольца следует подключить провода, чтобы получить сопротивление  $R = 6 \text{ Ом}$ ? Какова максимально возможная величина сопротивления между двумя точками проволочного кольца? [14, №13.7]

#### ○99.30

Три тонкие линзы сделаны так, что сложенные вместе могут образовать плоскопараллельную пластинку. Известно, что фокусное расстояние линз 1 и 2, сложенных вместе, равно  $F_{12} < 0$ , а линз 2 и 3, сложенных вместе  $F_{23} < 0$ . Определите фокусные расстояния всех трех линз по отдельности и укажите, какие из них положительные. [43, №146]

### **III этап Республиканская олимпиада Экспериментальный тур**

#### **9 класс**

##### **Э99.31**

Определите коэффициент трения  $\mu$  бумаги о дерево (деревянную линейку). Решите эту задачу несколькими способами. [45]

Оборудование: рулон бумаги, 2 линейки (одна из них деревянная).

##### **Э99.32**

Сконструируйте опытную физическую установку и экспериментально подтвердите 2-й закон Ньютона.

Оборудование: груз, нитки, динамометр, линейка, часы.

#### **10 класс**

##### **Э99.33**

Определите коэффициент трения тела о поверхность стола. [45]

Оборудование: два тела одинаковой массы, линейка, нитка длиной около 70 см, стул, стол.

Примечание для участников. Наклонять стол запрещено. Нитку считайте гладкой.

##### **Э99.34**

Определите ближайшее расстояние между атомами меди (алюминия) в гранецентрированной кубической кристаллической решетке.

Оборудование: весы с разновесом, медный (или алюминиевый) брусок, линейка. Молярная масса алюминия  $\mu = 27,0 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

#### **11 класс**

##### **Э99.35**

Определите показатель преломления водного раствора глицерина.

Оборудование: цилиндрический сосуд с исследуемым раствором, полоска белой бумаги шириной около 2 см длиной чуть больше диаметра сосуда, полоска миллиметровой бумаги размером 2 см x 3 см, лезвие бритвы (одно - два на аудиторию; выдается по требованию участников). [45]

##### **Э99.36**

Сконструируйте простейшие часы, опишите принцип работы и выведите формулу для определения промежутка времени между двумя следующими друг за другом событиями.

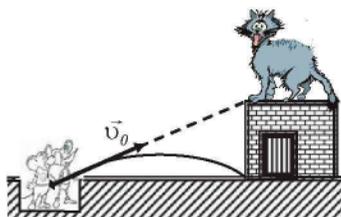
Оборудование: динамометр, тело для калориметра, линейка.

### III этап Республиканская олимпиада Теоретический тур [45]

#### 9 класс

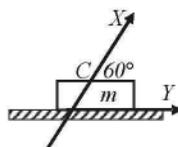
##### △ 99.37

Кот Леопольд сидел у края крыши сарая. Два злобных мышонка выстрелили в него из рогатки. Вектор начальной скорости камня был направлен точно на кота. Однако, камень, описав дугу, упал у основания сарая (см. рис.) через 1 секунду. На какой высоте находился кот Леопольд?



##### ▲ 99.38

На горизонтальной поверхности находится груз массой  $m$ . На груз в точке  $C$  действует переменная по величине сила  $\vec{F}$ , направленная вдоль оси  $X$  (см. рис.). Постройте график зависимости проекции силы трения на ось  $Y$  от величины проекции  $F_x$  силы  $\vec{F}$  на направление оси  $X$ . Укажите координаты характерных точек графика. Ось  $X$  составляет угол  $60^\circ$  с горизонтальной поверхностью. Коэффициент трения скольжения  $\mu$  между бруском и поверхностью равен  $0,6$ .

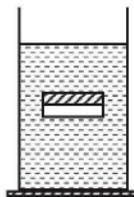


##### ▲ 99.39

В открытую кастрюлю цилиндрической формы налили воду при температуре  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  и поставили на электроплитку. Через время  $\tau_1 = 5$  минут вода в кастрюле закипела. В этот момент в кастрюлю бросили кусок льда, имеющий температуру  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ , отчего уровень воды в кастрюле повысился на 20%. Определите, через какое время  $\tau_2$  после бросания в кастрюлю льда вода в ней снова закипит. Считайте, что мощность плитки постоянна и все выделяемое ею тепло идет на нагревание содержимого кастрюли. Атмосферное давление равно нормальному и постоянно. Массой испарившейся воды пренебречь. Удельная теплоемкость воды  $c = 4,19 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ , удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$ .

**▲ 99.40**

В цилиндрический сосуд, площадь дна которого  $S=230 \text{ см}^2$ , залили  $1,12$  литра воды и поместили пенопластовый плотик (плотность пенопласта равна  $\rho_n = 0,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ ), к которому была приклеена пластинка из кристаллического сахара.



Объем сахарной пластинки  $V_c=140 \text{ см}^3$ .

Плотность сахара  $\rho_c = 1,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ .

Вначале блок из сахара и пенопласта полностью погрузился в воду и «парил» в ее объеме (см. рис.).

С течением времени сахар растворился. Полученный раствор тщательно перемешали, не вынимая пенопласт.

- 1) Найдите объем пенопласта.
- 2) Определите, на сколько изменился уровень жидкости в цилиндре после растворения сахара.

Примечание. Несмотря на ничтожную сжимаемость воды, ее молекулярная структура довольно «рыхлая», и растворившиеся молекулы сахара (соли) заполняют межмолекулярные пустоты, не приводя к сколько-нибудь заметному изменению ее объема.

**10 класс****▲ 99.41**

Аквалангист может работать на глубине  $10 \text{ м}$  в течение одного часа. Определите время работы аквалангиста на глубине  $30 \text{ м}$ , если известно, что газовая смесь подается из баллона под давлением, равным давлению на глубине погружения аквалангиста.

Изменением температуры воды с глубиной погружения пренебречь. Считайте, что частота вдохов и изменение объема легких при дыхании остаются постоянными, а время всплытия и погружения много меньше времени работы под водой.

**▲ 99.42**

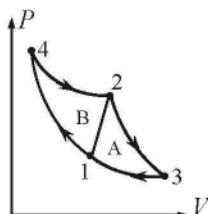
Космический аппарат массой  $M=51 \text{ кг}$  движется по круговой орбите вблизи поверхности планеты  $X$  с периодом  $T=100 \text{ мин}$ . Метеорит массой  $m=0,32$ , летящий со скоростью  $v = 60 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  перпендикулярно траектории аппарата, застревает в его обшивке.

В результате такого столкновения направление движения аппарата изменяется на угол  $\alpha = 10^{-4} \text{ рад}$ .

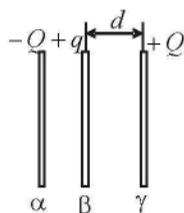
Исходя из приведенных данных, найдите ускорение свободного падения  $g$  на планете  $X$ .

**▲ 99.43**

Цикл  $A$  состоит из линейного участка  $1-2$ , адиабаты  $2-3$  и изотермы  $3-1$ . Цикл  $B$  состоит из адиабаты  $1-4$ , изотермы  $4-2$  и участка  $2-1$ . Известно, что КПД циклов  $A$  и  $B$  одинаковы, а минимальная температура в каждом из циклов составляет 25% от максимальной. Найдите КПД этих циклов.

**▲ 99.44**

К двум одинаковым близко расположенным металлическим пластинам  $\alpha$  и  $\beta$ , которые несут заряды:  $-Q$  и  $+q$  ( $Q, q > 0$ ), приближают на расстояние  $d$  еще одну такую же металлическую пластину  $\gamma$  площади  $S$  массой  $m$  и имеющую заряд  $+Q$  (см. рис.). Затем поднятую пластину отпускают, продолжая



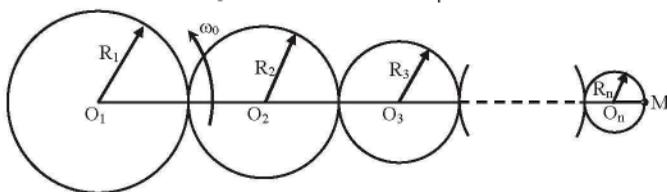
удерживать пластины  $\alpha$  и  $\beta$  в неподвижном положении. После соударения пластин  $\beta$  и  $\gamma$  последняя полетела вправо.

Найдите максимально возможную скорость этой пластины в тот момент, когда она вновь окажется на расстоянии  $d$  от пластины  $\beta$ . Считайте, что  $d \ll \sqrt{S}$ ,  $q < Q$ .

Влиянием силы тяжести пренебречь.

**▲ 99.45**

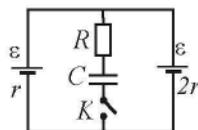
На рисунке изображена плоская конструкция, состоящая из  $n$  колес, радиусы которых линейно убывают от  $R_1$  до  $R_n$ . Первое колесо закреплено так, что оно не может вращаться. Через центр этого колеса пропущена ось  $O_1$ , вокруг которой может вращаться штанга  $O_1O_n$ . На штанге закреплены оси всех остальных колес. Эти колеса могут вращаться вокруг своих осей, касаясь соседних колес. Проскальзывание между колесами отсутствует. Штангу начинают вращать вокруг оси  $O_1$  с угловой скоростью  $\omega_0$ . Найдите скорость точки  $M$  на ободе последнего колеса в тот момент, когда она отстоит от точки  $O_1$  на максимальное расстояние.



**11 класс**

**▲ 99.46**

В схеме, изображенной на рисунке, конденсатор  $C$  не заряжен, а ключ  $K$  разомкнут. Затем ключ  $K$  замыкают. Какой заряд протечет через резистор  $R$ ? Найдите максимальный ток через резистор. Считайте известными  $\varepsilon, r, R, C$ .

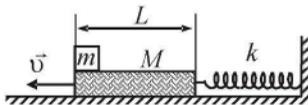


**▲ 99.47**

В цилиндрическом теплоизолированном сосуде под поршнем находится только перегретая вода при температуре  $t_1 = 110^\circ\text{C}$ . Определите, на какую высоту  $H$  (относительно исходного положения) поднимется поршень после вскипания жидкости и установления термодинамического равновесия в системе. Начальная высота слоя воды  $h = 1,0$  см. Считайте, что удельная теплоемкость воды не зависит от температуры и равна  $c = 4200$  Дж/(кг·К). Известно, что при кипении воды в открытом сосуде при нормальном атмосферном давлении  $P_0$  удельная теплота парообразования  $L = 2,3 \cdot 10^6$  Дж/кг. Массой поршня и его трением о стенки сосуда пренебречь. Внешнее давление  $P_0 = 1,0 \cdot 10^5$  Па.

▲ 99.48

На горизонтальной поверхности стола лежит доска массой  $M = 100 \text{ г}$  и длиной  $L = 20 \text{ см}$ , прикрепленная легкой пружиной жесткости  $k = 2,5 \text{ Н/м}$  к стене. На краю доски покоится небольшой кубик массой  $m = 50 \text{ г}$ .



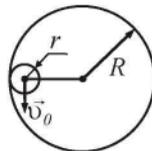
В начальный момент пружина не деформирована. Затем доске кратковременным ударом сообщают некоторую скорость  $v$  так, как показано на рисунке. При какой минимальной величине скорости  $v$  кубик упадет с доски? Коэффициент трения доски о поверхность стола  $\mu = 0,15$ .

Трением кубика о доску пренебречь.

Считайте, что ускорение свободного падения равно  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

▲ 99.49

На гладкой горизонтальной поверхности лежит тонкий обруч с внутренним радиусом  $R$  и массой  $M$ . Шарик радиуса  $r$  и массой  $m$  касается внутренней поверхности обруча. Шарика сообщают начальную скорость  $v_0$  в направлении, перпендикулярном линии, соединяющей центры масс шарика и обруча (см. рис.) и он начинает скользить по внутренней поверхности обруча. Известно, что через одинаковые промежутки времени, равные  $T$ , шарик периодически возвращается к одной и той же точке обруча. Пренебрегая трением в системе и считая известными только  $M, m, R, r$  и  $T$ , определите силу взаимодействия обруча с шариком.



▲ 99.50

Стеклянный тонкостенный аквариум - шар наполнен водой ( $n = 4/3$ ). Наблюдатель смотрит вдоль диаметра на рыбку, плывущую вдоль этого диаметра со скоростью  $v_\theta = 0,6 \frac{cM}{c}$ .

- 1) Где находится рыбка в тот момент, когда ее изображение совпадает с самой рыбкой?
- 2) Найдите скорость  $v_r$  изображения рыбки в этот момент.

## Олимпиада школьников младших классов

### 7 класс

#### \*99.51

Имеется два деревянных одинаковых с виду бруска:  $V_1 = V_2$ ,  $m_1 = m_2$ . Определите какой из брусков имеет пустоту? Сколько способов вы можете предложить? На рисунке показаны бруски в разрезе.

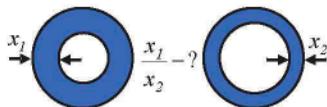


#### \*99.52

Надо распределить 2 кг сахарного песка по 200 – граммовым пакетам с помощью рычажных весов. Имеется только одна 500 – граммовая гиря да молоток массой 900 г. Как получить все 10 пакетов, пользуясь гирей и молотком?

#### \*99.53

Имеются два одинаковых по диаметру шара, изготовленные из одного материала. Внутри шаров имеются разные по объему шаровые полости, причем центр каждого шара совпадает с центром шаровой полости. При погружении шаров в воду оказалось, что у первого шара под водой оказалась  $1/6$  часть его объема  $V$ , а у второго –  $1/8$  часть его объема  $V$ . Определите отношение толщины оболочки первого шара к толщине оболочки второго (см. рис.). Необходимые данные введите самостоятельно.

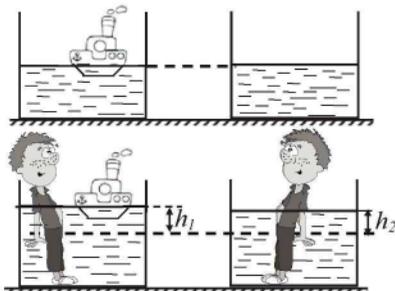


#### \*99.54

Две парусные лодки участвуют в состязании: требуется пройти 24 км туда и обратно в кратчайшее время. Первая лодка прошла весь путь с постоянной скоростью 20 км/ч, вторая двигалась туда со скоростью 16 км/ч, а обратно - со скоростью 24 км/ч. Победила на состязании первая лодка, хотя, казалось бы, вторая должна была в одном направлении отстать от первой на столько же, на сколько она опережала ее на обратном пути, и, следовательно, прийти одновременно с первой. Почему она опоздала?

**\*99.55**

В двух одинаковых сосудах находится вода, в одном из которых плавает модель корабля. Свободная поверхность воды находится на одном уровне. Определите отношение изменений уровней воды



в сосудах  $\frac{h_2}{h_1}$  после того, как в воду погрузится мальчик.

Все необходимые данные для решения задачи введите самостоятельно.

**\*99.56**

Перед вами два кофейника одинаковой ширины: один высокий, другой - низкий. Какой из них вместительнее?

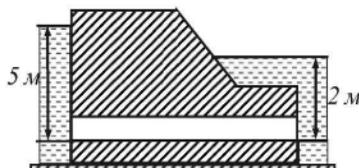


**\*99.57**

Эскалатор метро поднимает неподвижно стоящего на нем пассажира за 1,5 мин. По неподвижному эскалатору пассажир мог бы подняться за 6 мин. Сколько времени затратит пассажир, если будет подниматься по движущемуся эскалатору? [2, №36]

**\*99.58**

Высота уровня воды перед плотиной равна 5 м, а позади нее - 2 м. Определите, под каким давлением проходит вода по трубе, расположенной у основания плотины?



### 8 класс

#### **\*99.59**

Однородный стержень уравни-   
новешен, будучи подпертым в середине. Какая часть стержня перетянет, если левую его половину согнуть вдвое?

#### **\*99.60**

Сплошной однородный шар, полностью погрузившись, плавает на границе двух несмешивающихся жидкостей. Плотность верхней жидкости  $0,8 \text{ г/см}^3$ , нижней –  $1,2 \text{ г/см}^3$ , материала шара –  $1 \text{ г/см}^3$ . Какая часть объема шара находится в нижней жидкости?

#### **\*99.61**

С какой высоты  $h$  должна падать вода, чтобы при ударе о землю она закипела и  $1/3$  ее часть испарилась? На нагрев и испарение воды идет  $70\%$  механической энергии. Начальная температура воды  $20 \text{ C}$ . Удельная теплоемкость воды

$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{C}}$ ; удельная теплота парообразования воды

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}.$$

#### **\*99.62**

Даны три резистора по  $3 \text{ Ом}$ . Какие сопротивления можно получить, используя их? Представьте схемы соединений резисторов. В каждом соединении должны быть задействованы все три резистора.

#### **\*99.63**

Два поезда вышли одновременно с двух станций навстречу друг другу. Первый достиг станции назначения спустя  $1 \text{ час}$  после их встречи, второй – спустя  $2 \text{ ч } 15 \text{ мин}$  после встречи. Во сколько раз скорость одного поезда больше скорости другого?

#### **\*99.64**

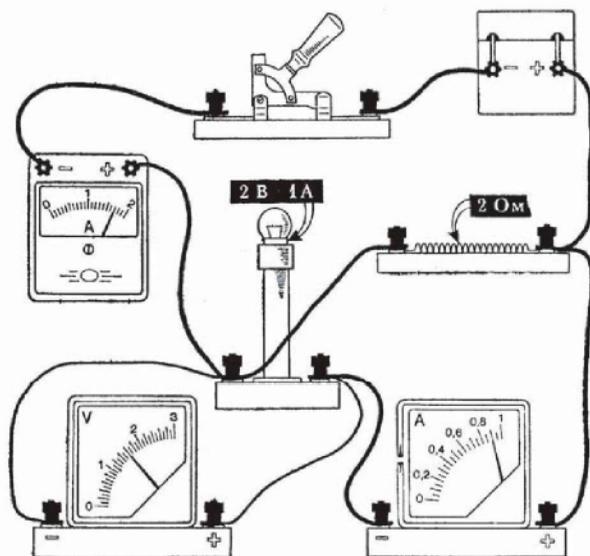
Начертите принципиальную схему изображенной электрической цепи и отметьте на ней знаками (+, -) полярность зажимов электроизмерительных приборов и направление тока в цепи.

Определите силу тока через резистор.

Определите сопротивление параллельного соединения лампы и резистора по их паспортным данным, считая электроизмерительные приборы идеальными и пренебрегая сопротивлением проводов.

Определите фактическое сопротивление параллельного соединения лампы и резистора. Почему фактическое сопротивление параллельного соединения не совпадает с номинальным (т.е. вычисленным по паспортным данным)?

Какие изменения произойдут в цепи, если выключить резистор, считая, что напряжение источника по величине сохраняется? Нарисуйте принципиальную схему получившейся электрической цепи.\*



**\*99.65**

Бревно цилиндрической формы имеет массу  $20 \text{ кг}$ . Какую массу оно бы имело, если было бы вдвое толще, но вдвое короче?

\* Рисунок к задаче заимствован из учебного пособия [46].

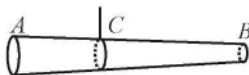
**XXXIV Всероссийская олимпиада школьников по физике  
1999 – 2000 учебный год**

**II этап Районная олимпиада**

**9 класс**

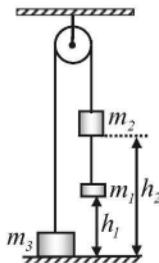
● **00.1**

Бревно уравновешено на тросе (см. рис.). Докажите, что если распилить бревно по линии обхвата троса, то конец  $AC$  окажется тяжелее конца  $CB$ . [48, №55]



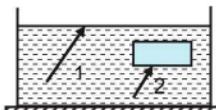
● **00.2**

Через неподвижный блок (см.рис.) переброшена нерастяжимая нить. На одном конце нити на высоте  $h_1 = 1\text{ м}$  и  $h_2 = 2\text{ м}$  от пола подвешены грузы  $m_1 = 0,2\text{ кг}$  и  $m_2 = 0,9\text{ кг}$ , а на другом конце груз  $m_3 = 1\text{ кг}$ , стоящий на полу. Под действием силы тяжести система приходит в движение, и в тот момент, когда груз  $m_1$  касается пола, он автоматически отцепляется от нити. Через сколько времени груз  $m_3$  снова окажется на полу? [48, №27]



○ **00.3**

Построением примерного хода лучей 1 и 2 покажите, останутся ли они параллельными по выходе из воды в воздух, если луч 2 проходит сквозь стеклянную пластину с параллельными гранями (см. рис.).



○ **00.4** (00.8, 01.4)

Электроплитку мощностью  $360\text{ Вт}$  и электроплитку мощностью  $500\text{ Вт}$  включили в сеть, соединив их последовательно. В какой из плиток выделится большее количество теплоты?

**КЭ00.5**

Как можно определить плотность металла, находящегося в одном из двух кусков пластилина, если известно, что массы пластилина в обоих кусках одинаковы? Извлекать металл из пластилина не разрешается. Приборы и материалы: исследуемые образцы, весы с разновесом, стакан с водой, штатив.

## 10 класс

### ○00.6

Каково среднее давление газа во время рабочего хода в цилиндре двигателя автомобиля, если он при  $n=3600$  об/мин развивает мощность на валу  $17$  кВт? Диаметр цилиндра  $67,5$  мм, ход поршня  $75$  мм, число цилиндров  $4$ , КПД=27%. [48, №175]

### ○00.7

Вода легче песка. Почему же ветер в пустыне поднимает тучи песка, тогда как в море во время шторма брызг бывает гораздо меньше? [48, №139]

### ○00.8 (00.4, 01.4)

В электрическом самоваре мощностью  $P_1=600$ Вт и электрическом чайнике мощностью  $P_2=300$ Вт при включении в сеть напряжением  $U=220$ В, на которое они рассчитаны, вода закипает одновременно через  $t=20$ мин. Через сколько времени закипит вода в самоваре и чайнике, если их соединить последовательно и включить в сеть?

### ○00.9

Оптическая система дает действительное изображение предмета. Можно ли найти такое положение рассеивающей линзы с фокусным расстоянием  $f$ , при котором изображение останется действительным и станет в три раза больше? Задачу решите построением.

### **КЭ00.10**

Как построить график зависимости силы упругости резинового жгутика от его удлинения, если имеются приборы и материалы: резиновый жгутик, грузик (неизвестной массы), линейка.

## 11 класс

### ○00.11

Из какого материала надо сделать гири, чтобы при точном взвешивании не вводить поправки на потерю веса в воздухе?

**00.12**

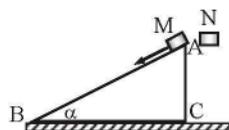
В магнитном поле с большой высоты падает кольцо, имеющее массу  $m$ , диаметр  $d$  и сопротивление  $R$ . Плоскость кольца все время горизонтальна. Найдите установившуюся скорость падения кольца, если вертикальная составляющая вектора индукции магнитного поля  $\vec{B}$  изменяется с высотой  $H$  по закону  $B_z = B_0(1 + \alpha H)$ .

**00.13**

В цилиндре с площадью основания  $10 \text{ см}^2$  находится газ при температуре  $17^\circ\text{C}$ . На высоте  $25 \text{ см}$  от основания цилиндра расположен легкий поршень, на который поставлена гиря весом  $20 \text{ Н}$ . Какую работу совершит газ при расширении, если его нагреть на  $100^\circ\text{C}$ ? Атмосферное давление  $9,8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ . [48, №130]

**00.14**

Два одинаковых тела  $M$  и  $N$  движутся: одно скользит без трения вниз по наклонной плоскости  $AB$ , другое одновременно с первым свободно падает по прямой  $AC$  (см. рис.). Определите:



- 1) движутся ли тела друг относительно друга;
- 2) с одинаковой ли конечной скоростью закончат они движение;
- 3) какое тело быстрее закончит движение. [48, №67]

**КЭ00.15**

Как можно определить плотность неизвестной жидкости, если даны приборы и материалы: исследуемая жидкость, жидкость с известной плотностью, динамометр, груз.

**II этап Городская олимпиада****9 класс****00.16**

Небольшая дождевая капля покидает облако в безветренную погоду на большой высоте. В момент, когда ускорение  $a$  капли стало равным  $5 \text{ м/с}^2$ , ее скорость была равна  $v_1 = 7,5 \text{ м/с}$ . Вблизи Земли капля падает с постоянной скоростью  $v$ . Попадая на боковое стекло движущегося автомобиля, капля оставляет след под углом  $\alpha = 45^\circ$  к вертикали. Оштрафует ли инспектор

ГАИ водителя за превышение скорости, если максимальная разрешенная скорость движения автомобиля  $u_m = 60 \text{ км/ч}$ ? Силу сопротивления воздуха считайте прямо пропорциональной скорости капли относительно воздуха.

00.17

К концу висящей вертикально пружины, массой которой можно пренебречь, подвешивают груз массой  $m$ . Затем к середине уже растянутой пружины подвешивают еще один груз такой массы. Определите длину растянутой пружины. Жесткость пружины равна  $k$ , а ее длина в нерастянутом состоянии  $\ell_0$ .

00.18

Для откачки нефти из скважины глубиной  $500 \text{ м}$  поставлен насос мощностью  $10 \text{ кВт}$ . КПД насоса  $80\%$ . Сколько баррелей нефти добыто за  $5 \text{ часов}$  работы насоса? Плотность нефти  $\rho = 860 \text{ кг/м}^3$ ,  $1 \text{ баррель} \approx 160 \text{ л}$ .

00.19

Сидя в кресле зубного врача, пациент заметил, что вместе с другими инструментами врач прогрел и зеркальце. Удивившись, больной спросил, для чего это делается. Что ответил врач?

КЭ00.20

Как можно определить плотность камня неправильной формы, если имеются следующие приборы и материалы: динамометр, камень, сосуд с водой, нитки.

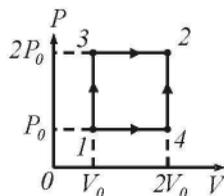
10 класс

00.21

Докажите, что при абсолютном нуле температуры твердое тело должно быть кристаллическим.

00.22

Идеальный одноатомный газ, находящийся при нормальных условиях, переводят из состояния 1 в состояние 2 двумя способами:  $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2$  и  $1 \rightarrow 4 \rightarrow 2$  (см.рис.). Найдите отношение количеств теплоты, которые необходимо сообщить  $1 \text{ моль}$ у газа в этих двух процессах.



○00.23

На улице целый день моросит холодный осенний дождь. В кухне развесили много выстиранного белья. Быстрее ли высохнет белье, если открыть форточку?

○00.24

Тело массой  $1 \text{ кг}$  скользит по наклонной плоскости длиной  $20 \text{ м}$ , которая образует с горизонтом угол  $30^\circ$ . Скорость тела у основания наклонной плоскости равна  $4 \text{ м/с}$ . Вычислите количество тепла, выделенного при трении тела о плоскость, если начальная скорость тела равна нулю. [48, №170]

**КЭ00.25** (см. также [47, №94.10; 96.19])

Даны амперметр, вольтметр, источник питания, резистор с неизвестным сопротивлением и соединительные провода. Как измерить сопротивление резистора с наибольшей точностью?

**11 класс**

●00.26

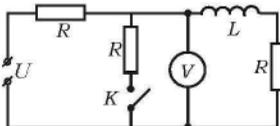
Как зависит теплота испарения жидкости и коэффициент поверхностного натяжения от температуры? Ответ обоснуйте теоретически.

○00.27

Трамвайный провод оборвался и лежит на земле. Человек в токопроводящей обуви может подойти к нему лишь маленькими шагами. Делать же большие шаги опасно. Объясните почему.

●00.28

Начертите примерный ход графика зависимости от времени показаний вольтметра после замыкания ключа  $K$ . Вольтметр и катушку индуктивности считайте идеальными. Известно, что  $U = 300 \text{ В}$ ,  $R = 100 \text{ Ом}$ .



●00.29

На теннисный мяч с высоты  $1 \text{ м}$  падает кирпич и подскакивает почти на  $1 \text{ м}$ . На какую высоту подскакивает мяч?

**КЭ00.30**

Как определить показатель преломления вещества плоскопараллельной пластины относительно воздуха, если имеются следующие приборы и материалы: плоскопараллельная пластина (прозрачная), чистый лист бумаги, чертежный циркуль, линейка без делений.

### III этап Республиканская олимпиада Экспериментальный тур [49]

#### 9 класс

##### Э00.31

Определите плотность деревянного бруска.

Оборудование: деревянный брусок, сосуд, мензурка, большая тарелка (поднос), сосуд с водой.

#### 10 класс

##### Э00.32

Определите коэффициент трения корпуса динамометра о поверхность стола.

Оборудование: нить, линейка, динамометр Бакушинского с заклеенной шкалой.

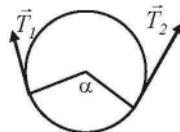
#### 11 класс

##### Э00.33

Определите коэффициент трения скольжения между нитью и круглым стержнем.

Оборудование: штатив с муфтой, нить, два одинаковых груза, круглый стержень, линейка.

Примечание. Если угол охвата стержня (см. рис.) нитью равен  $\alpha$ , то отношение сил, растягивающих нить, скользящую по цилиндрической поверхности, равно:  $T_2/T_1 = e^{\mu\alpha}$ , где  $\mu$  - коэффициент трения.

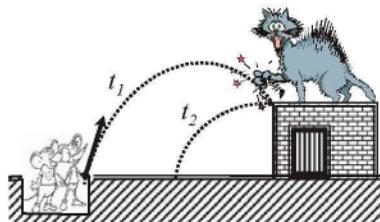


### III этап Республиканская олимпиада Теоретический тур [49]

#### 9 класс

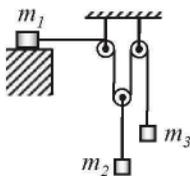
##### Δ00.34

Кот Леопольд стоял у края крыши сарая. Два злобных мышонка выстрелили в него из рогатки. Однако камень, описав дугу, через  $t_1=1,2c$  упруго ударился о вертикальную стену сарая у самых лап кота и через  $t_2=1,0c$  упал на землю (см. рис.). На какой высоте находился кот Леопольд?



**△00.35**

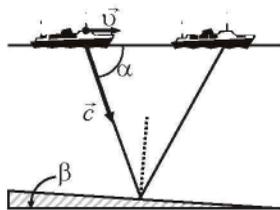
Вначале систему грузов, изображенную на рисунке, удерживают в состоянии покоя. Первый груз лежит на горизонтальной поверхности, а два других висят на блоках. Оси крайних блоков неподвижны, а средний блок может передвигаться. Считая  $m_1$  и  $m_3$  заданными, определите массу груза  $m_2$ , при которой он будет оставаться неподвижным после отпуска груза. Трением в системе, массами блоков и веревки пренебречь.

**△00.36**

В лаборатории, температура которой постоянна, находится пустая морозильная камера, на внутренних стенках которой намерзло  $m=5\text{ кг}$  льда. Компрессор холодильника включается, когда температура в камере поднимается до  $-0,5^\circ\text{C}$ . Через 10 минут работы компрессора температура в камере падает до  $-1,5^\circ\text{C}$ , и компрессор автоматически выключается. Через 30 минут камера вновь нагревается до  $-0,5^\circ\text{C}$ , и цикл повторяется. Оцените, через какое время после отключения компрессора от электрической сети весь лед, намерзший на стенки камеры, растает. Теплоемкость льда  $c_{\text{л}}=2,1\text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ , а его удельная теплота плавления  $\lambda=330\text{ кДж}/\text{кг}$ . Теплоемкостью камеры можно пренебречь.

**△00.37**

Скоростной катер, удаляющийся от берега со скоростью  $\vec{v}$ , проводит исследование морского дна методом ультразвуковой локации, посылая короткие ультразвуковые сигналы в направлении, составляющем угол  $\alpha$  с поверхностью моря. При достижении дна ультразвуковой сигнал отражается от него под тем же углом, что и падает (см. рис.). Пренебрегая рассеянием, определите угол наклона дна  $\beta$ , если отраженный сигнал достигает катера при угле  $\alpha = \alpha_0$ . Скорость звука  $s$  в воде считайте известной.



### 10 класс

#### **▲ 00.38**

Тело массы  $m=1,0$  кг разгоняется из состояния покоя переменной силой, причем произведение силы на скорость остается величиной постоянной, равной  $50 \frac{H \cdot M}{c}$ .

а) Определите, за какое время  $t_1$  тело достигнет скорости

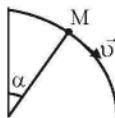
$$v_1 = 10 \frac{M}{c}.$$

б) Постройте график  $v(t)$ .

в) Определите с помощью построенного в п. б) графика расстояние  $S$ , которое преодолет тело за время  $t_1$ .

#### **▲ 00.39**

Материальная точка движется по дуге окружности радиуса  $R=1,0$  м. Скорость точки меняется по закону  $v = \frac{v_0}{\cos \alpha}$ , где  $v_0 = 1,0 \frac{M}{c}$ . Найдите модуль ускорения точки  $M$  в момент, когда  $\alpha = 60^\circ$ .



#### **▲ 00.40**

Дюралюминиевую линейку длиной  $L=30$  см изгибают так, что она образует полуокружность. Какова должна быть толщина  $d$  линейки, чтобы она при этом не лопнула?

$$\text{Модуль Юнга для дюралюминия } E = 7,0 \cdot 10^{10} \frac{H}{M^2};$$

$$\text{прочность на разрыв } \sigma_{\text{разр}} = 45 \cdot 10^7 \frac{H}{M^2}.$$

Считайте, что вплоть до разрыва деформации в дюралюминии остаются упругими.

Указание: считайте известным, что при изгибе тонкой линейки в слое, равноотстоящем от наружной и внутренней поверхностей, нет деформаций растяжения и сжатия.

**▲00.41**

В вертикальном цилиндрическом сосуде находится вода массы  $m=1,0$  г. К поверхности воды прилегает поршень площадью  $S=100$  см<sup>2</sup>. Воду в цилиндре стали нагревать. В момент времени  $\tau_0$ , когда ее температура достигла  $t_0 = 100^\circ\text{C}$ , вода закипела и стала медленно испаряться. Начиная с этого момента времени  $\tau_0$ , система поддерживалась при температуре  $t_0$ .

- а) Какое количество теплоты нужно подвести к воде, чтобы она полностью испарилась?  
 б) На какую высоту  $H$  при этом поднимется поршень?

Если теперь на поршень, находящийся на высоте  $H$  от дна, положить небольшой груз массой  $1,0$  г, то

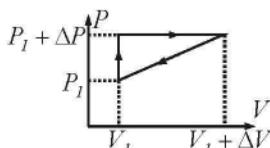
- в) на какое расстояние  $\Delta H$  сместится поршень?  
 г). какая работа над газом в сосуде будет совершена при этом?

Удельная теплота парообразования воды  $L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ .

Трением между стенками цилиндра и поршнем пренебречь.

**▲00.42**

Найдите максимально возможное значение КПД  $\eta$  цикла, в котором участвует идеальный одноатомный газ. В  $PV$ -координатах цикл имеет форму прямоугольного треугольника, левый катет которого - изохора, а верхний катет - изобара.

**11 класс****▲00.43**

Двигатель подводной лодки развивает мощность  $P$ . При этом ее скорость равна  $u$ . Определите, на каком расстоянии  $S$  от точки выключения двигателя остановится лодка, если сила сопротивления движению лодки пропорциональна ее скорости. Масса лодки равна  $m$ . Глубина погружения лодки не меняется на протяжении всего пути.

#### ▲00.44

На маленькой планете Тіну проводится эксперимент по проверке теории колебаний. Суть эксперимента такова: измеряется период  $T$  малых колебаний математического маятника, длина  $L$  нити которого равна радиусу планеты, а точка подвеса маятника отстоит от центра Тіну на расстоянии, которое чуть больше ее удвоенного радиуса. Найдите период  $T$ , если ускорение свободного падения вблизи поверхности планеты равно  $g_T$ . Вращением Тіну вокруг собственной оси и массой нити пренебречь. Атмосфера на планете отсутствует.

#### ▲00.45

На горизонтальной поверхности под вакуумным колоколом стоит теплоизолированный сосуд с двумя поршнями. Между поршнями, а также между нижним поршнем и дном сосуда находятся одинаковые массы идеального одноатомного газа. Верхний поршень массы  $m$  теплоизолирован, а на нем стоит гиря такой же массы. Нижний поршень теплопроводящий и его масса равна  $2m$ . Система находится в термодинамическом равновесии, ее температура  $T_1=320\text{ K}$ . Гирю быстро снимают с поршня. Какая температура установится в системе? Трением поршней о стенки сосуда и теплоемкостью системы поршни – сосуд можно пренебречь. Массы газа много меньше  $m$ .



#### ▲00.46

Из электронной пушки вылетают электроны со скоростью  $v_0$ . Далее электронный пучок летит вдоль оси симметрии плоского конденсатора (см.рис.1). На пластины конденсатора подают переменное напряжение с импульсами прямоугольной формы (см. рис.2). Амплитуда этого напряжения  $U_0$ , а длительность импульса равна  $\tau$ . Длина пластин конденсатора  $L$ , а расстояние

между ними  $d$ . Полагая, что  $\tau \ll \frac{L}{v_0}$ , найдите минимальное значение  $U_0$ , начиная с которого некоторые электроны уже не смогут вылетать из конденсатора.

Заряд электрона  $e$ , масса  $m$ .

Силой тяжести и краевыми эффектами пренебречь.

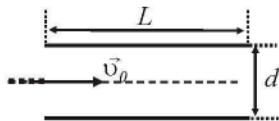


рис. 1

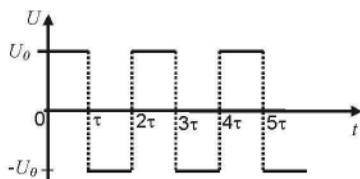
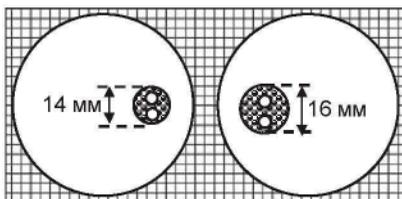


рис. 2

#### ▲00.47

На дне двух рядом стоящих стаканов с тонким дном лежит по одинаковой пуговице. Один стакан пустой, а другой заполнен водой. Оба стакана стоят на листе миллиметровой бумаги.



Экспериментатор Глюк, рассматривая сверху пуговицы в стаканах, заметил, что видимый диаметр левой пуговицы в сравнении с клетками миллиметровой бумаги составил  $14 \text{ мм}$ , а видимый диаметр правой пуговицы –  $16 \text{ мм}$  (см. рис.).

В каком из стаканов, левом или правом налита вода?

До какой высоты налита вода в этом стакане, если известно, что расстояние  $H$  от глаза Глюка до дна каждого из стаканов равно  $28 \text{ см}$ .

Показатель преломления воды  $n = \frac{4}{3}$ .

## Олимпиада школьников младших классов

### 7 класс

#### \*00.48

Объясните, какая сила приводит в движение автомобиль. Как правило, ведущими у автомобиля являются задние колеса. Поверхность шин у них делают с ребристыми выступами. Зачем? Нужно ли делать ребристые выступы на шинах передних колес? Почему?

#### \*00.49

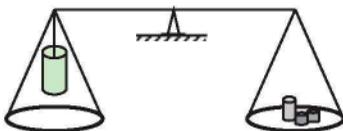
С помощью подвижного блока груз массой  $m=50$  кг подняли вертикально на высоту  $h=10$  м. Какую для этого совершили работу, если КПД=98%? Сколько оборотов при этом сделал блок? Диаметр блока  $d=6$  см.

#### \*00.50

Слипнутся ли два листочка бумаги, если один из них смочить водой, а другой растительным маслом? Ответ обоснуйте.

#### \*00.51

На рычажных весах уравновесили перевернутый цилиндрический сосуд вместимостью  $V=0,8$  л (см. рис.). При этом масса гирек на правой чашке весов оказалась равной  $10$  г  $130$  мг. Когда сосуд заполнили водородом, то для равновесия весов с правой чашки пришлось удалить гирьки общей массой  $960$  мг.

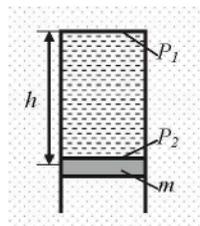


Найдите по этим данным плотность водорода.

Плотность воздуха  $1,29$  кг/м<sup>3</sup>.

#### \*00.52

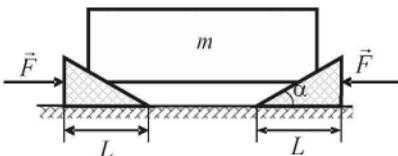
В перевернутом цилиндре находится вода ( $h=8$  см) (см.рис.). Диаметр поршня  $d=5$  см, а его масса  $m=1$  кг. Найдите давление  $P_1$  воды на дно цилиндра и давление  $P_2$  на поршень.



### 8 класс

#### \*00.53

На гладком горизонтальном полу лежит плита со скошенными краями массой  $m=120$  кг. Ее поднимают с помощью двух клиньев ( $L=20$  см,  $\alpha=30^\circ$ ). На какую высоту  $h$  над первоначальным уровнем поднимется плита? Какую силу  $F$  надо будет прикладывать к каждому клину? Трением пренебречь.



#### \*00.54

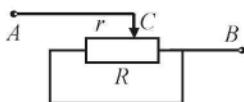
Свинцовый шар объемом  $10^{-4}$  м<sup>3</sup> упал с высоты 10 м. На сколько градусов нагрелся шар, если 60% механической энергии превратилось во внутреннюю энергию шара? Плотность свинца  $11,3 \cdot 10^3$  ед. СИ, удельная теплоемкость  $1,3 \cdot 10^2$  ед. СИ.

#### \*00.55

Зачем баллоны современных ламп накаливания наполняют инертным газом?

#### \*00.56

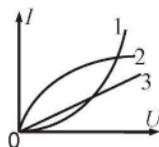
Движок реостата перемещают вправо. Как изменяется сопротивление участка  $AB$  в зависимости от сопротивления  $r$  левой части реостата (до движка  $C$ )



(см. рис.)? Полное сопротивление реостата равно  $R$ .

#### \*00.57

Удельное сопротивление с повышением температуры изменяется: для некоторых веществ незначительно (константан), для некоторых - довольно сильно (никель, растворы кислот, солей, щелочей). На рисунке представлены зависимости силы тока от напряжения для трех проводников. Для каждого случая укажите, как изменяется удельное сопротивление проводника при повышении температуры (увеличивается? уменьшается?...). Тепловым расширением проводников при нагревании пренебречь.



**XXXV Всероссийская олимпиада школьников по физике**

**2000 – 2001 учебный год**

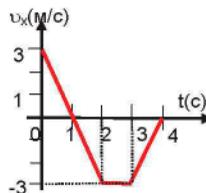
**II этап Районная и городская олимпиады**

**9 класс**

**001.1**

По графику зависимости проекции скорости тела  $v_x$  от времени постройте график зависимости проекции силы  $F_x$ , действующей на тело, от времени.

Масса тела  $1 \text{ кг}$ .



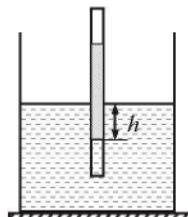
**001.2**

Длина шкалы спидометра  $12 \text{ см}$ , он измеряет скорость автомобиля в пределах от нуля до  $240 \text{ км/ч}$ . Указатель спидометра перемещается по шкале со скоростью  $5 \text{ мм/с}$ .

С каким ускорением движется автомобиль?

**001.3**

В сосуде с водой находится трубка сечением  $S=2 \text{ см}^2$ . Сколько масла (по массе) влили в трубку, если уровень воды в трубке опустился на  $h=4 \text{ см}$  ниже уровня воды в сосуде? Можно ли по данным задачи найти плотность масла?

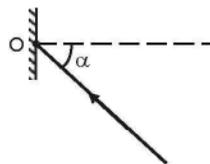


**001.4 (00.4, 00.8)**

Электроплитка имеет две одинаковые спирали. В каком случае развивается большая мощность: при параллельном или при последовательном включении спиралей? Во сколько раз?

**001.5**

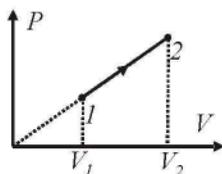
Луч света, составляющий угол  $\alpha = 60^\circ$  с горизонтом, падает на вертикальное плоское зеркало. В какую сторону (по часовой стрелке или против?) и на какой угол следует повернуть зеркало, чтобы отраженный луч шел: а) вертикально вверх? б) вертикально вниз? в) горизонтально вправо? г) горизонтально влево?



## 10 класс

### 01.6

Когда идеальный газ занимал объем  $V_1$ , его температура равнялась  $T_1$ . Какой станет температура газа, когда он займет объем  $V_2$ ? Зависимость давления от объема представлена на рисунке.



### 01.7

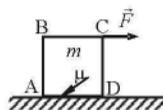
Шар, наполненный водородом, удерживается от движения вверх туго натянутой нитью. В некоторый момент времени нить перерезают. Как сразу после этого момента изменяется: а) кинетическая энергия шара? б) его потенциальная энергия? Сопласуется ли процесс подъема шара с законом сохранения и превращения механической энергии? Все ответы обосуйте.

### 01.8

На сколько процентов увеличивается средняя квадратичная скорость молекул воды при нагревании: а) от  $0$  до  $50^\circ\text{C}$ ? б) от  $50^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$ ?

### 01.9

К середине верхнего ребра куба ( $m = 1\text{кг}$ ), стоящего на горизонтальном столе, прикреплена горизонтальная нить. Как будет двигаться куб, если тянуть нить с силой  $F = 4H$ ? Рассмотрите два случая: а)  $\mu = 0,2$ ; б)  $\mu = 0,6$ .



Рассмотрите эти два случая при  $F = 6H$ .

### 01.10

В морозильную камеру поместили сосуд с водой. Найдите по графику сколько процентов воды замерзло через 25 минут после начала эксперимента. Теплоемкость сосуда равна теплоемкости воды, содержащейся в нем.

