

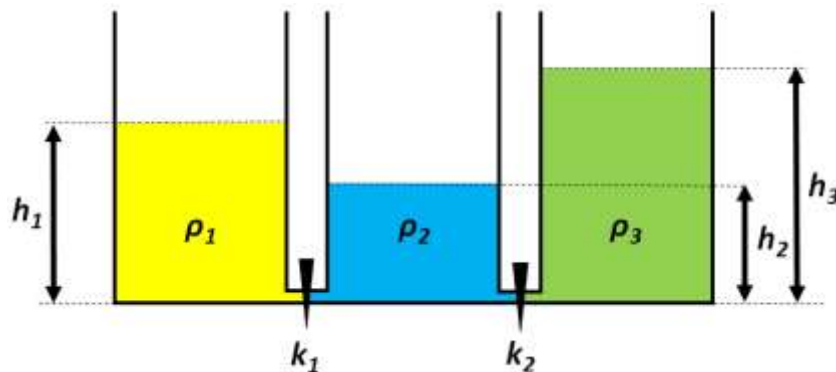
## 9 класс Вариант 1

### Задача 1

В цилиндрический сосуд с площадью основания  $200 \text{ см}^2$  налито некоторое количество жидкости плотностью  $1.1 \text{ г/см}^3$ . В жидкости плавает кубик, скреплённый с дном сосуда пружиной жёсткостью  $8800 \text{ Н/м}$ . Пружина изначально не деформирована. После того, как в сосуд долили ещё  $300 \text{ мл}$  той же жидкости, пружина растянулась на  $1.25 \text{ см}$ . Верхняя грань кубика все время выступала над поверхностью жидкости. Определите изменение высоты погруженной части кубика.

### Задача 2

Три одинаковых сосуда соединены тонкими трубками, перекрытыми кранами  $k_1$  и  $k_2$ . В сосуды наливают жидкости с плотностями  $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ . В левый сосуд наливают жидкость  $\rho_1$  до уровня  $h_1 = 14 \text{ см}$ , в центральный — жидкость  $\rho_2$  до уровня  $h_2 = 12 \text{ см}$ , в правый — жидкость  $\rho_3$  до уровня  $h_3 = 30 \text{ см}$ . Затем открывают кран  $k_1$ , дожидаются, когда столбики жидкостей в сосудах придут в равновесие (жидкости не перемешиваются), после чего закрывают. Потом открывают кран  $k_2$ , дожидаются равновесия, и закрывают. В результате в центральном и правом сосудах под первоначальной жидкостью образовался слой жидкости из левого сосуда, причем его толщина в центральном сосуде оказалась в **2 раза** меньше установившегося уровня жидкости в левом сосуде, а в правом — в **4 раза** меньше. Найдите отношение плотностей  $\rho_1:\rho_2:\rho_3$ . Жидкости не смешиваются и не выливаются из сосудов.



### Задача 3

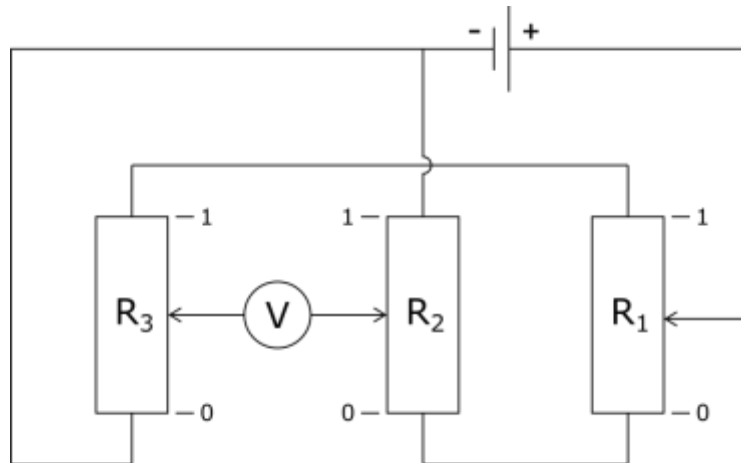
В сосуде находится некоторое количество воды при температуре  $0^\circ\text{C}$ , система находится в тепловом равновесии. Сосуд нагревают, прикладывая постоянную мощность в течение определённого времени. После прекращения нагрева, когда температуры выровнялись, температура воды составила  $50^\circ\text{C}$ . Эту воды вылили из сосуда и налили в него столько же воды при температуре  $0^\circ\text{C}$ . После повторения процедуры нагрева и установления теплового равновесия температура воды оказалась равной  $60^\circ\text{C}$ . Воду сливают вновь, наливают столько же воды при температуре  $0^\circ\text{C}$  и повторяют нагрев. Какова будет температура воды после установления теплового равновесия? Теплопотери пренебречь.

#### Задача 4

Плоскость разделена на две части прямой линией. Деревянный брусок ставят на левую часть плоскости на некотором расстоянии от линии раздела. Известно, что коэффициент трения при движении бруска по левой части равен  $\mu_1 = 0.1$ , по правой –  $\mu_2 = 0.2$ . Брусок толкают по направлению, перпендикулярному к линии раздела, с начальной скоростью  $v$ . Пройдя после пересечения линии раздела расстояние  $x=25$  см, он останавливается. Весь путь брусок преодолел за время  $T_1$ . Затем его ставят на правую часть плоскости и вновь толкают по направлению, перпендикулярному к линии раздела, с начальной скоростью  $u$ . Через время  $T_2$  после начала движения брусок останавливается, пройдя после пересечения линии расстояние  $y=50$  см. Определите разность  $v-u$ , если известно, что  $\mu_1 T_1 = \mu_2 T_2$ . Бруски считайте точечными. Ускорение свободного падения  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

#### Задача 5

Три потенциометра подключены в цепь постоянного тока, как показано на рисунке. Варьируя положения подвижных контактов потенциометров, было установлено, что при установленных **посередине** подвижных контактах потенциометров 2 и 3 (положения **0.5**) вольтметр между ними будет показывать **ноль**, если подвижный контакт потенциометра 1 установить в положение **0.1**. Определите отношение  $R_3:R_1$ , если известно, что  $R_2:R_1 = 3$ .



**Примечание:** Потенциометр представляет собой резистор с тремя выводами и может быть реализован в виде металлической проволоки, намотанной виток к витку на диэлектрический стержень. Два вывода подключаются к концам проволоки, а третий – к подвижному контакту, скользящему вдоль стержня, обмотанному проволокой.

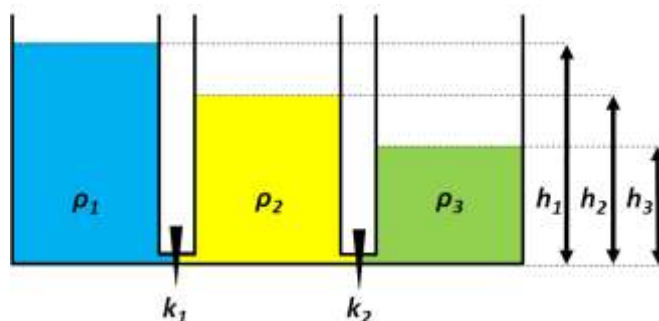
## 9 класс Вариант 2

### Задача 1

В цилиндрический сосуд налито некоторое количество жидкости плотностью  $0.8 \text{ г/см}^3$ . В жидкости плавает кубик, скреплённый с дном сосуда и его крышкой пружинами жёсткостью  $2000$  и  $2400 \text{ Н/м}$ , соответственно. Пружины соединены параллельно и изначально не деформированы. Площадь грани кубика в  $2$  раза меньше площади основания сосуда. В сосуд долили ещё  $687.5 \text{ мл}$  жидкости плотностью  $0.64 \text{ г/см}^3$ , после чего высота погруженной в первую жидкость части кубика изменилась на  $1 \text{ см}$ . Верхняя грань кубика все время выступала над поверхностью жидкости. Определите площадь основания сосуда.

### Задача 2

Три одинаковых сосуда соединены тонкими трубками, перекрытыми кранами  $k_1$  и  $k_2$ . В сосуды наливают жидкости с плотностями  $\rho_1=1 \text{ г/мл}$ ,  $\rho_2=0.8 \text{ г/мл}$ ,  $\rho_3=0.7 \text{ г/мл}$ . В левый сосуд наливают жидкость  $\rho_1$  уровня  $h_1$ , в центральный - жидкость  $\rho_2$  до уровня  $h_2$ , в правый - жидкость  $\rho_3$  до уровня  $h_3$ . Затем открывают кран  $k_2$ , дожидаются, когда столбики жидкостей в сосудах придут в равновесие (жидкости не перемешиваются), после чего закрывают. Потом открывают кран  $k_1$ , дожидаются равновесия, и закрывают. В результате высота жидкости в левом сосуде оказалась равна  $h_2$ , а толщина слоя жидкости  $\rho_1$  в центральном сосуде оказалась равна  $h_3$ . Определите отношение начальных высот  $h_1:h_2:h_3$ .



### Задача 3

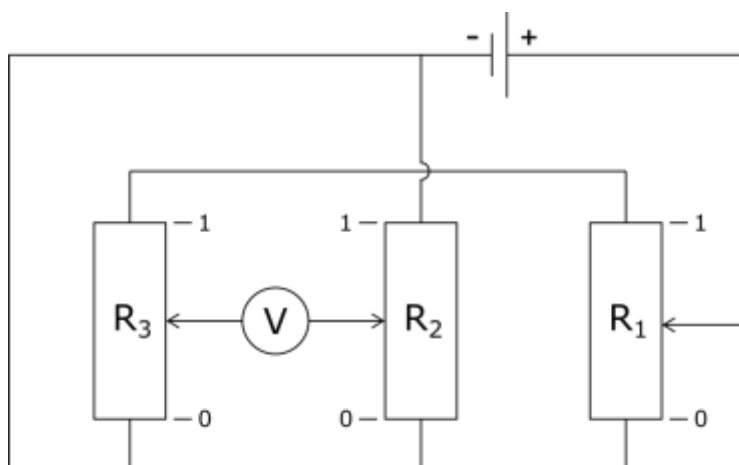
Имеются три одинаковых термоса. В первом термосе находится лёд при температуре  $-20^\circ\text{C}$ , во втором холодная вода при температуре  $0^\circ\text{C}$ , а в третьем – горячая вода при температуре кипения  $100^\circ\text{C}$ . Массы всех термосов с учётом их содержимого одинаковы. Экспериментатор начинает последовательно измерять температуру веществ в термосах при помощи точного термометра. Изначально термометр находился в термосе со льдом и показывал температуру  $-20^\circ\text{C}$ . После этого экспериментатор перенёс термометр в термос с холодной водой, где после установления теплового равновесия он стал показывать температуру  $0^\circ\text{C}$ . Затем термометр был перенесён в термос с горячей водой, где после установления теплового равновесия он показал температуру  $98.2^\circ\text{C}$ . Какую температуру покажет термометр после установления теплового равновесия, если его снова поместить в термос с холодной водой? Пренебrecь теплообменом с внешней средой и переносом воды или льда вместе с термометром.

#### Задача 4

Плоскость разделена на две части прямой линией. Деревянный брусок ставят на левую часть плоскости на некотором расстоянии от линии раздела. Известно, что коэффициент трения при движении бруска по левой и правой частям плоскости отличаются. Брусок толкают по направлению, перпендикулярному к линии раздела, с некоторой начальной скоростью. При пересечении линии раздела скорость бруска составила  $v_1 = 3 \text{ м/с}$ . Второй такой же брусок ставят на правую часть плоскости и также толкают по направлению, перпендикулярному к линии раздела, с той же начальной скоростью, что и первый. Его скорость при пересечении линии раздела составила  $v_2 = 4 \text{ м/с}$ . Известно, что до остановки оба бруска преодолели одинаковое расстояние, и что время движения брусков после пересечения линии раздела также было одинаковым. Во сколько раз дольше двигался первый брусок по сравнению со вторым? Бруски считайте точечными.

#### Задача 5

Три потенциометра подключены в цепь постоянного тока, как показано на рисунке. В каком положении надо установить подвижный контакт потенциометра 1, чтобы при установленных посередине контактах потенциометров 2 и 3 (положение **0.5**) вольтметр показывал нулевое напряжение? Известно, что полные сопротивления потенциометров соотносятся как  $R_1:R_2:R_3 = 1:2:6$ .



**Примечание:** Потенциометр представляет собой резистор с тремя выводами и может быть реализован в виде металлической проволоки, намотанной виток к витку на диэлектрический стержень. Два вывода подключаются к концам проволоки, а третий – к подвижному контакту, скользящему вдоль стержня, обмотанному проволокой.

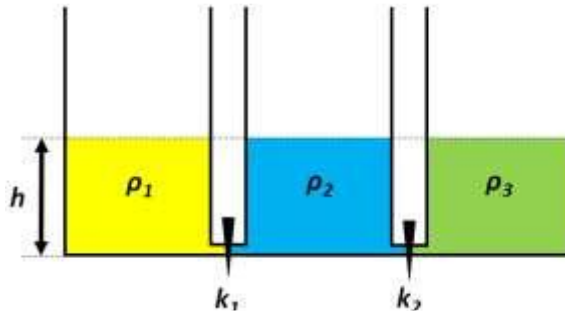
## 9 класс Вариант 3

### Задача 1

В цилиндрический сосуд с площадью основания  $450 \text{ см}^2$  налито некоторое количество жидкости плотностью  $0,72 \text{ г/см}^3$ . В жидкости плавает кубик с длиной ребра  $15 \text{ см}$ , скреплённый с дном сосуда двумя параллельно соединенными одинаковыми пружинами жёсткостью  $90 \text{ Н/м}$ . Пружины изначально растянуты. На кубик поставили гирьку. В результате модуль упругой силы, действующей на кубик со стороны пружин, не изменился, а объём погруженной части кубика удвоился и стал равен объёму непогруженной части до того, как поставили гирьку. Определите массу гирьки.

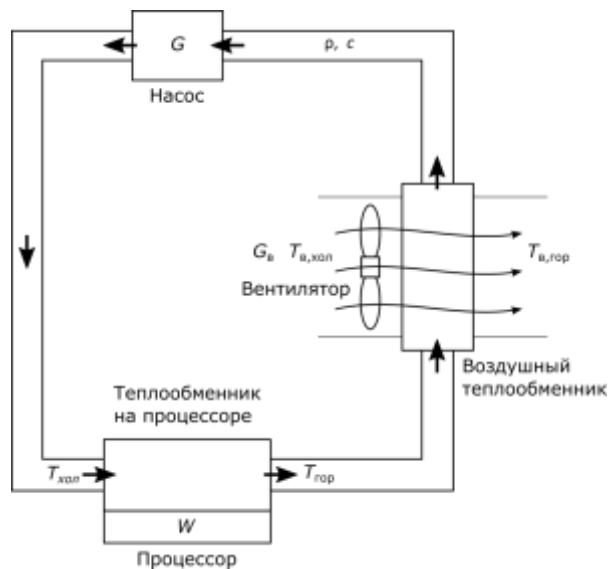
### Задача 2

Три одинаковых сосуда соединены тонкими трубками, перекрытыми кранами  $k_1$  и  $k_2$ . В сосуды налиты жидкости с плотностями  $\rho_1 > \rho_3 > \rho_2$ . Начальная высота столбиков жидкости в сосудах одинакова и равна  $h$ . Сначала открывают кран  $k_2$ , дожидаются, когда столбики жидкостей в сосудах придут в равновесие, после чего закрывают. Затем открывают кран  $k_1$ , дожидаются равновесия, и закрывают. В результате в среднем сосуде образовался столбик из трех жидкостей, причем толщина нижнего слоя оказалась в  $10$  раз меньше начальной высоты  $h$ , а среднего – в  $9$  раз меньше  $h$ . Найдите отношение плотностей  $\rho_1$ :  $\rho_3$  и  $\rho_3$ :  $\rho_2$ . Жидкости не смешиваются.



### Задача 3

Процессор компьютера охлаждается водяной системой охлаждения, принципиальная схема которой представлена на рисунке. В ней по замкнутому контуру циркулирует теплоноситель с плотностью  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  и удельной теплоёмкостью  $c = 4200 \text{ Дж/(кг*К)}$ . Насос, обеспечивая расход теплоносителя  $G = 6 \text{ мл/с}$ , прокачивает жидкость через теплообменник на процессоре, а затем через теплообменник, обдуваемый вентилятором. При полной загруженности процессора его тепловыделение максимально и составляет  $W = 100 \text{ Вт}$ . В этом режиме были измерены температура воздуха перед вентилятором  $T_{\text{в,хол}} = 20^\circ\text{C}$  и после воздушного теплообменника  $T_{\text{в,гор}} = 32^\circ\text{C}$ . При некоторой малой загруженности процессора температура перед вентилятором осталась той же, а температура после воздушного теплообменника уменьшилась до  $T_{\text{в,гор}}' = 23^\circ\text{C}$  (при этом скорость вращения вентилятора не изменилась). Чему равна температура жидкости на выходе из теплообменника  $T_{\text{гор}}'$  на процессоре, когда он работает в этом режиме неполной нагрузки, если известна температура жидкости  $T_{\text{хол}}' = 27^\circ\text{C}$  на входе в этот теплообменник?

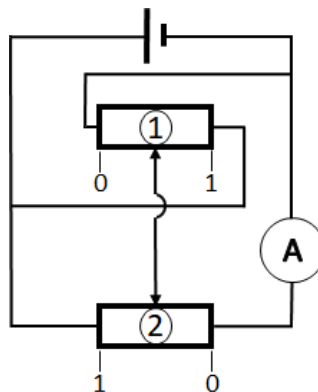


#### Задача 4

Брусек длиной  $L$  и массой  $M$  лежит на шероховатой поверхности. На верхней, идеально гладкой грани бруска, у правого его края стоит маленький грузик массой  $m$ . Бруску сообщили некоторую скорость (направленную вправо вдоль бруска), стукнув его по левому торцу. После этого брусок проехал расстояние  $S=4.2L$  за время  $t$  и остановился. Если бы с бруска сняли грузик перед тем, как сообщить ему начальную скорость, то до остановки он бы проехал расстояние  $S'=5L$  за время  $T$ . Найдите отношение  $T/t$ . Грузик считайте точечным.

#### Задача 5

Два потенциометра и амперметр подключены в цепь постоянного тока, как показано на рисунке. Потенциометры одинаковой длины  $L$ , но разного полного сопротивления, выровнены относительно друг друга, а их подвижные контакты соединены жестким проводом так, что могут передвигаться только вместе. Изначально подвижный контакт потенциометра 1 находился в положении  $x = L/2$ , отсчитываемом от нуля слева. В некоторый момент времени жесткий провод, соединяющий подвижные контакты потенциометров, смещают в положение  $x' = L/3$  по шкале потенциометра 1. Показание амперметра после перемещения провода изменилось в  $\alpha$  раз. Определите отношение полных сопротивлений потенциометров 1 и 2. Источник ЭДС – идеальный.



**Примечание:** Потенциометр представляет собой резистор с тремя выводами и может быть реализован в виде металлической проволоки, намотанной виток к витку на диэлектрический стержень. Два вывода подключаются к концам проволоки, а третий – к подвижному контакту (ползунку), скользящему вдоль стержня, обмотанному проволокой.

## 9 класс Вариант 4

### Задача 1

В закрытый кубический сосуд с длиной ребра **30 см** налито некоторое количество жидкости плотностью **1050 кг/м<sup>3</sup>**. В жидкости друг под другом плавают два одинаковых кубика, соединённых жесткой тонкой перемычкой длиной **5 см**. Нижний груз прикреплен ко дну недеформированной пружины жёсткостью **1134 Н/м** и длиной **6 см**, а верхний погружен в жидкость на глубину **2 см**. После того, как сосуд перевернули, оказалось, что пружина растянулась на **1 см**, а в жидкость погружен только один из кубиков, причем та его часть, которая не была погружена изначально. Определите расстояние от дна сосуда до ближайшего кубика после переворота сосуда.

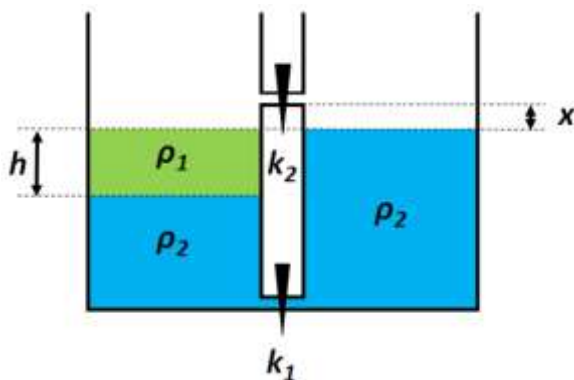
### Задача 2

Экспериментальная установка, изображенная на рисунке, предназначена для измерения плотности масла. Она представляет собой два одинаковых сосуда, соединенных двумя тонкими трубочками: у самого дна и посередине. В каждой трубочке установлены краны ( $k_1$  и  $k_2$ ), изначально они закрыты. В левом сосуде находятся несмешивающиеся вода (плотность  $\rho_2 = 1$  г/мл) и масло с неизвестной плотностью  $\rho_1$ , в правом только вода. Поверхности жидкостей в сосудах находятся на одном уровне, причем ниже верхней трубочки.

Студентам предлагалось определить плотность масла  $\rho_1$ , выполнив следующие действия:

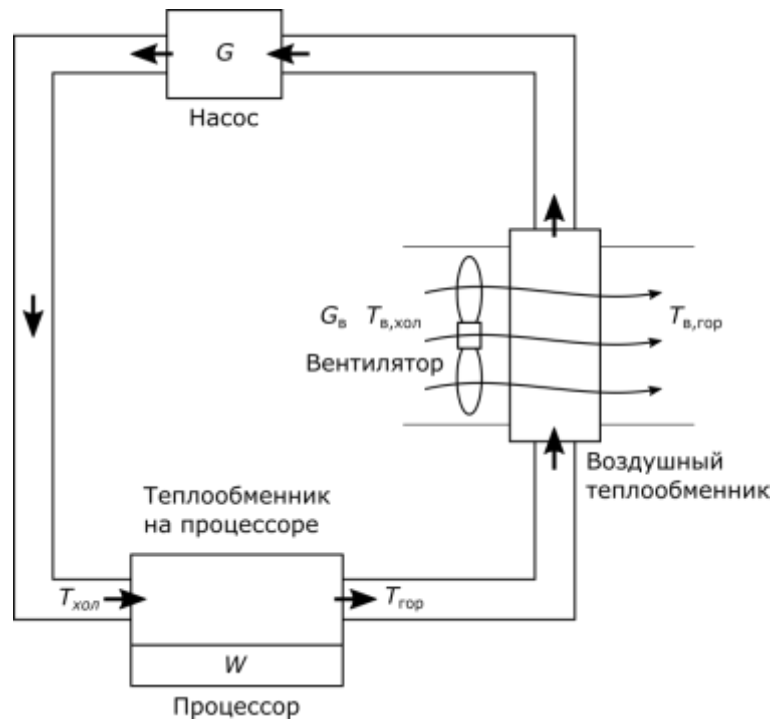
- 1) Измерить высоту столба масла  $h$  и расстояние  $x$  от поверхности жидкости в правом сосуде до верхней трубочки.
- 2) Открыть кран  $k_1$  и дождаться равновесия.
- 3) Закрыть кран  $k_1$ , открыть  $k_2$  и дождаться равновесия.
- 4) Закрыть  $k_2$ , вновь открыть  $k_1$ , дождаться равновесия.
- 5) Измерить расстояние  $y$  от верхней трубочки до поверхности жидкости в правом сосуде.
- 6) По результатам измерений  $h$ ,  $x$  и  $y$  вычислить плотность масла.

Один студент поленился делать эксперимент, измерил только  $h=15$  см и  $x=1$  см и пошел домой. Накануне сдачи отчета он «подогнал» значение  $y$  так, чтобы плотность масла получилась  $\rho_1 = 0,8$  г/мл. Какое значение  $y$  он взял?



### Задача 3

В офис закупили два компьютера с разными процессорами, но одинаковой системой жидкостного охлаждения. В подобных системах насос прокачивает жидкий теплоноситель по замкнутому контуру между теплообменником на процессоре и теплообменником, который обдувается вентилятором (см. схему). При тестовой нагрузке процессоров в обеих системах была измерена температура воздуха после воздушного теплообменника: в первом компьютере температура составила  $T_{в,гор} = 32^\circ\text{C}$ , во втором —  $T_{в,гор}' = 35^\circ\text{C}$ . Также оказалось, что расход насоса и вентилятора у второго компьютера в **1.3** раз больше, чем у первого. Какой должна быть температура в комнате  $T_{в,хол}$ , чтобы жидкий теплоноситель, проходя через теплообменник на процессоре у второго компьютера, также нагревался в **1.3** раза больше, чем в первой системе?



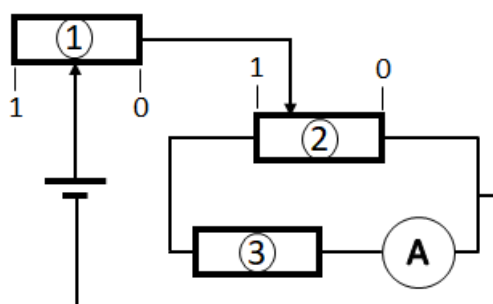
### Задача 4

В центр квадратного стола, покрытого скатертью, ставят тарелочку. Затем скатерть выдергивают из-под тарелочки с постоянной скоростью, направленной параллельно стороне стола. В результате тарелочка останавливается на краю стола. Определите, с какой скоростью выдергивали скатерть. Коэффициент трения тарелочки о скатерть —  $\mu_1$ , коэффициент трения тарелочки о стол —  $\mu_2$ , длина стороны стола —  $L$ , площадь скатерти равна площади стола.



### Задача 5

Реостат 1, потенциометр 2, резистор 3 и амперметр подключены в цепь постоянного тока, как показано на рисунке. Реостат и потенциометр одинаковой длины, но разного полного сопротивления, а сопротивление резистора 3 равно полному сопротивлению потенциометра 2. Изначально подвижный контакт реостата находился в положении  $x$ , отсчитываемое от нуля справа, потенциометра – в положении  $y$ . В некоторый момент времени подвижный контакт потенциометра 2 сместили до конца влево, на то же расстояние влево переместили подвижный контакт реостата 1. Показания амперметра до и после перемещения контактов оказались одинаковыми. Определите отношение полных сопротивлений потенциометра 2 и реостата 1. Источник ЭДС – идеальный.



**Примечание:** Потенциометр представляет собой резистор с тремя выводами и может быть реализован в виде металлической проволоки, намотанной виток к витку на диэлектрический стержень. Два вывода подключаются к концам проволоки, а третий – к подвижному контакту, скользящему вдоль стержня, обмотанному проволокой.

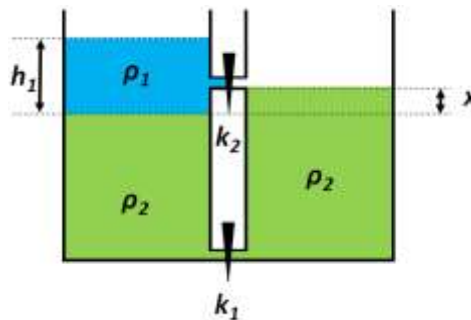
## 9 класс Вариант 5

### Задача 1

Кубическая ванночка с ребром **12 см** с толстыми стенками и тонким дном плавает внутри сосуда площадью **900 см<sup>2</sup>** в жидкости плотностью **0.92 г/см<sup>3</sup>**. Ванночка прикреплена ко дну пружиной жёсткостью **414 Н/м**, при этом в изначальный момент она пуста, а пружина не деформирована. Ванночку утопили в жидкости и затем отпустили, вследствие чего она наполнилась жидкостью до краёв, а пружина сжалась на **3 см**. Какова толщина стенок, если верхний край наполненной ванночки всё ещё находится над поверхностью жидкости, а все её боковые стенки имеют одинаковую толщину?

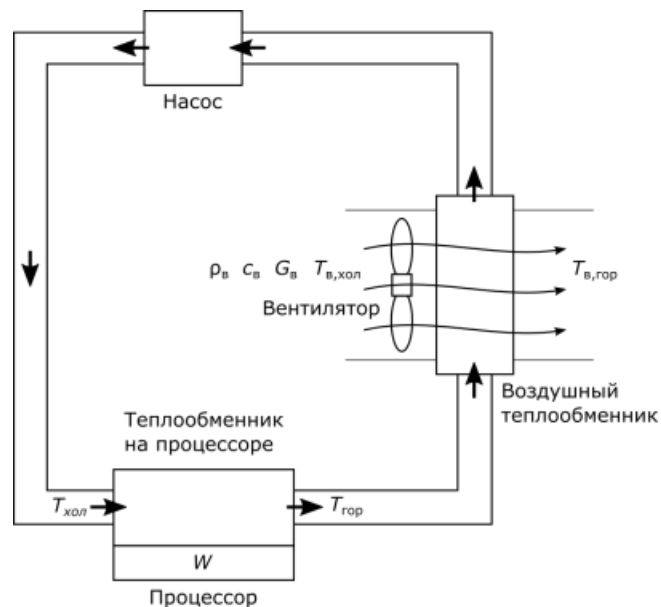
### Задача 2

Два одинаковых сосуда соединены двумя тонкими трубочками: у самого дна и посередине. В каждой трубочке установлены краны, изначально они закрыты. В левом сосуде находятся несмешивающиеся жидкости плотностью  $\rho_2 > \rho_1$ , в правом только жидкость плотностью  $\rho_2$ . Поверхность жидкости плотностью  $\rho_2$  в правом сосуде находится на уровне верхней трубочки, а в левом — на  $x=2$  см ниже. Высота столба жидкости  $\rho_1$  равна  $h_1 = 16$  см. С установкой производят следующие действия. Открывают кран  $K_2$ , ждут равновесия, закрывают  $K_2$ . Открывают кран  $K_1$ , ждут равновесия, закрывают  $K_1$ . И, снова, открывают кран  $K_2$  и ждут равновесия. В результате оказалось, что высота столба жидкости  $\rho_1$  в левом сосуде в  $q=1,25$  раза больше, чем в правом. Найти отношение плотностей  $\rho_1/\rho_2$ .



### Задача 3

Группа компьютерных энтузиастов занималась «разгоном» процессора компьютера – увеличением его тактовой частоты, в результате которого производительность компьютера возрастает, но растёт и потребляемая мощность. Чтобы процессор не перегревался, на него установили водяную систему охлаждения, в которой насос с постоянной скоростью прокачивает жидкость по замкнутому контуру между теплообменником на процессоре и теплообменником, обдуваемым вентилятором (см. схему). Для контроля температуры жидкости до и после теплообменника на процессоре были установлены датчики температуры. Известно, что при полной нагрузке до разгона тепловыделение на процессоре составляло  $W = 60$  Вт, а датчики показывали  $T_{\text{хол}} = 34^\circ\text{C}$  и  $T_{\text{гор}} = 38^\circ\text{C}$ . После разгона датчики стали показывать  $T_{\text{хол}}' = 55^\circ\text{C}$  и  $T_{\text{гор}}' = 65^\circ\text{C}$ . Экспериментаторам показалось, что поток воздуха от вентилятора, прошедший сквозь воздушный теплообменник, лишь слегка тёплый, и система воздушного охлаждения работает неэффективно. Какое значение температуры покажет термометр, если его поместить в этот поток? Температура воздуха в комнате  $T_{\text{в,хол}} = 20^\circ\text{C}$ , расход вентилятора  $G_{\text{в}} = 10$  л/с, плотность воздуха  $\rho_{\text{в}} = 1.2$  кг/м<sup>3</sup>, а его удельная теплоёмкость  $c_{\text{в}} = 1000$  Дж/(кг\*К). Считайте, что жидкость в контуре и воздух прогреваются равномерно.

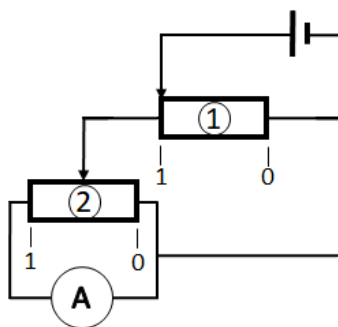


#### Задача 4

Квадратный стол покрыт скатертью. На расстоянии  $l$  от левого края стола ставят тарелочку. С другого края стола скатерть выдергивают из-под тарелочки с постоянной скоростью, направленной параллельно стороне стола. В результате тарелочка останавливается на расстоянии  $S$  от правого края стола. Известно, что если скатерть выдергивали бы хоть немного медленнее, то тарелочка бы съехала со стола вместе со скатертью. Определите отношение коэффициентов трения тарелочки о скатерть и о поверхность стола. Длина стороны стола  $L=4l$ .

#### Задача 5

Два потенциометра и амперметр подключены в цепь постоянного тока, как показано на рисунке. Потенциометры одинаковой длины  $L$ , но разного полного сопротивления. Изначально подвижный контакт потенциометра 1 находился в крайнем левом положении, а потенциометра 2 – в положении  $y$ , отсчитываемом от нуля справа. В некоторый момент времени подвижные контакты потенциометров смещают на одинаковое расстояние  $d < y$ :  $y$  потенциометра 1 – вправо,  $y$  потенциометра 2 – влево. Показания амперметра до и после перемещения контактов были одинаковыми. Определите отношение полных сопротивлений потенциометров 1 и 2. Источник ЭДС – идеальный.



**Примечание:** Потенциометр представляет собой резистор с тремя выводами и может быть реализован в виде металлической проволоки, намотанной виток к витку на диэлектрический стержень. Два вывода подключаются к концам проволоки, а третий – к подвижному контакту (ползунку), скользящему вдоль стержня, обмотанному проволокой.