

Численные расчеты показывают, что вычитаемым в числителе первого слагаемого правой части (5) можно пренебречь, но благодаря слагаемому $l^2\alpha^2$ оказывается, что значением всей дроби по сравнению с l пренебрегать нельзя. В результате получаем $d \approx 52.62 \cdot 10^{21}$ км $\approx 5.56 \cdot 10^9$ св. лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белонучкин, В. Е. Кеплер, Ньютон и все-все-все... / В. Е. Белонучкин. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 128 с.
2. Серый, А. И. О нелинейных алгоритмах в задачах по астрономии / А. И. Серый, З. Н. Серая // Астрофизические исследования в БрГУ имени А. С. Пушкина : сб. материалов науч.-метод. семинара, Брест, 11 апр. 2017 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. В. С. Секержицкого. – Брест : БрГУ, 2017. – С. 24–25.
3. Клищенко, А. П. Астрономия : учеб. пособие / А. П. Клищенко, В. И. Шупляк. – М. : Новое знание, 2004. – 224 с. : ил.

А. И. СЕРЫЙ

Беларусь, Брест, УО «БрГУ имени А. С. Пушкина»

О РАЗНОВИДНОСТЯХ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ В ФИЗИКЕ

Такое важнейшее понятие, как замкнутая (изолированная) система, встречается в разных разделах физики, приобретая в каждом из них свое смысловое содержание и свои сопутствующие законы сохранения. В связи с этим представляет интерес сравнительная характеристика основных вариантов смыслового содержания указанного понятия (таблица).

Таблица – Разновидности замкнутых систем

Замкнутая система	Раздел физики		
	Механика	Термодинамика	Электродинамика
Смысл замкнутой системы	Система тел, настолько удаленных от всех остальных тел, что эти остальные тела не оказывают никакого действия на рассматриваемую систему [1, с. 68]	Система тел, которые не могут обмениваться энергией и веществом с окружающими телами [2, с. 15]	Система тел, которые не могут обмениваться электрическими зарядами с окружающей средой
Что сохраняется в такой системе	Импульс	Энергия	Заряд [3, с. 16]

Продолжение таблицы

Обратное утверждение, вообще говоря, неверно, так как, например,	автомобиль, движущийся с постоянной скоростью (а значит, и импульсом), не является замкнутой системой, поскольку работа против сил трения в точности компенсируется энергией, выделяемой при сгорании топлива	в системе, в которой мощность подвода и отвода тепла равны, энергия сохраняется, но система не является замкнутой	в системе, в которой скорость втекания и вытекания заряда равны, полный заряд сохраняется, но система не является замкнутой
Системы, противопоставляемые замкнутым	Незамкнутые	Закрытые и открытые	Незамкнутые

При этом сделаем следующие замечания. 1. В механике для замкнутой системы выполняются также законы сохранения энергии и момента импульса, но для этих законов условие замкнутости системы, являясь достаточным, не является необходимым. 2. Можно считать, что запрет на обмен веществом с окружающей средой автоматически приводит к запрету на обмен заряженными частицами, т. е. система, замкнутая в термодинамическом смысле, замкнута и с точки зрения электродинамики; обратное, вообще говоря, неверно, так как система зарядов, замкнутая с точки зрения электродинамики, может быть закрытой (т. е. когда возможен обмен энергией без обмена веществом) с точки зрения термодинамики. 3. Одна и та же система, будучи замкнутой с точки зрения одного варианта определения, может не быть таковой с точки зрения другого варианта. В качестве иллюстрации рассмотрим примеры:

1. Система покоящихся тел (в космосе, вдали от других тел, когда гравитационным взаимодействием можно пренебречь) подвергается облучению далеких звезд и других источников. Тогда, если принимать во внимание механическое определение замкнутости, эта система может считаться приближенно замкнутой с точки зрения сохранения импульса и полной механической энергии; при более строгом рассмотрении это не так, поскольку наличие светового давления должно приводить к приращению импульса, да и сам факт того, что излучение исходит от других объектов, уже нарушает требование отсутствия взаимодействия с другими телами. При этом поглощение излучения (и его переизлучение в другом частотном диапазоне) приводит к тому, что система незамкнута с точки зрения термодинамического определения. С точки зрения определения, используемого в электродинамике, система будет замкнутой в том случае, если частота поглощаемого излучения не превосходит красную границу фотоэффекта; при этом рождение пар «частица-античастица» не будет нарушать замкнутости системы, если и частица, и античастица останутся внутри системы.

2. Остывающая звезда вдали от других звезд незамкнута с термодинамической точки зрения и практически замкнута с механической и электродинамической точек зрения (если пренебречь звездным ветром).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1979. – Т. 1 : Механика. – 520 с.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1975. – Т. 2 : Термодинамика и молекулярная физика. – 552 с.
3. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1977. – Т. 3 : Электричество. – 688 с.

А. И. СЕРЫЙ

Беларусь, Брест, УО «БрГУ имени А. С. Пушкина»

ОБ ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ И МАГНИТОСТАТИКИ

В разделе «Электричество и магнетизм» можно отметить некоторые аналогии между начальными вопросами тем «Электростатика» и «Магнитостатика», которые оформлены ниже в виде таблицы. При составлении таблицы использованы сведения из [1, с. 16, 216].

Таблица – Аналогия между электростатикой и магнитостатикой

Аналогии \ Раздел	Электростатика	Магнитостатика
1.1. Величина (объект)	Точечный заряд (ТЗ)	Элемент тока (ЭТ)
1.2. Обозначение	q, dq	$I d\vec{l}$
2.1. Универсальные требования	$\xi \ll \vec{r} $	$ d\vec{l} \ll \vec{r} $
2.2. При этом	ξ – линейные размеры заряженной области	$d\vec{l}$ – элемент длины проводящей среды
2.3.1. \vec{r} – расстояние	от ТЗ до другого ТЗ	от ЭТ до другого ЭТ
2.3.2. ... или до точки, в которой	исследуется электростатическое поле (ЭП)	исследуется магнитное поле (МП)
3. Объект является источником	ЭП	МП
4.1. Если объект находится	во внешнем ЭП, то	во внешнем МП, то
4.2. ... условие 2.1 означает, что в пределах области	локализации ТЗ	локализации ЭТ
	внешнее поле можно считать однородным	
4.3.1. Кроме того, при исследовании воздействия внешних полей	ЭП данного ТЗ не должно	МП данного ЭТ не должно
4.3.2. ... вносить заметных искажений	во внешнее исследуемое ЭП	во внешнее исследуемое МП