

Условие

Задача 1. «Системы единиц»

1. В атомной и ядерной физике используется система единиц, в основу которой положены такие фундаментальные постоянные как постоянная Планка ($\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с) и скорость света ($c = 3,00 \cdot 10^8$ м/с). В данной системе эти постоянные приравниваются 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 ($1c = 3,00 \cdot 10^8$ 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 ($1 \text{ эВ} = 1,60 \cdot 10^{-19}$ 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 $a_0 = 2,68 \cdot 10^{-4}$ эВ $^{-1}$, под действием кулоновской силы $F = 1,01 \cdot 10^5$ 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 ($G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ м 3 /кг·с 2) и первая космическая скорость вблизи поверхности Земли ($v_{1K} = 7,91 \cdot 10^3$ м/с) равны единице ($G = v_{1K} = 1$).

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

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