САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

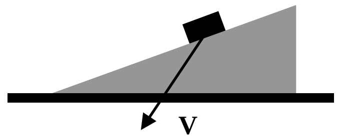
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика

2012-2013 учебный год

ВАРИАНТ 1 (11 класс)

ЗАДАЧА № 1

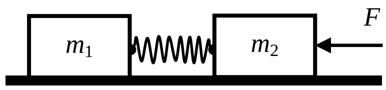
На полу стоит гладкий клин. В верхней точке его наклонной плоскости удерживается брусок. Брусок отпускают, и он начинает скользить вниз по плоскости. Стрелкой на рисунке изображен вектор его скорости относительно пола (**V**). В некоторый момент времени он имеет следующие компоненты: горизонтальная V_x = 12 см/с, вертикальная V_y = 16 см/с. В этот момент его скорость скольжения по клину равна V_K = 34 см/с. Найти отношение m/M масс бруска (m) и клина (M).



Ответ: m/M = 3/2.

ЗАДАЧА № 2

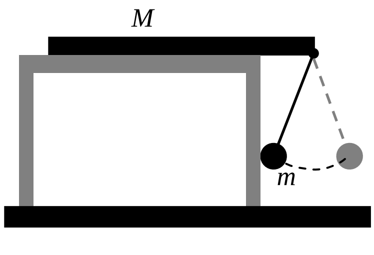
На шероховатом столе лежат два бруска, сцепленные пружиной. Их массы $m_1 = 400$г и $m_2 = 600$г. Первый брусок пытаются сдвинуть с места, толкая на него через пружину второй брусок горизонтальной силой F, как это показано на рисунке. Минимальная сила, необходимая для этого, равна F_{min} = 2Н. Определить Коэффициент трения (μ) между брусками и столом.



Ответ: $\mu = F/g(m_2 + m_1/2) = 0{,}25$.

ЗАДАЧА № 3

На массивный шероховатый стол положили однородную доску массой $M = 3$кг так, что часть ее длиной $d = 40$см свешивается со стола. К свисающему концу доски на легкой нерастяжимой нити длиной $l = 50$см привязали маленький тяжелый шар массой $m = 500$г. Получившийся таким образом маятник раскачали с максимальной амплитудой x_o, равной длине свисающей части доски ($x_o = d = 40$см), как это представлено на рисунке. Какая минимальная длина доски (L_{min}) позволит ей удержаться на столе? Считать размеры стола неограниченными, а трение достаточным, чтобы доска не скользила по столу.



Ответ: L_{min} = 104 см.

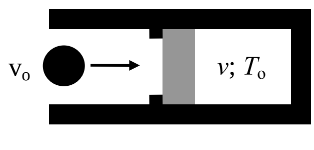
ЗАДАЧА № 4

Пружина длиной l_o=20см и жесткостью k=500 Н/м одним концом подвешена к потолку**.** К другому ее концу подвесили шар из пластика, плотность которого ρ = 1500кг/м^3. При этом длина пружины стала равной l_1=26см. Затем к подвешенному шару начали снизу подводить ведро, до краев заполненное водой. Какой станет длина (l_2) пружины после полного погружения шара? Сколько литров воды (V) выльется при этом на пол?

Ответ: l_2 = 22 см ; V = 2л.

ЗАДАЧА № 5

В открытом с одного конца цилиндре массой M под поршнем массой m находятся ν молей идеального газа при температуре T_o. Поршень может без трения перемещаться внутри объема цилиндра, ограниченного стопорами. За поршнем – вакуум. Изначально вся система находится в покое, и газ занимает максимальный объем. В некоторый момент по оси цилиндра извне на поршень налетает со скоростью v_o шар равной ему массы (m) и наносит ***абсолютно неупругий*** центральный удар (см. рисунок). Определить максимальную тем-



пературу газа (T*) и скорость цилиндра (V*) при этой температуре. Газовый процесс считать адиабатическим. Массой газа по сравнению с M и m пренебречь. Гравитацию не учитывать.

Ответ: $T^* = T_o + \Delta T = T_o + mM(v_o)^2/6\nu R(2m+M)$.

ЗАДАЧА № 6

Газовый процесс, заданный уравнением $P{\cdot}V^n = \text{const}$, называется политропическим, а приведенное соотношение – «*уравнением политропы*». Показателем политропы n может быть любое число $(-\infty < n < +\infty)$.

Один моль идеального газа сначала «идет» по политропе $PV^2 = A$, а затем при некоторой температуре «переходит» на политропу $P/V^2 = B$. Определить температуру (T*), при которой произошел этот переход газа с одной политропы на другую. Константы А и В считать известными.

Ответ: $T = (A^5B)^{1/4}/R$.

ЗАДАЧА № 7

Плоский конденсатор изначально не заряжен. В зазор между двумя его пластинами («А» и «В») параллельно им вводят тонкую металлическую пластину «С» такого же размера. Ее располагают так, что расстояние от «А» до «С» в 4 раза меньше, чем от «В» до «С». Пластина несет на себе заряд Q = – 15 нКл. Затем пластины «А» и «В» соединяют тонким проводом. Определить заряд (q), который в итоге перетечет с пластины «А» на пластину «В».

Ответ: $q = Q\,(n-1)/(n+1) = -9$ нКл.

ЗАДАЧА №8

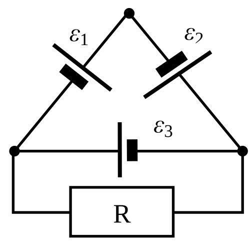
Три источника постоянного тока и резистор R собраны в схему, представленную на рисунке. Величины ЭДС источников (ε_i) и их внутренних сопротивлений (r_i) имеют следующие значения:

$\varepsilon_1 = 2$В, $r_1 = 0{,}1\ \Omega$; $\varepsilon_2 = 4$В, $r_2 = 0{,}2\ \Omega$; $\varepsilon_3 = 12$В, $r_3 = 0{,}6\ \Omega$;

сопротивление резистора R = 2 Ω.

Символ Ω (заглавная греческая «омега») – это старинное обозначение единицы сопротивления «Ом». Оно до сих пор используется во избежание путаницы между буквой «О» и цифрой «0».

Определить токи, протекающие через каждый из источников (I_1, I_2 и I_3) и ток (I_R), текущий по резистору R.



Ответ: $I_1 = I_2 = I_3 = 20$А; $I_R = 0$.

ЗАДАЧА № 9

Однократно ионизированный изотоп кислорода $^{18}O^{-1}$ и дважды ионизированный изотоп кислорода $^{16}O^{-2}$, ускоренные в электрическом поле с заданной разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно его силовым линиям. Найти отношение радиусов их траекторий R_{18}/R_{16}.

Ответ: $R = (2Um/qB^2)^{1/2}$; $R_{18}/R_{16} = 3/2$.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

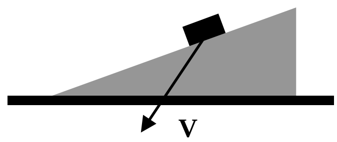
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика

2012-2013 учебный год

ВАРИАНТ 2 (11 класс)

ЗАДАЧА № 1

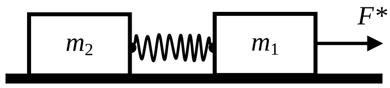
На полу стоит гладкий клин массой M = 6,4кг. В верхней точке его наклонной плоскости удерживается брусок. Брусок отпускают, и он начинает скользить вниз по плоскости. Стрелкой на рисунке изображен вектор его скорости относительно пола (**V**). В некоторый момент времени он имеет следующие компоненты: горизонтальная $V_x = 32$ см/с, вертикальная $V_y = 24$ см/с. В этот момент его скорость скольжения по клину равна $V_K = 51$ см/с. Найти массу бруска (m).



Ответ: $m = 2{,}6$ кг.

ЗАДАЧА № 2

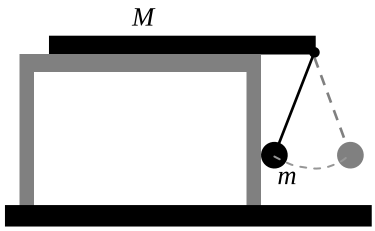
На столе лежат два бруска, сцепленные пружиной (см. рисунок). Их массы $m_1 = 200$г и $m_2 = 300$г. Коэффициент трения между ними и столом $\mu = 0{,}4$. С какой ***минимальной горизонтальной*** силой (F^*) нужно тянуть первый брусок, чтобы сдвинуть второй с места?



Ответ: $F = \mu g(m_1 + m_2/2) = 1{,}4$ Н.

ЗАДАЧА № 3

На массивный шероховатый стол положили однородную доску длиной $L = 2$м и массой $M = 2{,}4$кг так, что часть ее длиной $d = 40$см свешивается со стола. К свисающему концу доски на легкой нерастяжимой нити длиной $l = 50$см привязали маленький тяжелый шар. Получившийся таким образом маятник раскачали с максимальной амплитудой x_o, равной длине свисающей части доски ($x_o = d = 40$см), как это представлено на рисунке. При какой максимальной массе шара (m_{max}) доска удержится на столе? Считать размеры стола неограниченными, а трение достаточным, чтобы доска не скользила по столу.



Ответ: $m_{max} = 2$ кг.

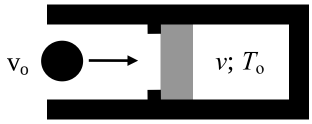
ЗАДАЧА № 4

Пружина длиной l_o=30см и жесткостью k=400 Н/м одним концом подвешена к потолку**.** К другому ее концу подвесили шар из пластика, плотность которого ρ = 1200кг/м^3. При этом длина пружины стала равной l_1=36см. Затем к подвешенному шару начали снизу подводить ведро, до краев заполненное водой. Какой станет длина (l_2) пружины после полного погружения шара? Сколько литров воды (V) выльется при этом на пол?

Ответ: $l_2 = 31$ см ; V = 2л.

ЗАДАЧА № 5

В открытом с одного конца цилиндре массой M под поршнем массой m находятся ν молей идеального газа при температуре T_o. Поршень может без трения перемещаться внутри объема цилиндра, ограниченного стопорами. За поршнем – вакуум. Изначально вся система находится в покое, и газ занимает максимальный объем (см. рисунок). В некоторый момент по оси цилиндра извне на поршень налетает со скоростью v_o шар равной ему массы (m) и наносит ***абсолютно упругий*** центральный удар. Определить максимальную температуру газа (T*) и скорость цилиндра (V*) при этой температуре. Газовый процесс считать адиабатическим. Массой газа по сравнению с M и m пренебречь. Гравитацию не учитывать.



Ответ: $T^* = T_o + \Delta T = T_o + mM(v_o)^2/3\nu R(m+M)$.

ЗАДАЧА № 6

Газовый процесс, заданный уравнением $P{\cdot}V^n = \mathrm{const}$, называется политропическим, а приведенное соотношение – «*уравнением политропы*». Показателем политропы n может быть любое число $(-\infty < n < +\infty)$.

Один моль идеального газа сначала «идет» по политропе $PV^2 = A$, а затем при некоторой температуре «переходит» на политропу $PV^{1/2} = B$. Определить температуру (T*), при которой произошел этот переход газа с одной политропы на другую. Константы A и B считать известными.

Ответ: $T = (A^5B^2)^{1/3}/R$.

ЗАДАЧА № 7

Плоский конденсатор изначально не заряжен. В зазор между двумя его пластинами («А» и «В») параллельно им вводят тонкую ***заряженную*** металлическую пластину «С» такого же размера. Ее располагают так, что расстояние от «А» до «С» в 5 раза меньше, чем от «В» до «С». Затем пластины «А» и «В» соединяют тонким проводом. При этом с пластины «А» на пластину «В» перетекает заряд q = – 8 нКл. Определить величину заряда (Q) на пластине «С».

Ответ: $Q = q(n+1)/(n-1) = -12$ нКл.

ЗАДАЧА № 8

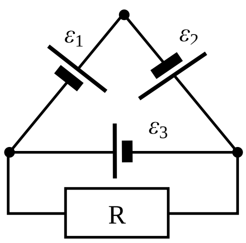
Три источника постоянного тока и резистор R собраны в схему, представленную на рисунке. Величины ЭДС источников (ε_i) и их внутренних сопротивлений (r_i) имеют следующие значения:

ε_1 = 3В, r_1 = 0,1 Ω; ε_2 = 6В, r_2 = 0,2 Ω; ε_3 = 18В, r_3 = 0,6 Ω;

сопротивление резистора R = 6 Ω.

Символ Ω (заглавная греческая «омега») – это старинное обозначение единицы сопротивления «Ом». Оно до сих пор используется во избежание путаницы между буквой «О» и цифрой «0».

Определить токи, протекающие через каждый из источников (I_1, I_2 и I_3) и ток (I_R), текущий по резистору R.



Ответ: $I_1 = I_2 = I_3 = 30$А; $I_R = 0$.

ЗАДАЧА № 9

Однократно ионизированный изотоп лития $^6Li^{+1}$ и дважды ионизированный изотоп углерода $^{12}C^{-2}$, ускоренные в электрическом поле с заданной разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно его силовым линиям. Найти отношение радиусов их траекторий R_C / R_{Li}.

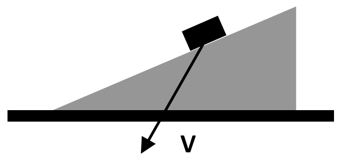
Ответ: $R = (2Um/qB^2)^{1/2}$; $R_C / R_{Li} = 1$.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
<u>Общеобразовательный предмет</u>/ комплекс предметов: <u>Физика</u>
2012-2013 учебный год

ВАРИАНТ 3 (11 класс)

ЗАДАЧА № 1

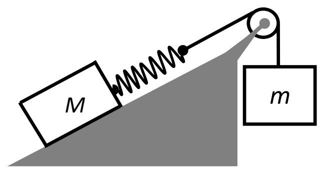
На полу стоит гладкий клин. Его наклонная плоскость образует с полом угол φ. В верхней точке наклонной плоскости удерживается брусок. Брусок отпускают, и он начинает скользить вниз по плоскости. Стрелкой на рисунке изображен вектор его скорости относительно пола (**V**). В некоторый момент времени он имеет следующие компоненты: горизонтальная V_x = 10 см/с, вертикальная V_y = 24 см/с. Найти отношение m/M масс бруска (m) и клина (M), если $tg\,\varphi = 4/3$.



ЗАДАЧА № 2

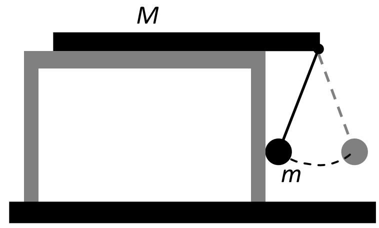
На наклонной плоскости тяжелого клина лежит брусок M массой 500г и удерживается на ней силой трения. Это возможно из-за соотношения между углом наклона плоскости (α) и коэффициентом трения (μ) бруска о плоскость ($tg\alpha = 7/24 < \mu = 0{,}5$).

К бруску через пружину подвешивают на легком нерастяжимом тросе, перекинутом через блок, груз m (см. рисунок) и удерживают его некоторое время в исходном положении, когда пружина не напряжена. Затем быстро отпускают. В итоге брусок M сдвигается со своего места. Какой минимальной массой должен обладать груз m, чтобы сдвинуть таким способом брусок M с места?



ЗАДАЧА № 3

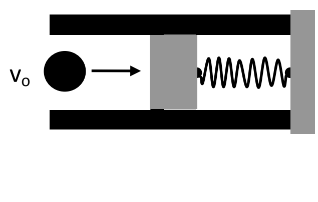
На массивный шероховатый стол положили однородную доску массой M = 3кг так, что часть ее длиной d = 40см свешивается со стола. К свисающему концу доски на легкой нерастяжимой нити длиной l = 50см привязали маленький тяжелый шар массой m = 500г. Получившийся таким образом маятник раскачали с максимальной амплитудой x_o, равной длине свисающей части доски ($x_o = d$ = 40см), как это представлено на рисунке. Какая минимальная длина доски (L_{min}) позволит ей удержаться на столе? Считать размеры стола неограниченными, а трение достаточным, чтобы доска не скользила по столу.



ЗАДАЧА № 4

В цилиндре массой M может без трения перемещаться поршень массой m. Цилиндр закрыт с одного конца легкой жесткой крышкой, приклеенной к его торцу). Поршень связан с крышкой посредством легкой пружины жесткостью k. Изначально вся система находится в покое (см. рисунок).

В некоторый момент на поршень извне со скоростью v_o налетает шар равной ему массы (m) и наносит ***абсолютно неупругий*** центральный удар. Какой минимальной прочностью на разрыв (F_{min}) должна обладать склейка, чтобы крышка удержалась? Какой окажется скорость цилиндра (V*) в момент максимальной нагрузки на крышку? Силами гравитации пренебречь.



ЗАДАЧА № 5

В цилиндре при температуре $T_o=100^oC$ под давлением P_o=1атм находится смесь воздуха и водяного пара. При изотермическом сжатии в n раз (n=4) давление в нем становится равным P_1 = 3,8 атм. Чему равна относительная влажность исходной смеси (φ)?

ЗАДАЧА № 6

Газовый процесс, заданный уравнением $P\cdot V^n = \text{const}$, называется политропическим, а приведенное соотношение – «*уравнением политропы*». Показателем политропы n может быть любое число ($-\infty < n < +\infty$).

Один моль идеального газа сначала «идет» по политропе $PV^3 = A$, а затем при некоторой температуре «переходит» на политропу $P/V^2 = B$. Определить температуру (T*), при которой произошел этот переход газа с одной политропы на другую. Константы A и B считать известными.

ЗАДАЧА № 7

Плоский конденсатор изначально не заряжен. В зазор между двумя его пластинами («A» и «B») параллельно им вводят тонкую металлическую пластину «C» такого же размера. Ее располагают так, что расстояние от «A» до «C» в 6 раз меньше, чем от «B» до «C». Пластина несет на себе заряд Q = – 28 нКл. Затем пластины «A» и «B» соединяют тонким проводом. Определить заряд (q), который в итоге перетечет с пластины «A» на пластину «B».

ЗАДАЧА №8

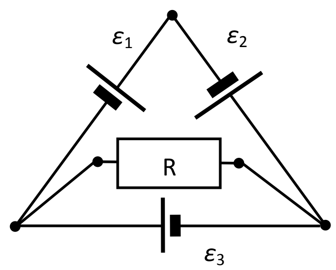
Три источника постоянного тока и резистор R собраны в схему, представленную на рисунке. Величины ЭДС источников (ε_i) и их внутренних сопротивлений (r_i) имеют следующие значения:

ε_1 = 2В, r_1 = 0,1 Ω; ε_2 = 4В, r_2 = 0,2 Ω; ε_3 = 12В, r_3 = 0,6 Ω;

сопротивление резистора R = 2 Ω.

Символ Ω (заглавная греческая «омега») – это старинное обозначение единицы сопротивления «Ом». Оно до сих пор используется во избежание путаницы между буквой «О» и цифрой «0».

Определить токи, протекающие через каждый из источников (I_1, I_2 и I_3) и ток (I_R), текущий по резистору R.



№ 9

Однократно ионизированный изотоп кислорода $^{18}O^{-1}$ и дважды ионизированный изотоп кислорода $^{16}O^{-2}$, ускоренные в электрическом поле с заданной разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно его силовым линиям. Найти отношение радиусов их траекторий R_{18}/R_{16}.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

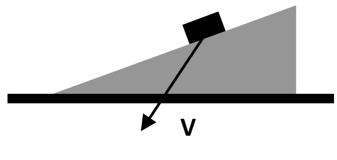
<u>Общеобразовательный предмет</u>/ комплекс предметов: <u>Физика</u>

2012-2013 учебный год

ВАРИАНТ 4 (11 класс)

ЗАДАЧА № 1

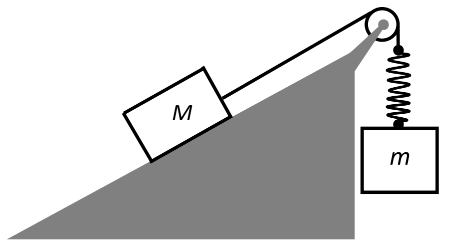
На полу стоит гладкий клин массой M = 12,8кг. Его наклонная плоскость образует с полом угол φ. В верхней точке наклонной плоскости удерживается брусок. Брусок отпускают, и он начинает скользить вниз по плоскости. Стрелкой на рисунке изображен вектор его скорости относительно пола (**V**). В некоторый момент времени его модуль $|V|$ = 68 см/с, а вертикальная компонента V_y = 60 см/с. Найти массу бруска (m). если $tg\,\varphi = 4/3$.



ЗАДАЧА № 2

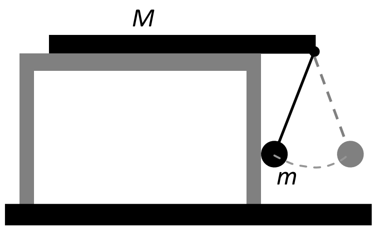
На наклонной плоскости тяжелого клина лежит брусок массой M и удерживается на ней силой трения. Это возможно из-за соотношения между углом наклона плоскости к горизонту (α) и коэффициентом трения (μ) бруска о плоскость ($tg\alpha = 3/4 < \mu = 4/5$).

С помощью легкого нерастяжимого троса, перекинутого через блок, к бруску на пружине подвешивают груз массой m (см. рисунок) и удерживают его некоторое время в исходном положении, когда пружина не напряжена. Затем груз m быстро отпускают. В итоге брусок M сдвигается со своего места. Однако, это происходит только при условии $m > 310$г. В противном случае брусок M остается на месте. Определить массу бруска M. (на рисунке трос параллелен наклонной плоскости)



ЗАДАЧА № 3

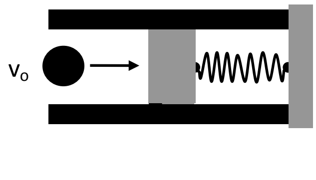
На массивный шероховатый стол положили однородную доску длиной L = 2м и массой M = 2,4кг так, что часть ее длиной d = 40см свешивается со стола. К свисающему концу доски на легкой нерастяжимой нити длиной l = 50см привязали маленький тяжелый шар. Получившийся таким образом маятник раскачали с максимальной амплитудой x_o, равной длине свисающей части доски ($x_o = d$ = 40см), как это представлено на рисунке. При какой максимальной массе шара (m_{max}) доска удержится на столе? Считать размеры стола неограниченными, а трение достаточным, чтобы доска не скользила по столу.



ЗАДАЧА № 4

В цилиндре массой M может без трения перемещаться поршень массой m. Цилиндр закрыт с одного конца легкой жесткой крышкой, приклеенной к его торцу). Поршень связан с крышкой посредством легкой пружины жесткостью k. Изначально вся система находится в покое (см. рисунок).

В некоторый момент на поршень извне налетает шар равной ему массы (m) и наносит ***абсолютно неупругий*** центральный удар, в результате которого склейка рвется и крышка отрывается от цилиндра. Какой минимальной скоростью (v_o) должен для этого обладать шар, если склейка может выдержать максимальное усилие на отрыв F_o? Какой



при этом окажется скорость цилиндра (V*) в момент отрыва крышки? Силами гравитации пренебречь.

ЗАДАЧА № 5

В цилиндре при температуре T_o=100°C под давлением P_o=1атм находится смесь воздуха и водяного пара. При изотермическом сжатии в n раз (n=3) давление в нем становится равным P_1 = 2,8 атм. Чему равна относительная влажность исходной смеси (φ)?

ЗАДАЧА № 6

Газовый процесс, заданный уравнением $P \cdot V^n = \mathrm{const}$, называется политропическим, а приведенное соотношение – «*уравнением политропы*». Показателем политропы n может быть любое число ($-\infty < n < +\infty$).

Один моль идеального газа сначала «идет» по политропе $PV^3 = A$, а затем при некоторой температуре «переходит» на политропу $PV^{1/2} = B$. Определить температуру (T*), при которой произошел этот переход газа с одной политропы на другую. Константы A и B считать известными.

ЗАДАЧА № 7

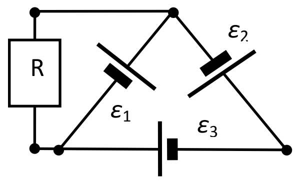
Плоский конденсатор изначально не заряжен. В зазор между двумя его пластинами («A» и «B») параллельно им вводят тонкую ***заряженную*** металлическую пластину «C» такого же размера. Ее располагают так, что расстояние от «A» до «C» в 8 раз меньше, чем от «B» до «C». Затем пластины «A» и «B» соединяют тонким проводом. При этом с пластины «A» на пластину «B» перетекает заряд q = – 14 нКл. Определить величину заряда (Q) на пластине «C».

ЗАДАЧА № 8

Три источника постоянного тока и резистор R собраны в схему, представленную на рисунке. Величины ЭДС источников (ε_i) и их внутренних сопротивлений (r_i) имеют следующие значения:

ε_1 = 5B, r_1 = 0,2 Ω; ε_2 = 15B, r_2 = 0,6 Ω; ε_3 = 20B, r_3 = 0,8 Ω;

сопротивление резистора R = 2 Ω.



Символ Ω (заглавная греческая «омега») – это старинное обозначение единицы сопротивления «Ом». Оно до сих пор используется во избежание путаницы между буквой «О» и цифрой «0».

Определить токи, протекающие через каждый из источников (I_1, I_2 и I_3) и ток (I_R), текущий по резистору R.

ЗАДАЧА № 9

Однократно ионизированный изотоп лития $^6Li^{+1}$ и дважды ионизированный изотоп углерода $^{12}C^{-2}$, ускоренные в электрическом поле с заданной разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно его силовым линиям. Найти отношение радиусов их траекторий R_C / R_{Li}.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

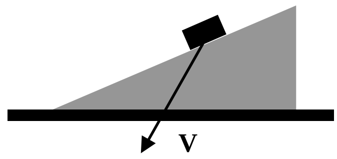
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика

2012-2013 учебный год

ВАРИАНТ 5 (11 класс)

ЗАДАЧА № 1

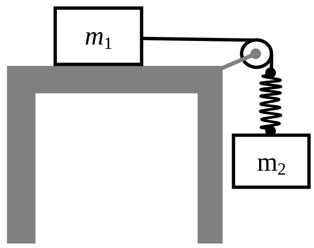
На полу стоит гладкий клин. В верхней точке его наклонной плоскости удерживается брусок. Брусок отпускают, и он начинает скользить вниз по плоскости. Стрелкой на рисунке изображен вектор его скорости относительно пола (**V**). В некоторый момент времени его модуль $|V| = 25$ см/с, а горизонтальная компонента $V_x = 20$ см/с. В этот момент скорость скольжения бруска по клину равна $V_K = 39$ см/с. Найти отношение m/M масс бруска (m) и клина (M).



Ответ: m/M = 4/5

ЗАДАЧА № 2

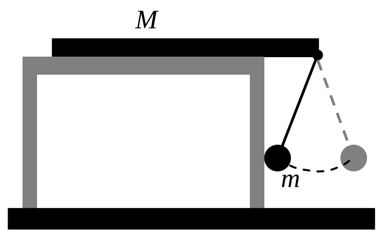
На шероховатом столе лежит брусок массы $m_1 = 400$г. Коэффициент трения между ними $\mu = 0{,}25$. К бруску на легком нерастяжимом горизонтальном тросе через блок подвешивают пружину, а к ней прикрепляют второй груз (см. рисунок). Этот груз удерживают некоторое время в исходном положении, когда пружина не напряжена, и затем быстро отпускают. Какой минимальной массой должен обладать второй груз (m_2), чтобы в итоге сдвинуть таким способом брусок m_1 с места?



Ответ: $m_2 = \mu\, m_1 / 2 = 50$г.

ЗАДАЧА № 3

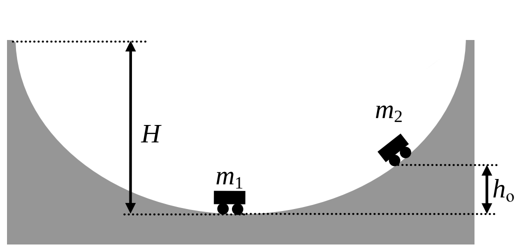
На массивный шероховатый стол положили однородную доску массой $M = 2{,}4$кг и длиной $L = 2$м так, что часть ее длиной $d = 40$см свешивается со стола. К свисающему концу доски на легкой нерастяжимой нити длиной l привязали маленький шар массой $m = 2$кг. Получившийся таким образом маятник раскачали с максимальной амплитудой x_o, равной длине свисающей части доски ($x_o = d = 40$см), как это представлено на рисунке. При какой минимальной длине нити (l_{min}) доска удержится на столе без опрокидывания? Считать размеры стола неограниченными, а трение достаточным, чтобы доска не скользила по столу.



Ответ: $l_{min} = 50$ см.

ЗАДАЧА № 4

Желеб для скейтбординга имеет глубину H, края его стенок направлены вертикально. На его дне стоит тележка массой m_1. На скате желеба на высоте $h_o = 4H/9$ от дна ставят вторую тележку массой m_2 и отпускают (см. рисунок). На дне желоба происходит абсолютно упругое столкновение тележек, в результате которого первая тележка достигает верхнего края желоба с нулевой скоростью. Определить соотношение масс тележек (m_1 / m_2). На какую высоту от дна (h^*) подлетит первая тележка при



условии $m_1 << m_2$? Диссипативными силами и размерами тележек пренебречь.

Ответ: $m_1 / m_2 = (4h_o / H)^{1/2} - 1 = 1/3$; $h^* = 4h_o = 16H/9$.

ЗАДАЧА № 5

Газовый процесс, заданный уравнением $P \cdot V^n = \text{const}$, называется политропическим, а приведенное соотношение – «*уравнением политропы*». Показателем политропы n может быть любое число ($-\infty < n < +\infty$).

Один моль идеального газа сначала «идет» по политропе $PV = A$, а затем при некоторой температуре «переходит» на политропу $P/V^2 = B$. Определить температуру (T^*), при которой произошел этот переход газа с одной политропы на другую. Константы A и B считать известными.

Ответ: $T = A / R$.

ЗАДАЧА № 6

В баллоне №1 находится одноатомный газ аргон (Ar) с молярной массой $M_{Ar} = 40$г/моль, а в баллоне №2 – многоатомный газ метан (CH_4) с молярной массой $M_{CH4} = 16$г/моль при одной температуре. Оба баллона падают в шахту глубиной h и после неупругого удара о дно практически мгновенно останавливаются. В результате удара температура газа в первом баллоне поднялась на величину ΔT_1 , а во втором – на ΔT_2. Найти отношение этих величин $\Delta T_1 / \Delta T_2$. Оценить их абсолютные значения при $h = 300$м. Считать, что массы баллонов существенно превосходят массы содержащихся в них газов. Деформацией сосудов и их теплообменом с газами пренебречь.

Ответ: $\Delta T = 2Mgh / i\,R \rightarrow \Delta T_{Ar} = 9{,}6^oC$; $\Delta T_{CH4} = 1{,}92^oC$; $\Delta T_1 / \Delta T_2 = 5$.

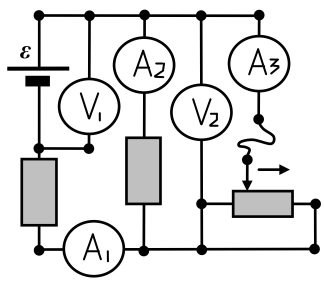
ЗАДАЧА № 7

В двух вершинах правильного треугольника со стороной l удерживаются два одинаковых маленьких шарика, имеющих одинаковую массу m и несущих на себе разноименные, но одинаковые по модулю заряды $\pm Q$. В третьей вершине треугольника закреплен точечный заряд, величину (q) и знак которого ($\pm$) можно варьировать. Если первые два заряда одновременно отпустить, они начнут двигаться с ускорением. При какой величине и знаке третьего заряда ($\pm q^*$) начальное ускорение отрицательно заряженного шарика будет минимальным по модулю? Определить величину (a_{min}) этого ускорения.

Ответ: $q^* = -Q/2$; $a = Q^2 \sqrt{3} / (8\pi \varepsilon_o l^2 m)$.

ЗАДАЧА № 8

Источник постоянного тока, три амперметра, два вольтметра, два резистора и один реостат собраны в схему, представленную на рисунке. Все элементы считать идеальными, т.е., внутреннее сопротивление источника, сопротивления всех амперметров и соединительных проводов равны 0, а сопротивления обоих вольтметров $R_V \rightarrow \infty$.



На схеме движок реостата (стрелка) находится примерно посередине между центром реостата и его левым краем. В этом положении все приборы имеют определенные показания.

Как будут изменяться показания каждого прибора (расти, падать, оставаться неизменными), если движок реостата плавно смещать ***вправо*** до конца? Какие соотношения между показаниями различных пар одноименных приборов («>», «<», «=», «→» и т.д.) установятся в конечной стадии процесса?

Считать, что сопротивление участка реостата между движком и любым его концом пропорционально длине этого участка.

Ответ: $V_1 = \text{const}$; V_2 - ↑↓; A_1 -↓↑; A_2 -↑↓; A_3 -↓↑; $A_3 = A_1 + A_2$; $A_3 \rightarrow A_1$; $A_2 \rightarrow 0$; $V_2 \rightarrow 0$.

ЗАДАЧА № 9

В колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, возбуждены незатухающие гармонические колебания. В некоторый момент этих колебаний напряжение на конденсаторе составило $U_1 = 8$В, а ток в катушке $I_1 = 1{,}2$А. В другой момент колебаний эти параметры оказались равными, соответственно, $U_2 = 6$В и $I_2 = 1{,}6$А. Определить максимальные (амплитудные) значения тока в катушке (I_o) и напряжения на конденсаторе (U_o).

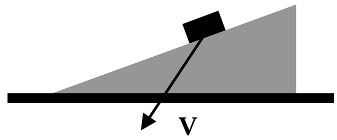
Ответ: $U_o = 10$В; $I_o = 2$А.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика
2012-2013 учебный год

ВАРИАНТ 6 (11 класс)

ЗАДАЧА № 1

На полу стоит гладкий клин массой M = 16кг. В верхней точке его наклонной плоскости удерживается брусок. Брусок отпускают, и он начинает скользить вниз по плоскости. Стрелкой на рисунке изображен вектор его скорости относительно пола (**V**). В некоторый момент времени его модуль $|V|$ = 68 см/с, а вертикальная компонента V_y = 60 см/с. В этот момент его скорость скольжения по клину равна V_K = 75 см/с. Найти массу бруска (m).

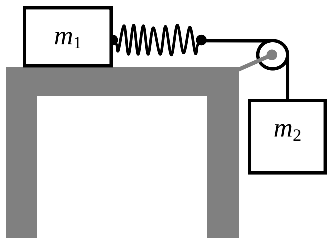


Ответ: m = 6,5 кг.

ЗАДАЧА № 2

На шероховатом столе лежит брусок массой m_1 = 400г. К нему через пружину подвешивают на легком нерастяжимом тросе, перекинутом через блок, груз массой m_2 (см. рисунок, на котором пружина занимает горизонтальное положение).

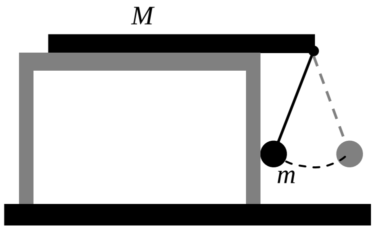
Этот груз удерживают некоторое время в исходном положении, когда пружина не напряжена, и затем быстро отпускают. В итоге брусок m_1 сдвигается со своего места. Но этот сдвиг происходит только при условии $m_2 > 300$г. В противном случае брусок m_1 остается на месте. Определить коэффициент трения (μ) между столом и бруском.



Ответ: μ 2m$_2$ /m$_1$ =1,5.

ЗАДАЧА № 3

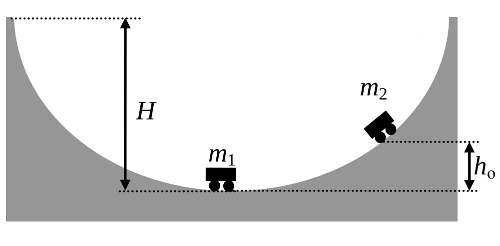
На массивный шероховатый стол положили однородную доску длиной L = 2м так, что часть ее длиной d = 40см свешивается со стола. К свисающему концу доски на легкой нерастяжимой нити длиной l = 50см привязали маленький тяжелый шар массой (m_{max}) =2кг. Получившийся таким образом маятник раскачали с максимальной амплитудой x_o, равной длине свисающей части доски ($x_o = d$ = 40см), как это представлено на рисунке. При какой минимальной массе доски (M_{min}) она удержится на столе? Считать размеры стола неограниченными, а трение достаточным, чтобы доска не скользила по столу.



Ответ: m = 2,4 кг

ЗАДАЧА №4

Желоб для скейтбординга имеет глубину H, края его стенок направлены вертикально. На его дне стоит тележка массой m_1 . На скате желеба на некоторой высоте от дна ставят вторую тележку массой $m_2 = 3m_1$ и отпускают (см. рисунок). На дне желоба происходит абсолютно упругое столкновение тележек, в результате которого первая тележка достигает верхнего края желоба с нулевой скоростью. Определить начальную высоту второй тележки (h_o). На какую высоту от дна (h*) подлетит первая тележка, если вторую тележку отпустить с верх-



него края желоба? Диссипативными силами и размерами тележек пренебречь.

Ответ: $h_o = 4H/9$; $h^* = 16H/9$.

ЗАДАЧА № 5

Газовый процесс, заданный уравнением $P \cdot V^n = \text{const}$, называется политропическим, а приведенное соотношение – «*уравнением политропы*». Показателем политропы n может быть любое число $(-\infty < n < +\infty)$.

Один моль идеального газа сначала «идет» по политропе $PV = A$, а затем при некоторой температуре «переходит» на политропу $PV^{1/2} = B$. Определить температуру (T^*), при которой произошел этот переход газа с одной политропы на другую. Константы A и B считать известными.

Ответ: $T = A / R$.

ЗАДАЧА № 6

В баллоне №1 находится многоатомный газ этан (C_2H_6) с молярной массой $M_{C2H6} = 30$г/моль, а в баллоне №2 – одноатомный газ гелий (He) с молярной масссой $M_{He} = 4$г/моль при одной температуре. Оба баллона падают в шахту глубиной h и после неупругого удара о дно практически мгновенно останавливаются. В результате удара температура газа в первом баллоне поднялась на величину ΔT_1, а во втором – на ΔT_2. Найти отношение этих величин $\Delta T_1/\Delta T_2$. Оценить их абсолютные значения при $h = 300$м. Считать, что массы баллонов существенно превосходят массы содержащихся в них газов. Деформацией сосудов и их теплообменом с газами пренебречь.

Ответ: $\Delta T = 2Mgh / i R \rightarrow \Delta T_{C2H6} = 3{,}6^oC$; $\Delta T_{He} = 0{,}96^oC$; $\Delta T_1/\Delta T_2 = 3{,}75$.

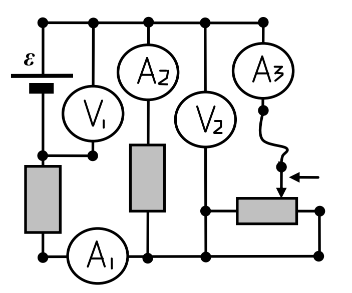
ЗАДАЧА № 7

В двух вершинах правильного треугольника со стороной l удерживаются два одинаковых маленьких шарика, имеющих одинаковую массу m и несущих на себе разноименные, но одинаковые по модулю заряды $\pm Q$. В третьей вершине треугольника закреплен точечный заряд, величину (q) и знак которого (±) можно варьировать. Если первые два заряда одновременно отпустить, они начнут двигаться с ускорением. При какой величине и знаке третьего заряда ($\pm q^*$) начальное ускорение положительно заряженного шарика будет минимальным по модулю? Определить величину ($a_{\min}$) этого ускорения.

Ответ: $q^* = + Q/2$; $a = Q^2 \sqrt{3} / (8\pi \varepsilon_o l^2 m)$.

ЗАДАЧА № 8

Источник постоянного тока, три амперметра, два вольтметра, два резистора и один реостат собраны в схему, представленную на рисунке. Все элементы считать идеальными, т.е., внутреннее сопротивление источника, сопротивления всех амперметров и соединительных проводов равны 0, а сопротивления обоих вольтметров $R_V \rightarrow \infty$.



На схеме движок реостата (стрелка) находится примерно посередине между центром реостата и его правым краем. В этом положении все приборы имеют определенные показания.

Как будут изменяться показания каждого прибора (расти, падать, оставаться неизмеными), если движок реостата (на рисунке) медленно смещать ***<u>влево</u>*** до конца? Какие соотношения между показаниями различных пар одноименных приборов («>», «<», «=», «→» и т.д.) установятся в конечной стадии процесса?

Считать, что сопротивление участка реостата между движком и любым его концом пропорционально длине этого участка.

Ответ: $V_1 = \text{const}$; V_2 - ↑↓; A_1 -↓↑; A_2 -↑↓; A_3 -↓↑; $A_3 = A_1 + A_2$; $A_3 \rightarrow A_1$; $A_2 \rightarrow 0$; $V_2 \rightarrow 0$.

ЗАДАЧА № 9

В колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, возбуждены незатухающие гармонические колебания. В некоторый момент этих колебаний напряжение на конденсаторе составило $U_1 = 3$В, а ток в катушке $I_1 = 0{,}8$А. В другой момент колебаний эти параметры оказались равными, соответственно, $U_2 = 4$В и $I_2 = 0{,}6$А. Определить максимальные (амплитудные) значения тока в катушке (I_o) и напряжения на конденсаторе (U_o).

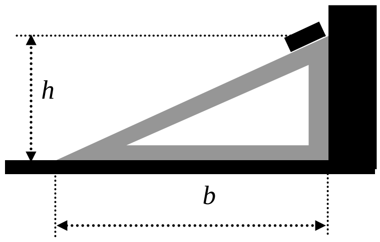
Ответ: $U_o = 5$В; $I_o = 1$А.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
<u>Общеобразовательный предмет</u>/ комплекс предметов: <u>Физика</u>
2012-2013 учебный год

ВАРИАНТ 7 (11 класс)

ЗАДАЧА № 1

На полу, прижатый к стене, стоит гладкий клин высотой $h = 50$см и основанием $b = 120$см. Масса клина $M = 560$г. В верхней части его наклонной поверхности удерживается кирпич длиной $l = 25$см и массой $m = 1{,}69$кг, также прижатый к стене (см. рисунок). Кирпич отпускают, и он начинает скользить без трения вниз по плоскости.

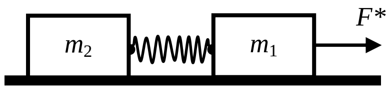


Определить силу давления клина на стену (N) и на пол (P) во время спуска. Через сколько секунд (t) после начала спуска кирпич коснется пола?

Ответ: N=mg $\sin\alpha\cdot\cos\alpha$ = 6Н; P=g(M+m$\cos^2\alpha$) = 20Н; t = 0,74с.

ЗАДАЧА № 2

На столе лежат два бруска, сцепленные пружиной (см. рисунок). Их массы $m_1 = 200$г и $m_2 = 300$г. Коэффициент трения между ними и столом μ = 0,4. С какой ***минимальной горизонтальной*** силой (F*) нужно тянуть первый брусок, чтобы сдвинуть второй с места?

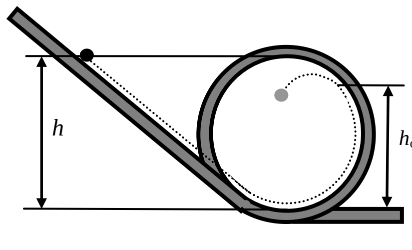


Ответ: $\mathbf{F}_{min} = \mu g\cdot(m_1+m_2/2)$ = 1,4Н.

ЗАДАЧА № 3

Установка для демонстрации «мертвой петли» представляет собой гладкий желоб, изогнутый в виде петли в вертикальной плоскости. Петля (см. рисунок) состоит из прямой наклонной части, которая плавно (по касательной) переходит в окружность радиуса R, а та, в свою очередь, также плавно переходит в горизонтальный прямой участок. Для того, чтобы скользящий по желобу (без трения) шарик совершил «мертвую петлю», то есть проскользил по круглому участку без отрыва от желоба, его надо пустить по наклонному участку с высоты H, большей диаметра петли.

Наименьшая высота, позволяющая шарику совершить «мертвую петлю», равна H_{min}=150см. Найти величину радиуса петли R. Размерами шарика пренебречь.

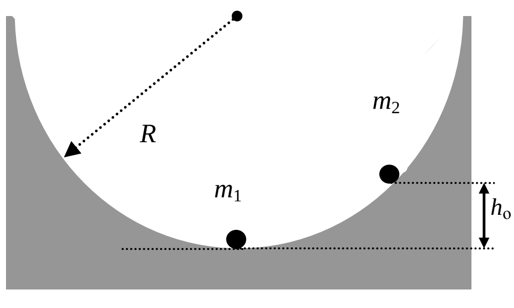


Если же шарик пустить с чуть меньшей высоты, то он, не закончив «мертвой петли», оторвется от желоба и некоторое время будет находиться в свободном полете (см. рисунок, на котором пунктиром показана его примерная траектория). На какой высоте ($h_о$) произойдет отрыв шарика от желоба, если пустить его с высоты h, равной диаметру петли ($h = 2R$)?

Ответ: R= 0,4H_{min} = 60см; $h_о$= 4R/3 = 80см.

ЗАДАЧА № 4

Желоб для скейтбординга имеет в разрезе профиль полуцилиндра радиусом R=4м. На его дне лежит шар массой m_1. На скате желоба на высоте $h_о = 0{,}05R$ от дна ставят второй шар массой $m_2 = ⅓\, m_1$ и отпускают (см. рисунок). Через какое время после этого (Т$_1$) произойдет столкновение шаров. Считая это столкновение центральным и абсолютно упругим, найти высоту подъема каждого из шаров



(h_1 и, соответственно h_2), после столкновения. Найти временной интервал (T_2) между первым и вторым столкновениями шаров. Определить высоту подъема шаров (H_1 и, соответственно H_2) после второго столкновения. Шары считать материальными точками. Трением пренебречь.

Ответ: T_1=0,5с; h_1=5см; h_2=5см; T_2=1,0с; H_1=0; $H_2 = h_o$=20см.

ЗАДАЧА № 5

На освещенной стороне поверхности Луны температура достигает значения ~ +130°С. Оценить среднеквадратичную скорость теплового движения молекул водорода (V_{H2}) и азота (V_{N2}) при этой температуре. Сравнить ее со второй космической скоростью для Луны (V_{II}). Массы атомов водорода и азота принять равными 1 и, соответственно, 14 аем (атомных единиц массы). 1аем=$1{,}66\cdot10^{-27}$кг, констаета Больцмана $k_Б = 1{,}38\cdot10^{-23}$ Дж/К. Радиус Луны R=$1{,}7\cdot10^{6}$ м, ускорение свободного падения на Луне составляет 1/6 от земного.

Ответ: $V=(3kT/m)^{½} \rightarrow V_{H2}\approx2230$м/с; $V_{N2}\approx 600$м/с; $V_{II} =(2gR)^{½}\approx 2330$м/с.

ЗАДАЧА № 6

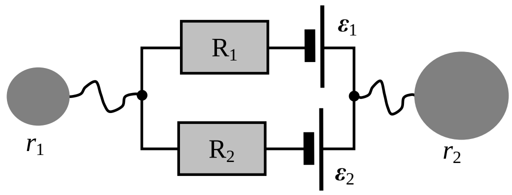
Не пользуясь таблицами, определить относительную влажность воздуха (φ) в комнате при температуре t = 30°С, если измеренная точка росы в ней оказалась равной $t_{росы}$ = 11°С. Считать, что в этой температурной области плотность насыщенного пара (ρ^*) пропорциональна 16-й степени ***абсолютной*** температуры:

$$\rho^*(T) = A\cdot T^{16}, \text{ где } A \text{ – константа.}$$

Ответ: $\varphi = (t_{росы}/t)^{16} = (284K/303K)^{16} = 0{,}354 = 35{,}4\%$.

ЗАДАЧА № 7

Два источника постоянного тока, два резистора и два металлических шара собраны в схему, представленную на рисунке. Шары изначально не заряжены и удалены друг от друга на значительное расстояние. ЭДС источников (ε_i), сопротивления резисторов (R_i) и радиусы шаров (r_i) имеют следующие значения: ε_1 = 6В, ε_2 = 9В, $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 1\Omega$, r_1 = 10см, r_2 = 30см. Символ Ω (заглавная греческая «омега») – одно из стандартных обозначений единицы сопротивления «Ом».

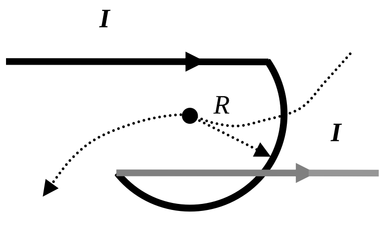


Найти установившийся потенциал каждого из шаров (φ_1 и φ_2) и величину заряда (q), перетекшего с одного шара на другой. Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

Ответ: $\varphi_2 - \varphi_1 = U = 8В \rightarrow \varphi_1 = -Ur_2(r_1+r_2) = -6В$; $\varphi_2 = +Ur_1(r_1+r_2) = +2В$; $q = 4\pi\varepsilon_o\varphi_i r_i = 0{,}067$нКл.

ЗАДАЧА № 8

<u>Бесконечный прямой тонкий</u> провод, по которому протекает ток $\boldsymbol{I}$, изогнули *<u>в середине</u>* так, как показано на рисунке. Прямые участки провода параллельны друг другу, а петля образует дугу, составляющую половину окружности радиусом R (для наглядности радиус представлен на рисунке пунктирной стрелкой). Все участки провода лежат в одной (горизонтальной) плоскости и в точке пересечения не имеют друг с другом электрического контакта.

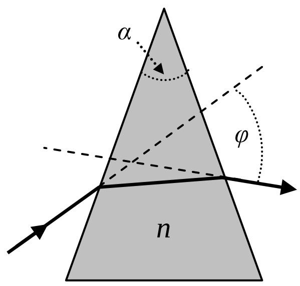


В той же плоскости с постоянной скоростью V движется металлический незаряженный шарик радиусом $r \ll R$. Его траектория и направление движения представлены на рисунке (вид сверху) пунктирной линией со стрелкой. В некоторый момент он проходит центр дуги (см. рис.).

Определить, между какими точками шарика (верхней, нижней, передней, задней, левой, правой по ходу) разность потенциалов, индуцированная его движением в магнитном поле проводника, окажется в этот момент наибольшей. Найти ее величину (U_{max}).

Ответ: между левой и правой точками шарика $U_{max} = \mu_o IVr/2R$.

ЗАДАЧА № 9



На рисунке схематично (т.е., без соблюдения точных угловых соотношений) в общем виде показан примерный ход светового луча сквозь призму. Она изготовлена из материала с показателем преломления n и имет преломляющй угол при вершине α. Прошедший сквозь призму луч отклоняется от исходного направления на некоторый угол φ, определяемый указанными свойствами призмы и углом падения луча.

– По заданному значению показателя преломления (n) определить максимальное значение преломляющего угла призмы (α_{max}), при котором луч света сможет пройти ее насквозь.

– На какой максимальный угол (φ_{max}) можно отклонить луч, пропустив его через призму, если она изготовлена из стекла с показателем преломления n, а ее преломляющий угол равен α ($\alpha < \alpha_{max}$)?

Ответ дать в общем виде и конкретно для случая n = 1,836, $\alpha = 30^{o}$. Для этого воспользуйтесь «инженерным» калькулятором (с функциями).

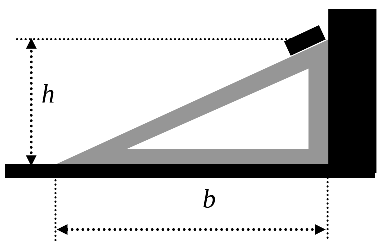
Ответ: $\alpha_{max} = 2\arcsin(1/n) = 66^{o}$; $\varphi_{max} = \arcsin[n\cdot\sin(\alpha/2)] - \alpha = 26{,}7^{o}$.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика
2012-2013 учебный год

ВАРИАНТ 8 (11 класс)

ЗАДАЧА № 1

На полу, прижатый к стене, стоит гладкий клин высотой $h = 40$см и основанием $b = 75$см. Масса клина M = 775г. В верхней части его наклонной поверхности удерживается брусок длиной l = 25см и массой m = 289г, также прижатый к стене (см. рисунок). Брусок отпускают, и он начинает скользить без трения вниз по плоскости.

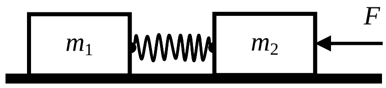


Определить силу давления клина на стену (N) и на пол (P) во время спуска. Через сколько секунд (t) после начала спуска брусок коснется пола?

Ответ: $N = mg\sin\alpha\cdot\cos\alpha = 1{,}2$Н; $P = g(M + m\cos^2\alpha) = 10$Н; $t = 0{,}5$с.

ЗАДАЧА № 2

На шероховатом столе лежат два бруска, сцепленные пружиной. Их массы $m_1 = 400$г и $m_2 = 600$г. Первый брусок пытаются сдвинуть с места, толкая на него через пружину второй брусок горизонтальной силой F, как это показано на рисунке. Минимальная сила, необходимая для сдвига, равна F_{min} = 2Н. Определить Коэффициент трения (μ) между брусками и столом.

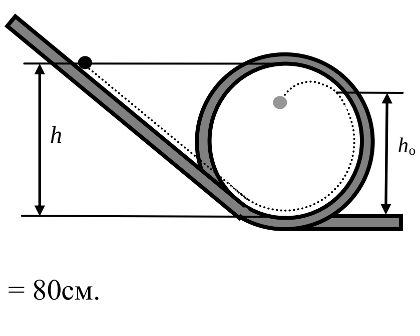


Ответ: $\mu = F_{min}/g\cdot(m_1+m_2/2) = 0{,}25$.

ЗАДАЧА № 3

Установка для демонстрации «мертвой петли» представляет собой гладкий желоб, изогнутый в виде петли в вертикальной плоскости. Петля (см. рисунок) состоит из прямой наклонной части, которая плавно (по касательной) переходит в окружность радиуса $R = 60$см, а та, в свою очередь, также плавно переходит в горизонтальный прямой участок.

Для того, чтобы скользящий по желобу (без трения) шарик совершил «мертвую петлю», то есть проскользил по круглому участку без отрыва от желоба, его надо пустить по наклонному участку с высоты H, большей диаметра петли. Пренебрегая размерами шарика, найти наименьшее значение этой высоты (H_{min}), позволяющее шарику совершить «мертвую петлю».

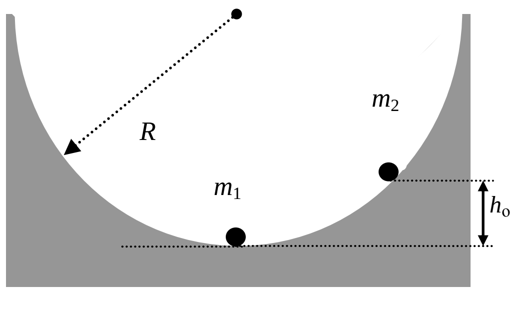


Если же шарик пустить с чуть меньшей высоты, то он, не закончив «мертвой петли», оторвется от желоба и некоторое время будет находиться в свободном полете (см. рисунок, на котором пунктиром показана его примерная траектория). На какой высоте (h_o) произойдет отрыв шарика от желоба, если пустить его с высоты h, равной диаметру петли ($h = 2R = 120$см)?

Ответ: $H_{min} = 2{,}5\,R = 150$см; $h_o = 4R/3 = 80$см.

ЗАДАЧА № 4

Желоб для скейтбординга имеет в разрезе профиль полуцилиндра радиусом R=5м. На его дне лежит шар массой m_1. На скате желоба на высоте $h_o = 0{,}09R$ от дна ставят второй шар массой $m_2 = ½\,m_1$ и отпускают (см. рисунок). Через какое время после этого (T_1) произойдет столкновение шаров. Считая это столкновение центральным и абсолютно упругим, найти высоту подъема каждого из шаров



(h_1 и, соответственно h_2), после столкновения. Найти временной интервал (T_2) между первым и вторым столкновениями шаров. Определить высоту подъема шаров (H_1 и, соответственно H_2) после второго столкновения. Шары считать материальными точками. Трением пренебречь.

Ответ: T_1=1,11; h_1=20см; h_2=5см; T_2=2,22с; H_1=0; $H_2 = h_o$ =45см.

ЗАДАЧА № 5

На поверхности Марса температура достигает значения T = – 30°C. Оценить среднеквадратичную скорость теплового движения молекул гелия (V_{He}) и кислорода (V_{O2}) при этой температуре. Сравнить ее со второй космической скоростью для Марса (V_{II}). Радиус Марса $R=3{,}4\cdot10^{6}$ м, ускорение свободного падения на Марсе составляет 0,4 от земного. Массы атомов гелия и кислорода принять равными 4 и, соответственно, 16 аем (атомных единиц массы). 1аем=$1{,}66\cdot10^{-27}$кг, констаета Больцмана $k_Б = 1{,}38\cdot10^{-23}$ Дж/К.

Ответ: $V=(3kT/m)^{½} \rightarrow V_{He} \approx 1220$м/с; $V_{O2} \approx 430$м/с; $V_{II} = (2gR)^{½} \approx 5200$м/с.

ЗАДАЧА № 6

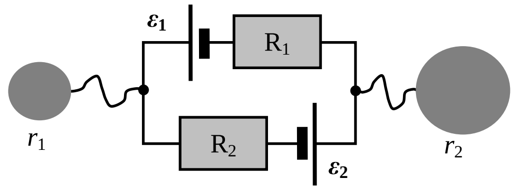
Не пользуясь таблицами, определить относительную влажность воздуха в комнате при температуре t = 25°C, если измеренная точка росы в ней оказалась равной $t_{росы}$ = 17°C. Считать, что в этой температурной области плотность насыщенного пара (ρ*) пропорциональна 16-й степени ***абсолютной*** температуры:

$\rho^*(T) = A\cdot T^{16}$, где A – константа.

Ответ: $\varphi = (t_{росы}/t)^{16} = (290K/298K)^{16} = 0{,}647 = 64{,}7\%$.

ЗАДАЧА № 7

Два источника постоянного тока, два резистора и два металлических шара собраны в схему, представленную на рисунке. Шары изначально не заряжены и удалены друг от друга на значительное расстояние. ЭДС источников (ε_i), сопротивления резисторов (R_i) и радиусы шаров (r_i) имеют следующие значения: ε_1 = 6В, ε_2 = 9В, $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 1\Omega$, r_1 = 10см, r_2 = 30см. Символ Ω (заглавная греческая «омега») – одно из стандартных обозначений единицы сопротивления «Ом».



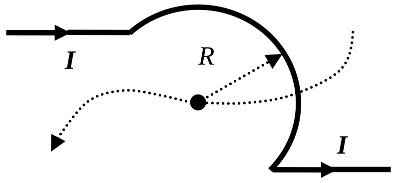
Найти установившийся потенциал каждого из шаров (φ_1 и φ_2) и величину заряда (q), перетекшего с одного шара на другой. Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

Ответ: $\varphi_2 - \varphi_1 = U = 4В \rightarrow \varphi_1 = -Ur_2(r_1 + r_2) = -3В$; $\varphi_2 = +Ur_1(r_1 + r_2) = +1В$; $q = 4\pi\varepsilon_o\varphi_i r_i = 0{,}033$нКл.

ЗАДАЧА № 8.

<u>*Бесконечный прямой тонкий*</u> провод, по которому протекает ток ***I***, изогнули <u>*в середине*</u> так, как показано на рисунке. Прямые участки провода параллельны друг другу, а петля образует дугу, составляющую половину окружности радиусом R (для наглядности радиус представлен на рисунке пунктирной стрелкой). Все участки провода лежат в одной (горизонтальной) плоскости.

В той же плоскости с постоянной скоростью V движется металлический незаряженный шарик радиусом $r << R$. Его траектория и направление движения представлены на рисунке (вид сверху) пунктирной линией со стрелкой. В некоторый момент он проходит центр дуги (см. рис.).



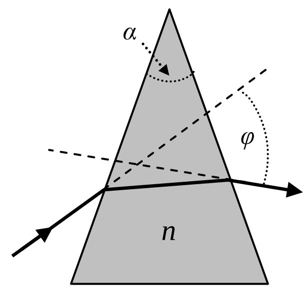
Определить, между какими точками шарика (верхней. нижней, передней, задней, левой, правой по ходу) разность потенциалов, индуцированная его движением в магнитном поле проводника, окажется в этот момент наибольшей. Найти ее величину (U_{max}).

Ответ: между левой и правой точками шарика $U_{max} = \mu_o IVr/2R$.

ЗАДАЧА № 9

На рисунке схематично (т.е., без соблюдения точных угловых соотношений) в общем виде показан примерный ход светового луча сквозь призму. Она изготовлена из материала с показателем преломления n и имет преломляющй угол при вершине α. Прошедший сквозь призму луч отклоняется от исходного направления на некоторый угол φ, определяемый указанными свойствами призмы и углом падения луча.

– По заданному значению преломляющего угла призмы (α) определить максимально возможное значение показателя преломления (n_{max}), при котором луч света сможет пройти призму насквозь.



– На какой максимальный угол (φ_{max}) можно отклонить луч, пропустив его через призму, если ее преломляющий угол равен α, а показатель преломления n ($n < n_{max}$)?

Ответ дать в общем виде и конкретно для случая $n = 1{,}836$, $\alpha = 30^{o}$. Для этого воспользуйтесь «инженерным» калькулятором (с функциями).

Ответ: $n_{max} = 1/\sin(\alpha/2)$; $\varphi_{max} = \arcsin[n\cdot\sin(\alpha/2)] - \alpha = 26{,}7^{o}$.