



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика  
2010-2011 учебный год

Вариант I (11 кл).

ЗАДАЧА № 1.

К противоположным стенам комнаты (шириной  $L=3\text{м}$ ) прикрепили на одном уровне концы легкого резинового троса такой же длины  $L$ . Затем к середине троса подвесили груз и аккуратно отпустили. В итоге груз «просел» на «глубину»  $h=2\text{м}$  относительно исходного уровня. Определить период малых вертикальных колебаний груза около этого положения.

ЗАДАЧА № 2.

Из картонного прямоугольника произвольного размера вырезан прямоугольник меньшего размера так, что один угол (отрезанный) у них совпадает (см. рисунок). Соотношение сторон у вырезанного прямоугольника также произвольно. Пользуясь только карандашом и линейкой (без делений) и не прибегая к измерениям и расчетам, требуется построением найти центр масс получившейся фигуры. Дать общий алгоритм построения.



ЗАДАЧА № 3.

На столе вертикально стоит тонкостенная цилиндрическая муфта (иными словами – отрезок трубы). Все размеры муфты и коэффициент трения между ней и столом считать известными. Стол начинают медленно наклонять. При некотором угле наклона муфта начнет двигаться. Ответьте на 2 не связанных друг с другом вопроса:

- С чего начнется движение – со скольжения или с опрокидывания? Дать критерий!
- Пусть движение муфты началось со скольжения. Сможет ли муфта при дальнейшем движении опрокинуться, если наклон стола продолжают увеличивать? Если да, то при каком угле наклона это произойдет? Размеры стола считать неограниченными.

ЗАДАЧА № 4.

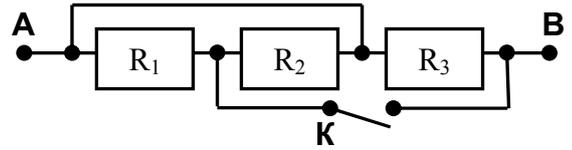
В кислородном баллоне объемом  $V_1=10\text{л}$  давление газа  $P_1=14\text{атмосфер}$ . Он стоит на складе, где поддерживается температура  $T_0=+7^\circ\text{C}$ . Туда принесли еще 2 баллона: один из цеха (его параметры  $V_2=30\text{л}$ ,  $P_2=50\text{ат}$ ,  $T_2=+27^\circ\text{C}$ ), а другой с улицы ( $V_3=20\text{л}$ ,  $P_3=26\text{ат}$ ,  $T_3=-13^\circ\text{C}$ ). Все 3 баллона соединили короткими шлангами и открыли вентили, сделав их объемы сообщающимися. Найти общее давление ( $P_0$ ) и температуру ( $T_0$ ) в баллонах сразу после перемешивания, считая, что теплообмен с атмосферой еще не начался. Какое давление ( $P^*$ ) установится после теплообмена с атмосферой?

ЗАДАЧА № 5.

В гладкостенной трубе два тяжелых поршня массами  $m_1$  и  $m_2$  движутся навстречу друг другу со скоростями, соответственно,  $V_1$  и  $V_2$ . Между поршнями находится один моль идеального газа при температуре  $T_0$ . За поршнями – вакуум. Какие скорости (соответственно,  $V_1^*$  и  $V_2^*$ ) будут иметь поршни в пределе, т.е. через большой промежуток времени после максимального их сближения? Массой газа пренебречь. Процесс считать адиабатическим.

### ЗАДАЧА № 6.

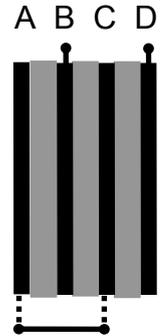
- 1) Найти сопротивление ( $R_{AB}$ ) между точками «А» и «В» в схеме, изображенной на рисунке.
- 2) Каким станет сопротивление ( $R_{AB+}$ ) между точками «А» и «В», если в схеме на приведенном рисунке ключ К замкнуть?  $R_1=6$  (Ом),  $R_2=30$  (Ом),  $R_3=20$  (Ом)
- 3) Определить напряжение ( $U_{AB}$ ) между точками «А» и «В», если через ключ К потечет ток  $I_K = 12$  А.



### ЗАДАЧА № 7.

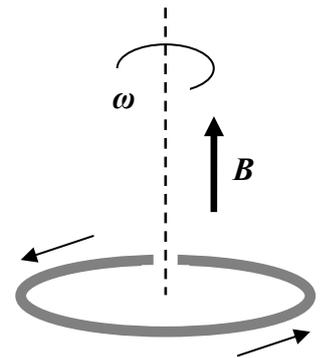
«Сэндвич» состоит из четырех одинаковых тонких металлических пластин А, В, С и D (черные полосы на рисунке), проложенных листами тонкой бумаги с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  (серые полосы на рисунке) и плотно прижатых друг к другу. Площадь каждой пластины и бумажной прокладки равна  $S$ , толщина бумаги  $d$  (причем  $d^2 \ll S$ ).

- а) Какова емкость ( $C_{BD}$ ) между пластинами В и D в исходном состоянии, когда все пластины свободны (изолированы друг от друга)?
- б) Какой станет емкость ( $C_{BD}^*$ ) между пластинами В и D, если пластины А и С соединить между собой тонким металлическим проводом?



### ЗАДАЧА № 8.

Круглый тонкий металлический обруч массой  $m$  несет на себе заряд  $Q$  и лежит на гладком горизонтальном полу в вертикальном однородном магнитном поле индукции  $B$ . Обруч начинают раскручивать в горизонтальной плоскости вокруг его вертикальной оси, постепенно увеличивая угловую скорость (см. рисунок). Когда она достигает значения  $\omega_1$ , материал обруча не выдерживает растягивающего усилия и разрывается. Если бы обруч раскручивали в обратную сторону, его предел прочности на разрыв достигался бы при меньшей угловой скорости. Найти ее значение ( $\omega_2$ ). Прочность на сжатие считать достаточной. Упругими деформациями до момента разрыва пренебречь. Перечислить все факторы, способствующие или препятствующие растяжению и разрыву обруча. Указать характер их зависимости от частоты ( $\omega$ ).



### ЗАДАЧА № 9.

Когда солнце находится в зените, его четкое изображение на дне ручья глубиной  $H = 80$  см получают, удерживая собирающую линзу в горизонтальном положении на высоте  $h = 40$  см над поверхностью воды. Определить оптическую силу линзы ( $D$ ). Показатель преломления воды  $n_0 = 4/3$ .



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика  
2010-2011 учебный год

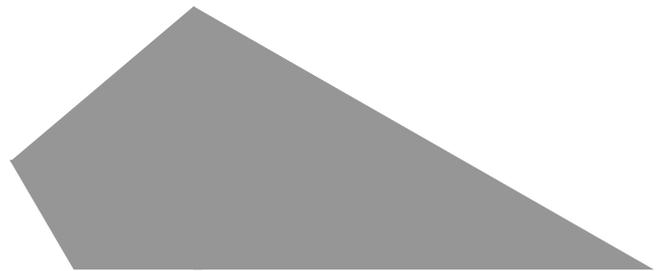
Вариант II (11 кл)

ЗАДАЧА № 1.

К противоположным стенам комнаты (шириной  $L=4\text{м}$ ) прикрепили на одном уровне концы легко-го резинового троса такой же длины  $L$ . Затем к середине троса подвесили груз и аккуратно отпустили. В итоге груз «просел» на «глубину»  $h=1,5\text{м}$  относительно исходного уровня. Определить период малых вертикальных колебаний груза около этого положения.

ЗАДАЧА № 2.

Из картона вырезан выпуклый четырехугольник с произвольным соотношением сторон (например, как на рисунке, или любой другой). У него нужно построением найти центр масс, пользуясь для этого только карандашом, циркулем и линейкой (без делений) и не прибегая к измерениям и расчетам. Дать общий алгоритм построения.



ЗАДАЧА № 3.

На столе вертикально стоит сплошной цилиндр. Все размеры цилиндра и коэффициент трения между ним и столом считать известными. Стол начинают медленно наклонять. При некотором угле наклона цилиндр придет в движение. Ответьте на 2 не связанных друг с другом вопроса:

- С чего начнется движение – со скольжения или с опрокидывания? Дать критерий!
- Пусть движение цилиндра началось со скольжения, а наклон стола продолжают увеличивать. Сможет ли цилиндр при дальнейшем движении опрокинуться? Если да, то при каком угле наклона это произойдет? Размеры стола считать неограниченными.

ЗАДАЧА № 4.

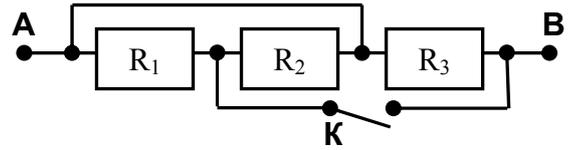
В кислородном баллоне объемом  $V_1=5\text{л}$  давление газа  $P_1=28\text{атмосфер}$ . Он стоит на складе, где поддерживается температура  $T_0=+7^\circ\text{C}$ . Туда принесли еще 2 баллона: один из цеха (его параметры  $V_2=15\text{л}$ ,  $P_2=100\text{ат}$ ,  $T_2=+27^\circ\text{C}$ ), а другой с улицы ( $V_3=10\text{л}$ ,  $P_3=52\text{ат}$ ,  $T_3=-13^\circ\text{C}$ ). Все 3 баллона соединили короткими шлангами и открыли вентили, сделав их объемы сообщающимися. Найти общее давление и температуру в баллонах сразу после перемешивания, считая, что теплообмен с атмосферой еще не начался. Какое давление установится после теплообмена с атмосферой?

ЗАДАЧА № 5.

В гладкостенной трубе два тяжелых поршня массами  $m_1$  и  $m_2$  движутся в одну сторону со скоростями, соответственно,  $V_1$  и  $V_2$ . Между поршнями находится один моль идеального газа при температуре  $T_0$ . За поршнями – вакуум. Какие скорости (соответственно,  $V_1^*$  и  $V_2^*$ ) будут иметь поршни, оказавшись через большой промежуток времени на очень большом расстоянии друг от друга? Массой газа пренебречь. Процесс считать адиабатическим.

### ЗАДАЧА № 6.

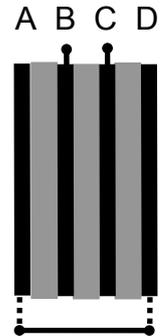
- 1) Найти сопротивление ( $R_{AB}$ ) между точками «А» и «В» в схеме, изображенной на рисунке.
- 2) Каким станет сопротивление ( $R_{AB+}$ ) между точками «А» и «В», если в схеме на приведенном рисунке ключ К замкнуть?  $R_1=100$  (Ом),  $R_2=20$  (Ом),  $R_3=25$  (Ом).
- 3) Какой ток ( $I_K$ ) потечет через ключ К, если напряжение между точками «А» и «В»  $U_{AB} = 150$  В?



### ЗАДАЧА № 7.

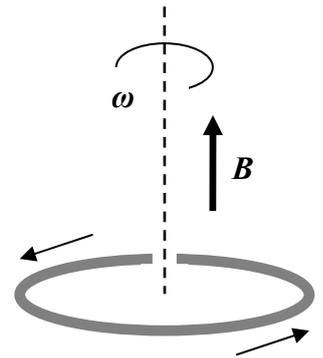
«Сэндвич» состоит из четырех одинаковых тонких металлических пластин А, В, С и D (черные полоски на рисунке), проложенных листами тонкой бумаги с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  (серые полоски на рисунке) и плотно прижатых друг к другу. Площадь каждой пластины и бумажной прокладки равна  $S$ , толщина бумаги  $d$  (причем  $d^2 \ll S$ ).

- а) Какова емкость ( $C_{BC}$ ) между пластинами В и С в исходном состоянии, когда все пластины свободны (изолированы друг от друга)?
- б) Какой станет емкость ( $C_{BC}^*$ ) между пластинами В и С, если пластины А и D соединить между собой тонким металлическим проводом?



### ЗАДАЧА № 8.

Круглый тонкий металлический обруч массой  $m$  несет на себе заряд  $Q$  и лежит на гладком горизонтальном полу в вертикальном однородном магнитном поле индукции  $B$ . Обруч начинают раскручивать в горизонтальной плоскости вокруг его вертикальной оси, постепенно увеличивая угловую скорость (см. рисунок). Когда она достигает значения  $\omega_1$ , материал обруча не выдерживает растягивающего усилия и разрывается. Если бы обруч раскручивали в обратную сторону, его предел прочности на разрыв достигался бы при большей угловой скорости. Найти ее значение ( $\omega_2$ ). Прочность на сжатие считать достаточной. Упругими деформациями до момента разрыва пренебречь. Перечислить все факторы, способствующие или препятствующие растяжению и разрыву обруча. Указать характер их зависимости от частоты ( $\omega$ ).



### ЗАДАЧА № 9.

Когда солнце находится в зените, получить его четкое изображение на дне ручья можно, если линзу оптической силой  $D = +2$  дптр держать горизонтально на высоте  $h=20$  см над поверхностью воды. Определить глубину ручья  $H$ . Показатель преломления воды  $n_0 = 4/3$ .



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика  
2010-2011 учебный год

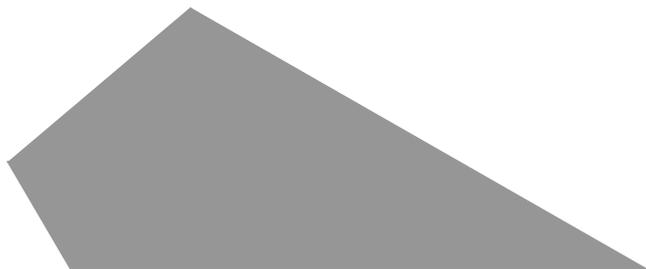
Вариант III (11 кл).

ЗАДАЧА № 1.

**Гладкий** шар со скоростью  $V_0 = 3,4 \text{ м/с}$  налетает на **точно такой же** неподвижный шар. После их абсолютно упругого столкновения второй шар начинает движение под углом  $\alpha = \arctg(8/15)$  к первоначальному направлению первого шара. Определить скорости ( $V_1$  и, соответственно,  $V_2$ ) обоих шаров после столкновения.

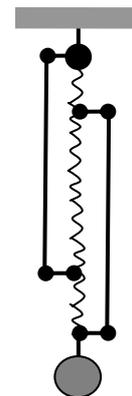
ЗАДАЧА № 2.

Из картона вырезан **выпуклый** четырехугольник с произвольным соотношением сторон (например, как на рисунке, или любой другой). У него нужно **построением** найти центр масс, пользуясь для этого **только** карандашом, циркулем и линейкой (без делений) и **не прибегая** к измерениям и расчетам. Дать общий алгоритм построения.



Задача № 3

К потолку подвешена пружина жесткостью  $k = 400 \text{ Н/м}$ . В ненапряженном состоянии она имеет длину  $L = 1 \text{ м}$ . Каждый конец пружины соединен легкими жесткими скобами длиной  $l = 60 \text{ см}$  с соответствующим витком пружины (см. рисунок). Иными словами, расстояние между любым концом пружины и звеном, удаленным от этого конца на расстояние  $60 \text{ см}$ , остается неизменным даже под нагрузкой. К нижнему звену пружины подвесили груз массой  $m = 10 \text{ кг}$ . Какой станет длина ( $L^*$ ) пружины? Каким будет период ( $T$ ) малых вертикальных колебаний этого груза?



ЗАДАЧА № 4.

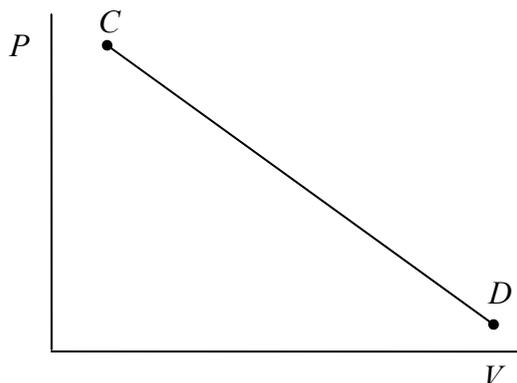
Не пользуясь таблицами, найти точку росы для воздуха, который при температуре  $t = 30^\circ \text{C}$  имеет относительную влажность  $\varphi = 20\%$ . Считать, что плотность насыщенного пара ( $\rho^*$ ) в интересующем нас температурном интервале пропорциональна 16-й степени абсолютной температуры ( $\rho^* \sim T^{16}$ ).

ЗАДАЧА № 5.

С идеальным газом проводят процесс, имеющий на  $PV$ -диаграмме вид отрезка прямой «CD» с достаточно широким диапазоном изменения параметров ( $P_C \gg P_D$  и  $V_C \ll V_D$ ). На этом отрезке есть некая точка «M», в которой первое начало термодинамики для данного газа сводится к упрощенному соотношению:

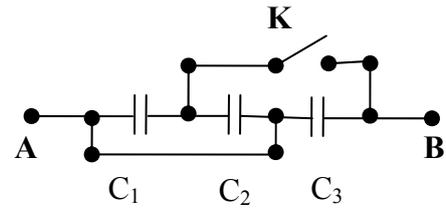
$$dA + dU = 0,$$

где  $dA$  – совершенная газом работа, а  $dU$  – изменение его внутренней энергии. Построением указать эту точку на отрезке «CD». Любые необходимые параметры считать известными.



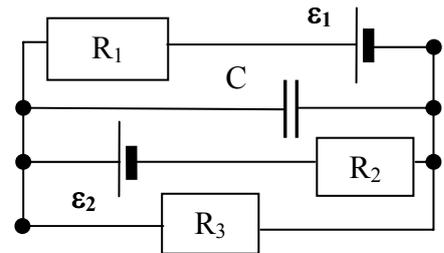
### ЗАДАЧА № 6.

- 1) Найти емкость ( $C_{AB}$ ) между точками «А» и «В» в схеме, изображенной на рисунке.
- 2) Какой станет емкость ( $C^*_{AB}$ ) между точками «А» и «В», если в схеме на приведенном рисунке ключ «К» замкнуть?  $C_1 = 10\text{мкФ}$ ,  $C_2 = 30\text{мкФ}$ ,  $C_3 = 20\text{мкФ}$ .
- 3) Определить постоянное напряжение ( $U_{AB}$ ) между точками «А» и «В», если при замыкании ключа «К» через него протек заряд  $Q = 7,2\text{мКл}$ .



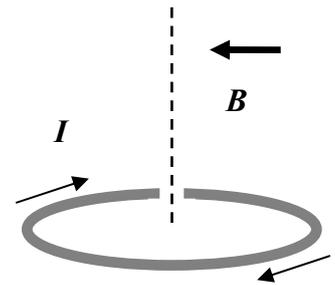
### ЗАДАЧА № 7.

Определить токи ( $I_1$ ,  $I_2$  и  $I_3$ ) в каждом из трех резисторов ( $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ ) и энергию заряда ( $W_C$ ) конденсатора  $C$ , если изначально он не был заряжен.  $C = 500\text{мкФ}$ ,  $R_1 = 12(\text{Ом})$ ,  $R_2 = 4(\text{Ом})$ ,  $R_3 = 3(\text{Ом})$ . ЭДС источников  $\varepsilon_1 = 48\text{В}$ ,  $\varepsilon_2 = 32\text{В}$ . Внутренним сопротивлением источников пренебречь.



### ЗАДАЧА № 8.

Круглый тонкий металлический обруч массой  $m$  и радиусом  $R$  лежит на гладком полу. По обручу течет постоянный ток величиной  $I$ . Затем включают горизонтальное однородное магнитное поле, постепенно наращивая величину его индукции  $B$ . Направление тока и магнитного поля указаны на рисунке стрелками. При каком значении индукции ( $B^*$ ) обруч сдвинется с места? Каков будет характер этого движения? К какому состоянию оно в конечном счете приведет, т.е. какими окажутся окончательные (установившиеся) параметры движения обруча? Речь здесь может идти, например, о положении обруча, либо о его скорости, или, возможно, об ускорении, а, может быть, и о вращении.



### ЗАДАЧА № 9.

В вогнутое зеркало радиусом  $R = 18\text{см}$  налит тонкий слой жидкости, в результате чего фокусное расстояние всей системы оказалось равным  $F = 6\text{см}$ . Найти показатель преломления ( $n_0$ ) этой жидкости.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика  
2010-2011 учебный год

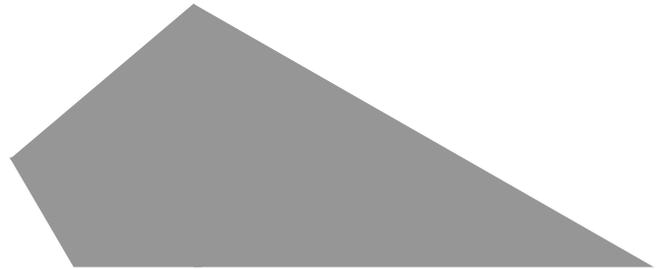
Вариант IV (11 кл.).

ЗАДАЧА № 1.

*Гладкий* шар со скоростью  $V_0 = 2,6 \text{ м/с}$  налетает на *точно такой же* неподвижный шар и после абсолютно упругого столкновения с ним продолжает движение под углом  $\alpha = \arctg(5/12)$  к своему первоначальному направлению. Определить скорости ( $V_1$  и, соответственно,  $V_2$ ) обоих шаров после столкновения

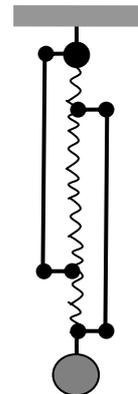
ЗАДАЧА № 2.

Из картона вырезан выпуклый четырехугольник с произвольным соотношением сторон (например, как на рисунке, или любой другой). У него нужно построением найти центр масс, пользуясь для этого только карандашом, циркулем и линейкой (без делений) и не прибегая к измерениям и расчетам. Дать общий алгоритм построения.



ЗАДАЧА № 3.

К потолку подвешена пружина жесткостью  $k = 600 \text{ Н/м}$ . В ненапряженном состоянии она имеет длину  $L = 1 \text{ м}$ . Каждый конец пружины соединен легкими жесткими скобами длиной  $l = 75 \text{ см}$  с соответствующим витком пружины (см. рисунок). Иными словами, расстояние между любым концом пружины и звеном, удаленным от этого конца на расстояние  $75 \text{ см}$ , остается неизменным даже под нагрузкой. К нижнему звену пружины подвесили груз массой  $m = 15 \text{ кг}$ . Какой станет длина ( $L^*$ ) пружины? Каким будет период ( $T$ ) малых вертикальных колебаний этого груза?



ЗАДАЧА № 4.

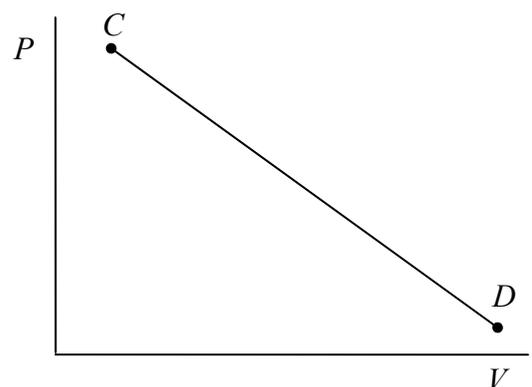
Не пользуясь таблицами, найти точку росы для воздуха, который при температуре  $t = 25^\circ \text{C}$  имеет относительную влажность  $\varphi = 30\%$ . Считать, что плотность насыщенного пара ( $\rho^*$ ) в интересующем нас температурном интервале пропорциональна 16-й степени абсолютной температуры ( $\rho^* \sim T^{16}$ ).

ЗАДАЧА № 5.

С идеальным газом проводят процесс, имеющий на  $PV$ -диаграмме вид отрезка прямой «CD» с достаточно широким диапазоном изменения параметров ( $P_C \gg P_D$  и  $V_C \ll V_D$ ). На этом отрезке есть некая точка «L», в которой первое начало термодинамики для данного газа сводится к упрощенному соотношению:

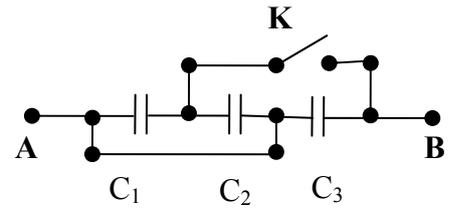
$$dA = dQ,$$

где  $dA$  – совершенная газом работа, а  $dQ$  – полученное им тепло. Построением указать эту точку на отрезке «CD». Любые необходимые параметры считать известными.



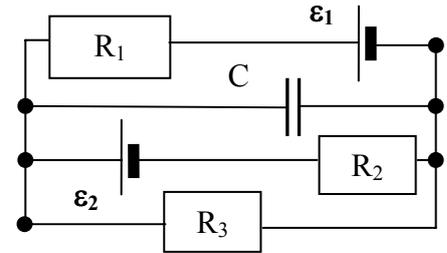
### ЗАДАЧА № 6.

- 1) Найти емкость ( $C_{AB}$ ) между точками «А» и «В» в схеме, изображенной на рисунке.
- 2) Какой станет емкость ( $C^*_{AB}$ ) между точками «А» и «В», если в схеме на приведенном рисунке ключ «К» замкнуть?  
 $C_1 = 5 \text{ мкФ}$ ,  $C_2 = 15 \text{ мкФ}$ ,  $C_3 = 30 \text{ мкФ}$ .
- 3) Какой заряд ( $Q$ ) протечет через ключ «К» при его замыкании, если к точкам «А» и «В» приложено постоянное напряжение  $U_{AB} = 360 \text{ В}$ ?



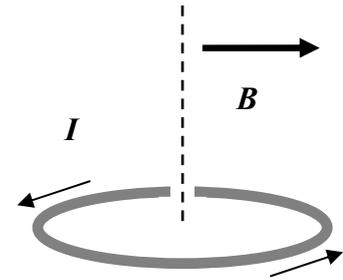
### ЗАДАЧА № 7.

Определить токи ( $I_1$ ,  $I_2$  и  $I_3$ ) в каждом из трех резисторов ( $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ ) и энергию заряда ( $W_C$ ) конденсатора  $C$ , если изначально он не был заряжен.  $C = 600 \text{ мкФ}$ ,  $R_1 = 20 \text{ (Ом)}$ ,  $R_2 = 30 \text{ (Ом)}$ ,  $R_3 = 12 \text{ (Ом)}$ . ЭДС источников  $\mathcal{E}_1 = 80 \text{ В}$ ,  $\mathcal{E}_2 = 180 \text{ В}$ . Внутренним сопротивлением источников пренебречь.



### ЗАДАЧА № 8.

Круглый тонкий металлический обруч массой  $m$  и радиусом  $R$  лежит на гладком полу в горизонтальном однородном магнитном поле индукции  $\mathbf{B}$ . По обручу начинают пропускать ток  $I$ , постепенно наращивая его величину. Направление тока и магнитного поля указаны на рисунке стрелками. При каком значении тока ( $I^*$ ) обруч сдвинется с места? Каков будет характер этого движения? К какому состоянию оно в конечном счете приведет, т.е. какими окажутся окончательные (установившиеся) параметры движения обруча? Речь здесь может идти, например, о положении обруча, либо о его скорости, или, возможно, об ускорении, а, может быть, и о вращении.



### ЗАДАЧА № 9.

В вогнутое зеркало радиусом  $R = 24 \text{ см}$  налит тонкий слой воды. Найти фокусное расстояние ( $F$ ) этой системы. Показатель преломления воды  $n_0 = 4/3$ .



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика  
2010-2011 учебный год

Вариант V (11 кл.).

ЗАДАЧА № 1.

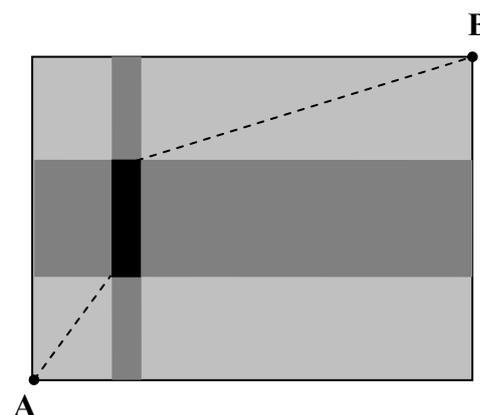
Маленький муравей находится на плоскости XY в начале координат (точка «А» на рисунке). Ему нужно попасть в точку «В» с координатами ( $X=160\text{см}$  ;  $Y=120\text{см}$ ). Муравей может перемещаться по плоскости со скоростью  $V = 1\text{см/с}$  везде, кроме (см. рисунок) зоны двух пересекающихся полос:

$$(30\text{см} < X < 40\text{см}) \text{ и } (40\text{см} < Y < 80\text{см}).$$

По этим полосам разлито вязкое масло. Скорость муравья на них ( $V^*$ ) столь низка, что он инстинктивно переползает эти полосы всегда строго перпендикулярно их границам. Зона взаимного перекрытия полос (черный прямоугольник) для него вообще непреодолима.

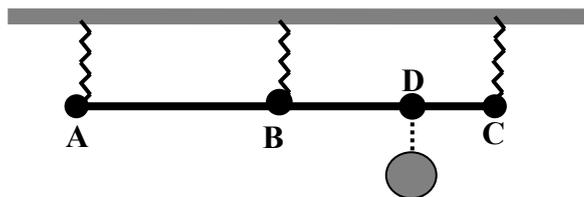
Муравей для достижения цели избрал самый простой и естественный путь (штриховая линия на рисунке): из точки «А» он по прямой достиг угла «запретной зоны», обогнул ее по периметру (безразлично – слева или справа) и далее направился по прямой к точке «В». На этот путь у него ушло время  $T_0$ .

Указать муравью наибыстрейший для него путь из «А» в «В» и сообщить, какой выигрыш времени (по сравнению с  $T_0$ ) дает ему этот путь.



ЗАДАЧА № 2.

Легкий жесткий стержень «АС» длиной  $L$  подвешен к потолку (см. рисунок) на трех одинаковых вертикальных пружинах, которые подсоединены к его концам (точки «А» и «С») и к центру (точка «В»). Т.о., изначально стержень находится в горизонтальном положении. Затем в некоторой точке «D» к нему подвешивают груз, в результате чего стержень отклоняется от горизонтали на малый угол. Определить расстояние ( $l_{CD}$ ) между точками стержня «С» и «D», если точка «А» не изменила своего положения.

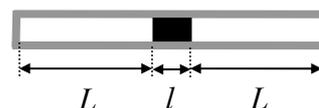


ЗАДАЧА № 3.

*Гладкий* шар со скоростью  $V_0 = 2,6\text{м/с}$  налетает на *точно такой же* неподвижный шар. После их абсолютно упругого столкновения второй шар начинает движение под углом  $\alpha = \text{arctg}(5/12)$  к первоначальному направлению первого шара. Определить скорости ( $V_1$  и, соответственно,  $V_2$ ) обоих шаров после столкновения.

ЗАДАЧА № 4.

Горизонтальная стеклянная трубка запаяна с обоих концов. В ее центре находится гладкий поршень в виде ртутного столбика длиной  $l$ . Части трубки, лежащие по



разные стороны от поршня, имеют в исходном состоянии одинаковую длину  $L$  (см. рисунок). В каждой из них находится атмосферный воздух под давлением  $P_0$ . Температура в обеих частях трубки изначально также одинакова.

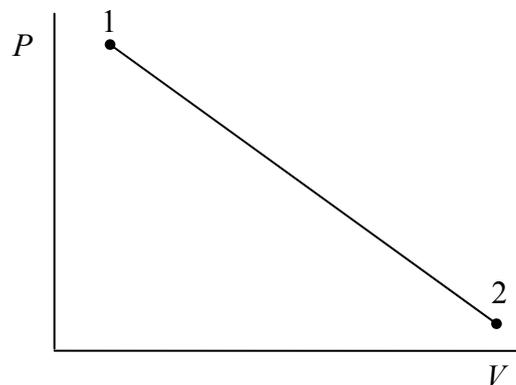
Трубку слегка толкнули, и ртутный поршень начал совершать колебания вдоль ее оси. Найти период этих колебаний, считая их амплитуду малой ( $x_0 \ll L$ ), а газовые процессы адиабатическими.

#### ЗАДАЧА № 5.

Идеальный газ переводят из состояния  $(P_1; V_1)$  в состояние  $(P_2; V_2)$ . Этот процесс на  $PV$ -диаграмме имеет вид отрезка прямой (см. рисунок) с соответствующими крайними точками «1» и «2». Известно, что в данном процессе всегда выполняется условие:

$$dA - dQ > 0,$$

где  $dA$  – совершенная газом работа, а  $dQ$  – полученное им тепло. Найти соотношение между начальными и конечными параметрами  $(P_1; P_2; V_1; V_2)$ , которое гарантирует выполнение этого условия.



#### ЗАДАЧА № 6.

На любом серийном конденсаторе обязательно указываются два номинальных параметра – его емкость  $C$  (в Фарадах) и максимально допустимое напряжение на нем  $U^*$  (в Вольтах). Например  $C$  (15мкФ ; 200В). Какое максимальное напряжение можно приложить к концам последовательной цепочки из 3-х конденсаторов с номиналами:

$$C_1 (20\text{мкФ ; } 200\text{В}), C_2 (5\text{мкФ ; } 600\text{В}) \text{ и } C_3 (30\text{мкФ ; } 150\text{В})?$$

#### ЗАДАЧА № 7.

Две катушки намотаны плотно (виток к витку) на две одинаковые длинные стеклянные трубки во всю их длину. Все различие состоит в диаметре провода, которым они намотаны ( $d_1$  и  $d_2$ , соответственно). Во сколько раз отличаются индуктивности этих катушек ( $L_1/L_2$ ). Во сколько раз будут отличаться величины индукции магнитного поля внутри катушек ( $B_1/B_2$ ), если по ним пропустить одинаковый ток?

#### ЗАДАЧА № 8.

Стеклянный цилиндр массой  $m$  и радиусом  $R$  плотно стянут по окружности одним витком провода и вертикально стоит в горизонтальном внешнем магнитном поле индукции  $B$ . Какой минимальный ток надо пропустить по проводу, чтобы цилиндр опрокинулся?

#### ЗАДАЧА № 9.

Из динамика, стоящего на подоконнике открытого окна, «льется» громкая музыка. Динамик находится на высоте  $h_1 = 5,5$  м над уровнем асфальтового покрытия улицы. Через открытую форточку в доме напротив эта музыка попадает в комнату. Высота форточки над уровнем асфальта  $h_2 = 12,5$  м. Ширина улицы  $L = 24$  м.

Из всего спектра частот звуковых волн, излучаемых динамиком, некоторые частоты будут слышны в этой комнате особенно хорошо. Из них можно составить возрастающую последовательность ( $f_i$ ), начиная с минимальной ( $f_1 = f_{\min}$ ). Определить три первых члена этой частотной последовательности ( $f_1, f_2, f_3$ ). Скорость звука в воздухе  $C = 340$  м/с.