

Задача 9-2. «Единица измерения энергии – рубль!»

Несмотря на то, что в настоящее время существует международная система единиц СИ, достаточно часто для измерения различных физических величин используются внесистемные единицы. В данной задаче вы должны продемонстрировать свое умение использовать различные единицы, переходить от одних единиц к другим, сравнивать их между собой и т.д.

При решении задачи обращайте внимание на правильность округления полученных численных значений.

Часть 1. Шкала Фаренгейта.

В США до настоящего времени для измерения температуры используется шкала Фаренгейта, предложенная еще в 1724 году. С привычной для нас шкалой Цельсия шкала Фаренгейта связана линейной зависимостью и следующими точными соотношениями:

- нулю градусов Цельсия ($t^{\circ}C = 0,0^{\circ}$) соответствует 32 градуса Фаренгейта ($t^{\circ}F$);
- ста градусам Цельсия ($t^{\circ}C = 100^{\circ}$) соответствуют 212 градусов Фаренгейта.

1.1 Получите точные формулы, позволяющие переводить значения температуры в градусах Фаренгейта в градусы Цельсия и, наоборот, из шкалы Фаренгейта в шкалу Цельсия.

1.2 Чему равна нормальная температура человеческого тела ($36,6^{\circ}C$) в шкале Кельвина?

1.3 Чему равны значения температур $0,0^{\circ}F$ и $100^{\circ}F$ в градусах Цельсия.

Часть 2. В каких единицах измерял работу Дж. Джоуль?

Вы знаете, что количество теплоты и механическая работа могут измеряться в единицах энергии, потому что они являются двумя способами изменения энергии. Однако, до середины 19 века глубокая связь между теплотой и работой не была известна. Поэтому для измерения количества теплоты была введена особая единица – **калория**, которая определялась, как количество теплоты, которое требуется для нагревания 1 грамма воды на 1 градус Цельсия.

В 1847-1850 года английский ученый Джеймс Прескотт Джоуль провел серию точнейших экспериментов по измерению, так называемого, механического эквивалента теплоты. Он установил количественное соотношение между единицей теплоты (калорией) и единицей механической работы. В качестве единицы работы Дж. П. Джоуль использовал «футо-фунт» - работу, которую необходимо совершить, чтобы поднять один фунт на высоту в один фут.

Справка:

1 английский фут – единица длины, равная 0,3048 м;

1 английский фунт – единица массы, равная 453,6 г;

Ускорение свободного падения считать равным $g = 9,811 \frac{м}{с^2}$.

2.1 Чему равна работа в 1 футо-фунт в Джоулях?

По результатам своих измерений Дж. Джоуль сделал основной вывод (считайте числа приведенные здесь точными):

Количество теплоты, которое в состоянии нагреть 1 фунт воды на 1 градус по Фаренгейту, равно и может быть превращено в механическую энергию, которая в состоянии поднять 772,7 фунта на высоту в 1 фут.

2.2 Определите по данным Дж. Джоуля, чему равна 1 калория в Джоулях.

Часть 3. Измерение энергии в рублях.

В данной части численные данные округляйте до двух значащих цифр.

В Республике Беларусь электроэнергию принято рассчитывать в киловатт-часах (кВт-час), а тепловую энергию в Гигакалориях (Гкал, $1 \text{ Гкал} = 10^9 \text{ кал}$). С 1 июня 2019 года стоимость 1 кВт-час электроэнергии равна 15 копеек, а стоимость 1 Гкал – 18,5 рублей.

3.1 Рассчитайте, чему равна энергия в 1 кВт-час в джоулях. Сколько стоит 1 Дж по тарифам за электроэнергию?

3.2 Рассчитайте, чему равна энергия в 1 Гкал в джоулях. Сколько стоит 1 Дж по тарифам за тепловую энергию?

3.3 Массу какого груза надо поднять на высоту 10 м (примерно третий этаж), чтобы совершить работу в 1 кВт-час (и заработать 15 копеек)?

3.4 Согласно инструкции поставщики тепловой энергии для расчета потребленной тепловой энергии применяют формулу

$$Q = AV\Delta t^\circ \quad (1)$$

Где Q - количество потребленной тепловой энергии в Гкал, V - объем использованной горячей воды в кубических метрах (м^3), Δt° - разность температур, на которую нагревают воду, A - численный коэффициент. Рассчитайте численное значение этого коэффициента.

3.5 Рассчитайте стоимость теплоты, необходимой для приема горячей ванны. Считайте, что объем ванны равен 200 литров, воду подогревают от 15°C до 40°C . Напоминаем: масса одного литра воды – один килограмм.