

Уральский федеральный университет
имени первого президента России Б.Н.Ельцина
Институт естественных наук
Специализированный учебно-научный центр
II Уральский физический турнир
памяти А.И.Кроткого
Личная олимпиада

8 Класс

1. Первый автомобиль проехал треть пути со скоростью $6v$, следующую треть пути – со скоростью $2v$, а оставшийся путь – со скоростью $3v$. Второй автомобиль проехал тот же путь в другом режиме: первую треть всего времени движения автомобиль проехал со скоростью $3v$, вторую треть времени – со скоростью v , а последний участок – с неизвестной скоростью v_1 .

• Найдите скорость v_1 , если известно, что оба автомобиля были в пути одинаковое время (10 баллов).

2. На весах стоит пустой стакан. В него начинают наливать воду. На графике изображена зависимость показания весов от времени.

• Какова масса стакана? (2 балла)

• Какова масса налитой воды? (2 балла)

• В течении какого времени наливали воду? (2 балла)

3. В комнате на столе расположена установка, в которую вкручены четыре лампочки. Снаружи, в коридоре, расположены выключатели от каждой лампочки.

• Как определить, какой выключатель от какой лампочки, если открыть дверь, войти в комнату и подойти к установке можно только один раз? Обратного выхода в коридор нельзя. Лампочки из коридора не видны. (12 баллов)

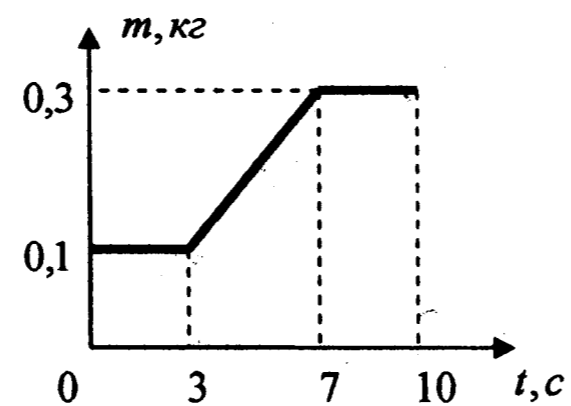
4. В сосуд некоторого объема на $2/3$ объема налита вода плотности ρ . Когда в сосуд насыпали одинаковые шарики объемом V_0 каждый, то вода поднялась до краев сосуда. Плотность шариков $\rho_{ш}$.

• Сколько шариков N насыпали в сосуд? (6 баллов)

• Какова средняя плотность получившейся смеси? (6 баллов)

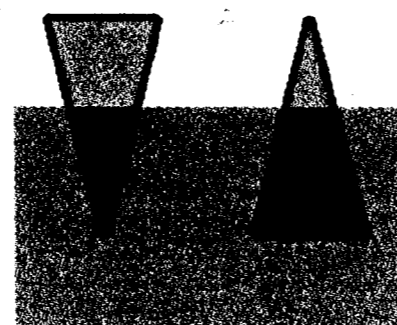
5. Однажды утром в общежитии СУНЦ лицеист Вася проснулся раньше всех. Пока в коридоре общежития никого не было, Вася решил проверить – какой длины получится линия из зубной пасты, если пасту полностью выдавить из тюбика. Тюбик зубной пасты имеет форму цилиндра длины $L = 10\text{ см}$ и радиуса $R = 1,5\text{ см}$. Радиус отверстия в тюбике $r = 0,5\text{ см}$.

• Какой длины получилась линия из зубной пасты, нарисованная Васей? (10 баллов)



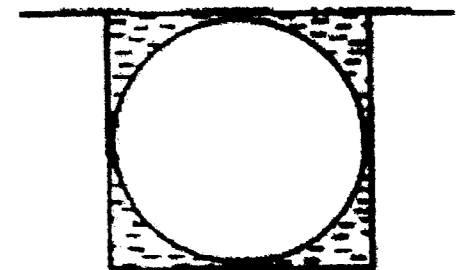
9 класс

1. В стакане с водой плавает в вертикальном положении конус. Как изменится уровень воды в стакане, если конус перевернуть (5 баллов)?



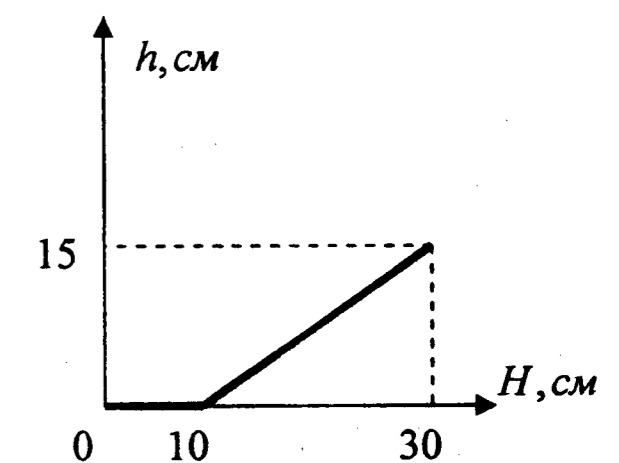
2. Профессор У однажды привёз из научной экспедиции кусок неизвестного вещества. У себя в лаборатории профессор обнаружил, что вещество очень пластично и из него можно вылепить любую фигуру. Другим, более интересным свойством, оказалось выделение этим веществом энергии в виде тепла. Чтобы изучить тепловые свойства материала, профессор вылепил из куска шар, бросил его в термос с водой при температуре $T_0 = 20^\circ\text{C}$ и плотно закрыл крышку. Вода в термосе закипела через $\tau_1 = 60\text{ с}$. Профессор вытащил шарик из термоса и теперь слепил из шарика кубик. Кубик он бросил обратно в термос. И вновь закрыл крышку. Через какое время вся вода выкипит? Считать, что образующийся пар может свободно выходить из термоса через маленькое отверстие. Температура куска исследуемого вещества при любых процессах не изменяется, мощность теплоотдачи пропорциональна площади поверхности куска. Удельная теплоёмкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$, удельная теплота парообразования воды $L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$. В процессе теплообмена нагревом термоса пренебречь (15 баллов).

3. В цилиндрический стаканчик с радиусом основания R и высотой $2R$ поместили шарик из соли радиусом R (шарик немного не касается стенок стаканчика). Стаканчик очень быстро наполнили водой до самого верха. Каков будет уровень воды в стаканчике, когда вся соль растворится? Считать, что при растворении соли объем воды не изменяется (10 баллов).



4. Частица начинает движение из точки $x = 0$ в положительном направлении оси x . Координата x и скорость v_x частицы оказываются связанными соотношением $x = bv_x^2 + c$, где $b = -2,0 \frac{\text{с}^2}{\text{м}}$, $c = 2,0\text{ м}$. В какой момент времени частица вернется в первоначальную точку? (10 баллов)

5. Набирается ванна с пеной. Зависимость между высотой h пены в ванне (относительно уровня воды) и высотой H воды (относительно дна ванны) приведена на графике. Как только пена достигла верхнего края ванны, вода отключается. Найдите высоту ванны. (5 баллов)



10 класс

310 лет мы помним Гука.

Роберт Гук (1635 - 1703) — английский естествоиспытатель, учёный-энциклопедист. Гука можно смело назвать одним из отцов физики, в особенности экспериментальной, но и во многих других науках ему принадлежат зачастую одни из первых основополагающих работ и множество открытий. Большое значение имело открытие в 1660 закона пропорциональности между силой, приложенной к упругому телу, и его деформацией.

1. Два тела массой m_1 и m_2 ($m_1 > m_2$) связаны резинкой жёсткостью k и перекинута через закрепленный идеальный неподвижный блок. Систему медленно отпустили (колебаний нет). Определить:

➤ ускорение каждого грузика (3 балла);

- силу натяжения резинки (3 балла);
- растяжение (абсолютную деформацию) резинки (2 балл);
- с какой силой система действует на блок (2 балла);

2. Лицеист уснул на уроке, и снится ему, как он становится бесстрашным и прыгает на Пого-стик (*Pogo stick**) с большой высоты без начальной скорости на горизонтальный асфальт, причём за последнюю секунду своего полета пролетает расстояние в пять раз больше чем за первую.

Определить:

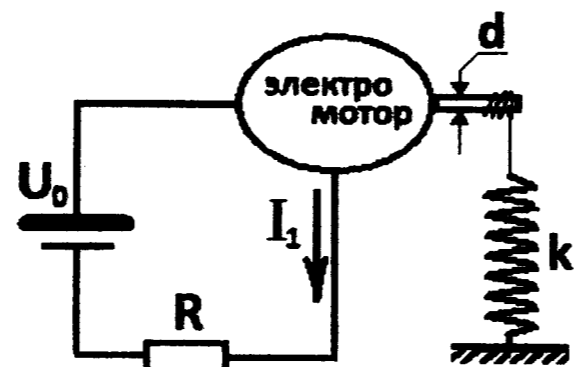
- расстояние, которое пролетел лицеист за первую секунду своего полета (1 балл);
- высоту, с которой спрыгнул бесстрашный лицеист (3 балла);
- среднюю скорость полета лицеиста (1 балл);
- максимальную деформацию пружины Пого-стика, если масса снаряженного лицеиста 50 кг, а жесткость пружины 180 кН/м (2 балла);
- максимальную перегрузку лицеиста, измеренную в g (3 балла).

P.S. И что только на уроке не приснится... Никогда не спите на уроках!

*Pogo Stick, или Пого-палка - это приспособление для прыжков, состоящее из пружинящей "ноги", двух педалей и двух ручек.



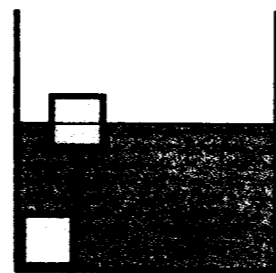
3. Лицеист изобрёл идеальный электромотор, который наматывает на свою идеальную ось идеальную веревку, привязанную к одному из концов идеальной пружинки, второй конец которой закреплен (см. схему). Напряжение батарейки U_0 , сопротивление резистора R , жесткость пружины k , диаметр оси d . Известно, что в некоторый момент времени сила тока через идеальный электромотор равна I_1 , а абсолютное



удлинение пружины в этот же момент времени равно L_0 . Определить:

- напряжение на резисторе в этот момент времени (2 балл);
- мощность электромотора в этот же момент времени (3 балла);
- угловую скорость вращения оси электромотора в этот же момент времени (5 балла).

4. В стакане кубической формы со стороной $4L$ имеется два одинаковых кубика со стороной L , связанных легкой маленькой пружинкой, причем один кубик приклеен к боковой и нижней грани стакана. В стакан набрана вода, уровень которой делит стакан и кубик по высоте пополам, при этом пружинка не растянута (см. рисунок).



Определить:

- плотность кубиков (3 балл);
- жесткость пружинки, если известно, что нужно увеличить уровень воды на L , чтобы верхний кубик полностью утонул (3 балл);
- как изменится уровень воды в неподвижном стакане после отклеивания нижнего кубика от граней стакана, если деформация нашей пружинки до отклеивания не было (4 балл).

5. Любопытный лицеист нашёл у себя в кармане резинку и очень точно снял зависимость силы упругости резинки $F_{упр}$ от её абсолютного удлинения (см. график). После этого закрепил один конец резинки на потолке, а к другому концу прикрепил грузик массой 700 гр. Придерживая грузик, добился того, чтобы резинка была строго

вертикальна, не провисала и не была натянута. После этого лицеист без толчка мгновенно отпустил грузик.

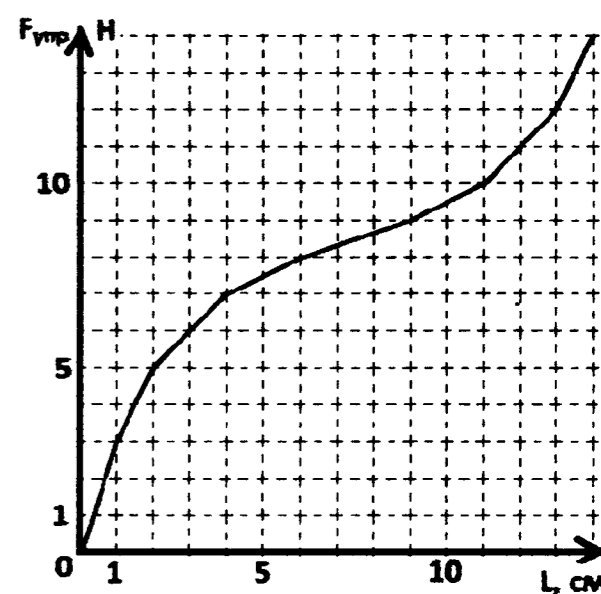
Определить:

- абсолютное удлинение пружинки, когда колебания грузика прекратятся (2 балл);
- удлинение пружинки, когда скорость грузика максимальна (3 балл);
- удлинение пружинки, когда скорость грузика равна нулю (5 баллов).

Дополнительное задание:

Наигравшись с колебаниями, лицеист представил, что он вырос и стал космонавтом, а резинку, найденную в коридоре по-прежнему хранит у себя, и, совершая очередной полет, он закрепляет свободный конец этой резинки с грузиком на ось электромотора, вращающегося с периодом $T=0,607$ сек, и видит, как резинка растягивается на 1 см. Резинка на ось электромотора не наматывается. Считать, что упругие свойства резинки за прошедшие годы не изменились.

- какие еще устойчивые удлинения можно наблюдать при тех же самых условиях (6 балла).
- чему равна длина резинки в недеформированном состоянии (4 балла).

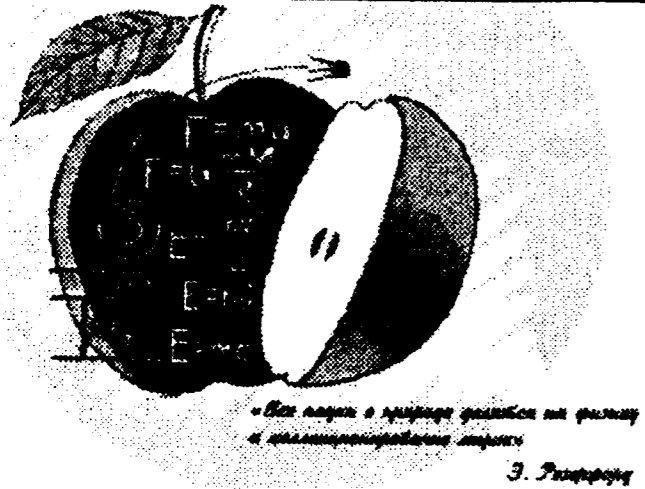


СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

$$\text{Объём шара } V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$\text{Площадь поверхности шара } S = 4\pi R^2$$

$$\text{Объём цилиндра } V = S \cdot h, \quad h - \text{цилиндра, } S = \pi R^2 - \text{площадь основания радиуса } R.$$



Уральский федеральный университет
имени первого президента России Б.Н.Ельцина
Институт естественных наук
Специализированный учебно-научный центр
IV Уральский физический турнир
для учащихся 8-10 классов памяти
А.И.Кроткого
Личная олимпиада

8 класс

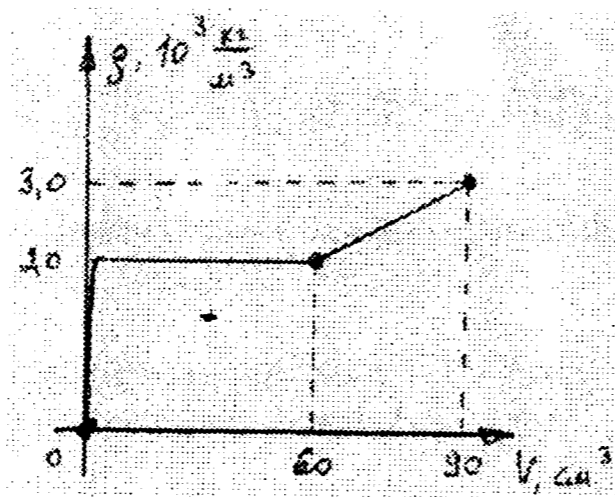
1. Впереди паровоза. Паровоз движется по направлению с юга на север. Возможна ли ситуация, чтобы дым из трубы этого движущегося паровоза двигался также на север со скоростью, большей скорости паровоза? Приведите подробное объяснение своей точки зрения.

2. Такие одинаковые, но разные вёдра. Взяли два одинаковых ведра цилиндрической формы. Ко дну одного из них изнутри был приморожен ледяной кубик. Затем в оба ведра налили до самого верха воду и поставили их на рычажные весы. Будут ли весы в равновесии? Если равновесия не будет, то какое из вёдер перетянет?

3. Черепахи

Первую треть пути черепаха проползла равномерно за 1 час, вторую треть тоже равномерно, но уже за 2 часа, третью – равномерно за три часа. Средняя скорость черепахи оказалась равной 2 см/с. Чему равны скорости черепахи на всех участках?

4. Плотномер. Профессор Буравчик изобрёл устройство, измеряющее плотность жидкостей. Опустив это устройство в банку, он стал наливать туда же однородную жидкость А. Этому процессу соответствует график 1-2. Затем профессор стал добавлять в ту же банку однородную жидкость Б. Этот процесс на графике представлен отрезком 2-3. Найдите плотность жидкости Б. Считать, что жидкости не растворяются друг в друге и никаких химических реакций между ними нет. При смешивании жидкостей с разными плотностями эти жидкости, мгновенно перемешиваются. Представленный график показывает зависимость плотности налитой в банку жидкости от налитого объёма.



5. Шар с цепью.

К шару массой 10 кг, диаметром 30 см и объемом 14,1 л прикреплен одним концом железная цепь, другой конец которой свободен. Длина цепи 3 м, масса 9 кг. Шар с цепью находится в водоеме, глубина которого 3 м. Определите

глубину, на которой будет плавать шар. Считать, что железо тяжелее воды в 7,85 раз.

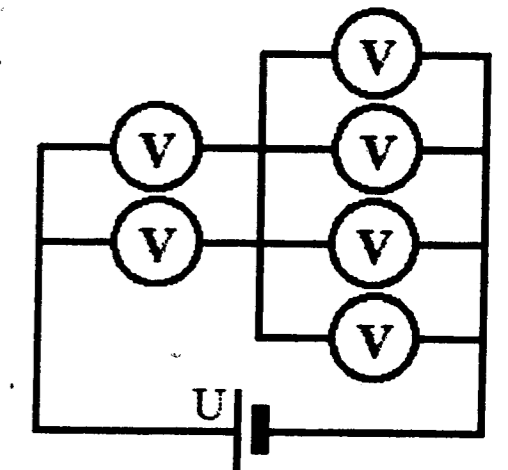
9 класс

1. Стометровка

Спортсмен, пробежав стометровку, начал останавливаться в момент пересечения линии финиша и полностью остановился на расстоянии 5 метров за ней. Определите, за какое время спортсмен пробежал дистанцию, если его наибольшая скорость была $V_{\max} = 10 \text{ м/с}$. Считать что при разгоне, и при торможении скорость спортсмена менялась равномерно, время разгона и время торможения одинаковы.

2. Вольтметры

Напряжение источника $U = 12 \text{ В}$. В схеме использованы одинаковые вольтметры. Найдите их показания.



3. Шар в аквариуме. В небольшом цилиндрическом аквариуме у дна находится шар, наполненный воздухом.

С течением времени шар сдувается. На сколько опуститься уровень жидкости в аквариуме (ответ выразите через радиус шарика)? Объёмом оболочки пренебречь. Радиус шара в два раза меньше радиуса аквариума.

Примечание: объём шара равен $\frac{4}{3}\pi \cdot r^3$, где r – радиус шара.

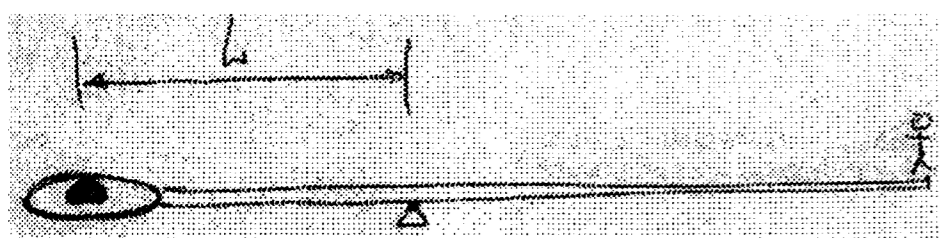
4. Метеоритная жидкость. Из упавшего на Землю метеорита в лаборатории была получена и помещена в закрытый сосуд загадочная бесцветная жидкость. Температура жидкости в закрытом сосуде всегда имела одно и то же значение T_0 .

Когда сосуд открыли, жидкость при контакте с земной атмосферой повела себя странно: $\frac{1}{4}$ часть всей массы жидкости мгновенно испарилась, при этом оставшаяся жидкость остыла на ΔT . Далее, оставшаяся в сосуде жидкость разделилась на две части – синюю и зелёную. Синяя нагрелась до первоначальной температуры T_0 , а зелёная остыла до температуры $\frac{T_0}{2}$.

Масса синей жидкости составила также $\frac{1}{4}$ часть массы всей жидкости, находящейся в закрытом сосуде. Найдите ΔT . Удельные теплоёмкости всех веществ одинаковы. Считать, что после испарения оставшаяся жидкость представляет собой замкнутую систему.

5. Пиротехнический аттракцион. К концу горизонтального невесомого стержня прикреплен тарелочка с горючим веществом. Расстояние от тарелочки до оси вращения стержня L (размеры тарелочки малы по сравнению с L). На другом конце стержня стоит мальчик массой m . В тот момент, когда тарелочку поджигают, мальчик начинает бежать с постоянной скоростью вдоль стержня так, что стержень остаётся в равновесии. Найдите скорость мальчика, если

вещество в тарелочке сгорает с постоянной скоростью μ . Массой тарелочки пренебречь.



M_0 – масса вещества в момент времени t , M – масса вещества в момент времени $t + \Delta t$.

Примечание. Величина

$$\mu = -\frac{\Delta M}{\Delta t} = -\frac{M - M_0}{\Delta t} = \frac{M_0 - M}{\Delta t}$$
 показывает изменение массы горючего вещества со временем, где

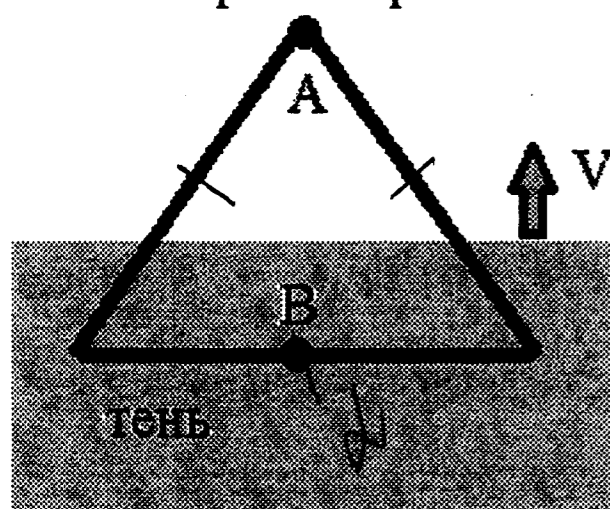
10класс

1. Один из способов измерения скорости звука. В глубине озера на большом расстоянии друг от друга находятся две маленькие подводные лодки А и Б. Лодка А неподвижна и через одинаковые промежутки времени излучает кратковременные (длительность сигнала много меньше, чем моменты времени между сигналами) звуковые сигналы, которые расходятся во все стороны в виде сферических поверхностей. Лодка Б движется с постоянной скоростью $v = 100 \frac{m}{c}$

вдоль прямой, соединяющей А и Б. Если Б удаляется от А, то Б слышит звуковые сигналы, повторяющиеся каждые $\Delta t_1 = 2,00c$, а если приближается, то слышит каждые $\Delta t_2 = 1,00c$. Найдите скорость звука в этом озере при этих условиях. Считайте, что лодки находятся на одной глубине вдали от поверхности и дна озера. Скорость звука постоянна и одинакова по всем направлениям. Затуханием звука с расстоянием пренебречь.

2. Фотосопротивление

Проволочный каркас в виде равностороннего треугольника с длиной стороны L спаян из фотосопротивлений, проводимость которых зависит от того, как они освещены. В тени сопротивление, приходящееся



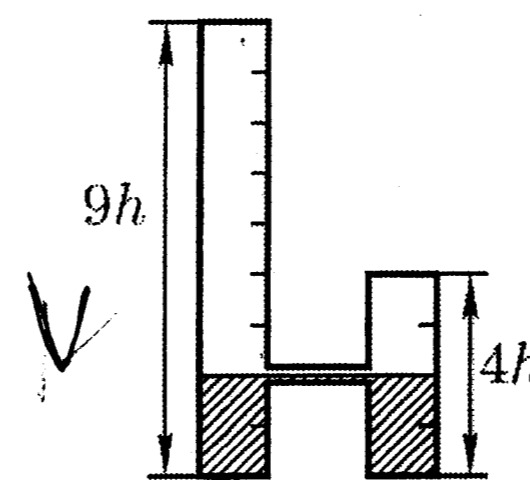
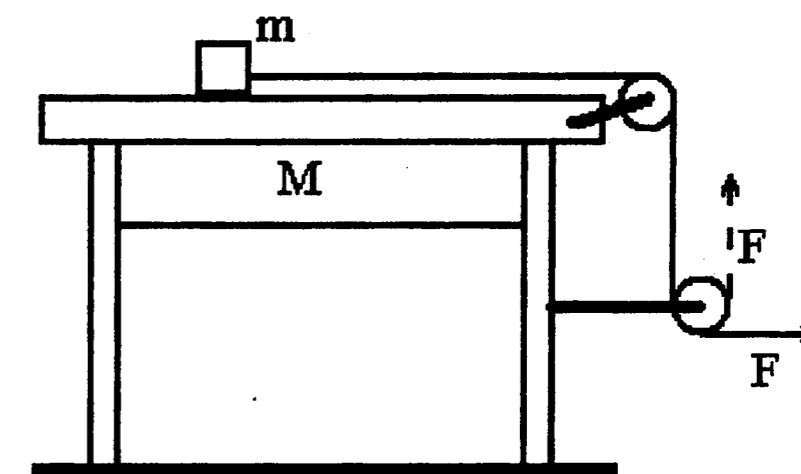
на единицу длины, равно ρ , а на солнце $\frac{\rho}{2}$. Тень от Солнца движется со скоростью V как показано на рисунке. Построить график зависимости сопротивления $R(t)$ между точками А и В от времени t . В начальный момент времени вся система освещена, граница тени находится ниже точки В.

3. Каша по-гусарски. Распожившись на привале, два отряда гусар решили разогреть кашу, которую взяли с собой в поход. У каждого отряда была своя кастрюля с кашей. Развести огонь было невозможно. Первый отряд поступил так – гусары встали возле кастрюли с кашей и одновременно выстрелили в кашу из пистолетов. Все пули застряли в каше. Известно, что пули массой $10g$ каждая влетали в кашу со скоростью $200 \frac{m}{c}$. Второй отряд поднял кастрюлю на край

обрыва и сбросил вниз с высоты $100m$. В обоих случаях каша нагрелась до одной и той же температуры. Сколько каши досталось каждому гусару? Считайте, что кастрюли с кашей совершенно одинаковые. Вся механическая энергия идёт только на нагрев каши. Масса кастрюли мала по сравнению с массой каши. При падении кастрюля не деформируется и не разрушается. В каждом отряде равное количество гусар.

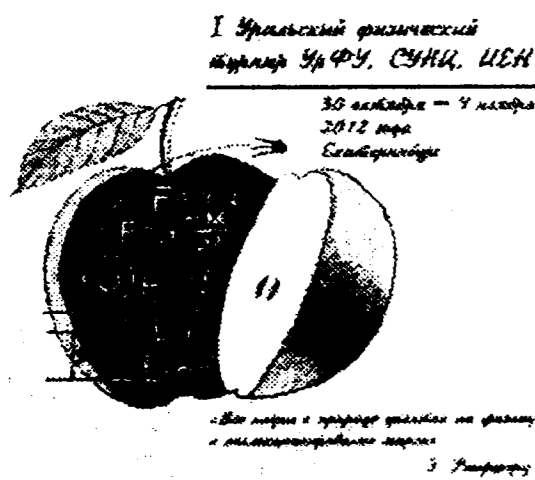
4. Движущийся стол

Стол массы $M = 15$ кг может перемещаться без трения по горизонтальному полу. На столе лежит груз массой $m = 10$ кг. К грузу прикреплена верёвка, перекинутая через два блока, закреплённых на столе. Коэффициент трения между столом и грузом равен $\mu = 0,6$. С каким ускорением будет двигаться стол, если к свободному концу верёвки приложить постоянную силу, равную $F = 80$ Н? Рассмотреть два случая: а) сила направлена горизонтально; б) сила направлена вертикально вверх.



5. И-образная трубка. Какой максимальный объём воды плотностью $\rho_1 = 1,0$ г/см³ можно налить в И-образную несимметричную трубку с открытыми верхними концами, частично заполненную маслом плотностью $\rho_2 = 0,8$ г/см³? Площадь горизонтального сечения вертикальных частей трубки равна S . Объёмом горизонтальной части трубки можно пренебречь. Вертикальные размеры трубки и высота столба масла приведены на рисунке 5 (высоту h считать заданной).

Примечание. Затыкать открытые концы трубки, наклонять её или выливать из неё масло запрещено.



**УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ
Б.Н.ЕЛЬЦИНА
Специализированный
учебно-научный центр
Институт естественных наук
I УРАЛЬСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ТУРНИР**

ЛИЧНАЯ ОЛИМПИАДА

8 КЛАСС

1. В закрытом тонкостенном металлическом бидоне находится керосин. Предложите способ, позволяющий определить примерный уровень керосина в бидоне, не пользуясь никакими измерительными приборами и не опрокидывая бидон.

2. В комнате на столе расположена установка, в которую вкручены три лампочки. Снаружи, в коридоре, расположены выключатели от каждой лампочки. Как определить какой выключатель от какой лампочки, если открыть дверь и войти в комнату можно только один раз?

3. На столе стоит неполный аквариум с солёной водой. В воду пустили плавать мяч массой m , при этом вода поднялась до краёв аквариума. Как найти плотность солёной воды в аквариуме, пользуясь линейкой? Аквариум прямоугольный. Мяч не касается стенок аквариума.

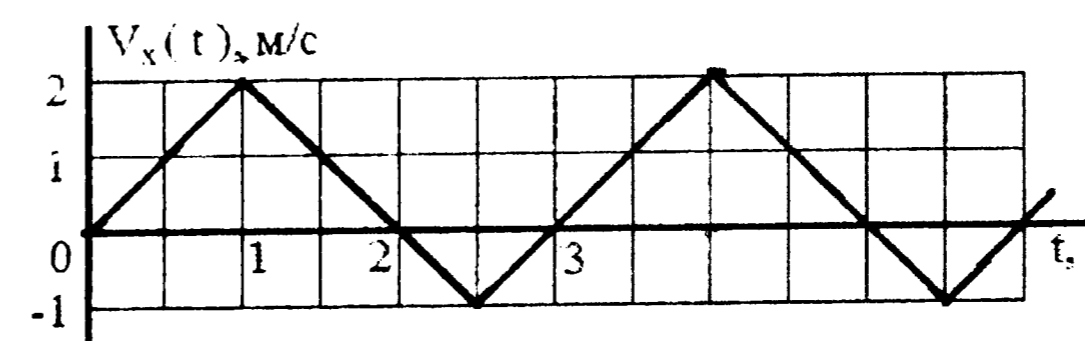
4. Первую половину пути Баба-Яга летела со скоростью $V_1=20$ км/ч. Затем погода испортилась, и половину оставшегося времени Яга пролетела со скоростью $V_2=10$ км/ч. В этот момент у неё сломалась метла, и ей, чтобы успеть на встречу с Лешим, пришлось оставшееся время идти пешком со скоростью $V_3=5$ км/ч. Найти среднюю скорость Бабы-Яги за всё время движения.

5. Сухое полотенце площадью 1500 см^2 весит 150 грамм. Мокрое полотенце весит 450 грамм, при этом с него начинает капать вода. Пляжник, спасаясь от дождя, растянул сухое полотенце над головой. Когда дождь закончился, уровень воды в стоящем рядом бассейне повысился на 1,5 мм. Промок ли пляжник? Плотность воды равна 1000 кг/м^3 .

9 КЛАСС

1. Автомобиль едет по дороге и каждые 3 секунды проезжает мимо столба. Увеличив скорость на некоторую величину ΔV , он стал проезжать мимо столба каждые 2 секунды. Как часто он будет проезжать мимо столба, если увеличит свою скорость ещё на ту же величину ΔV ?

2. Тело движется прямолинейно вдоль оси OX. График зависимости проекции скорости тела от времени представлен на рисунке.

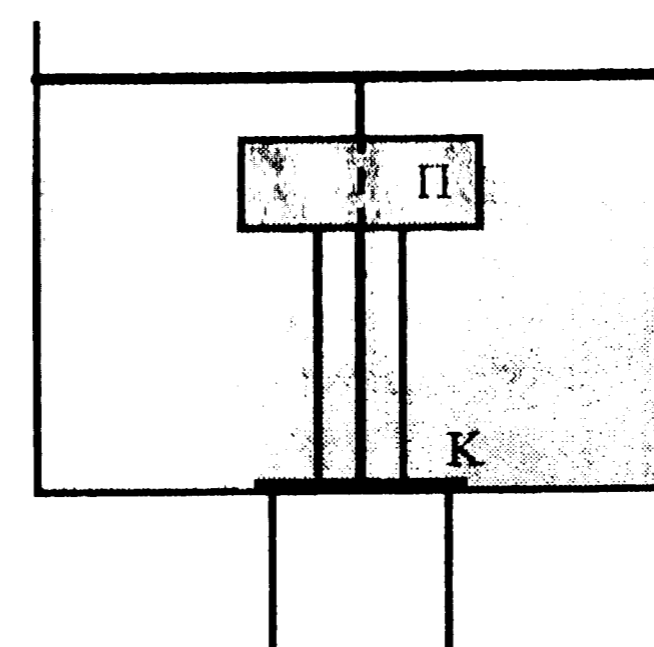


На каком расстоянии от начала координат окажется тело через 300 секунд? Чему равна средняя скорость тела за это время?

3. К дну стакана с квадратным сечением со стороной a приморожен ледяной кубик с длиной ребра $\frac{a}{2}$. В стакан наливают тёплую воду так, что она полностью покрывает кубик. Каким будет уровень воды, когда лёд полностью растает? Плотность льда ρ_l равна $0,9 \cdot \rho_w$, где ρ_w - плотность воды.

4. Ночью ожидают заморозки, синоптики обещают понижение температуры от 0°C до -5°C . Работники неотапливаемого овощехранилища решают налить на бетонный пол слой воды, чтобы поддержать температуру на отметке 0°C . Какое минимальное количество воды, взятой при 0°C им следует взять? Размеры хранилища $5 \cdot 10 \cdot 3\text{ м}^3$, удельная теплоёмкость воздуха $1,007 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$, удельная теплота плавления льда $3,33 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$, плотность воды $10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, плотность воздуха $1,4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

5. На рисунке изображён бак и система слива воды, представляющая собой плоский клапан К, который может без трения двигаться на вертикальном стержне. К клапану присоединён поплавок П.



В бак с постоянной скоростью $U = 1$ литр в секунду заливают воду. В некоторый момент пробка всплывает, слив открывается, уровень воды в баке понижается. Через некоторое время, когда воды становится мало, пробка тонет и закрывает отверстие. Какой интервал времени проходит между «закрыванием» и «открыванием» клапана? Масса поплавка с клапаном равна $M = 0,5\text{ кг}$, площадь дна бака $S_0 = 500\text{ см}^2$, площадь поплавка равна $S = 100\text{ см}^2$, площадь клапана $S_1 = 50\text{ см}^2$,

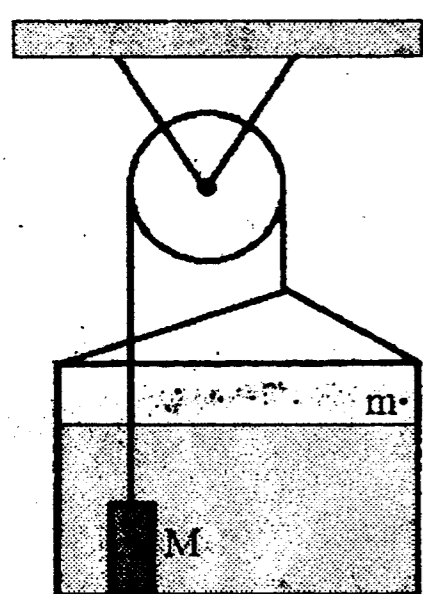
длина стержня $L = 10\text{ см}$, плотность воды $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

10 КЛАСС

1. По параллельным путям железной дороги едут три поезда, первый и второй поезд в одну сторону, а третий – им навстречу. Скорость первого поезда в два раза больше, чем скорость третьего поезда. Коля и Саша сидят во втором поезде и смотрят в противоположные окна. Коля наблюдает, как его обгоняет первый поезд: за некоторый промежуток времени t мимо него проходят шесть окон первого поезда. Перед Сашей за этот промежуток времени проходят три окна третьего поезда. Ширина окон и промежутков между ними у всех трёх поездов одинакова и равна L . Найдите скорость второго поезда.

2. С территории военной части X , расположенной вблизи города Y , одновременно выехали три танка. Они ехали по одной дороге, скорость каждого была постоянной. Скорость первого танка была равна $V_1 = 30 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$,

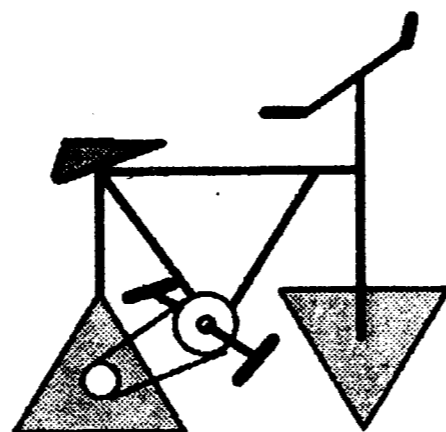
скорость второго $V_2 = 20 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Первый танк въехал в город Y в 19.00, второй



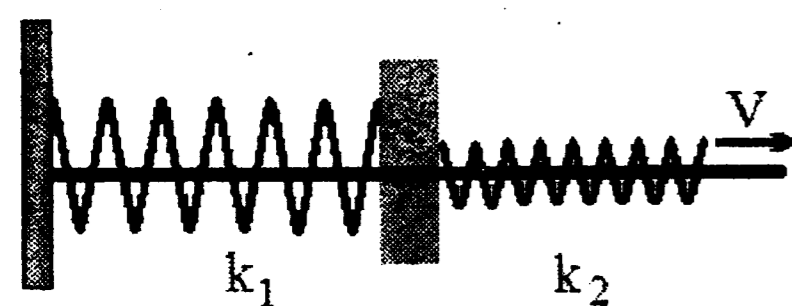
танк в 20.00, а третий в 21.00. Найти скорость третьего танка V_3 .

3. Сосуд с водой общей массы m уравновешен через блок грузом массы M . Система устроена так, что нити, проходящие через блок, вертикальны. Определить силу натяжения нити. Считать, что груз лежит на дне сосуда.

4. Велосипед с колёсами, имеющими форму равностороннего треугольника за время t прошёл по дороге достаточно большое расстояние S . Найдите среднее значение модуля скорости точки A , расположенной в вершине колеса. Колёса не проскальзывают по дороге, велосипед не отрывается от земли.



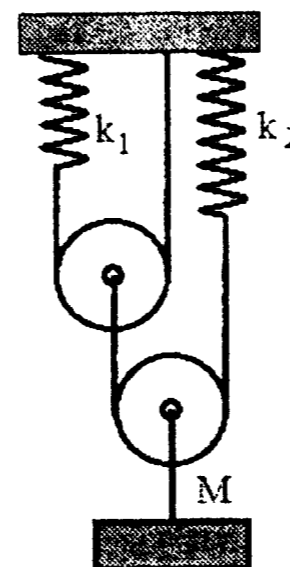
5. Две невесомые пружины с коэффициентами жёсткости $k_1 = 24 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ и



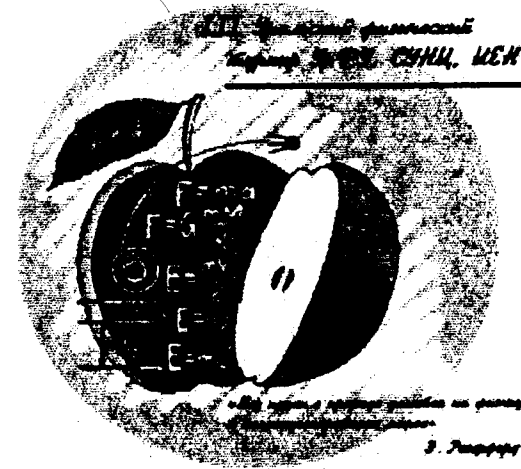
$k_2 = 12 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ и лёгкая шайба соединены вместе, как показано на рисунке. Шайба может скользить вдоль стержня без трения, левый конец системы закреплён. К свободному концу пружины

прикладывают такую силу $F(t)$, что он движется вправо с постоянной

скоростью $V = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. С какой скоростью при этом движется шайба? Найдите зависимость приложенной силы F от времени t .



6. В системе, изображенной на рисунке, пружины имеют жёсткости $k_1 = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ и $k_2 = 200 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. К нижнему блоку подвешивают груз массой $M = 8 \text{ кг}$. Система приходит в равновесие. На сколько при этом сместится нижний блок? Пружины, нити и блоки невесомы.



Уральский федеральный университет
имени первого президента России Б.Н.Ельцина
Институт естественных наук
Специализированный учебно-научный центр

III Уральский физический турнир
памяти Александра Ивановича Кроткого

ЛИЧНАЯ ОЛИМПИАДА

8 класс

1. Профессор У делает N шагов в течение промежутка времени Δt , а длина его шага l .

► Найдите скорость профессора. (5 баллов)

2. Из льда сделали лодочку, в которую положили камень. Лодочку с камнем поместили в небольшой аквариум.

► Как изменится уровень воды, если лодочка из льда растает, а камень утонет? (10 баллов)

3. Однажды два пирата нашли на острове У сундук массой $m = 500 \text{ кг}$, стоящий на горизонтальной поверхности. Пираты с противоположных сторон привязали к сундуку пружины, то есть пружина 1 находится с северной стороны сундука, пружина 2 – с южной. Пружины в начальный момент не деформированы. Пираты взялись за свободные концы своих пружин и одновременно побежали в противоположные стороны с одинаковыми по модулю скоростями $v_1 = v_2 = v = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. В какую сторону сдвинется сундук, когда придёт в движение?

Жёсткости пружин $k_1 = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, $k_2 = 200 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Коэффициент трения между сундуком и землёй 0,2. Обувь пиратов снабжена шипами, их ноги не скользят по земле.
► Через какое время после начала движения пиратов сундук начнёт двигаться? (15 баллов)

4. Профессор У выехал на велосипеде из дома и проехал по прямой расстояние S со скоростью $2v$. Неожиданно велосипед сломался и профессор У, двигаясь дальше по прямой, преодолел пешком со скоростью $\frac{v}{2}$ расстояние $2S$. После этого профессора подобрал его ассистент и на машине отвёз по кратчайшему пути домой со скоростью $5v$.

► Найдите среднюю скорость профессора У. (10 баллов)

5. В бочку объёмом $V = 90 \text{ л}$, которая была на две трети заполнена мёдом, залез Винни-Пух. При этом уровень мёда поднялся до краёв, и часть мёда массой

$m = 9,0 \text{ кг}$ вытекла наружу, а из бочки осталась торчать голова медвежонка, объём которой равен одной десятой части объёма Винни-Пуха. Плотность мёда $\rho_0 = 1,5 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

► Определите массу Винни-Пуха, если его средняя плотность $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. (10 баллов)

9 класс

1. По автотрассе Екатеринбург-Чебоксары движется поток автомобилей. Расстояние между соседними машинами одинаково и равно $L = 100 \text{ м}$. Скорость потока, движущегося в Чебоксары, равна $V_1 = 54 \text{ км/ч}$, скорость обратного потока равна $V_2 = 90 \text{ км/ч}$. Профессор У, приглашённый в Чебоксары читать лекции по физике, проехал в одном направлении $S = 3 \text{ км}$, затем вспомнил, что забыл дома ноутбук, развернулся и проехал 3 км в обратном направлении.

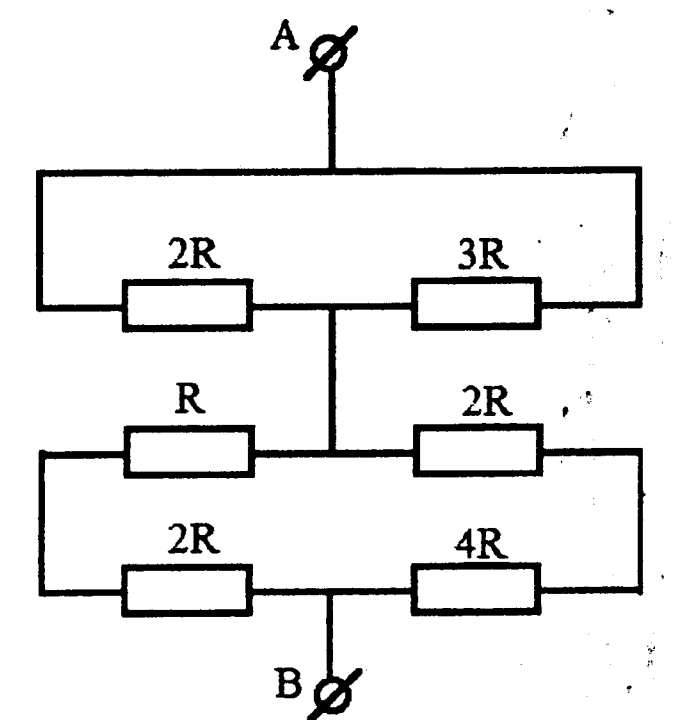
► Сколько машин он встретил? Временем разворота пренебречь. (5 баллов)

2. Действие снимаемого в недалёком будущем фантастического фильма по замыслу сценаристов происходит на планете У, ускорение свободного падения на которой равно $g_y = 1,6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Часть эпизодов была снята на поверхности этой планеты с частотой кадров $n_y = 25 \text{ с}^{-1}$ (25 кадров в секунду). Съёмки ряда эпизодов происходят на Земле в павильоне, где построен макет местности в масштабе 1 : 25. По сценарию события выглядят таким образом: на высоте $H = 50 \text{ м}$ над поверхностью планеты У движется летающий объект, в него врежется корабль, движущийся горизонтально, а затем зритель видит падение обломков.

► С какой частотой следует производить съёмку фильма в земном павильоне, чтобы зритель не заметил различий между событиями на Луне и на планете У? (15 баллов)

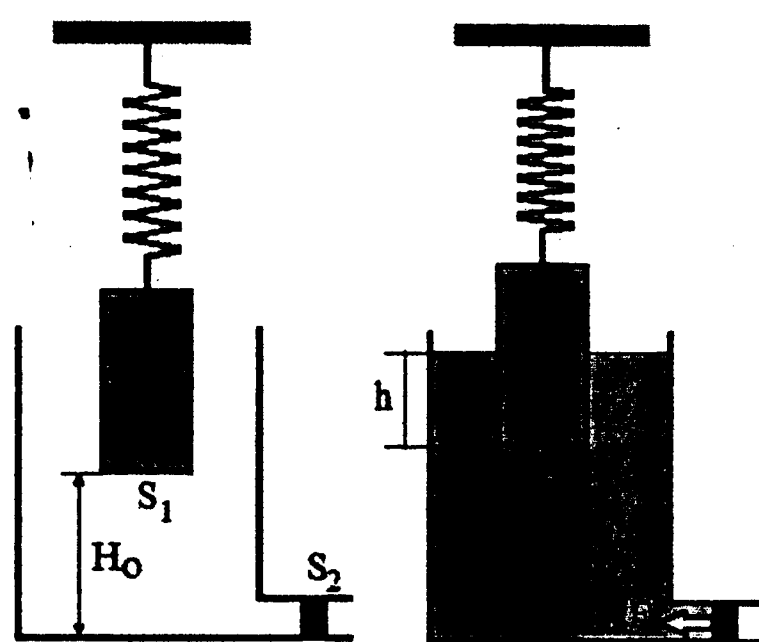
3. Профессор У собрал электрическую схему (см. рисунок).

► Найдите сопротивление между точками А и В. (10 баллов)



4. Аспирант профессора У смешал горячую воду с температурой $t_1 = 90^\circ \text{C}$ и холодную воду с температурой $t_2 = 10^\circ \text{C}$. В результате от получил $m = 100 \text{ кг}$ воды с температурой $t = 30^\circ \text{C}$.

► Сколько он взял горячей воды? (5 баллов)



5. Цилиндр подвешен с помощью пружины жёсткости k к потолку. Нижнее основание цилиндра имеет площадь S_1 и находится на высоте H_0 от дна сосуда. К дну сосуда подведена тонкая трубка площадью сечения S_2 , закрытая подвижным поршнем. В сосуд налили воду так, что поршень в трубе приходится удерживать с некоторой силой F .

► Найдите глубину h , на которую погрузится в воду цилиндр. (15 баллов)

10 класс

1. Профессор У наблюдает за мухой, двигающейся с постоянным по модулю и направлению ускорением $a=2\text{м/с}^2$. В некоторый момент времени модуль скорости мухи был равен V_0 , через секунду модуль скорости уже был равен V_1 , а еще через секунду модуль скорости был равен V_2 . Определить скорость V_0 , если известно, что:

- $V_1 = 2V_0$, $V_2 = 3V_0$ (2 балла);
- $V_1 = V_0$, $V_2 = 3V_0$ (3 балла);
- $V_1 = V_0/2$, $V_2 = V_0/4$ (5 баллов).

2. На горизонтальном столе профессора У лежат четыре связанных между собой одинаковых золотых слитка массой по 2 кг. Нити, связывающие слитки, в начальный момент не натянуты и не провисают. Коэффициент трения золота о профессорский стол равен 0,2. К первому слитку профессор прикладывает горизонтальную силу F . Найти силу натяжения нити между третьим и четвертым слитком, если:

- $F = 17\text{Н}$ (3 балла);
- $F = 14\text{Н}$ (4 балла);
- $F = 11\text{Н}$ (3 балла).

3. Когда столбик термометра в кабинете Профессора У опустился до 10°C , он достал источник постоянного напряжения (без внутреннего сопротивления) и подключил к его клеммам кусок проволоки для обогрева. Температура проволоки при этом стала равна 80°C . Профессору температура показалась недостаточно высокой, и он заменил данную проволоку на точно такую же, только в два раза толще.

► Во сколько раз изменилось сопротивление проволоки? (2 балла)

- Во сколько раз изменилась мощность выделяемая проволокой? (3 балла)
- До какой температуры теперь нагрелась проволока? (5 баллов).

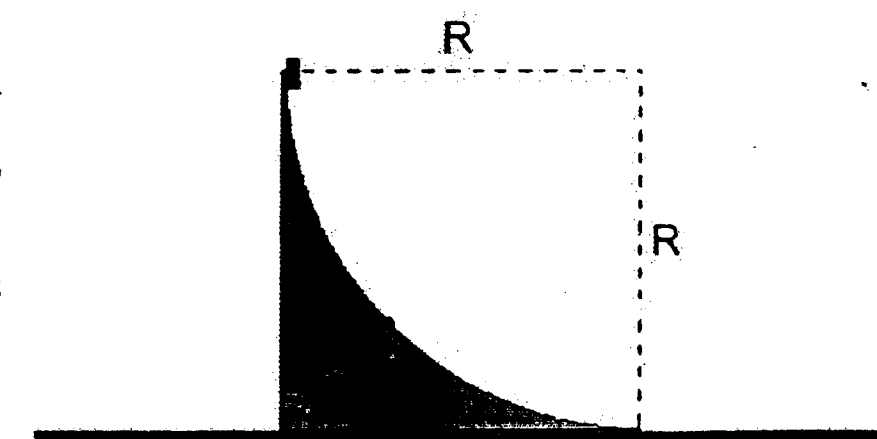
4. Профессор У взял один бочонок с десятью литрами горячей воды (80°C) и один бочонок с десятью литрами холодной воды (20°C).

► Какая будет температура воды, если содержимое этих бочонков смешать? (2 балла)

► Какая температура воды будет в каждом бочонке, если вначале из бочонка с горячей водой перелить литр в бочонок с холодной водой, перемешать, а потом обратно в бочонок с горячей водой перелить лишний литр из бочонка с холодной водой? (3 балла)

► Какая будет сумма температур воды в бочонках, если операцию переливания воды туда и обратно, описанную в предыдущем пункте, совершить 25 раз? (5 баллов)

5. На очень гладком столе у Профессора У стоит трамплин ($R=2\text{м}$, $M=16\text{ кг}$), по которому может скользить без трения шайба ($m=9\text{ кг}$). Профессор запускает без начальной скорости эту шайбу. Определите скорость шайбы относительно стола в момент:



- когда шайба полностью съехала с закрепленного трамплина (2 балла);
- когда шайба полностью съехала с незакрепленного трамплина (3 балла);
- когда шайба была ровно на середине (А) незакрепленного трамплина (5 баллов).