

Девятая всероссийская летняя школа учителей физики
2019

**НОВЫЕ ВСТРЕЧИ С НЕЛИНЕЙНОЙ
ФИЗИКОЙ**

Кротов С.С., Шутеев С.А.

sskrotov@mail.ru, gserg@mail.ru



«Приобретение знаний бессмысленно, если ими не делиться с другими»

Библия, Пятая книга от Матфея

«Удивление и интерес – первые шаги к пониманию»

Хосе Ортега и Гассет

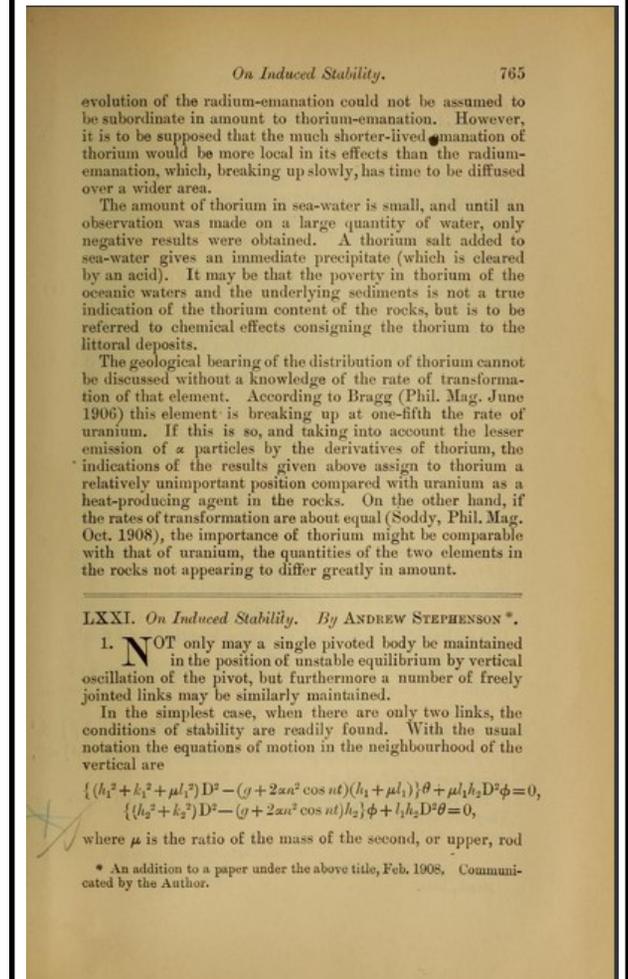
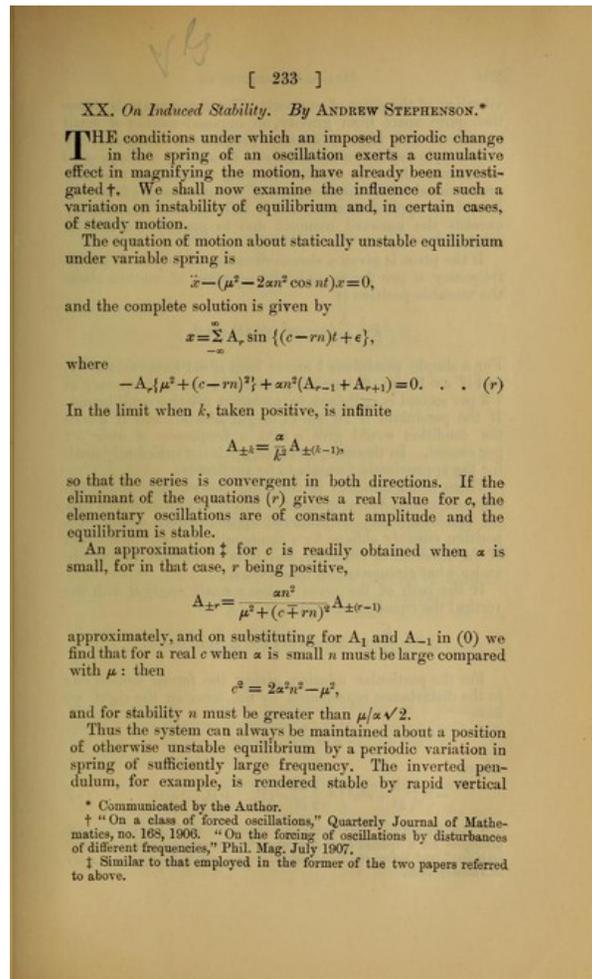
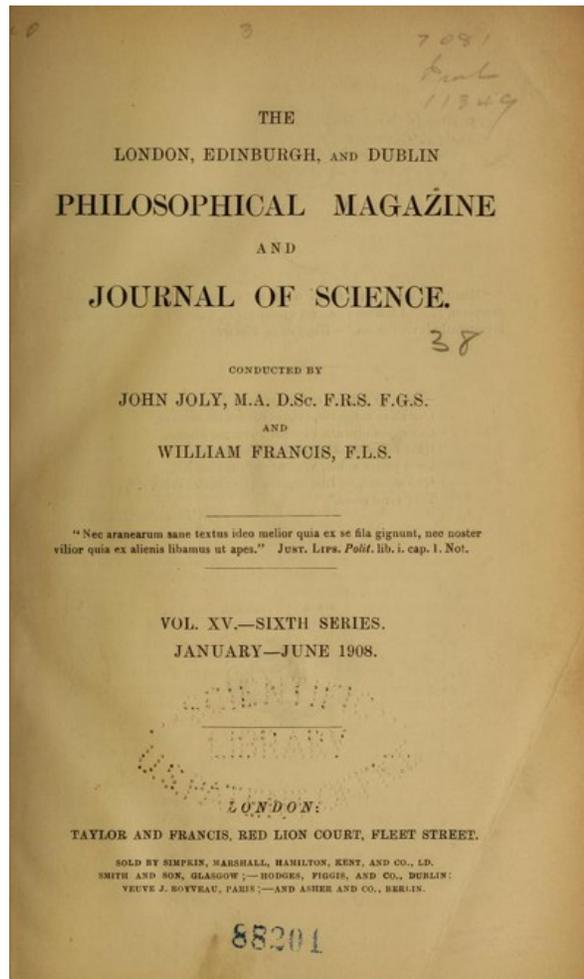
Маятник Капицы

История вопроса

Andrew Stephenson

1908г. "On an induced stability" *Phil. Mag.* 15, 233 – 236

1909г. *Phil. Mag.* 17, 765 – 766



Маятник Капицы

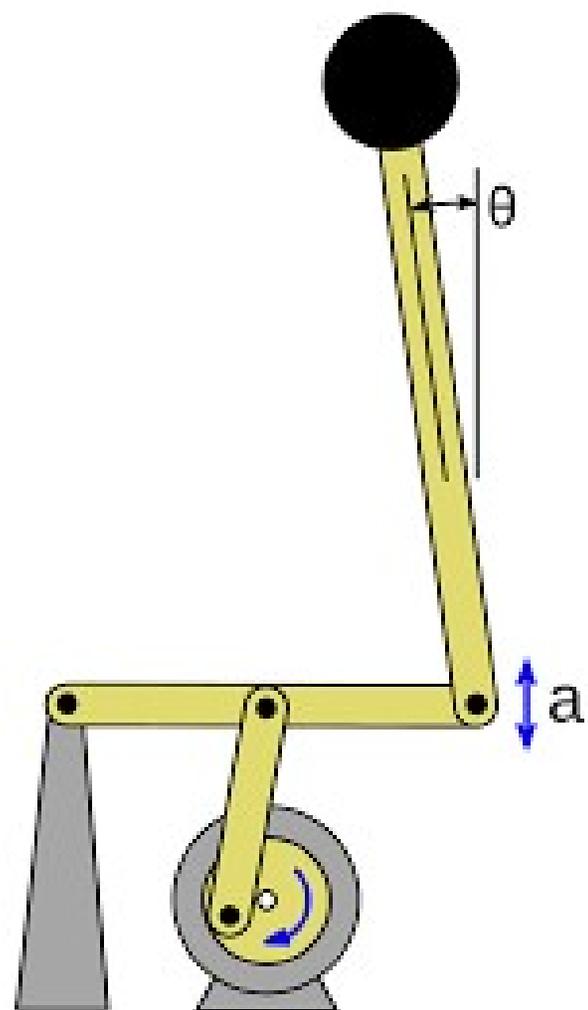
История вопроса

1. Капица П.Л. “Динамическая устойчивость маятника при колеблющейся точке подвеса” *ЖЭТФ* **21** 588 – 597 (1951)
2. Капица П.Л. “Маятник с вибрирующим подвесом” *УФН* **44** 7 – 20 (1951)

Идея выделения в движении маятника быстро и медленно меняющихся составляющих
1934, 1937

Принцип жесткой фокусировки заряженных частиц
и маятник Капицы
1953

Маятник Капицы



Маятник Капицы

Критерии

Эффективная потенциальная энергия U_{eff} :

$$U_{eff} = \frac{g}{R} \cos \theta + \frac{1}{4} \left(\frac{a}{R} \Omega \sin \theta \right)^2$$

Критерий устойчивости:

$$\frac{2gR}{\Omega^2 a^2} \leq 1$$

Уточненный критерий:

$$2gR \left(1 + \frac{I}{mR^2} \right) \leq (\Omega a)^2$$

Ловушка Поля

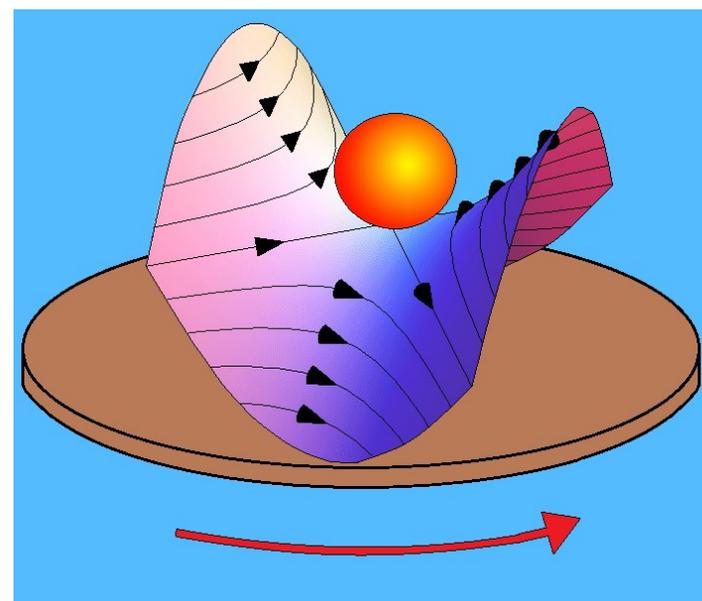
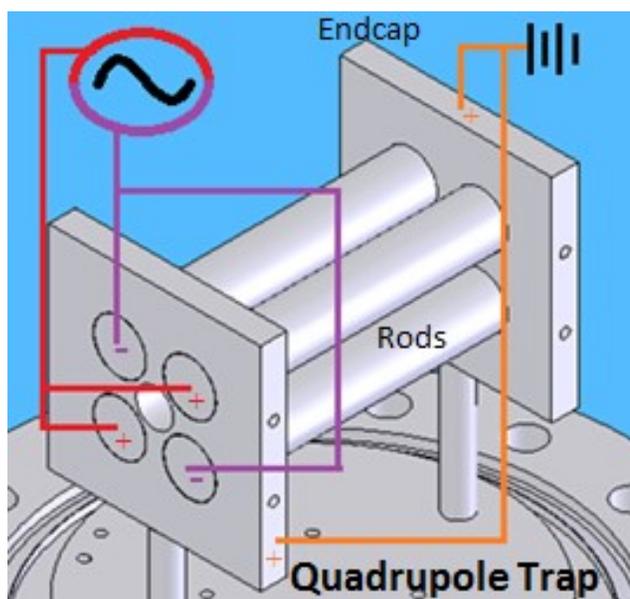
История вопроса

При изучении основных строительных блоков материи, полезно иметь возможность удерживать один из них относительно неподвижным в течение длительного периода времени. Ионные ловушки допускают именно такое ограничение: заряженный атом может быть буквально пойман в ловушку в пределах небольшого радиуса, что позволяет более точно изучать его свойства. В 1989 году Вольфганг Пауль получил Нобелевскую премию по физике за разработку RF-электрически-квадрупольной ионной ловушки, также названной в его честь ловушкой Пауля. Этот тип ловушки помимо изучения электрических свойств отдельных ионов полезен и при определении атомных масс – сама ловушка может быть использована в качестве масс-спектрометра

L. E. J. BROUWER. Beweging van een materieel punt op den bodem eener draaiende vaas onder den invloed der zwaartekracht. N. Arch. v. Wisk., 2e reeks, 12, 407-419, 1918.

Равновесие частицы, движущейся под действием силы тяжести на поверхности, которая вращается с равномерной угловой скоростью вокруг вертикальной оси

Ловушка Поля



Ловушка Поля

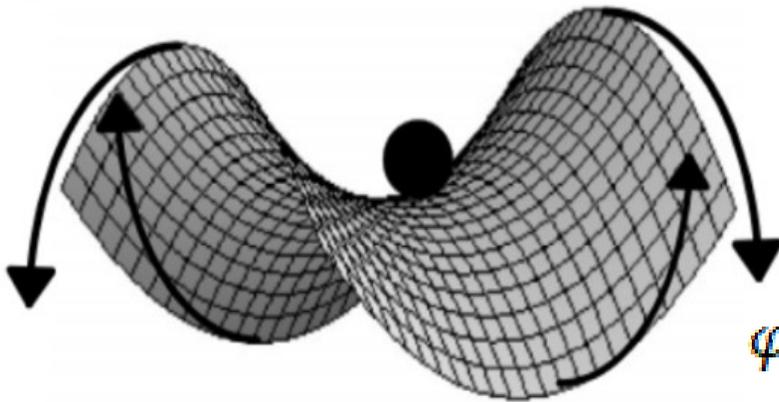
Потенциал ионной ловушки

$$\mathbf{F} = -c\mathbf{r}$$

$$\varphi(x, y, z) = \frac{\varphi_0}{2r_0^2} (\alpha x^2 + \beta y^2 + \gamma z^2)$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 0$$

$$\varphi(x, y, z, t) = \frac{U_{RF} \cos(\Omega t)}{2r_0^2} (x^2 - y^2)$$



Потенциал вращающегося седла

$$\varphi(x, y, z, t) = \frac{mgh_0}{2r_0^2} (x^2 \cos(2\Omega t) + 2xy \sin(2\Omega t))$$

Ловушка Поля

Современное состояние

К настоящему времени исследователи продемонстрировали, что они могут манипулировать и считывать квантовые состояния отдельных ионов со все возрастающей точностью. Сегодня самые точные часы в мире основаны на частоте захваченного иона алюминия; и многие предлагаемые квантовые вычислительные платформы берут за основу захваченные ионы.

Маятник Капицы



Ловушка Поля

Демонстрации



Ловушка Поля

Демонстрации



Ловушка Поля

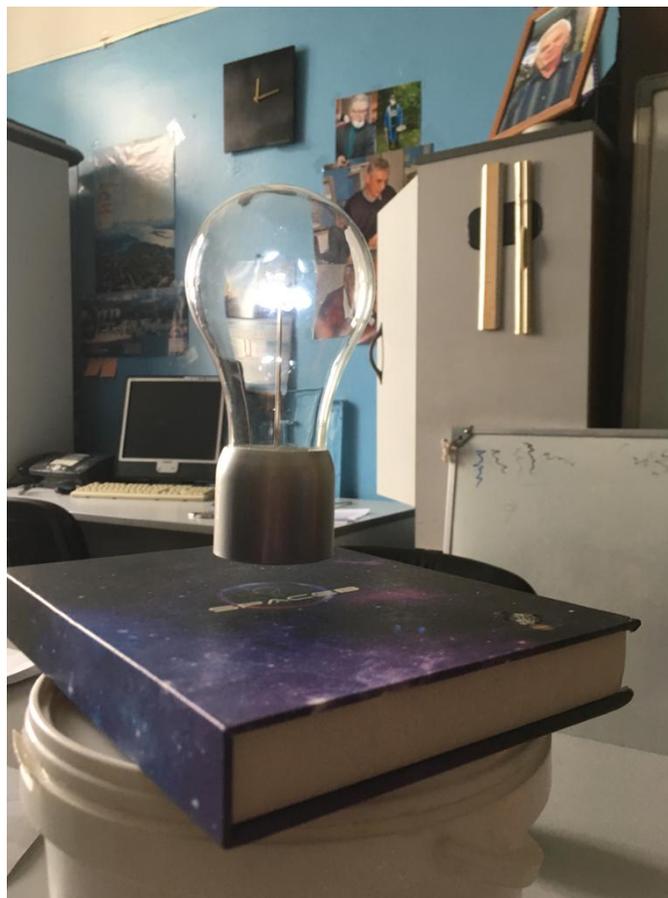
Демонстрации



Магнитный левитрон

Демонстрации

Домашнее задание



Девятая всероссийская летняя школа учителей физики

2019

Спасибо за внимание !