

***Второй (окружной) этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
г. Москва, 2012 г.***

7 класс

1. Рыбак и лодки.

От пункта *A* до пункта *B* можно добраться по реке и по старому руслу реки. Скорость течения в реке 5 км/ч, в старом русле вода стоячая. Рыбак должен съездить из пункта *A* в пункт *B* и вернуться обратно. Какой путь займет у рыбака меньше времени – туда и обратно по реке или туда и обратно по старому руслу реки? Расстояния, проплываемые рыбаком в обоих случаях одинаковые. В распоряжении рыбака имеются старая моторная лодка, которая может двигаться в стоячей воде со скоростью 8 км/ч, и новая моторная лодка, которая может двигаться в стоячей воде со скоростью 20 км/ч.

2. «Хитрый» сплав.

Сплав состоит из 100 г золота и 100 см³ меди. Определите плотность этого сплава. Плотность золота равна 19,3 г/см³, плотность меди – 8,9 г/см³.

3. Неутомимый турист.

Турист пошел в поход и преодолел некоторое расстояние. При этом первую половину пути он шел со скоростью 6 км/ч, половину оставшегося времени ехал на велосипеде со скоростью 16 км/ч, а оставшийся путь поднимался в гору со скоростью 2 км/ч. Определите среднюю скорость туриста за время его движения.

Второй (окружной) этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
г. Москва, 2012 г.

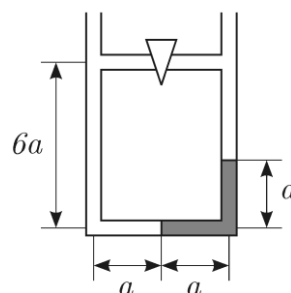
8 класс

1. Супермарафон.

Три спортсмена-супермарафонца одновременно стартуют с одного и того же места кольцевой беговой дорожки и 10 часов бегут в одну сторону с постоянной скоростью: первый 9 км/ч, второй 10 км/ч, третий 12 км/ч. Длина дорожки 400 м. Мы говорим, что произошла встреча, если либо два, либо сразу все три бегуна поравнялись друг с другом. Момент старта встречей не считается. Сколько всего «двойных» и «тройных» встреч произошло во время забега? Кто из спортсменов чаще всех участвовал во встречах и сколько раз?

2. Ртуть и вода.

В тонкой U-образной трубке имеется перемычка между коленами, находящаяся на расстоянии $6a$ от нижней части трубки, причем $a = 5$ см. В правое колено трубки налита ртуть, в левое – вода, которая может затекать в левую половину перемычки. Посередине перемычки находится закрытый кран. В состоянии равновесия граница ртуть-вода проходит посередине нижней части трубки. Высота ртути над нижней частью трубки равна a , длина нижней части трубки и перемычки $2a$. Площади сечения всех частей трубки и перемычки одинаковые. Плотность ртути $13,6 \text{ г/см}^3$, воды – 1 г/см^3 .



Кран в перемычке открывают.

- 1) Как после этого расположится ртуть в трубке?
- 2) Какова будет после этого высота уровня воды над нижней частью трубки?

3. Плавает или тонет?

Школьница Алиса проводит опыты с глубоким и широким сосудом, имеющим форму прямоугольного параллелепипеда. В сосуде находится неизвестная жидкость. Алиса аккуратно кладет в сосуд на поверхность жидкости кубики одинакового объема 1 дм^3 . Сначала в сосуд был помещен кубик массой $0,4 \text{ кг}$ – после этого уровень жидкости в сосуде поднялся на 5 мм . Затем Алиса положила в сосуд кубик массой $0,6 \text{ кг}$ – уровень жидкости после этого поднялся еще на $7,5 \text{ мм}$. Наконец, при погружении в сосуд кубика массой 1 кг подъем уровня жидкости составил еще 10 мм . Найдите плотность жидкости и площадь дна сосуда.

4. Суперящик.

Некий изобретатель заявил, что ему удалось сделать суперящик, стенки которого совершенно не проводят теплоту. Он предложил использовать такие ящики для запасания энергии вместо аккумуляторных батарей. По его замыслу, на специальном инновационном заводе в ящик при нормальном атмосферном давлении закачивают некоторое вещество, имеющее температуру 72 градуса Цельсия, и закрывают ящик. Потом его привозят на место использования и остужают до температуры окружающей среды, а выделившуюся при этом теплоту используют в общественно полезных целях.

- 1) Какое вещество позволяет получить из суперящика больше теплоты при температуре окружающей среды 30 градусов Цельсия – вода или спирт, и во сколько раз?
- 2) Во сколько раз увеличится эффективность использования суперящика с этим веществом при температуре окружающей среды минус 20 градусов Цельсия?

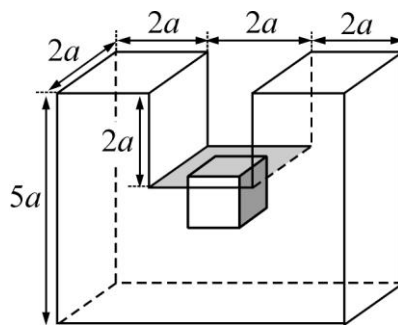
Температура кипения воды $t_{1к} = 100^\circ\text{C}$, спирта – $t_{2к} = 78^\circ\text{C}$; удельная теплоемкость воды $C_{1ж} = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, спирта – $C_{2ж} = 2,4 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, льда – $C_{1к} = 2,1 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$; удельная теплота плавления льда $\lambda_1 = 330 \text{ кДж/кг}$; плотность воды $\rho_1 = 1,0 \text{ г/см}^3$, спирта – $\rho_2 = 0,8 \text{ г/см}^3$.

Второй (окружной) этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
г. Москва, 2012 г.

9 класс

1. Кубик в аквариуме.

Большой тонкостенный U-образный аквариум заполнили водой. Левое и правое колено аквариума открыты в атмосферу. А у потолка средней части оказался кубик со стороной $a = 20$ см. Все размеры сосуда указаны на рисунке. Плотность кубика $\rho_k = 500 \text{ кг/м}^3$.



1) Сколько литров воды потребовалось, для заполнения аквариума с кубиком до самого верха?

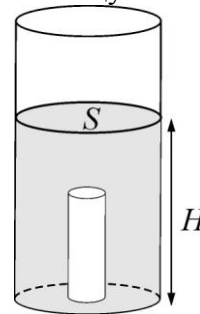
2) Найдите модуль силы, с которой потолок средней части аквариума действует на кубик.

Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Атмосферное давление в тот день было равно $p_0 = 100 \text{ кПа}$. Считать, что вода в зазор между кубиком и потолком из-за водоотталкивающей смазки не попадает.

2. Сосулька в стакане.

Юный физик Глеб решил исследовать процесс таяния льда. К дну цилиндрического стакана он приморозил цилиндрическую сосульку и налил в стакан ледяной воды (при температуре 0°C) так, что сосулька оказалась полностью под водой. Площадь поверхности воды в стакане $S = 10 \text{ см}^2$. Глеб поставил стакан на стол в комнате и стал измерять зависимость высоты H уровня воды в стакане от времени t . Результаты измерений он аккуратно заносил в таблицу.

Но вскоре экспериментатора позвали обедать, а когда он вернулся, сосулька совсем растаяла. Глеб точно знал, что в начале эксперимента содержимое стакана находилось в тепловом равновесии и имело температуру 0°C , а температура в комнате не изменялась. Плотность льда $\rho_l = 900 \text{ кг/м}^3$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Сосулька за время наблюдения не всплывала. Пользуясь полученной таблицей,



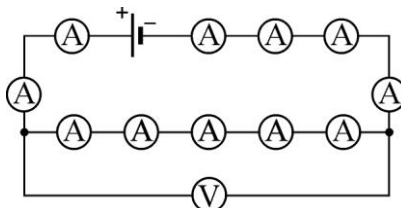
1) помогите Глебу установить, через какое время после начала эксперимента произошло полное таяние льда;

2) найдите мощность притока теплоты из комнаты к содержимому стакана (то есть определите, какая энергия поступает за одну секунду к содержимому стакана через его стенки).

t, мин	0	2	15	30	39	45	55	80	105		150
H, мм	153	153	152	151	151	150	150	148	147	обед	145
Сосулька	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть		нет ((:

3. Правильное подключение.

В перерыве между лабораторными работами расшалившиеся дети собрали цепочку из нескольких одинаковых амперметров и вольтметра. Из объяснений учителя дети твердо помнили, что амперметры надо включать последовательно, а вольтметры – параллельно. Поэтому собранная схема выглядела так:



После включения источника тока, на удивление, амперметры не сгорели и даже стали что-то показывать. Некоторые показывали силу тока 2 А , а некоторые $2,2 \text{ А}$. Вольтметр показывал напряжение 10 В . Определите по этим данным напряжение на источнике тока, сопротивление амперметра и сопротивление вольтметра.

4. Отношение путей.

Две частицы начинают движение. Одна с некоторой начальной скоростью и с постоянным по модулю ускорением, направленным против этой начальной скорости, а вторая – в направлении первой частицы, с таким же по модулю ускорением, но без начальной скорости. Через некоторое время τ скорости частиц сравнялись по модулю. Чему равно отношение путей, пройденных частицами:

- 1) за время τ ;
- 2) за время 2τ ;
- 3) за время 3τ ?

5. Рыбка в опасности.

Проплывая со скоростью V мимо большого коралла, маленькая рыбка почувствовала опасность и начала движение с постоянным (по модулю и направлению) ускорением $a = 2 \text{ м/с}^2$. Через время $t = 5 \text{ с}$ после начала ускоренного движения её скорость оказалась направленной под углом 90° к начальному направлению движения и была в два раза больше начальной. Определите модуль начальной скорости V , с которой рыбка плыла мимо коралла.

Второй (окружной) этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
г. Москва, 2012 г.

10 класс

1. Бег по кругу.

Мастер спорта, второразрядник и новичок бегают на лыжах по кольцевому маршруту с длиной кольца 1 км. Соревнование заключается в том, кто пробежит большее расстояние за 2 часа. Стартовали они одновременно в одном месте кольца. Каждый спортсмен бежит со своей постоянной по модулю скоростью. Новичок, бегущий не очень быстро со скоростью 4 км/час, заметил, что каждый раз, когда он проходит место старта, его обязательно обгоняют оба других спортсмена (они могут обгонять его и в других местах маршрута). Другое его наблюдение состоит в том, что когда мастер обгоняет только второразрядника, то они оба находятся от новичка на максимальном расстоянии. Сколько километров пробежал каждый из спортсменов за 2 часа? Для справки: наибольшая средняя скорость, достигнутая спортсменом на чемпионате мира по лыжным гонкам, составляет примерно 26 км/час.

2. Красавица Мальвина.

Мальвина рассматривает свое изображение в зеркале, плоскость которого вертикальна и находится на расстоянии L от носа Мальвины. Зеркало имеет две отражающие поверхности, оно укреплено на вертикальной оси, вокруг которой может вращаться. Ось вращения лежит в плоскости зеркала и также находится на расстоянии L от носа Мальвины. Буратино закрутил зеркало так, что оно приобрело начальную угловую скорость ω_0 . Вследствие наличия трения угловая скорость вращения зеркала равномерно уменьшилась до нуля за время τ .

- 1) По какой траектории движется изображение носа Мальвины в зеркале?
- 2) С какой угловой скоростью движется изображение носа Мальвины в зеркале через время $\tau/2$ после начала вращения зеркала?
- 3) Чему равен модуль ускорения, с которым движется изображение носа Мальвины в момент времени $\tau/2$ после начала вращения зеркала?

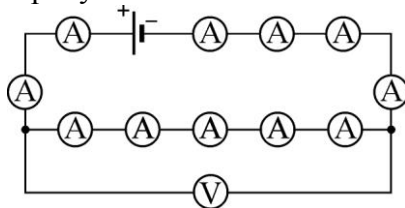
3. Минимальная сила.

На горизонтальной шероховатой поверхности находится маленькая плоская шайба. Если действовать на нее горизонтально направленной силой F , то она движется по поверхности поступательно с ускорением a . Коэффициент трения шайбы о поверхность равен μ . Действуя какой минимальной по модулю силой, можно заставить эту же шайбу двигаться поступательно по той же горизонтальной поверхности

- 1) равномерно;
- 2) с ускорением, равным по модулю $a/2$?

4. Правильное подключение.

В перерыве между лабораторными работами расшалившиеся дети собрали цепочку из нескольких одинаковых амперметров и вольтметра. Из объяснений учителя дети твердо помнили, что амперметры надо включать последовательно, а вольтметры – параллельно. Поэтому собранная схема выглядела так, как показано на рисунке.

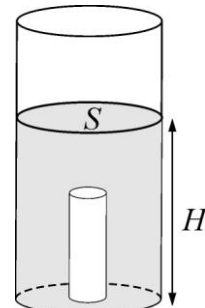


После включения источника тока, на удивление, амперметры не сгорели и даже стали что-то показывать. Некоторые показывали силу тока 2 А, а некоторые 2,2 А. Вольтметр показывал напряжение 10 В. Определите по этим данным напряжение на источнике тока, сопротивление амперметра и сопротивление вольтметра.

5. Сосулька в стакане.

Юный физик Глеб решил исследовать процесс таяния льда. К дну цилиндрического стакана он приморозил цилиндрическую сосульку и налил в стакан ледяной воды (при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$) так, что сосулька оказалась полностью под водой. Площадь поверхности воды в стакане $S = 10\text{ см}^2$. Глеб поставил стакан на стол в комнате и стал измерять зависимость высоты H уровня воды в стакане от времени t . Результаты измерений он аккуратно заносил в таблицу.

Но вскоре экспериментатора позвали обедать, а когда он вернулся, сосулька совсем растаяла. Глеб точно знал, что в начале эксперимента содержимое стакана находилось в тепловом равновесии и имело температуру 0°C , а температура в комнате не изменялась. Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Сосулька за время наблюдения не всплывала. Пользуясь полученной таблицей,



1) помогите Глебу установить, через какое время после начала эксперимента произошло полное таяние льда;

2) найдите мощность притока теплоты из комнаты к содержимому стакана (то есть определите, какая энергия поступает за одну секунду к содержимому стакана через его стенки).

[illegible]

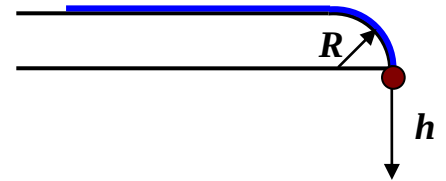
Второй (окружной) этап Всероссийской олимпиады школьников по физике

г. Москва, 2012 г.

11 класс

1. Если не оторвется...

Однородный канат массой M лежит на краю горизонтальной гладкой поверхности, оканчивающейся закруглением радиусом R так, как показано на рисунке. Канат удерживают, а потом аккуратно прикрепляют к его нижнему концу груз массой m и отпускают. Найдите скорость груза в тот момент времени, когда он опустится на расстояние $h = R$ ниже исходного положения. Общая длина каната в 6 раз больше радиуса закругления. Считать, что канат в ходе такого смещения не отрывается от поверхности.



2. Воздушный шар.

Для удержания у поверхности Земли заполненного легким газом резинового воздушного шара общей массой $m = 30$ кг необходимо приложить вертикально направленную силу $F = 180$ Н. Если шар освободить, то он поднимется на такую высоту, где его объем увеличится в два раза, и там зависнет. Температура воздуха на этой высоте $T = 240$ К. Найдите давление на этой высоте (в мм рт. ст.), если у поверхности Земли давление $p_0 = 752$ мм рт. ст., а температура $T_0 = 300$ К. Для расчетов принять $g \approx 10$ м/с².

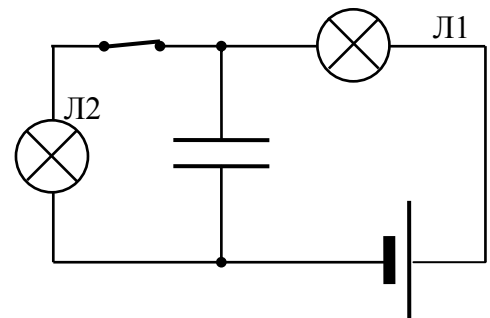
3. Маятник или термометр?

Один изобретатель создал часы с «гелиевым маятником». Этот маятник представлял собой горизонтальный цилиндрический сосуд объемом V с площадью поперечного сечения S , содержащий ν молей гелия. Сосуд разделен на две части поршнем массой M , который может двигаться без трения. В равновесии поршень находится посередине цилиндра, а при малых смещениях из положения равновесия совершает колебания. Оказалось, что ход часов зависит от температуры. Исследуйте этот эффект:

- 1) найдите модуль силы, которая будет действовать на поршень со стороны газа при смещении поршня на малое расстояние x от положения равновесия;
- 2) считая колебания изотермическими, найдите зависимость периода колебаний маятника от температуры T .

4. Последняя вспышка.

В схеме, показанной на рисунке, при замкнутом ключе обе лампы светились, потребляя одинаковую мощность. После размыкания ключа лампа Л1 вспыхнула и перегорела, причем заряд конденсатора при этом возрос ровно в два раза по сравнению с его величиной при замкнутом ключе. Величину сопротивления ламп можно считать примерно постоянной. Сопротивление Л1 равно внутреннему сопротивлению источника, ЭДС батареи равно $\mathcal{E} = 24$ В, емкость конденсатора $C = 200$ мкФ.



- 1) Найдите заряд конденсатора, накопленный им до размыкания ключа.
- 2) Чему равна работа сторонних сил источника после размыкания ключа?
- 3) Какое количество теплоты выделилась в Л1 после размыкания ключа?

5. Возвращайся, сделав круг!

В некоторой области над плоским участком поверхности Земли создано однородное магнитное поле, линии индукции которого вертикальны. Маленьким шариком с зарядом q и массой m выстрелили из некоторой точки на этой поверхности со скоростью v_0 под углом α к горизонту. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

- 1) Через какое время шарик упадет обратно на поверхность?
- 2) Что представляет собой проекция траектории шарика на горизонтальную плоскость?
- 3) При каком минимальном модуле индукции магнитного поля шарик вернется в исходную точку?