

Олимпиада «Формула Единства» / «Третье тысячелетие»

Физика, 10 класс, 2022 год

1. Упругий мяч массы M падает в вакууме в поле тяжести g с высоты H на поршень массы m и площади S , закрывающий цилиндрический вертикальный сосуд с ν молями газа гелия при температуре T . На какое расстояние сместится поршень, когда мяч перестанет прыгать?

Примечание. Система теплоизолирована, теплоёмкостью поршня и стенок сосуда пренебрегите.

$$\frac{(M+m)g}{H\nu} - \frac{6(M+m)g}{L\nu}$$

2. У электрического чайника, потребляющего от сети с напряжением 220 В ток в 10 А, вышел из строя автомат отключения. Определите, с какой скоростью выходит пар из носика чайника площадью 3 см². КПД чайника равен 90%, а пар из него выходит только через носик.

Примечание. Плотность насыщенного водяного пара при температуре 100 °С равна 0,6 кг/м³, удельная теплота парообразования $2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг. Ответ дайте с точностью до 0,1 м/с.

$$4,9 \text{ м/с}$$

3. Вблизи поверхности Луны существует направленное вертикально вверх электрическое поле, резко спадающее с высотой. На высоте $h = 20$ см напряжённость E равна 1 В/м. Было предложено использовать его для создания транспортной системы для перемещения параллельно плоским участкам поверхности Луны.

Пусть система, которая представляет собой круг массой $m_1 = 100$ кг и радиуса $R = 10$ м, переносит полезный груз массой $m_2 = 120$ кг. Для создания подъёмной силы на поверхности круга создаётся положительный электрический заряд Q .

1. Предполагая, что токи утечки с поверхности системы отсутствуют, найдите поверхностную плотность электрического заряда, обеспечивающего работу системы на высоте $h = 20$ см.

Примечание. Ускорение свободного падения на Луне $1,622$ м/с². Ответ дайте с точностью до 0,01 Кл/м².

2. Покажите, что равновесие в процессе движения будет устойчивым по высоте.

$$1,14 \text{ Кл/м}^2$$

4. Если бы масса Земли возросла до половины массы Солнца без изменения расстоянием между Солнцем и Землёй, то как бы изменилась длительность земного года?

$$\text{увеличилась в } \sqrt{1,5} \text{ раз}$$

5. В конце 21 века, согласно прогнозам некоторых уфологов, будет осуществлена частичная колонизация Марса. Естественно, что контакт с прародиной Землёй будет предполагать и проведение спортивных соревнований между землянами и колонистами.

Пусть в программу межпланетной олимпиады включены прыжки в высоту. Землянин Иван (масса 70 кг, рост 185 см, высота точки центра масс 130 см) прыгает на максимальную высоту 250 см способом «фосбери флоп» (с положением центра масс при прыжке на 15 см ниже планки, а перед толчком происходит сгибание ноги на $\Delta = 30$ см). Какого максимального результата он может ожидать в марсианских условиях, если ускорение на его поверхности в 2,5 раз меньше, чем на Земле.

Примечание. Считайте, что характер движения не меняется при смене планеты. Ответ дайте с точностью до 10 см.

И 2'7