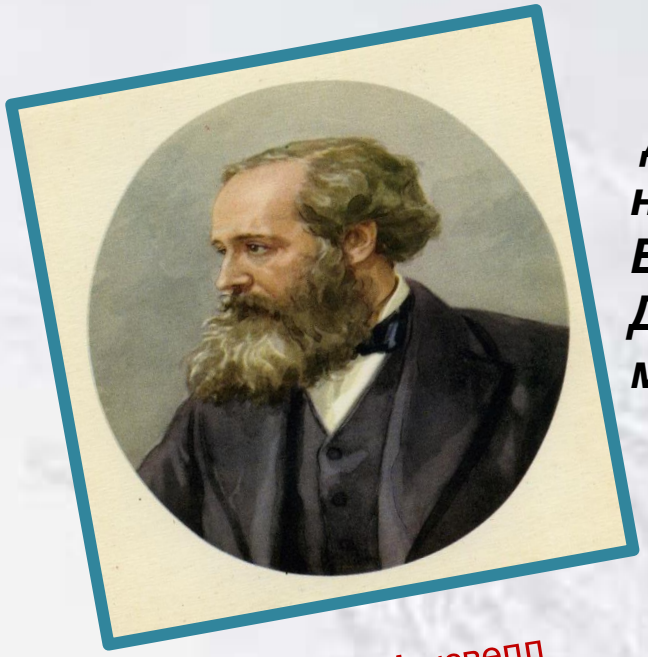
Джеймс Клерк Максвелл – батько класичної електродинаміки (до 185-річчя від дня народження)

Дж. Максвелл как-то сказал: «В жизни человека есть два самых важных дня — первый, это когда он родился, а второй, когда узнал зачем…»



Джемс Клерк Максвелл (1831-1879).

Джеймс Клерк Максвелл народився 13 червня 1831 року в Единбурзі в Шотландії. Дитинство провів у Гленлері — маєтку батька.

1841 року Максвелл переїхав до своєї тітки Ізабелли, сестри батька, в Единбург. Тут він вступив в нову школу — так звану Единбурзьку академію. Став найкращим учнем класу. У цей час він захопився геометрією, робив з картону багатогранники.

Единбурзький університет. Фотопружність (1847-1850)

Единбурзький університет на початку XIX століття

Единбурзька академія (сучасний вигляд)

У 1847 в листопаді Максвелл вступив до Единбурзького університету.Ставив досліди з оптики, хімії, магнетизму. За час навчання Максвелл підготував статтю про кривих кочення, однак основну увагу він приділяв вивченню механічних властивостей матеріалів за допомогою поляризованого світла.

Кембридж (1850—1856)

Тріні́ті-коледж

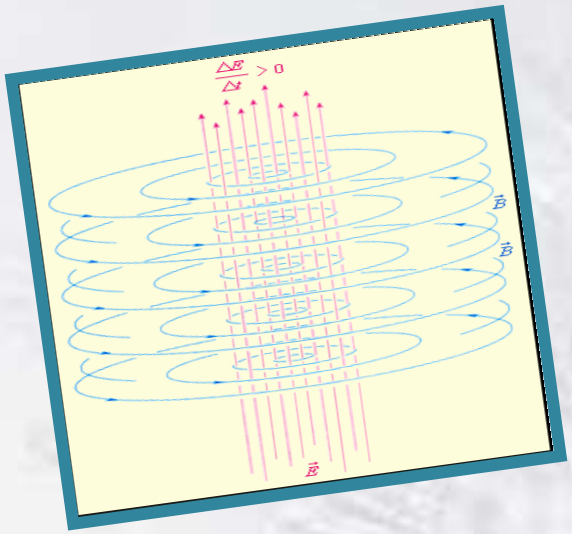
У 1850 році, незважаючи на бажання батька залишити сина ближче до себе, було вирішено, що Максвелл відправиться в Кембриджський університет. У 1852 Максвелл став стипендіатом коледжу і одержав кімнату безпосередньо в його будинку. Максвелл брав активну участь в інтелектуальному житті університету. Він був обраний до «клубу апостолів», що об'єднував дванадцять чоловік з найоригінальнішими і глибокими ідеями; там він виступав з доповідями на різноманітні теми.

Теорія кольорів

Молодий Максвелл з «диском Максвелла»

Трикутник Максвелла і лінія спектральних кольорів

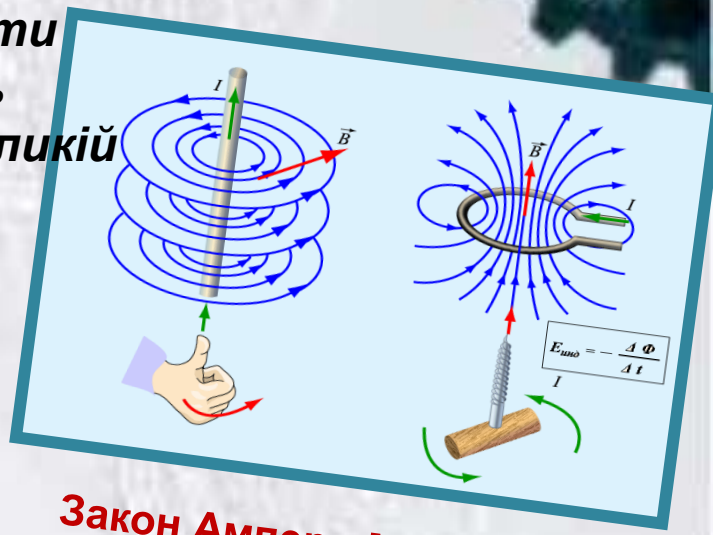
Після здачі іспиту Максвелл вирішив залишитися в Кембриджі для підготовки до професорського звання. Він займався з учнями, приймав іспити в Челтенхем-коледжі, заводив нових друзів. Проте головним науковим інтересом Максвелла в цей час була робота з теорії кольорів. Максвелл застосував «кольорову дзигу», диск якої був розділений на пофарбовані в різні кольори сектори, а також «кольорову скриньку», розроблену ним самим оптичну систему, яка дозволяла змішувати еталонні кольори.



Гіпотеза Максвелла

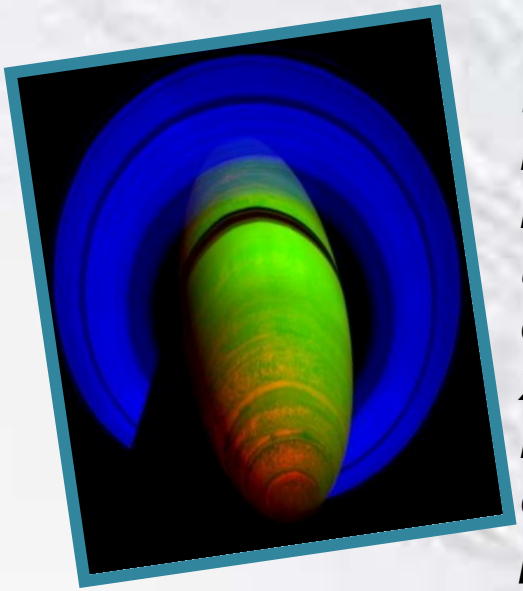
Перша робота з електрики

До років роботи в Кембриджі належить і перший серйозний інтерес Максвелла до проблем електрики. Максвелл знайомиться з «Експериментальними дослідженнями з електрики» Фарадея, і ця праця захоплює його. Слідуючи Фарадею, Максвелл розробляє гідродинамічну модель силових ліній. Основні результати цього етапу досліджень відображені в першій великій роботі Максвелла «Про фарадеєві силові лінії».

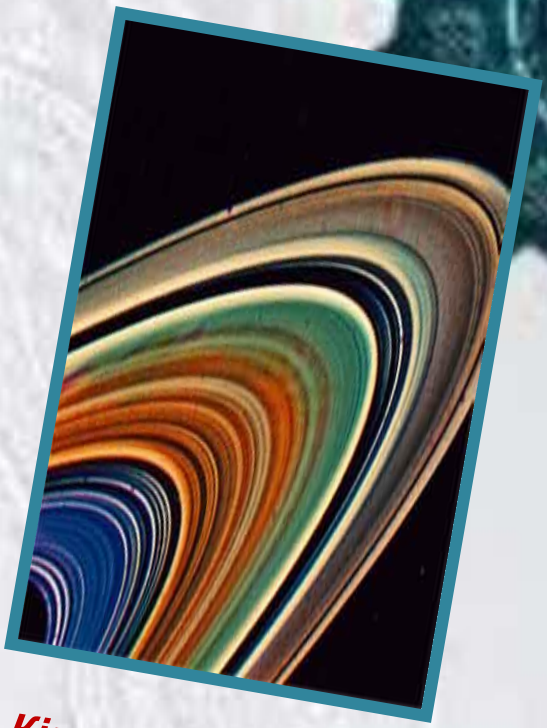


Закон Ампера-Максвелла

Стійкість кілець Сатурна

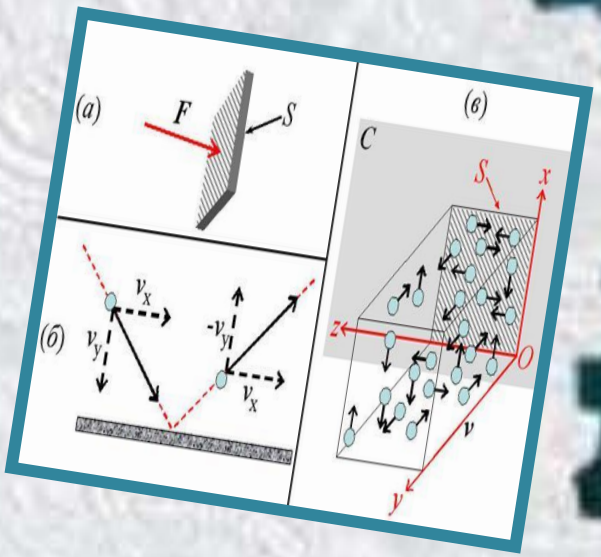


У 1857–1859 роках учений провів свої розрахунки руху кілець Сатурна. Він показав, що рідке кільце при обертанні зруйнується хвилями, що виникають у ньому і розіб'ється на окремі супутники. Максвелл розглядав рух скінченного ряду таких супутників. Надзвичайне математичне дослідження принесло йому премію Адамса і славу першокласного математика. Премійований твір було видано в 1859 році Кембриджським університетом.



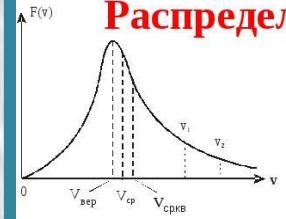
Кільця Сатурна

Кінетична теорія газів. Розподіл Максвелла



Від вивчення кілець Сатурна цілком природним був перехід до розгляду руху молекул газу. Абердинський період життя Максвелла закінчився виступом його на зборах Британської Асоціації 1859 з доповіддю «Про динамічну теорію газів», в якій навів розподіл молекул за швидкостями (максвеллівський розподіл). Цей документ поклав початок багаторічним та плідним дослідженням Максвелла в області кінетичної теорії газів і статистичної фізики.

Распределение Максвелла



На рисунке приведены и две другие характерные скорости молекул: средняя арифметическая $v_{ср}$ (среднее значение скорости по молекулам) и средняя квадратичная $v_{ср.кв.}$

$$v_{вер} = \sqrt{\frac{2kT}{m}} \quad v_{ср} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} \quad v_{ср.кв} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

Величины данных скоростей близки ($v_{ср}$ и $v_{ср.кв}$ соотносятся с $v_{вер}$ как 1.13:1 и 1.22:1) но их надо различать. $v_{ср.кв}$ как мы помним еще с предыдущей лекции определяет кинетическую энергию и давление. С помощью F(v) можно найти долю молекул от общего их числа N, скорости в интервале от v до v +d v :

$$\frac{dN}{N} = F(v)dv$$

Перша кольорова фотографія

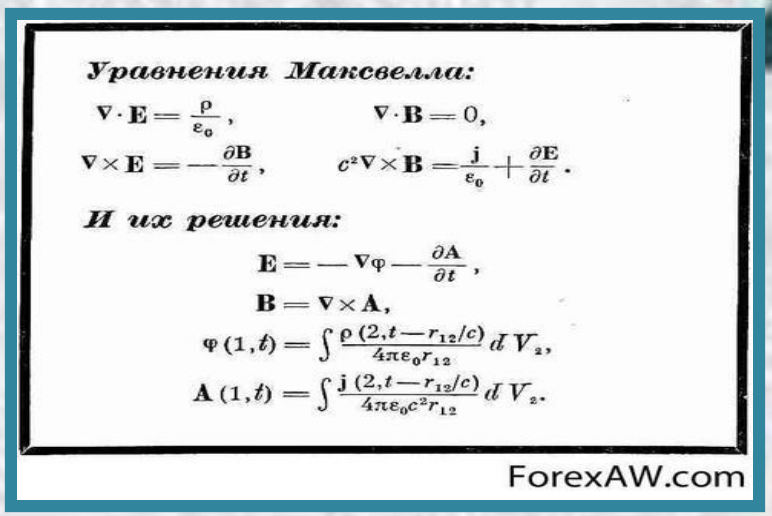
17 травня 1861 року на лекції в Королівському інституті (Royal Institution) на тему «теорії трьох основних кольорів» Максвелл представив ще один переконливий доказ правильності своєї теорії — першої в світі кольорової фотографії.

Перше відкриття

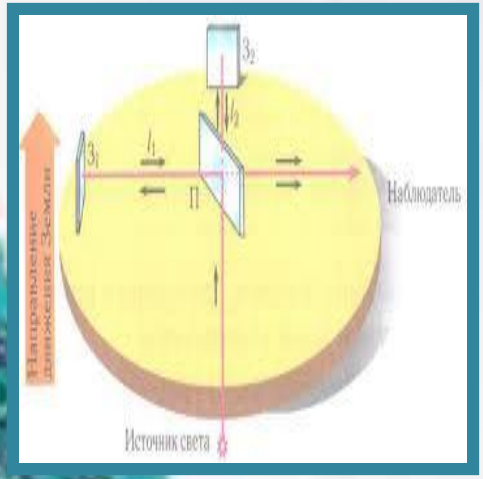
Перша фотографія 1861 року

Струм зміщення. Рівняння Максвелла

Знаменитий фізик Дж. Томсон назвав відкриття струму зміщення «величайшим вкладом Максвелла в физику». Ці результати були викладені в статті «Про фізичні силові лінії» (1861—1862).

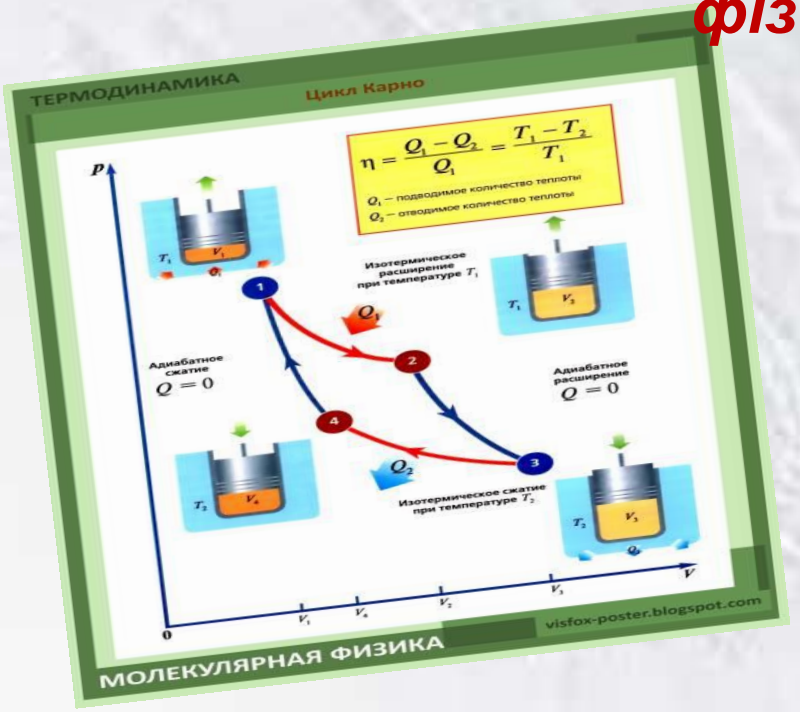


***Рівняння Максвелла*.**



В 1864 році виходить наступна стаття Максвелла «Динамічна теорія електромагнітного поля» в якій було розглянуто більш розвернуте формулювання його теорії (тут вперше з'явився термін «електромагнітне поле»).

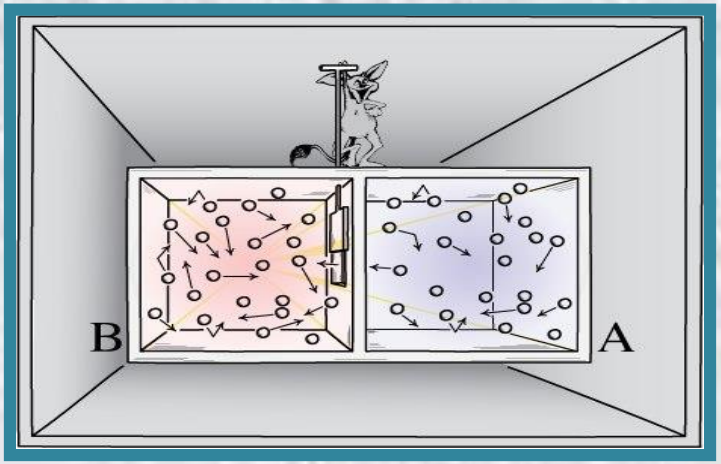
Експерименти з молекулярної фізики



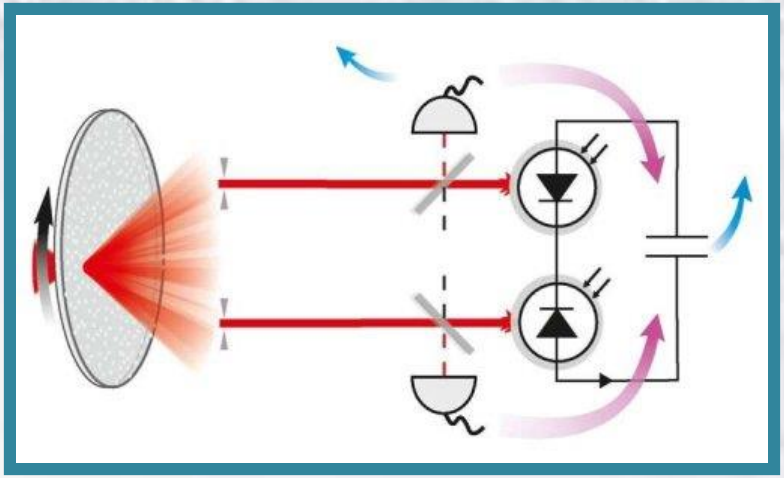
Паралельно заняттям з електромагнетизму Максвелл в Лондоні поставив кілька експериментів по перевірці своїх результатів в кінетичній теорії.Ним був сконструйований спеціальний прилад для визначення в'язкості повітря, і з його допомогою він переконався в справедливості висновку про незалежність коефіцієнта внутрішнього тертя від щільності.

Теорія процесів переносу. «Демон Максвелла»

Максвелл продовжував займатися питаннями кінетичної теорії, побудувавши в роботі «З приводу динамічної теорії газів» (1866) більш загальну, ніж раніше, теорію процесів переносу.



Демон Максвелла

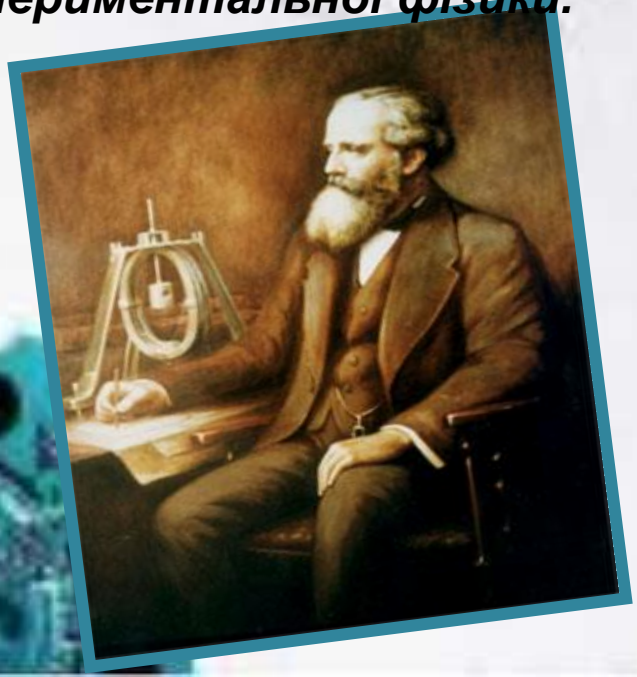


Демон Максвелла являє собою гіпотетичне явище

Кавендішська лабораторія (1871-1879)

У 1868 році Максвелл відмовився зайняти посаду ректора університету Сент-Ендрюс. Проте через три роки він після довгих вагань все ж прийняв пропозицію очолити тільки що організовану фізичну лабораторію Кембриджського університету і зайняти відповідну посаду професора експериментальної фізики.

Кавендішська лабораторія (сучасний вигляд)



Він налагоджував роботи з будівництва і оснащення лабораторії (спочатку використовувалися його особисті прилади), читав лекції з експериментальної фізики (курси теплоти, електрики і магнетизму).

«Трактат з електрики і магнетизму»

У 1873 році виходять «Трактат з електрики і магнетизму» (у двох томах) та книга «Матерія і рух». «Матерія і рух» — це невелика книжка, присвячена викладу основ механіки. «Трактат з електрики і магнетизму» — головна праця Максвелла і вершина його наукової творчості. У ньому він підвів підсумки багаторічної роботи з електромагнетизму, що почалася ще на початку 1854 року. У ньому він підвів підсумки багаторічної роботи з електромагнетизму, що почалася ще на початку 1854 року.

Останні роботи з термодинаміки і молекулярної фізики

У Кембриджі Максвелл продовжував розробляти конкретні питання молекулярної фізики.
У 1879 році вийшли дві останні роботи Максвелла з молекулярної фізики. Максвелл ввів терміни, що і понині використовуються «фаза системи» і «ступінь свободи молекули». Близько десяти останніх років свого життя Максвелл займався популяризацією науки. У своїх книгах, написаних саме з цією метою, він більш вільно викладав свої ідеї та погляди, ділився з читачем сумнівами і говорив про проблеми, у той час ще не розв'язані.

Значення робіт Максвелла в історії науки

«Великие мысли Максвелла не были случайностью: они, естественно, вытекали из богатства его гения; лучше всего это доказывается тем обстоятельством, что он был первооткрывателем в самых разнообразных отраслях физики, и во всех её разделах он был знатоком и учителем.»

Макс Планк

На думку Планка, саме роботи з електромагнетизму Максвелла є вершиною його творчості:…в учении об электричестве его гений предстаёт перед нами в своём полном величии. Именно в этой области после многолетней тихой исследовательской работы на долю Максвелла выпал такой успех, который мы должны причислить к наиболее удивительным деяниям человеческого духа. Ему удалось выманить у природы в результате одного лишь чистого мышления такие тайны, которые лишь спустя целое поколение и лишь частично удалось показать в остроумных и трудоёмких опытах.

Роботи Максвелла присвячені електродинаміці, молекулярній фізиці, загальній статистиці, оптиці, механіці, теорії пружності. Найвагоміший внесок Максвелл зробив у молекулярну фізику і електродинаміку. Своїми знаменитими диференціальними рівняннями Максвелла з найвищою геніальністю охопив безліч електромагнітних явищ. Його формули цінуються математиками і фізиками за їх простоту і викликають захоплення своєю красою. Відомий австрійський фізик Людвіг Больцман, говорячи про них, повторив слова Фауста:

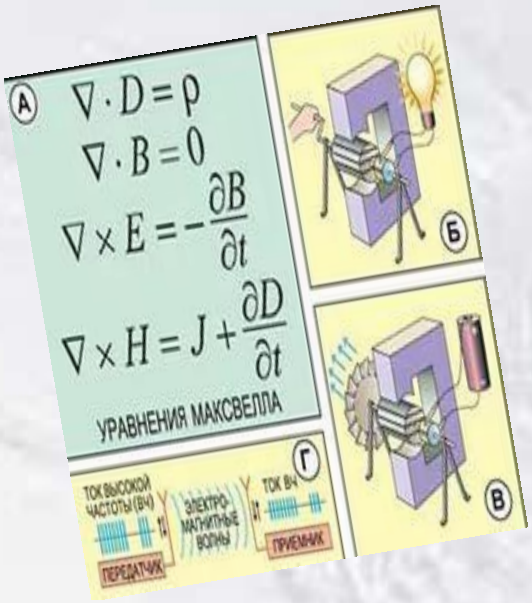
«Начертан этот знак не Бога ли рукой?»

Нагороди

Іноземний член-кореспондент Віденської академії наук (1877)
Почесний доктор цивільного права Оксфордського університету (1876)
Член Единбурзького королівського товариства (англ.Royal Society of Edinburgh) (1856)
Почесний доктор літератури Единбурзького університету (1870)
Почесний доктор фізики Падуанського університету (1878)
Премія Адамса (англ.Adams Prize) (1857)
Член-кореспондент Геттінгенської академії наук (1875)
Іноземний член Американської академії мистецтв і наук (1874)
Член Американського філософського товариства (1875)
Почесний член Нью-Йоркської академії наук (1876)
Медаль Румфорда (англ.Rumford Medal) (1860)
Бейкеріанская лекція (англ.Bakerian Lecture) (1866)
Премія Сміта (англ.Smith 's Prize) (1854)
Премія Вольта (англ.Volta Prize) (1878)
Член Нідерландської королівської академії наук (1877)
Член Лондонського королівського товариства (1861)

Пам’ять

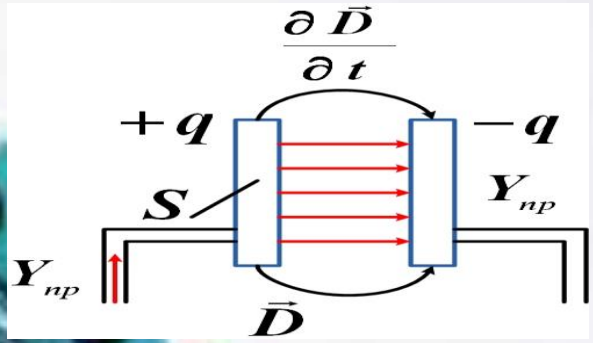
Ім'я Максвелла носить одиниця магнітного потоку в системі СГС. Одна з різновидів містка Уїтстона названа в честь Максвелла
У 1961 році Британський інститут фізики заснував медаль і премію Максвелла (Maxwell Medal and Prize) для молодих вчених за видатний внесок у теоретичну, математичну або обчислювальну фізику. У 1977 році був заснований Фонд імені Максвелла. В честь Максвелла названо кілька астрономічних об'єктів. будівля в Единбурзькому університеті, будівля в кампусі Ватерлоо лондонського Кінгс-коледжу. Основна будівля Сєлфордського університету і його концертний зал. У 2006 році в Единбурзькій академії був відкритий Центр Джеймса Клерка Максвелла . У 2002 році Максвелл потрапив на 91-е місце в опитуванні радіостанції BBC «100 найвидатніших британців», а в 2006 році його досягнення виявилися на 4-му місці за результатами публічного опитування телеканалу BBC. Згідно з опитуванням, що проводилося Національною бібліотекою Шотландії в 2005-2006 роках, Максвелл був визнаний самим популярним шотландським вченим.



Рівняння Максвелла

Але головна пам'ять про Максвелла, ймовірно, це єдина в історії науки людина, на честь якої є стільки назв, – це «рівняння Максвелла», «електродинаміка Максвелла», «правило Максвелла», «ток Максвелла» і, нарешті, –максвелл– одиниця магнітного потоку в системі CGS.

Джеймс Максвелл - без перебільшення один з найвидатніших учених усіх часів і народів.



струм зміщення

$$\xi_{\text{инд}} = -\frac{d\Phi_m}{dt}$$

правило Максвелла

Більш детальніше ознайомитись з біографією та науковою діяльністю вченого можна з представлених нижче джерел, які є в фонді НТБ

• Карцев, В. П. Максвелл /В. П. Карцев.- 2-е изд., исправ. - М.: Молодая гвардия, 1976.- 336 с : ил. — (Жизнь замечательных людей: Сер. биогр.; Вып. 6 (539)).

•Кузнецов, Б. Г. Пути физической мысли / Б. Г. Кузнецов. - Москва : Наука, 1968. - 350 с.

•Кордун, Г. Г. Біографічний довідник видатних фізиків / Г. Г. Кордун. - К. : Радянська школа, 1985. - 280 с.

• Вашковский, А. В. О физических свойствах обратной магнитостатической волны при ее описании на основе уравнений Максвелла / А. В. Вашковский, Э. Г. Локк// Радиотехника и электроника. - 2012. - Т. 57, № 5. - С. 541-549.

•Демирчян, К. С. Уравнения электромагнитного поля Максвелла и развитие физической науки / К. С. Демирчян, К. К. Демирчян // Электричество. - 2006. - № 1. – С. 2-26.

• Ильин, В. С. Причинное обоснование уравнений электродинамики / В. С. Ильин // Радиотехника. XXI век. - 2014. - № 10. - С. 5-8.

•Пономарев, О. П. Решение уравнений Максвелла в сферической системе координат с использованием группы вращений. Приложение для сферических зеркальных антенн / О. П. Пономарев // Радиотехника. - 2006. - № 4. – С. 77-78.
• Евельсон, Р. Л. Мелкослоистая среда конечной толщины в электромагнитном поле / Р. Л. Евельсон // Радиотехника и электроника. - 2015. - Т. 60, № 6. - С. 591-597.
• Арамян, М. А. К теории электромагнитного поля / М. А. Арамян, А. М. Арамян // Электричество. - 2006. - № 3. – С. 56-59.
•Петров, Б. М. Уравнения электродинамики в пространстве с метрикой, обусловленной вращением / Б. М. Петров // Изв.ВУЗов.Радиоэлектроника. - 2005. - 48, № 11. – С. 40-51.
• Джеймс Клерк Максвелл [Электронный ресурс] // АЗ БУКИ ВЕДИ - “Я буду знать” : веб-сайт. – Электронные текстовые данные. - 17 января, 2016. - Режим доступа: http://azbukivedi-istoria.ru/publ/fakty_dostojnye_vnimanija/junyj_maksvell/7-1-0-235 (дата обращения: 07.07.2016). - Загл. с экрана.
•Мякишев Г. Я. Джеймс Клерк Максвелл – биография [Электронный ресурс] / Г. Я. Мякишев // Тайна имени : веб-сайт / Поддержка: А. Кочуров. – Электронные текстовые данные. - Режим доступа: http://to-name.ru/biography/dzhejms-maksvell.htm (дата обращения: 07.07.2016). - Загл. с єкрана.
•Биография Джеймса Максвелла [Электронный ресурс] // BIOGRAFIX.ru : биографии известных людей : веб-сайт. – Электронные текстовые данные. - Режим доступа: http://biografix.ru/biografii/uchenye/14-biografiya-dzheymsa-maksvella.html (дата обращения: 07.07.2016). - Загл. с экрана.
•Джеймс Клерк Максвелл [Электронный ресурс] // Биографии знаменитостей : веб-сайт. – Электронные текстовые данные. - Режим доступа: http://biografiivsem.ru/maksvell-dzheyms-klerk (дата обращения: 07.07.2016). - Загл. с экрана.

Дякуємо за увагу!

Васюта С. О. провідний бібліотекар відділу обслуговування навчальною літературою
Науково-технічна бібліотека Вінницького національного технічного університету
library@vntu.edu.ua