

Шифр:

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА  
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ  
2016–2017**

заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады **ФИЗИКА (11 КЛАСС)**

Город, в котором проводится Олимпиада \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

**Вариант 1**

(Во всех задачах по умолчанию считать  $g=10\text{м/с}^2$ )

ЗАДАЧА № 1.

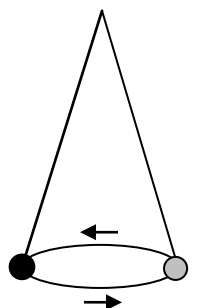
К противоположным стенам комнаты (шириной  $L=3\text{м}$ ) прикрепили на одном уровне концы легкого резинового троса такой же длины  $L$ . Затем к середине троса подвесили груз и аккуратно отпустили. В итоге груз «просел» на «глубину»  $h=2\text{м}$  относительно исходного уровня. Определить период малых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

ЗАДАЧА № 2.

На снегу стоят санки (без спинки) массой  $M = 10\text{кг}$ . На них лежит коробка массой  $m = 15\text{кг}$ . Коэффициент трения санок о коробку  $\mu_2 = 0,6$ . Санки тянут с горизонтальной силой  $F$ , которую постепенно увеличивают. Когда она достигает значения  $F^* = 150\text{Н}$ , коробка начинает соскальзывать с санок назад и падает на снег. Найти коэффициент трения ( $\mu_1$ ) санок о снег.

ЗАДАЧА № 3.

На пружине жесткостью  $k = 100\text{ Н/м}$  к потолку подвесили груз массой  $m = 8\text{кг}$  и раскрутили его в горизонтальной плоскости так, что он начал ходить по кругу, а пружина – описывать коническую поверхность (см. рисунок). В самом конце процесса, когда движение груза почти затухло и угол пружины с вертикалью стал исчезающе малым, период обращения груза по окружности асимптотически подошел к значению  $T = \pi$  секунд. Чему равна длина пружины ( $L_0$ ) в ненапряженном состоянии?



ЗАДАЧА № 4.

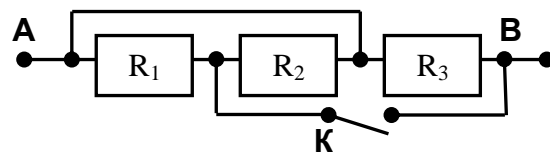
В кислородном баллоне объемом  $V_1=10\text{л}$  давление газа  $P_1=14\text{атмосфер}$ . Он стоит на складе, где поддерживается температура  $T_0=+7^\circ\text{C}$ . Туда принесли еще 2 баллона: один из цеха (его параметры  $V_2=30\text{л}$ ,  $P_2=50\text{ат}$ ,  $T_2=+27^\circ\text{C}$ ), а другой 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 поршня массами  $m_1$  и  $m_2$  ( $m_1 > m_2$ ) движутся навстречу друг другу. Между поршнями находится один моль идеального газа. За поршнями – вакуум. В некоторый момент скорости поршней равны, соответственно,  $V_1$  и  $V_2$  ( $V_1 > V_2$ ) при температуре газа  $T_0$ . Найти температуру газа ( $T_{\text{max}}$ ) и скорости поршней в момент их максимального сближения. Газовый процесс считать адиабатическим.

ЗАДАЧА № 6.

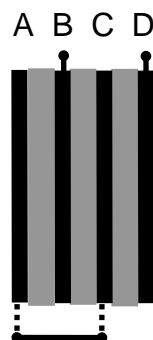
- 1) Найти сопротивление ( $R_{AB}$ ) между точками «А» и «В» в схеме, изображенной на рисунке.
- 2) Каким станет сопротивление ( $R_{AB+}$ ) между точками «А» и «В», если в схеме на приведенном рисунке ключ К замкнуть?  $R_1=6$  (Ом),  $R_2=30$  (Ом),  $R_3=20$  (Ом)
- 3) Определить напряжение ( $U_{AB}$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



ЗАДАЧА № 7

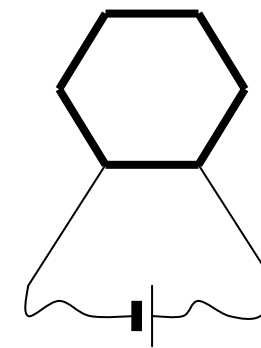
«Сэндвич» состоит из четырех одинаковых тонких металлических пластин А, В, С и D (черные полоски на рисунке), проложенных листами тонкой бумаги с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  (серые полоски на рисунке) и плотно прижатых друг к другу. Площадь каждой пластины и бумажной прокладки равна 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

- а) Какова емкость ( $C_{BD}$ ) 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

Из проволоки сделан плоский каркас в виде правильного шестиугольника со стороной  $L$ . К соседним вершинам при помощи длинных прямых проводов, направленных в центр каркаса, подведен источник постоянного тока с ЭДС =  $\epsilon$ . Определить величину вектора индукции магнитного поля в центре шестиугольника, если электрическое сопротивление каждой из его сторон равно  $R$ . Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.



Шифр:

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА  
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ  
2016–2017**

заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады **ФИЗИКА (11 КЛАСС)**

Город, в котором проводится Олимпиада \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

**Вариант 2**

(Во всех задачах по умолчанию считать  $g=10\text{м/с}^2$ )

**ЗАДАЧА № 1.**

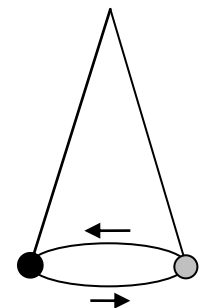
К противоположным стенам комнаты (шириной  $L=4\text{м}$ ) прикрепили на одном уровне концы легкого резинового троса такой же длины  $L$ . Затем к середине троса подвесили груз и аккуратно отпустили. В итоге груз «просел» на «глубину»  $h=1,5\text{м}$  относительно исходного уровня. Определить период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

**ЗАДАЧА № 2.**

На снегу стоят санки (без спинки) массой  $M = 10\text{кг}$ . На них лежит коробка массой  $m = 5\text{кг}$ . Коэффициент трения санок о снег  $\mu_1 = 0,1$ . Санки тянут с горизонтальной силой  $F$ , которую постепенно увеличивают. Когда она достигает значения  $F^* = 120\text{Н}$ , коробка начинает соскальзывать с санок назад и падает на снег. Найти коэффициент трения ( $\mu_2$ ) санок о коробку.

**ЗАДАЧА № 3.**

Пружина жесткостью  $k = 40\text{ Н/м}$  имеет длину в ненапряженном состоянии  $L_0 = 2\text{м}$ . На ней к потолку подвесили груз массой  $m = 2\text{кг}$  и раскрутили его в горизонтальной плоскости так, что он начал ходить по кругу, а пружина – описывать коническую поверхность (см. рисунок). Чему будет равен период ( $T$ ) обращения груза в самом конце процесса, когда его движение почти затухнет и угол пружины с вертикалью станет исчезающе малым?



ЗАДАЧА № 4.

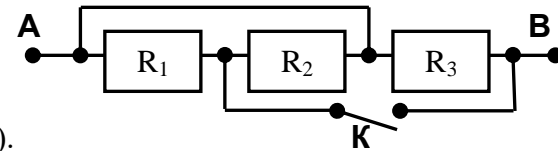
В кислородном баллоне объемом  $V_1=5\text{л}$  давление газа  $P_1=28\text{атмосфер}$ . Он стоит на складе, где поддерживается температура  $T_0=+7^\circ\text{C}$ . Туда принесли еще 2 баллона: один из цеха (его параметры  $V_2=15\text{л}$ ,  $P_2=100\text{ат}$ ,  $T_2=+27^\circ\text{C}$ ), а другой 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 поршня массами  $m_1$  и  $m_2$  сближаются, двигаясь в одну сторону. Между поршнями находится один моль идеального газа. За поршнями – вакуум. В некоторый момент скорости поршней равны, соответственно,  $V_1$  и  $V_2$  при температуре газа  $T_0$ . Найти температуру газа ( $T_{\text{max}}$ ) и скорости поршней в момент их максимального сближения. Газовый процесс считать адиабатическим.

ЗАДАЧА № 6.

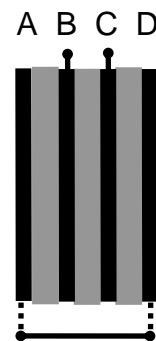
- 1) Найти сопротивление ( $R_{AB}$ ) между точками «А» и «В» в схеме, изображенной на рисунке.
- 2) Каким станет сопротивление ( $R_{AB+}$ ) между точками «А» и «В», если в схеме на приведенном рисунке ключ К замкнуть?  $R_1=100$  (Ом),  $R_2=20$  (Ом),  $R_3=25$  (Ом).
- 3) Какой ток ( $I_K$ ) потечет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

Из проволоки сделан плоский каркас в виде квадрата со стороной  $L$ . К соседним вершинам при помощи длинных прямых проводов, направленных в центр каркаса, подведен источник постоянного тока с ЭДС =  $\epsilon$ . Определить величину вектора индукции магнитного поля в центре квадрата, если электрическое сопротивление каждой из его сторон равно  $R$ . Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

