

Задача 1. «Системы единиц»

1. В атомной и ядерной физике используется система единиц, в основу которой положены такие фундаментальные постоянные как постоянная Планка ($\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$) и скорость света ($c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ м/с}$). В данной системе эти постоянные приравняются к единице ($\hbar = c = 1$). Легко заметить, что в этом случае размерности времени и расстояния становятся одинаковыми, то же самое происходит с размерностью массы, импульса и энергии.

Предлагает Вам разобраться с этими хитростями.

Если в системе СИ для килограмма, метра и секунды существуют свои эталоны, то в указанной системе единиц двумя эталонами являются постоянная Планка и скорость света. В качестве третьего эталона можно выбрать, например, метр.

Если размерность времени и расстояния одинаковы, то можно время выражать в метрах ($1\text{с} = 3,00 \cdot 10^8 \text{ м}$).

1.1 Массу в такой системе можно измерять в обратных метрах ($1 \text{ кг} = \beta \text{ м}^{-1}$). Чему равен один килограмм?

1.2 Соответственно энергия также измеряется в обратных метрах ($1 \text{ Дж} = \gamma \text{ м}^{-1}$). Чему равен один Джоуль?

В данной системе единиц энергию удобно выражать через электрон-вольты ($1\text{эВ} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$). Тогда представляется возможным выразить через электрон-вольты основные единицы СИ, т.е. килограмм, метр и секунду. Другими словами, выбрать в качестве третьего эталона электрон-вольт.

1.3 Сколько обратных электрон-вольт в одном метре?

1.4 Чему равна одна секунда в такой системе?

1.5 Сколько электрон-вольт в одном килограмме?

1.6 В модели атома водорода, электрон вращается вокруг протона по круговой орбите радиуса $a_0 = 2,68 \cdot 10^{-4} \text{ эВ}^{-1}$, под действием кулоновской силы $F = 1,01 \cdot 10^5 \text{ эВ}^2$. Определите кинетическую энергию электрона в атоме водорода.

2. Для удобства вычисления орбит искусственных спутников и проектирования межпланетных полётов, предлагаем ввести не менее удобную в этом случае систему единиц, в которой гравитационная постоянная ($G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$) и первая космическая скорость вблизи поверхности Земли ($v_{1К} = 7,91 \cdot 10^3 \text{ м/с}$) равны единице ($G = v_{1К} = 1$).

Расстояние будем измерять в земных радиусах ($zр$), ($1zр = 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$). Земной радиус, таким образом, будет третьим эталоном. При таком выборе килограмм, метр и секунда также могут быть выражены через земной радиус ($1 \text{ м} = \alpha zр$, $1 \text{ с} = \beta zр$, $1 \text{ кг} = \gamma zр$).

2.1 Сколько земных радиусов в одном метре?

2.2 Сколько земных радиусов в одной секунде?

2.3 Чему равен один килограмм в такой системе?

2.4 Радиус Луны $R_{\text{Л}} = 0,273zр$, а масса Луны $M_{\text{Л}} = 0,0123zр$. Определите ускорение свободного падения $g_{\text{Л}}$ и первую космическую скорость $v_{\text{Л}}$ вблизи поверхности Луны.

Задача 2. «Копёр»

Предлагаем Вам рассмотреть работу устройства для забивания свай в твёрдый грунт. Принцип работы копра очень простой. По вертикально установленной свае (масса сваи M) ударяет молот (масса молота m), часть механической энергии молота передаётся свае, которая постепенно забивается в землю. Для поддержания работы копра, в область соударения

