

## Задания 2013/2014 года олимпиады «ПВГ!» по ФИЗИКЕ:

### ЗАДАНИЕ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА.

Примечание: участники выполняли задание в дистанционном режиме, и данные задачи варьировались в некоторых пределах, то есть каждый участник получал задание со своим набором данных. Соответственно ответы даны в той форме, в которой они проверялись при предварительной (автоматической) проверке. Окончательная проверка производилась по решениям в работах для лучших работ.. После названия задачи указан класс, программе которого она соответствует.

### ТУР 3:

«Стартовое» задание: Светящаяся нить маленькой лампочки расположена на оптической оси тонкой линзы на расстоянии  $a$  = см от линзы. Нить перпендикулярна оси, а ее изображение находится на расстоянии  $l$  = см от линзы с той же стороны, что и лампочка. Найти оптическую силу линзы. Ответ записать в диоптриях с учетом знака, округлив до сотых.

ЗНАЧЕНИЯ:  $a = 75, 90, 105, 130, 145$ ;  $l = 10, 20, 30, 40, 50$ .

ОТВЕТ:  $D = 100 \cdot \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{l} \right)$ . Максимальная оценка – **5 баллов**.

Основное задание:

1. («из истории физики»: **10**) Однажды Галилео Галилей бросал камешки с Пизанской башни. Один из камешков он бросил горизонтально со скоростью  $u = \text{м/с}$  из точки, находящейся на высоте  $H = 51 \text{ м}$  над поверхностью земли. Камешек полетел в направлении мальчика, стоящего на расстоянии  $L = 68 \text{ м}$  от башни. В то же мгновение этот мальчик бросил свой камешек с помощью пращи со скоростью  $v = \text{м/с}$ , причем вектор этой скорости был направлен на точку вылета камня Галилея. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите, каким будет минимальное расстояние между камешками в процессе полета. Ответ привести в метрах, округлив до десятых.

ЗНАЧЕНИЯ:  $u = 8, 9, 10, 11, 12$ ;  $v = 25, 26, 27, 28, 29, 30$ .

ОТВЕТ:  $l_{\min} = \frac{51u}{\sqrt{u^2 + v^2 + 8uv/5}}$ . Максимальная оценка – **15 баллов**.

2. («заряженная гирлянда»: **11**). Гирлянда из 2014 одинаковых металлических шариков подвешена на длинном непроводящем тросе. Расстояние между шариками много больше их диаметра, и они удалены от других тел, которые могут влиять на электростатические поля. На все шарики нанесен одинаковый заряд  $Q = \text{мкКл}$ . Еще один металлический шарик (меньшего размера) закреплен на изолирующей ручке. Этим шариком поочередно касаются всех шаров гирлянды. Известно, что после касаний абсолютная величина заряда шарика, которого касались вторым, оказалась на  $n = \%$  больше, чем шарика, которого касались первым. Чему после всех касаний будет равен заряд маленького шарика? Ответ приведите в нанокулонах ( $1 \text{ нКл} = 10^{-9} \text{ Кл}$ ), округлив до целых, с учетом знака..

ЗНАЧЕНИЯ:  $Q = -9, -8, -7, -6, -5, -4, -3, -2, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ ;  $n = 2, 4, 6, 8$

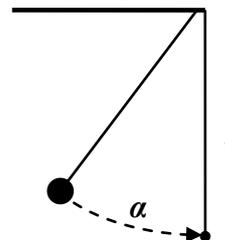
ОТВЕТ:  $q \approx \frac{1000n}{100 - n} Q$ . Максимальная оценка – **20 баллов**.

3. («шарик и ветер»: **10**) Наполненный гелием воздушный шарик имеет форму, близкую к сферической.. Если отпустить его в безветренную погоду, скорость его установившегося (то есть равномерного) подъема будет равна  $v_0 = \text{м/с}$ . Этот шарик привязали к багажнику велосипеда. Когда велосипедист на этом велосипеде ехал навстречу ветру со скоростью  $v = \text{м/с}$  относительно земли, нить шарика отклонилась от вертикали на постоянный угол.. Найдите этот угол, если скорость ветра в этот момент  $u = \text{м/с}$ . Считать, что при движении шарика в воздухе величина действующей на него силы сопротивления пропорциональна квадрату его скорости относительно воздуха. Ответ запишите в градусах, округлив до целых.

ЗНАЧЕНИЯ:  $v_0 = 3, 4, 5, 6$ ;  $v = 7, 8, 9, 10, 11, 12$ ;  $u = 1,5, 2,5, 3,5, 4,5$ .

ОТВЕТ:  $\alpha = \arctg \left[ \frac{(v + u)^2}{v_0^2} \right]$ . Максимальная оценка – **20 баллов**.

4. («тяжелый удар»: **10**) На двух невесомых нерастяжимых нитях почти одинаковой длины  $l = \text{см}$  подвешены рядом два небольших шарика, один из которых очень тяжелый, а другой – очень легкий. Тяжелый шарик отводят в сторону, так что его нить составляет угол  $\alpha = ^\circ$  с вертикалью, и отпускают без начальной скорости. В результате происходит упругий лобовой удар тяжелого шарика по легкому, причем перед ударом скорость тяжелого шарика направлена горизонтально. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите максимальную высоту подъема легкого шарика после удара. Ответ записать в см, округлив до целых. Кронштейн, на котором подвешены нити, не мешает движению легкого шарика и его нити.

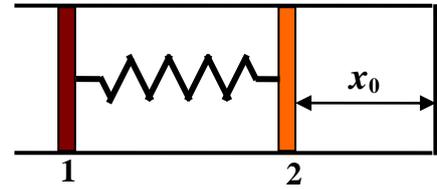


ЗНАЧЕНИЯ:  $l = 81, 90, 99, 108, 117, 126$ ;  $\alpha = 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59$ .

ОТВЕТ:  $h_{\max} = \frac{4\cos(\alpha)[9 - 8\cos(\alpha)]^2}{27} l$ . Максимальная оценка – **20 баллов**.

ОТВЕТ2:  $h_{\max} = 4l[1 - \cos(\alpha)]$ . Максимальная оценка – **8 баллов**.

5. («пар и газ против пружины»: **10**) В гладкой горизонтальной трубе, закрытой с одного конца, находятся два вертикальных поршня (см. рисунок). Поршень 1 можно передвигать в трубе, фиксируя в разных положениях. Поршень 2 свободно скользит в трубе. Объем между поршнями вакуумирован, и между ними вставлена невесомая пружина. Между поршнем 2 и закрытым торцом трубы находится воздух с относительной влажностью  $\phi_0 = \%$ . Первоначально поршень 1 находится от торца трубы на расстоянии, равном длине недеформированной пружины, а поршень 2 – на расстоянии  $x_0 =$  см. Температура системы поддерживается постоянной. Известно, что при заполнении объема между поршнем 2 и торцом трубы только насыщенным водяным паром при этой же температуре поршень 2 (при том же положении поршня 1) располагался на расстоянии, в два раза меньшем. На какое расстояние надо сдвинуть поршень 1, чтобы расстояние между поршнем 2 и торцом трубы уменьшилось в  $n =$  раз? Ответ приведите в см, округлив до десятых.



ЗНАЧЕНИЯ:  $\phi_0 = 40, 50, 60, 70$ ;  $x_0 = 3, 3,5, 4, 4,5, 5$ ;  $n = 3, 4, 5$ .

ОТВЕТ:  $l = \frac{n^2(2 - \phi_0/100) + n - 2}{2n} x_0$ . Максимальная оценка – **20 баллов**.

Максимальная оценка за работу в любом туре: **100 баллов**.