**Ответы к заданиям муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по физике (2015/2016 уч. г.)**

**10 класс**

**Задача 1.** Как должны относиться длины $L\_{1}$ и $L\_{2}$ двух стержней, сделанных из различных материалов с коэффициентами теплового линейного расширения $α\_{1}$ и $α\_{2}$, чтобы при любой температуре разность длин оставалась постоянной?

***Примерное решение***

При нагревании стержни будут изменять длину согласно формулам:

$L\_{1}$ **=** $L\_{01}$**(1 +** $α\_{1}$**t),** $L\_{2}$ **=** $L\_{02}$**(1 +** $α\_{2}$**t)**, где $L\_{1}$ $и L\_{2}$, $L\_{01} и $ $L\_{2}$ – конечные и начальные длины стержней, $α\_{1 } $ и $α\_{2}$ – термические коэффициенты расширения 1-го и 2-го стержней соответственно. Разность их длин

$∆L$ ***=*** $∆L\_{0}$ ***+ (***$α\_{1}L\_{01}$ ***-*** $α\_{2}L\_{02}$***)t = const***. Следовательно, по условию должно быть

***(***$α\_{1}L\_{01}$ ***-*** $α\_{2}L\_{02}$***)* = 0.** Отсюда $L\_{01}/L\_{02}$ **=** $α\_{2}$**/**$α\_{1}$.

**Задача 2.** Два одинаковых шара радиусом **r = 10 см** и массой **m = 600 г** каждый положили в вертикальный, открытый с обеих сторон цилиндр радиусом **R = 15 см**, стоящий на горизонтальной плоскости. Пренебрегая трением, найти, при какой минимальной массе **М** цилиндра шары его не опрокидывают.

***Примерное решение***

Радиус цилиндра **r**  **R**  **2r**, где **r** радиус шара. Если положить в цилиндр оба шара, то верхний шар, скатываясь с нижнего, сдвинет его в противоположную сторону. Оба шара будут касаться противоположных сторон цилиндра. На чертеже надо изобразить систему в плоскости, содержащей обе точки касания стенок цилиндра шарами. Допустим, нижний шар расположен слева, верхний справа. Их центры тяжести находятся на расстоянии **r** от стенки цилиндра. Только один шар (левый) касается основания. Сила реакции опоры **N** = **2mg** приложена к шару в его нижней точке (на расстоянии **r** от левой стенки цилиндра). Второй шар касается первого в точке на оси цилиндра. Можно перенести в точку касания шаров силы тяжести обоих шаров и цилиндра **(M + 2m)g.** Цилиндр может начать опрокидываться, опираясь на крайнюю правую точку. Её и надо взять в качестве оси вращения. В системе действуют две силы тяжести шаров **2mg** и цилиндра **Mg.** Силы взаимодействия шаров между собой и со стенками цилиндра – внутренние и на поворот цилиндра не влияют. Со стороны опоры на левый шар действует сила **N = 2mg**. Реакция опоры, действующая на цилиндр, момента не образует, так как в начале опрокидывания цилиндр опирается на опору только в одной точке, принятой за ось вращения. Относительно выбранной оси вращения цилиндра моменты

**N(2R – r) = (M + 2m) g R** или

**4mgR – 2mgr = MgR + 2mgR**. Отсюда **M = 2m(R –r)/R = 0,4 кг.**

**Задача 3.** К баллону ёмкостью $V\_{1}$ **= 30 л**, наполненному воздухом при давлении $p\_{1}$ **= 100 кПа**, присоединяют баллон объёмом $V\_{2}$ **= 10 л**, наполненный воздухом при неизвестном давлении $p\_{2}$. Воздух в обоих баллонах до и после присоединения оставался при одной и той же температуре. Давление в системе после объединения воздушных порций **p = 200 кПа**. Найти давление $p\_{2}$.

***Примерное решение***

Для каждой порции воздуха в баллонах можно записать

$p\_{1}V\_{1}$ **=** $m\_{1}$**RT/M,** $p\_{2}V\_{2}$ **=** $m\_{2}$**RT/M.** После объединения порций газа

**p(**$V\_{1}$ + $V\_{2}$) = ($m\_{1}$ + $m\_{2}$)**RT/M.**

Из двух первых уравнений $m\_{1}$ = $p\_{1}V\_{1}M/RT$и$m\_{2}$ = $p\_{2}V\_{2}M/RT.$ Подставим в третье уравнение **p(**$V\_{1}$ + $V\_{2}$) = ($p\_{1}V\_{1}M/RT$ **+** $p\_{2}V\_{2}M/RT$**)RT/M**, откуда

$p\_{2}$ **= [p(**$V\_{1}$ + $V\_{2}$) - $p\_{1}V\_{1}$**]**/$ V\_{2}$ **= 500 кПа.**

**Задача 4.** Магнит массой **m = 200 г** лежит на горизонтальной плите. Чтобы оторвать магнит от плиты, надо потянуть его вверх с силой **F = 16 Н**. Вместо этого плиту заставляют колебаться в вертикальном направлении по закону

**y = Asin**$ω$**t**, где **A = 5 см**, при какой минимальной циклической частоте $ω$ магнит оторвётся от плиты?

***Примерное решение***

При отсутствии внешних воздействий на магнит действуют три силы: сила тяжести **mg**, сила магнитного притяжения $F\_{м}$и сила реакции опоры **N.**

При этом **N = mg +** $F\_{м}$**.**

После приведения опоры в колебательное движение сила реакции

**N = ma =** - **mA**$ω^{2}$**sin**$ ω$**t.** Максимальное значение **N = F** реакции опоры достигается при **sin**$ ω$**t =** - **1.**  Тогда **F = mA**$ω^{2}$ и $ω^{2}$ **= F/mA = 1600** $(рад/с).^{2}$

Окончательно $ω$ **= 40 рад/с.**

**Задача 5.** Объяснить, почему небольшие лёгкие диэлектрические предметы (пушинки, кусочки бумаги…) притягиваются к поднесённой к ним электрически заряженной палочке, а после прикосновения некоторые «прилипают» к палочке, а некоторые – отскакивают? Каким будет поведение проводящих предметов (кусочки металлической фольги, ...) в подобном эксперименте?

***Примерное решение***

Любые (проводящие и непроводящие) тела притягиваются
к наэлектризованной палочке по двум причинам:

1) электрическое поле палочки возбуждает в телах поляризацию
(в диэлектриках) или электростатическую индукцию (в проводниках). При этом на ближней к заряженной палочке стороне появляется заряд противоположного знака по сравнению со знаком заряда палочки, а на дальней стороне – одноимённый;

2) электрическое поле палочки неоднородное, быстро убывает при удалении.

Поэтому на ближний заряд тела действует б$о^{҆}$льшая сила притяжения, а на дальний – меньшая по модулю сила отталкивания. В результате любое тело притягивается к заряженной палочке.

Диэлектрические тела могут иметь неровные, шероховатые края (пушинки, оторванные бумажки, …) и ровные, гладкие (бумажки, отрезанные ножницами, пластиковые плёнки, …). При соприкосновении с заряженной палочкой гладкие бумажки теряют значительную часть заряда противоположного знака, а одноименный заряд остаётся на теле, и оно отскакивает под действием силы отталкивания. Неровные шероховатые тела касаются палочки только на очень маленькой площади, теряют очень мало заряда противоположного знака и остаются притянутыми к палочке.

Проводящие тела полностью теряют заряд противоположного знака, заряжаются от палочки одноименным зарядом и отскакивают от неё. Если на поверхности проводящего тела имеется диэлектрический слой (оксид, жировая плёнка, …), то проводящее тело ведёт себя как диэлектрическое.