

3. Алгоритмічно розв'язні задачі теорії графів. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/bitstream>

4. Теорія графів: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерний моніторинг та геометричне моделювання процесів і систем» І.М. Кузьменко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2020. 71 с.

5. Протокол маршрутизації OSPF. URL: https://www.smart-soft.ru/blog/protokol_marshrutizatsii_ospf/

6. Теорія графов. URL: <http://www.ict.edu.ru/ft/004708//maple30.html>

Попенко В.И.

старший научный сотрудник,

Научно-производственная корпорация

«Киевский институт автоматики»

ТЕПЛОТА КАК ОНА ЕСТЬ

В современной физике теплота это кинетическая часть внутренней энергии физического тела, определяемая хаотическим движением его молекул и атомов. Мерой интенсивности их движения является температура, характеризующая количество тепловой энергии в теле. Теплота может передаваться от нагретых тел менее нагретым телам путём теплопроводности и лучистой теплопередачи.

Положительная температура на земле является результатом солнечной радиации, переносчиком энергии которой в свободном пространстве служат электромагнитные волны, инфракрасного диапазона частот $3 \cdot 10^{12} \div 3 \cdot 10^{13}$ герц, а также других частот, которые падая на физическое тело трансформируются в тепловую энергию, приводя к его нагреву.

Источником тепла, используемого человеком, является сжигание углеводов, состоящее в их окислении, с понижением собственной энергии молекул реагентов, выделяемой в виде теплового излучения электронов, испытывающих колебания при объединении атомов и молекул.

Передача энергии э.м. излучения физическому телу происходит путём ускорения электронов и ядер его атомов, обладающих электрическими зарядами q , под воздействием электрической и магнитной составляющих падающей на него э.м. волны $\dot{\boldsymbol{\nu}} = Eq/m$, $\dot{\boldsymbol{\nu}}_H = \boldsymbol{\nu} \times \mathbf{H}q/mc$. В силу разницы масс $M_n/m_e > 1800$, ускорение электронов, в э.м. волне в тысячи раз выше, чем ядер атомов.

Приобретаемая ими в э.м. волне скорость, пропорциональная ускорению, во столько же раз выше скорости ядер $v_e/v_{я} \approx M_{я}/m_e > 1800$, соответственно энергия, приобретаемая электронами в э.м. волне в тысячи раз выше, чем ядрами атомов.

Нейтральные атомы и молекулы как цельные объекты не подвержены воздействию э.м. волн, и не могут быть акцепторами энергии падающего на них теплового э.м. излучения. Ядра, с массой превосходящей в тысячи раз массу электронов также не могут быть ими. Электроны – основной акцептор теплового э.м. излучения физического тела.

Установлено что электрон атома водорода излучает энергию, полученную в результате внешнего возмущения, совершив не менее $6 \cdot 10^6$ колебаний, это означает, что электроны атомов могут аккумулировать приобретаемую ими энергию.

Интенсивность излучения электронов $I_e = 2e^2\dot{v}_e^2/3c^3$, в падающей на атомы э.м. волне, превосходит интенсивность излучения ядер $I_{я} = 2e^2\dot{v}_{я}^2/3c^3$ более чем на шесть порядков $I_e/I_{я} = \dot{v}_e^2/\dot{v}_{я}^2 = M_{я}^2/m_e^2 > 3.36 \cdot 10^6$, т.е. излучателями тепловой энергии физического тела являются также электроны.

Основными источниками, реципиентами, адсорбентами и излучателями, энергии э.м. излучений в физическом теле являются электроны. Тепловую энергию тела W_T составляет энергия колебаний наименее жестко связанных в атомах электронов $W_{v.e.}$ и энергия их излучения $W_{r.e.}$, заполняющая межатомное пространство.

Энергия колебаний самих атомов $W_{v.a.}$ и молекул $W_{v.m.}$, более чем на три порядка меньше энергии колебаний их электронов $W_{v.a.}, W_{v.m.} \ll W_{v.e.}$.

О том, что носителями тепловой энергии в физическом теле являются электроны, подтверждает теплопроводность металлов, содержащих электроны проводимости, превосходящая на два, три порядка, теплопроводность диэлектриков, не содержащих их. Теплопроводность меди 407, а стекла 0,76 Вт/(м · град).

Свидетельством этому является также разница прозрачности различных материалов для оптического, инфракрасного и теплового излучения. Металлическая фольга, благодаря наличию свободных электронов проводимости, даже микронной толщины совершенно не прозрачна для э.м. излучений. Прозрачность кварцевого стекла, электроны которого прочно связаны с атомами, составляет 0,999, т.е. нейтральные атомы стекла задерживают лишь 0,001 часть падающего на него излучения. Стекло и прочие диэлектрики также отражают э.м. волны, но амплитуды колебаний их электронов, под воздействием падающей э.м. волны и, соответствующие им токи настолько мизерны, что отражение ими, практически не заметно.

Молярная теплоёмкость атомов Na, K, Rb, Cs; Mg, Ca, Sr, Ba, Ra; Al, Ga, In, Tl, с разницей масс в десятки раз ($22,9 \div 226$ г/моль), составляет $25 \div 30$ Дж/(Кмоль). Для атомов инертных газов она вообще является постоянной величиной 20 Дж/(Кмоль).

Это также подтверждает то, что тепловую энергию акцептируют валентные электроны атомов одинаковой массы, а не сами атомы с большой разницей масс. Незначительное различие её в 5 Дж/(Кмоль) объясняется индивидуальными особенностями кристаллических решеток некоторых элементов.

Подтверждает это и термоэлектронная эмиссия катодов электровакуумных приборов, испускающих не атомы, а электроны, энергия тепловых колебаний которых, превысила энергию их связи в металле. Подтверждает это также дуга электросварки, кинетическая энергия потока электронов тока которой, и энергия их излучения, соответствуют температурам порядка десятков тысяч градусов.

В спиралях электронагревательных приборов, свободные электроны проводимости, ускоряемые приложенным потенциалом, сталкиваются с электронами, связанными с ионами кристаллической решетки. Поскольку массы их равны, их импульс и энергия могут полностью передаваться этим электронам. В результате столкновений происходит торможение движущихся электронов тока и ускорение электронов, связанных с ионами, вызывая их колебания и, естественно передавая им энергию. Механическое воздействие электронов тока на ионы кристаллической решетки в две тысячи раз слабее.

Кинетическая энергия электронов тока, энергия колебаний электронов, связанных с ионами, возбуждаемых столкновениями с электронами тока, а также энергия их излучения, заполняющая пространство кристаллической решетки спирали, составляют тепловую энергию нагревательного прибора. Часть энергии излучения электронов, вытекающая за пределы кристаллической решетки спирали, составляет испускаемое ею тепло.

В бытовых микроволновых печах стеклянная и керамическая посуда, не содержащая свободных электронов, практически не нагревается, под воздействием высокочастотного излучения, а металлическое олово плавится. Это означает, что тепловая энергия микроволновых печей и индукционных металлоплавильных печей, состоит из кинетической энергии электронов и энергии их излучений.

Тепловая энергия газов не может быть исключением из общего правила и так же является кинетической энергией тепловых колебаний электронов в атомах и молекулах газа и энергией их излучения. Давление газа является радиационным давлением излучения тепловых

электронов на электроны молекул и атомов газа, а также на электроны стенок сосудов, в которых заключен газ.

Нагревание физического тела наличие у него тепла и остывание его подразумевает три основных момента: получение тепловой энергии, сбережение и её отдача. Электронам атомов свойственны все три момента: поглощение энергии э.м. излучений и преобразование её в кинетическую энергию механических колебаний в атоме, накопление, обладание, а также отдача её в виде э.м. излучения. Нейтральным атомам и молекулам присуще только обладание кинетической энергии их механических колебаний и обмен непосредственным столкновением.

Ломаная линия движения пыльцы в капле жидкости, наблюдаемая Броуном, натолкнувшая физиков на мысль о теплоте как кинетической энергии хаотического движения молекул и атомов, толкающих пыльцу, является результатом величины дискрета времени наблюдения. При сведении его до минимума пыльца будет описывать плавную кривую, вызванную случайными превышениями радиационного давления на неё хаотических потоков энергии в жидкости.

Таким образом из изложенного следует, что тепловую энергию составляет не энергия хаотического движения атомов и молекул, а энергия колебаний электронов в атомах и энергия их излучения, заполняющая межатомное пространство. Это может послужить существенной поправкой в понимании физической картины мира.

Список использованных источников:

1. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Москва : Издательство «Мир», 1967. С. 14–21.
2. Э. Вихман. Квантовая физика. Москва : Издательство «Наука», 1977. С. 46–49.