

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теоретическая механика [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс для специальности 1-31 04 01-03 «Физика (науч.-пед. деятельность)» / сост. В. С. Секержицкий. – Режим доступа: <https://rep.brsu.by/handle/123456789/525?show=full>. – Дата доступа: 12.10.2022.

2. Матвеев, А. Н. Механика и теория относительности : учеб. для студентов вузов / А. Н. Матвеев. – 3-е изд. – М. : ОНИКС 21 век : Мир и образование, 2003. – 432 с. : ил.

3. Жилко, В. В. Физика : учеб. пособие для 11 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения (с электрон. прил. для повыш. уровня) / В. В. Жилко, Л. Г. Маркович, А. А. Сокольский. – Минск : Нар. асвета, 2021. – 287 с.

**П. Б. КАЦ, О. А. СЕМЕНЮК**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

### **О НЕКОТОРЫХ НЕТОЧНОСТЯХ В ШКОЛЬНОМ УЧЕБНИКЕ ПО АСТРОНОМИИ**

Рассмотрим некоторые неточности и дискуссионные моменты в школьном учебнике по астрономии [1].

С. 54. Дано значение гравитационной постоянной  $G = 6,673 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ . Несмотря на два столетия экспериментов, значение  $G$  остается наименее точно известной из фундаментальных констант.

Рекомендованное Комитетом данных для науки и техники (CODATA) на 2018 г. значение гравитационной постоянной с той же точностью:  $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$  [2].

С. 65. *Элементы орбиты искусственных спутников Земли связаны между собой формулой  $v_0^2 = GM \left( \frac{2}{r_0} - \frac{1}{a} \right)$ , где  $v_0$  – начальная скорость спутника,  $M$  – масса Земли,  $r_0$  – расстояние точки выхода спутника на орбиту от центра Земли,  $a$  – большая полуось орбиты спутника. Формула справедлива для любой точки эллиптической орбиты.*

Последнее предложение трудно понять, так как перед ним указано, что  $v_0$  и  $r_0$  относятся к конкретной точке выхода на орбиту. На самом деле в указанной формуле нет необходимости ставить индекс 0, так как действительно она связывает расстояние от центра Земли и скорость в любой точке орбиты. Действительно, согласно [3, с. 53] полная энергия спутника

на эллиптической орбите  $E = -\frac{GMm}{2a}$ . По закону сохранения энергии

$E = -\frac{GMm}{2a} = \frac{mv^2}{2} - \frac{GMm}{r}$ . Отсюда находится искомая связь скорости и расстояния от центра Земли.

*Эксцентриситет орбиты  $e$  при горизонтальном запуске спутника равен:  $e = 1 - \frac{q}{a}$ , где  $q$  – расстояние перигея (ближайшей точки орбиты от центра Земли).*

Из приведенной фразы можно сделать вывод, что при негоризонтальном запуске спутника связь эксцентриситета, расстояния перигея и большой полуоси орбиты будут другими. Очевидно, что это не так. Просто при горизонтальном запуске спутника точка запуска и будет перигеем.

*С. 124. Солнечная постоянная равна 1,37 кВт/м<sup>2</sup>.*

Это устаревшие данные. Согласно [4], рекомендуется использовать значение солнечной постоянной 1,361 кВт/м<sup>2</sup>. Как указывается в статье [5], в которой получено данное значение, предыдущие измерения давали завышенное значение из-за отсутствия учета рассеянного света, попадающего в радиометр. Соответственно, светимость Солнца, приводимая в [5], равна  $3,83 \cdot 10^{26}$  Вт, а не  $3,85 \cdot 10^{26}$  Вт.

*С. 128. В среднем Солнце теряет 4 млн тонн водорода в секунду*

Оценим потери водорода в Солнце на термоядерный синтез. В результате превращения четырех протонов в ядро гелия выделяется энергия  $Q = 26,73$  МэВ. Не вся энергия превращается в энергию электромагнитного излучения, но для оценки можно этим пренебречь. Произведя деление светимости Солнца на энергию одного цикла превращения протонов в гелий, находим число циклов за одну секунду. Умножая это число на 4, находим число протонов, которые превращаются в гелий за одну секунду:  $N = 3,58 \cdot 10^{38}$ . Умножая на массу одного протона, получаем около 600 млн тонн. Откуда же взялось число 4 млн тонн? Это массовый эквивалент излучаемой в секунду Солнцем энергии.

*С. 131. В непрерывном спектре Солнца максимальная энергия излучения приходится на длину волны 480 нм. Тогда по закону смещения Вина*

*получаем:  $T = \frac{0,0029}{\lambda_{\max}}$ , откуда  $T = 6000$  К.*

Записано четыре значащие цифры. Предпочтительней было бы записать  $6 \cdot 10^3$  К или 6 тысяч Кельвинов.

*С. 146. Задача. Определите размеры звезды Стики (α Девы), если температура ее фотосферы 22 400 К, а светимость в 13 400 раз больше светимости Солнца.*

В параграфе перед задачей получена формула  $R = \sqrt{L} \left(\frac{T_c}{T}\right)^2$ , где  $L$  – светимость звезды, выраженная в светимостях Солнца, а  $R$  – радиус звезды в радиусах Солнца. Подставляя в формулу  $T_c = 6000$  К, получим  $R = 8,3$ . Но в ответе указано  $R = 7,7$ . Для получения такого радиуса следует поставить температуру Солнца примерно  $5,77 \cdot 10^3$  К. Это и есть эффективная температура Солнца, определяемая из формулы (1) параграфа 23. Но в учебнике этот результат не получен.

С. 191. *Если бы масса электрона была в 3 раза больше современной, то время жизни протона было бы малым. При взаимодействии протона с электроном протон распадался бы на нейтрон и нейтрино.*

Когда говорят про время жизни частицы, обычно имеют в виду изолированную частицу, и непонятно, о каком времени жизни протона идет речь, если дальше пишется про взаимодействие с электроном.

Во-вторых, возникает вопрос, как может протон распасться на нейтрон и нейтрино, если протон легче нейтрона, а в гипотетическом примере тяжелее стал не протон, а электрон.

В данном примере подразумевается захват протоном электрона в атоме водорода. Если бы электрон был в три раза тяжелее, то суммарная масса протона с электроном была бы меньше массы нейтрона с нейтрино, и, захватив электрон, протон превратился бы в нейтрон и нейтрино.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галузо, И. В. *Астрономия : учеб. для 11 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения (базовый и повыш. уровни) / И. В. Галузо, В. А. Голубев, А. А. Шимбалев.* – Минск : Нар. асвета, 2021. – 207 с. : ил.

2. *Newtonian constant of gravitation [Electronic resource].* – Mode of access: <https://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?bg>. – Date of access: 24.08.2022.

3. Ландау, Л. Д. *Теоретическая физика : учеб. пособие для вузов. В 10 т. Т. 1. Механика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц.* – 5-е изд., стер. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 224 с.

4. *RESOLUTION B1 The IAU Strategic Plan 2010-2020: Astronomy for Development [Electronic resource].* – Mode of access: [https://www.iau.org/static/resolutions/IAU2015\\_English.pdf](https://www.iau.org/static/resolutions/IAU2015_English.pdf). – Date of access: 24.08.2022.

5. Kopp, G. *A new, lower value of total solar irradiance: Evidence and climate significance / G. Kopp, J. L. Lean // GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS.* – 2011. – Vol. 38, L01706. – P. 1–7.