

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 2:

«Стартовое» задание: N одинаковых монет массой m г каждая сложены ровной «стопкой» друг на друга на полу лифта. Стопка покоится относительно лифта, а лифт в это время поднимается вверх и тормозит с ускорением a м/с². Найти проекцию результирующей всех сил, действующих на «среднюю» монету в стопке, на ось x , направленную вертикально вверх. Ответ записать в мН с учетом знака. Ускорение свободного падения $g \approx$ м/с².

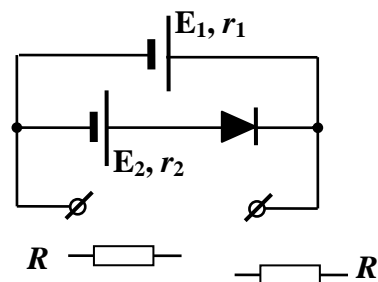
ОТВЕТ: $F_x = -m \cdot a$. Максимальная оценка – 5 баллов.

Основное задание:

1. («туда и обратно»: 10) Расстояние от Эсгарота до Одинокой Горы L км. В отсутствие ветра орел Гвайхир может пролететь это расстояние за время t_0 ч. За какое минимальное время он может слетать от Одинокой Горы до Эсгарота и обратно при ветре, дующем со скоростью u км/ч под углом α° к прямой, соединяющей эти пункты? Ответ привести в часах, округлив до десятых.

ОТВЕТ: $T_{\min} = t_0 \frac{2L\sqrt{L^2 - u^2 t_0^2 \sin^2 \alpha}}{L^2 - u^2 t_0^2}$. Максимальная оценка – 15 баллов

2. («один или два?»: 11). Один любознательный школьник собрал из двух аккумуляторов и одного диода источник питания по схеме, показанной на рисунке. Сначала он подключил к источнику в качестве нагрузки один резистор с сопротивлением $R = 7$ Ом, а затем – два таких резистора последовательно. Во сколько раз отличалась выделяющаяся на нагрузке мощность P в этих двух случаях? В качестве ответа укажите величину $n \equiv \frac{P_1}{P_2}$, округлив ее с точностью до сотых.



ЭДС аккумуляторов равны $E_1 = 36$ В и $E_2 = 24$ В, их внутренние сопротивления r_1 Ом и r_2 Ом соответственно. Диод считать идеальным, то есть считать, что его сопротивление в «открытом» состоянии равно нулю, а в обратном направлении он ток не пропускает.

ОТВЕТ: $n = \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{14(r_1 + r_2) + r_1 \cdot r_2}{7(r_1 + r_2) + r_1 \cdot r_2} \right]^2$. Максимальная оценка – 20 баллов.

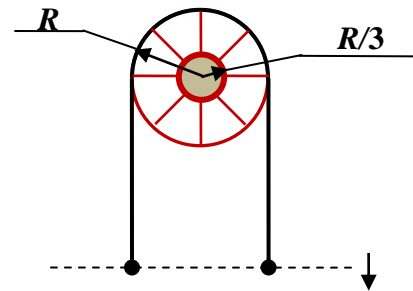
3. («точный баланс»: 11) Два небольших заряженных шарика находятся в невесомости в безвоздушном пространстве на расстоянии l м друг от друга и очень далеко от других тел. В начальный момент времени их скорости направлены в противоположные стороны перпендикулярно прямой АВ, соединяющей их центры, и равны по величине v м/с. Шарика заряжены положительно, и отношение заряда к массе у обоих шариков в точности равно

$$\frac{q}{m} = 2\sqrt{\pi\epsilon_0 G}, \text{ где } \epsilon_0 \approx 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} - \text{электрическая постоянная, а } G \approx 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг}\cdot\text{с}^2)$$

– ньютонская постоянная тяготения. Какой должна быть величина индукции магнитного поля, перпендикулярного плоскости движения шариков, чтобы они столкнулись при первом же возвращении на прямую АВ? Ответ запишите в ГТл (1ГТл=10⁹ Тл), округлив до сотых.

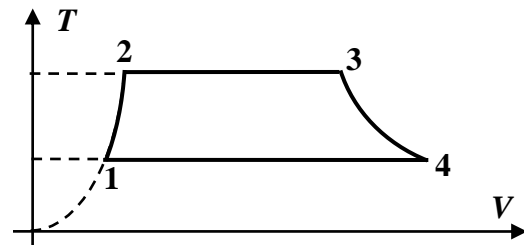
ОТВЕТ: $B = 46,42 \cdot \frac{v}{l}$. Максимальная оценка – **20 баллов**.

4. («чем дальше, тем больше»: **10**) Два шарика одинаковой массы m г прикреплены к концам гибкой нерастяжимой длиной веревки, масса которой ровно такая же. Веревка перекинута через обод вертикального колеса, масса которого M г, так, что шарики находятся на одном уровне (см. рисунок). Колесо может вращаться без трения вокруг горизонтальной оси. 25% массы колеса приходится на его тонкий обод, а остальные 75% - на втулку колеса, толщина которой также мала, а радиус в три раза меньше радиуса обода (спицы – невесомые). Из-за малого возмущения правый груз начинает опускаться практически без начальной скорости. Какой будет величина ускорения относительного движения грузов в тот момент времени, когда расстояние между ними по вертикали достигнет величины h см. Длина веревки $L = 1$ м, веревка не отрывается от обода и не скользит по нему. Ускорение свободного падения считать равным $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$, ответ записать в м/с^2 , округлив до десятых.



ОТВЕТ: $a = 0,588 \cdot \frac{m \cdot h}{M + 9m}$. Максимальная оценка – **20 баллов**.

5. («и снова непростая работа»: **10**) Диаграмма циклического процесса над одноатомным идеальным газом показана на рисунке в координатах температура-объем. Участок, отвечающий процессу 1–2, есть участок параболы с вершиной в начале координат, и в этом процессе абсолютная температура газа увеличивается в n раз, а газ совершает работу A кДж. Найдите работу, совершенную газом в процессе адиабатического расширения.



В цикле два процесса – изотермические. Ответ запишите в кДж, округлив до десятых.

ОТВЕТ: $A_{34} = 3 \cdot A$. Максимальная оценка – **20 баллов**.