

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ» ПО ФИЗИКЕ.
2014/15 учебный год, МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ**

ЗАДАНИЕ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА. 10 и 11 классы.

Задание состояло из двух частей: тестовое задание и основная часть.

Часть I: тестовое задание.

Эта часть представляла собой тестовое задание, индивидуальное для каждого участника, причем все варианты тестового задания были равнозначны. Один из вопросов требовал выбрать вариант ответа из предложенных, остальные требовали введения ответа. Несмотря на тестовый характер, задания этой части тоже были «олимпиадного» типа, но проверка этой части производилась автоматически. Ниже приводится в качестве примера один из вариантов с комментариями методической комиссии.

Вопрос 1 (5 баллов):

Комета массы m пересекла орбиту Нептуна со скоростью V , облетела Солнце (минимальное расстояние до него было равно r) и снова вернулась к орбите Нептуна. Считая, что орбита Нептуна – это окружность радиуса R , найдите работу силы тяготения Солнца над кометой за время ее полета внутри этой орбиты. Масса Солнца M , гравитационная постоянная G .

Варианты ответа:

а) $\frac{mV^2}{2}$

б) $\frac{GmM}{r}$

в) $\frac{GmM}{R}$

г) 0

д) $-\frac{GmM}{R}$

Вопрос 2 (6 баллов):

Небольшая шайба, скользящая по гладкой горизонтальной поверхности, проходит точку А в момент времени, принятый за $t = 0$. Далее до момента времени $t_1 = 5$ с на шайбу действует постоянная сила, сонаправленная со скоростью, и к этому моменту скорость шайбы увеличивается в три раза. В этот момент времени сила мгновенно изменяет свое направление на противоположное, оставаясь такой же по абсолютной величине. В какой момент времени t шайба вернется в точку А? Ответ запишите в секундах, округлив до десятых долей секунды.

Вопрос3 (10 баллов):

Диаграмма процесса расширения постоянного количества гелия в координатах «давление-объем» есть прямая линия (1-2 на рисунке 1). В этом процессе гелий обменивается с внешним источником количеством теплоты $Q = 506$ Дж. Какое количество теплоты нужно отнять от гелия, чтобы вернуть его в исходное состояние посредством изобарного сжатия и изохорного нагревания (2-3-1)? Известно, что абсолютная температура гелия в точках 1 и 2 одинакова и $n = 1,2$ раза больше его температуры в точке 3. Ответ запишите по абсолютной величине, в Джоулях, округлив до целого значения.

Вопрос4 (8 баллов):

В схеме, показанной на рисунке 2, все резисторы имеют одинаковое сопротивление $R = 100$ Ом, ЭДС источника равна $E = 27$ В, а его внутреннее сопротивление $r = 16$ Ом. Каковы будут показания амперметра, если его внутреннее сопротивление $r' = 4$ Ом? Ответ запишите в миллиамперах, округлив до целого значения.

Часть II. «ПРИКЛЮЧЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАТОРА ТРУРЛЯ».

Задания этой части носили творческий характер и имели высокий уровень сложности. При проверке жюри обращало внимание в первую очередь на содержание решение и его соответствие предложенной участником модели рассматриваемого физического явления.

1. («Загадочная жидкость») Однажды Трурль нашел емкость с неизвестной прозрачной жидкостью. Он взял синий светодиод и поместил его перед тонкой линзой таким образом, что светодиод светил строго по главной оси линзы. Диаметр выходного отверстия («глазка») светодиода $d = 2,4$ мм. Оказалось, что четкое изображение «глазка» светодиода на правильно размещенном экране имеет диаметр $d_1 = 1,2$ мм. Когда Трурль поместил светодиод и линзу в жидкость (не меняя относительного положения светодиода и линзы), то диаметр четкого изображения «глазка» стал $d_2 = 4,2$ мм (при новом положении экрана). Показатель преломления вещества линзы $n = 2,5$. Найдите показатель преломления жидкости.

2. («Вариоконд») Исследуя свойства синтезированного им диэлектрика, Трурль обнаружил, что его диэлектрическая проницаемость зависит от напряженности электрического поля в нем, причем эта зависимость описывается формулой $\varepsilon = \frac{3}{2} \left[1 + \frac{E}{E_0} \right]$, где E_0 – некоторая константа. Тогда он взял два одинаковых воздушных плоских конденсатора с расстоянием между обкладками d , один из них зарядил до напряжения $U_0 = E_0 d$, а другой полностью заполнил диэлектриком. Затем Трурль соединил попарно обкладки конденсаторов проводами. Во сколько раз уменьшится заряд воздушного конденсатора за достаточно большое время после соединения?

3. («Планета, которая гуляла сама по себе») В одном из путешествий Трурль наткнулся на планету, которая, не вращаясь, двигалась равномерно (относительно центра Галактики) в межзвездном пространстве. Планета оказалась твердым шаром с ровной поверхностью и очень тонкой (по сравнению с радиусом планеты) атмосферой из гелия и аргона с относительной влажностью (по аргону) $\phi_0 = 60\%$. За счет медленного распада радиоактивных веществ в глубине планеты на ее поверхности и во всей атмосфере поддерживалась постоянная температура, превышающая 90 К. У Трурля был с собой прибор, позволяющий дистанционно регулировать скорость радиоактивного распада, и с помощью него он стал плавно уменьшать температуру поверхности планеты. Когда температура понизилась на $x_1 = 0,8\%$, на поверхности выпала роса. Опишите рост глубины аргонового океана на поверхности планеты при дальнейшем снижении температуры. На сколько процентов (от начальной) нужно еще снизить температуру поверхности, чтобы глубина океана стала равна половине от максимально возможной? В рассматриваемом диапазоне температур давление насыщенных паров аргона можно считать линейной функцией температуры, а тепловым расширением жидкого аргона можно пренебречь.

4. («Несвободное падение») Как-то Трурль раздобыл высокоскоростную видеокамеру и точные электронные весы. Тогда он взял маленький шарик, и измерил его массу. Она оказалась равна $m = (0,36 \pm 0,01)$ г. Затем экспериментатор стал снимать падение шарика с разных высот h и, используя специальную программу, определять скорость шарика перед ударом о землю V и время падения t . В результате у него получилась следующая таблица (все величины измерены с точностью до единицы последнего указанного разряда):

h , м	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00
V , м/с	4,21	5,83	7,03	8,00	8,84	9,56	10,22
t , с	0,463	0,662	0,818	0,951	1,070	1,178	1,279

8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00
10,82	11,37	11,88	12,35	12,80	13,22	13,61	13,98
1,374	1,465	1,551	1,633	1,713	1,790	1,865	1,938

Кроме того, из геофизических данных он нашел, что ускорение свободного падения в районе измерений $g = (9,81 \pm 0,01)$ м/с². Предложите физическую модель, описывающую падение шарика и согласующуюся с измерениями Трурля с ошибкой не более 5%. Ваша модель должна описывать действующие на шарик силы с такой же точностью, причем уровень точности должен быть указан явно и обоснован.