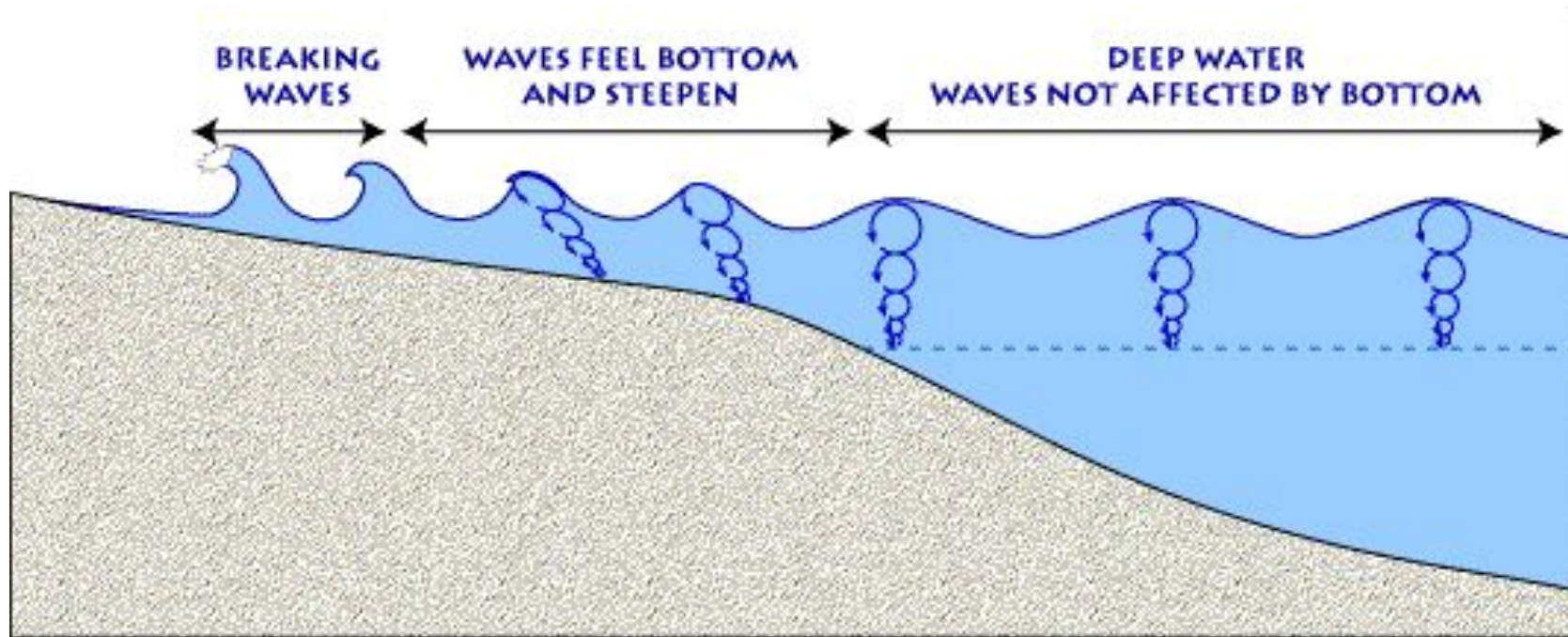
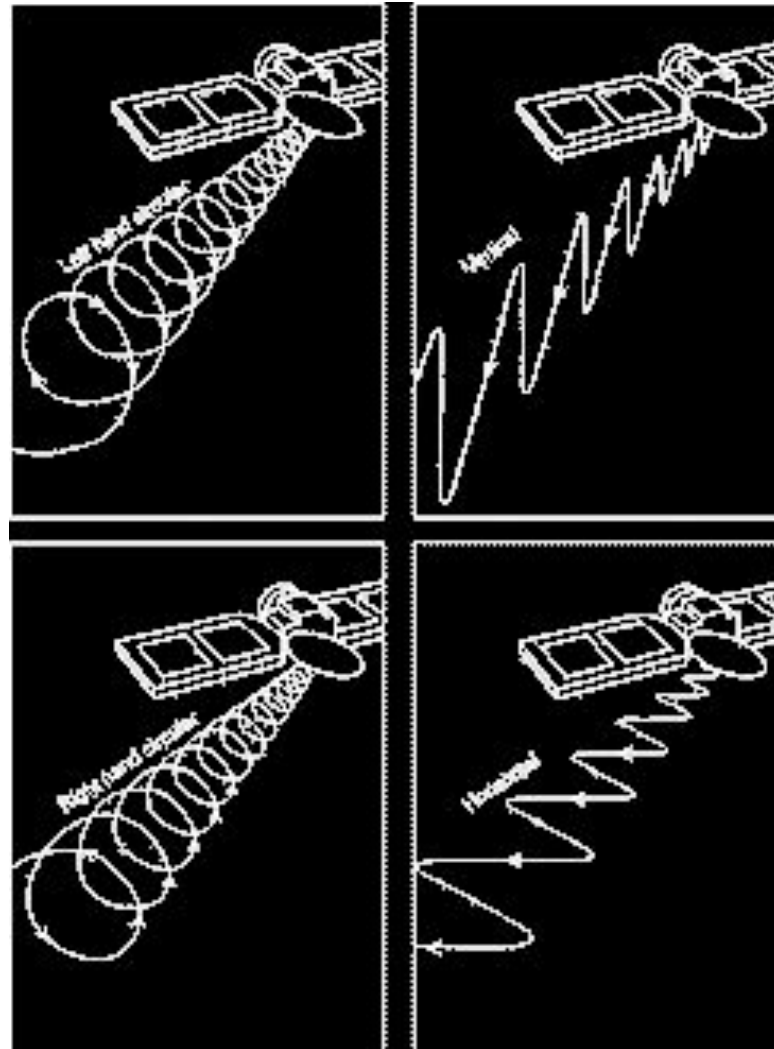


Выявленные виды вихреобразования

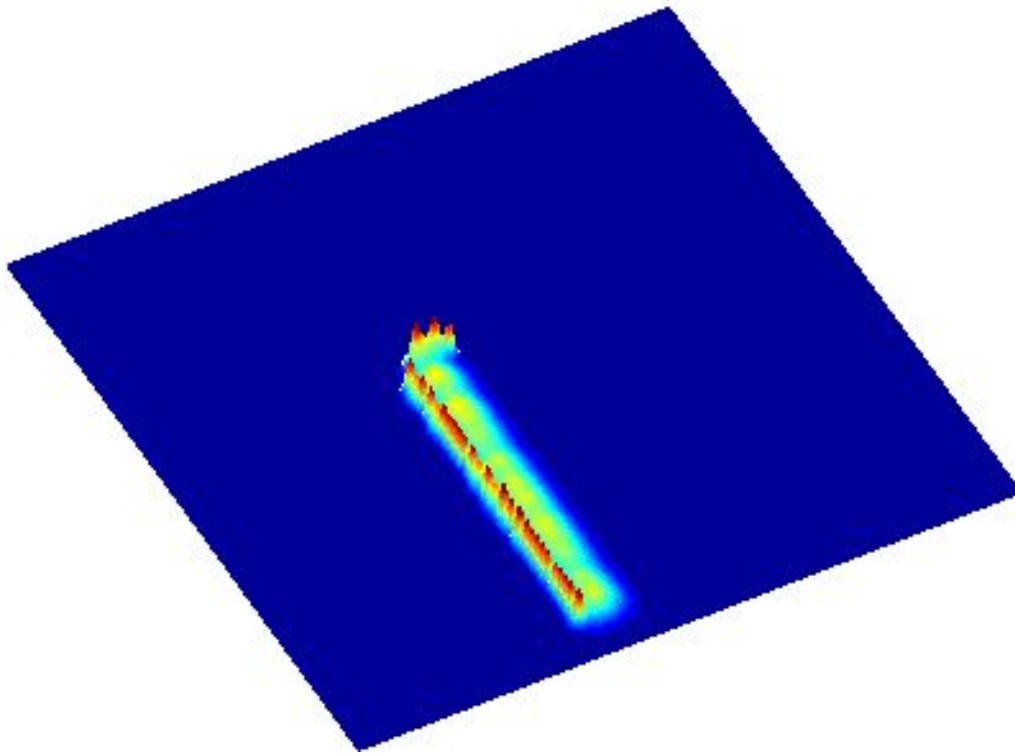
Схема обрушения волн с образованием вихрей

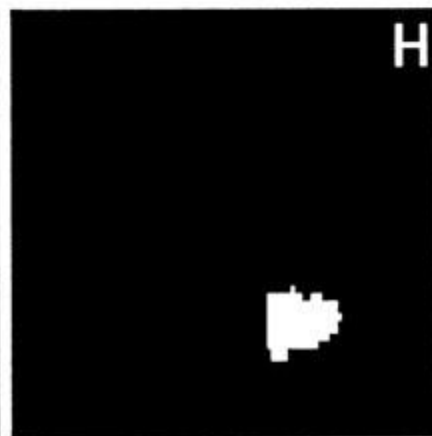
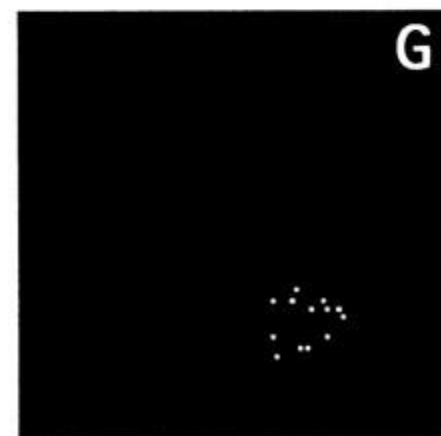
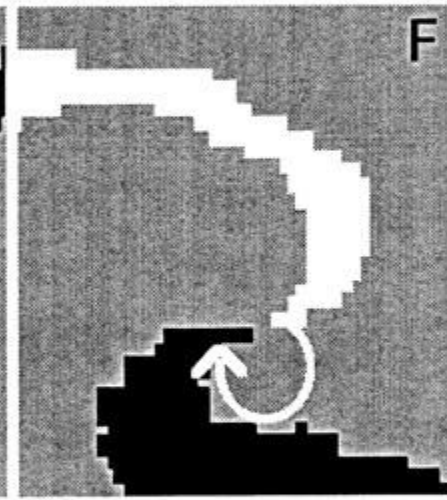
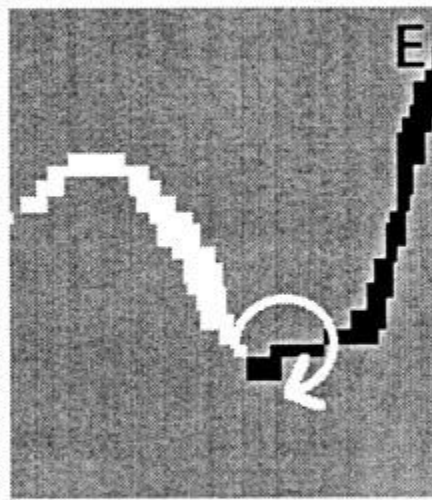
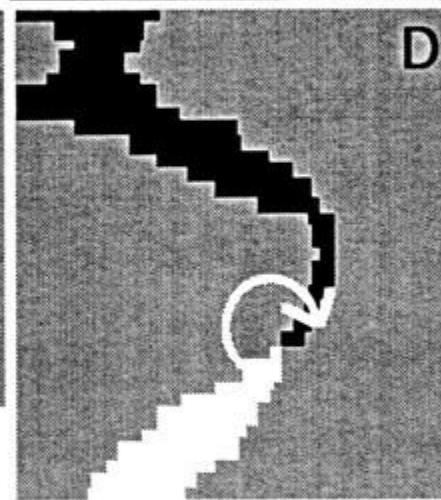
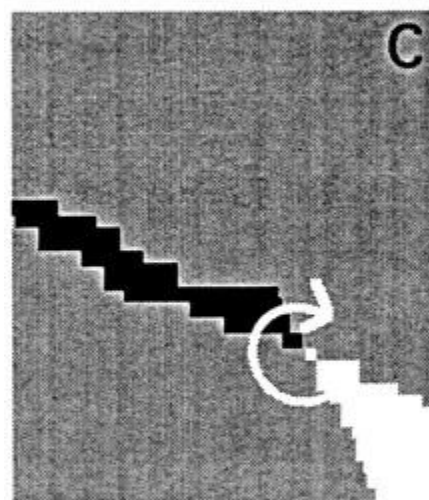
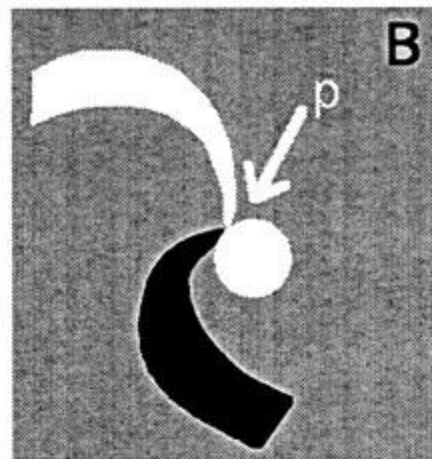
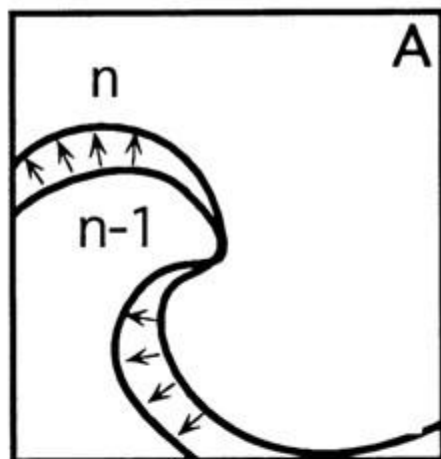


Круговая поляризация и вихреобразование при отражении



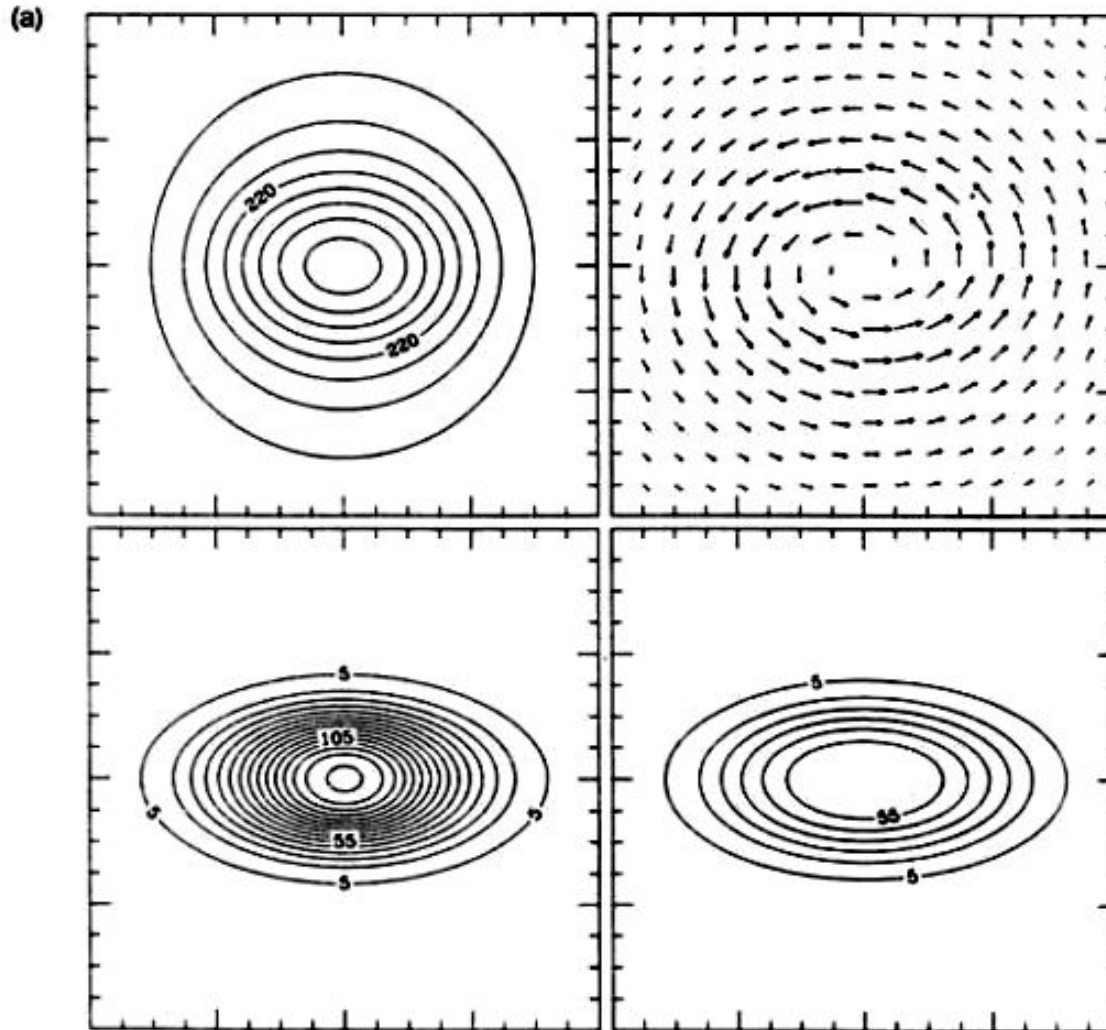
Образование спиральной автоволны при обтекании препятствия





5 mm

Как эволюционирует круговой вихрь в мелкой воде



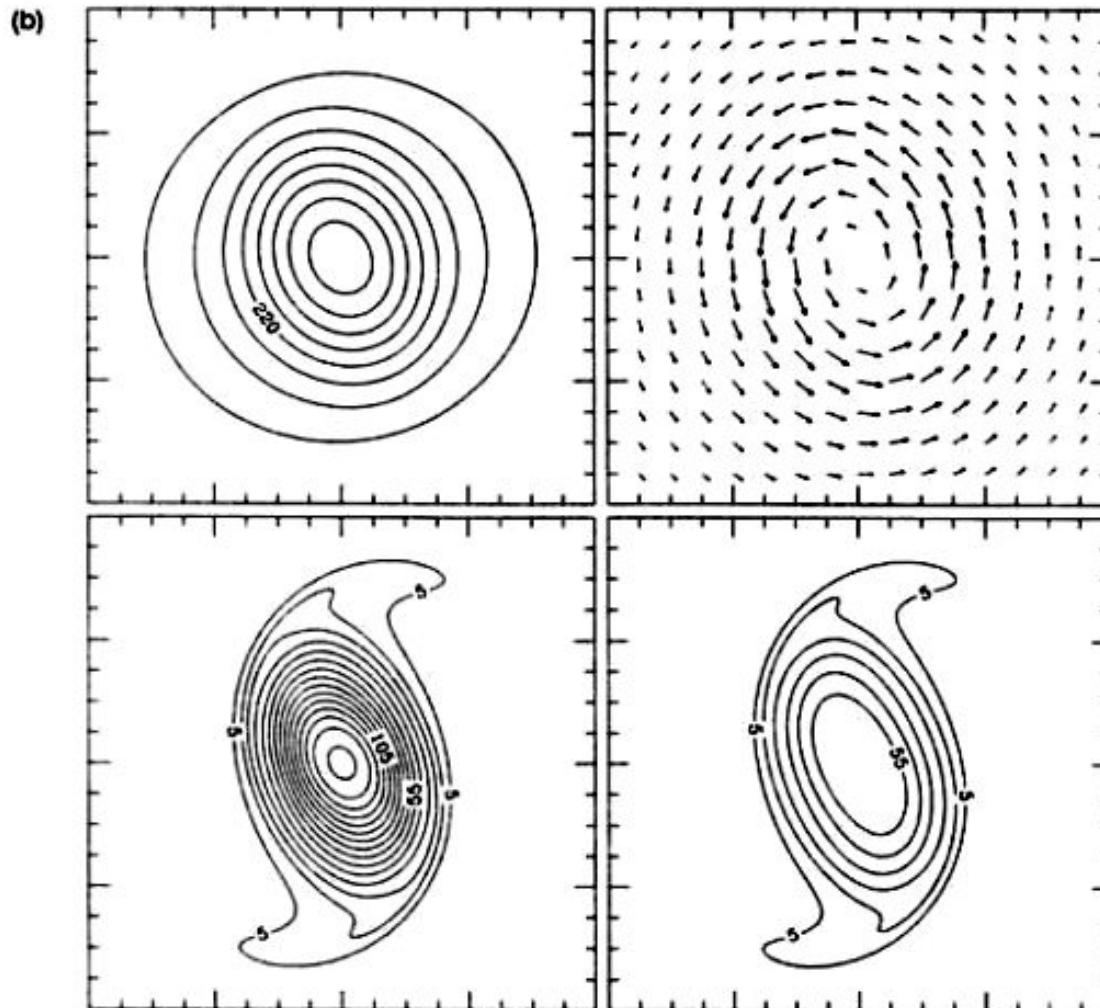


Figure 5.7a. Results of the integration of the shallow water equations (one-layer). (a) initial time, (b) after 6 h. Upper left panel of each set shows the fluid depth with a contour interval of 20 m, upper right panel the horizontal winds, lower left panel the potential vorticity, and lower right panel the absolute vorticity. Potential and absolute vorticity are in units of 10^{-5} s^{-1} . The potential vorticity is defined here as the absolute vorticity divided by the fluid depth times the constant average fluid depth. (Guinn, T.A. and W.H. Schubert, 1993: Hurricane spiral bands. *J.Atmos.Sci.*,50, 3380-3403).

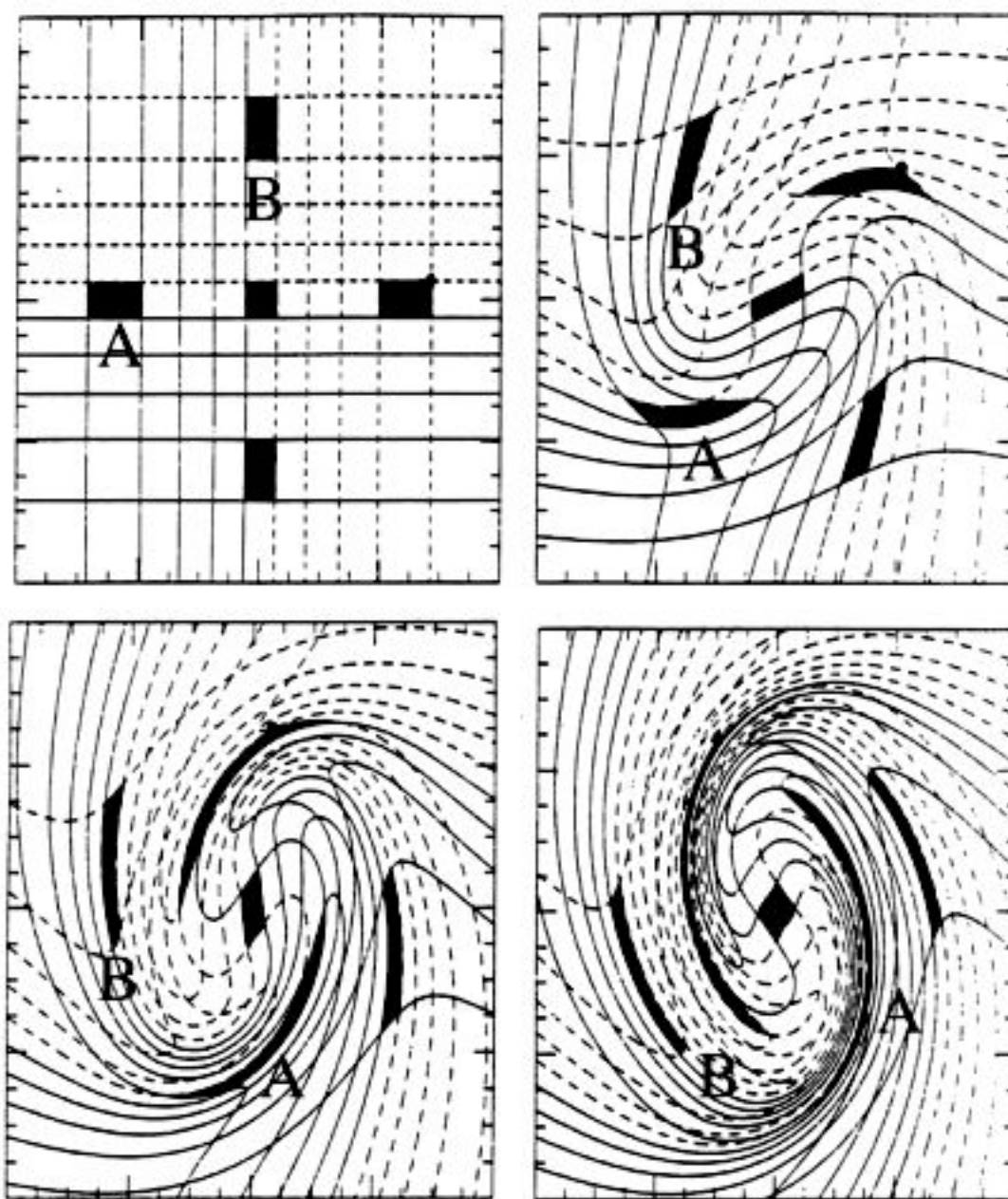


FIGURE 5.7b. Trajectories of four parcels that are initially at equal distances from the vortex centre. Subsequent positions 2 h (upper right), 4 h (lower left), and 6 h (lower right) illustrate how the parcels

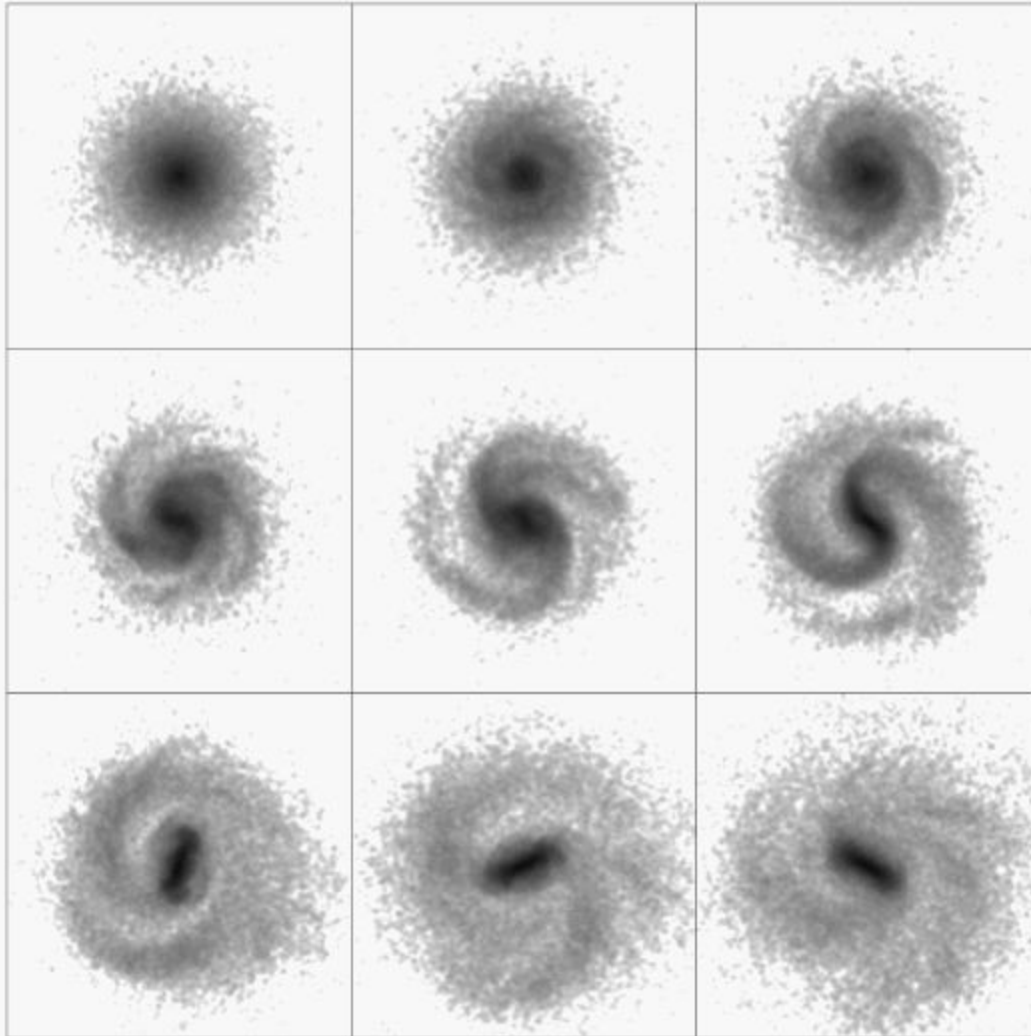


Figure 19.1: Bar instability in a model disk galaxy. This model is similar to the one shown in Fig. 18.2, but here the disk comprises 75% of the total mass.

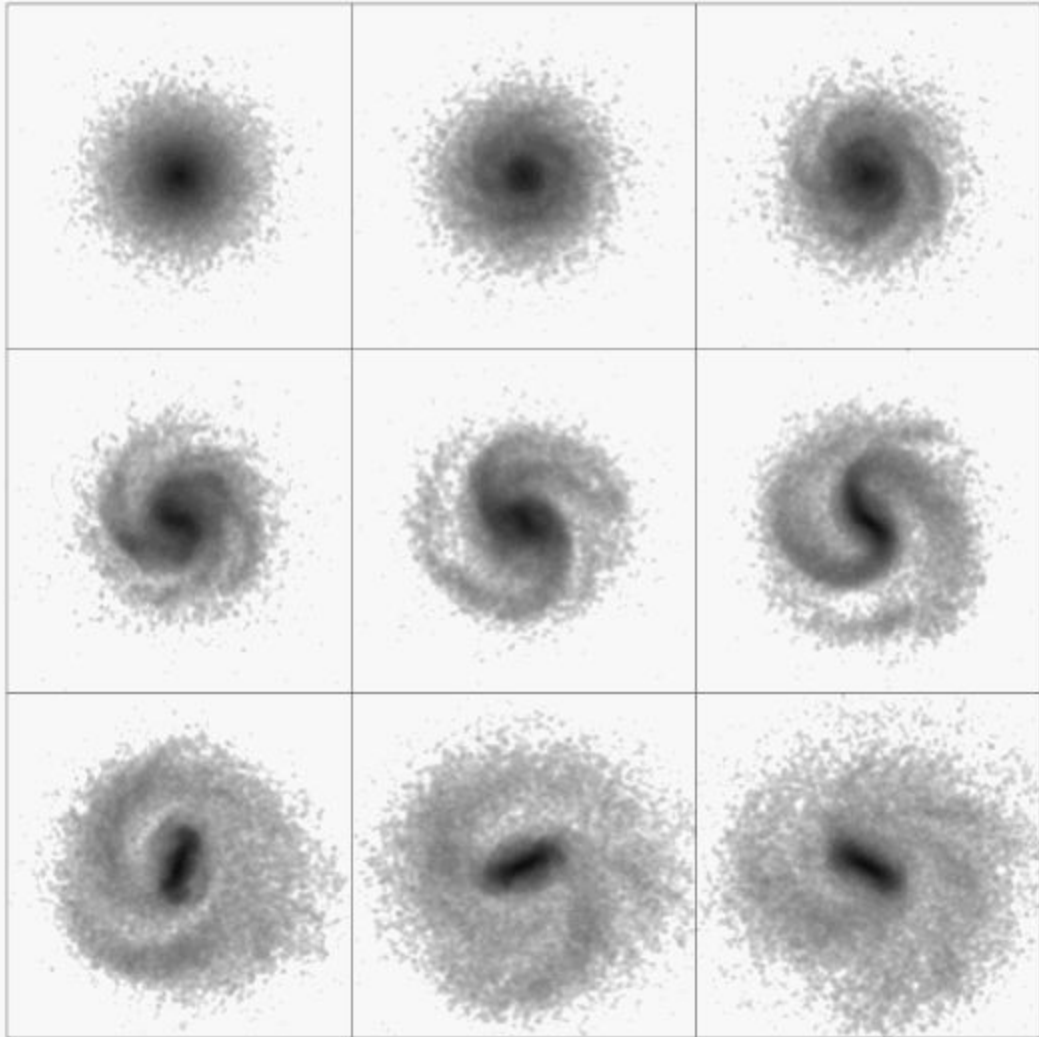


Figure 19.1: Bar instability in a model disk galaxy. This model is similar to the one shown in Fig. 18.2, but here the disk comprises 75% of the total mass.

Двойное спиралеобразование в продольном потоке

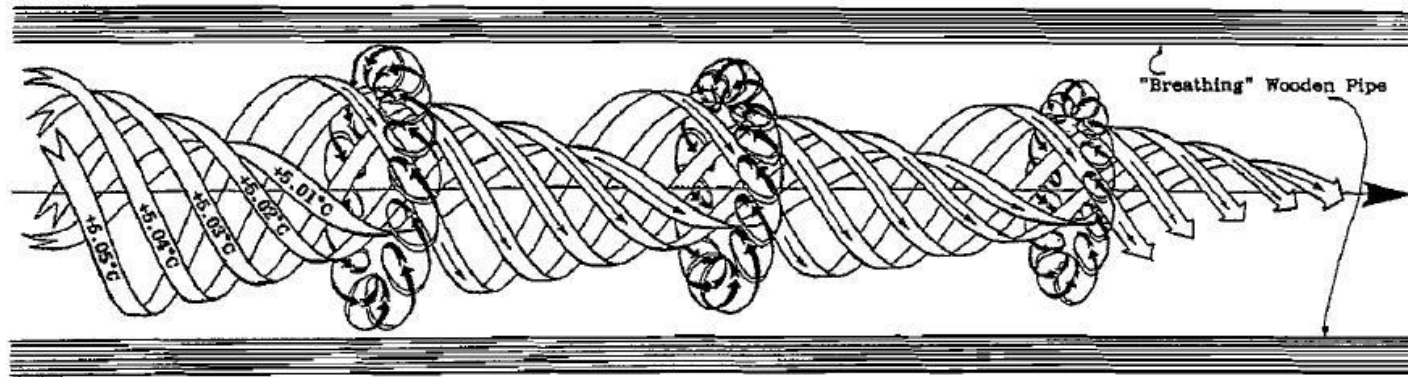


Fig. 14.3 The double-spiral longitudinal vortex

A longitudinal vortex showing the development of toroidal counter-vortices. These occur due to the interaction with the pipe-walls and have an effect similar to ball-bearings, enhancing the forward movement. Their interior rotation follows the direction of rotation and forward motion of the central vortex, whereas the direction of their exterior rotation and translatory motion are reversed. These toroidal vortices act to transfer oxygen, bacteria and other impurities to the periphery of the pipe, where, due to the accumulation of excessive oxygen, the inferior, pathogenic bacteria are destroyed and the water rendered bacteria-free.

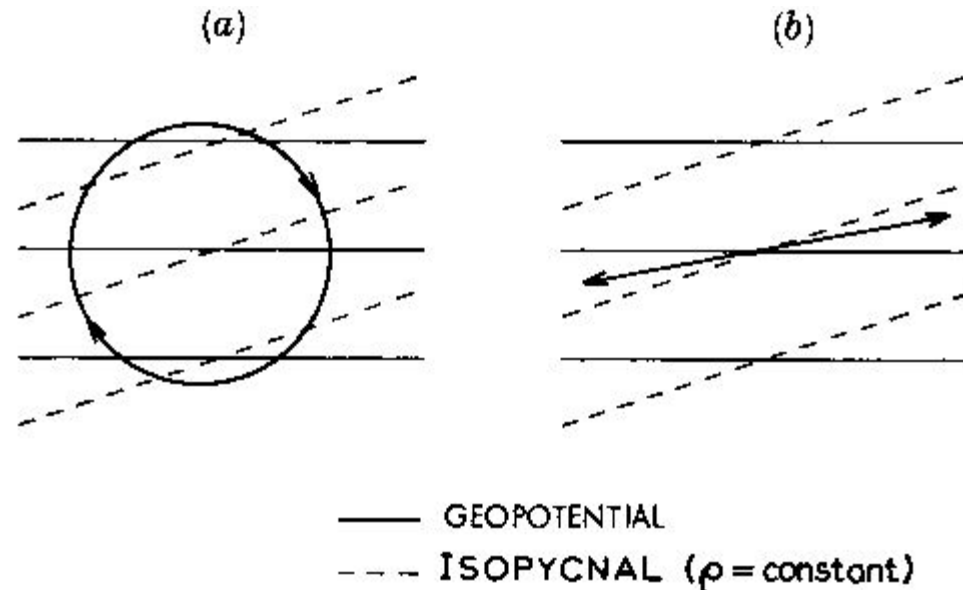
Callum Coats, July 1992

Видеоролики вихреобразования

- Лаборатория динамики вращающихся жидкостей
(Оксфорд)
- <http://www.atm.ox.ac.uk/rotatingfluids/>

- Когда жидкость подвергается дифференциальному нагреву в горизонтальном направлении,
- в результате термической циркуляции должно возникнуть статически устойчивое (внизу более тяжелые слои) распределение плотности
- и, если перенос тепла не является через чур эффективным, градиент температуры в горизонтальном направлении.
- Это означает, что плотности равной поверхности будут наклонены по отношению к поверхностям равного геопотенциала, как показано ниже на рис.

Равновесное состояние при горизонтальном нагревании



В не вращающейся жидкости в результате конвективного опрокидывания изопикнические поверхности должны стать настолько близкими к горизонтальному положению насколько это возможно.

Такова ситуация, например, в атмосферах Земли и других планет земной группы, в которых полярные регионы, как правило, сильно охлажденный

- В системе, вращающейся вокруг вертикальной оси, однако, горизонтальное движение в таких опрокидывающих циркуляциях будет запрещено, потому что сил Кориолиса стремиться отклонить такое движение в зональном направлении. Так что В случае отсутствия зонального градиента давления движение осесимметрично и геострофично, а перенос с севера на юг переноса тепла за счет прямого опрокидывания, подавляется. При малой скорости вращения (малой закрутке) течение в любой горизонтальной плоскости одинаково, т. е. не зависит от вертикальной координаты.

Быстрое вращение без нагрева



С увеличением закрутки возникают так называемые ламинарные (упорядоченные) вихри Тейлора.

Фотография вихрей Тейлора при течении машинного масла в зазоре между неподвижным стеклянным и вращающимся металлическим цилиндрами приведена на рисунке. Для визуализации течения в масло добавлен алюминиевый порошок.

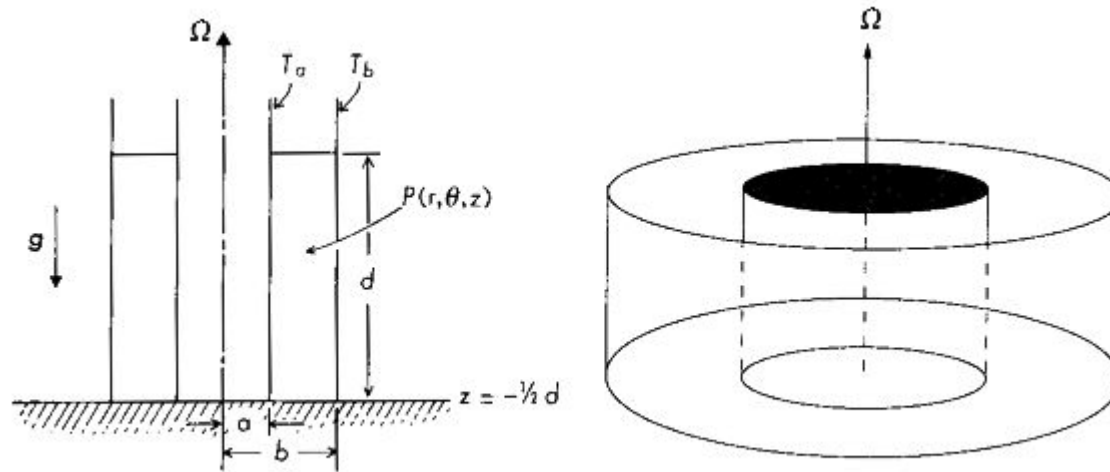
Схема течения дана на рисунке 3, направление движения частиц показано стрелками.

- Неосесимметричные течения, такие, как волны Россби, могут быть связаны с неосесимметричными горизонтальными градиентами давления. Хотя такие волнистые поток не могут производить к теплообмену опрокидыванием, они все же могут привести к значительному горизонтальному переносу тепла. Они порождают зонально-усредненный наклон траекторий вроде показанного выше на рис (б).

- Если наклон этих усредненных траекторий жидкости находится между горизонтальным и наклоном изопикнических поверхностей, тепло может переноситься как вверх, так и по горизонтали. Это приводит к уменьшению наклона изопикнических поверхностей и высвобождению потенциальной энергии.
- http://www.atm.ox.ac.uk/rotatingfluids/clips/clip.php?item_id=129

- Таким образом, волны Россби могут поддерживаться за счет потенциальной энергии, порождаемых дифференциальными нагревом
- Нестабильности, ведущих к этому неосесимметричных возмущений известна как **бароклинная неустойчивость**, а полностью развитая форма этих волнообразных потоков называется **наклонная конвекция**

Наклонная конвекция в лаборатории



Условия, приводящие к образованию наклонных конвекции может быть получен сравнительно легко в лаборатории, в жидкости, содержащейся в кольцевой зазор между парой в вертикальном положении, коаксиальный, термически проводящих цилиндров (см. выше)

Два цилиндра поддерживаются при разных температурах (T_a и T_b), что приводит к опрокидыванию циркуляции за счет прямой связи между нагревом (обычно внешней) стенки и охлаждением (обычно внутренней) области цилиндра

- Если цилиндры установлены на платформу, которая вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью Ω , то осесимметричный радиальный поток тормозится силой Кориолиса и будет развиваться значительный горизонтальный градиент температуры .
- Увеличение Ω уменьшает радиальный перенос тепла, потому что он происходит в основном в вязких слоях Экмана вдоль горизонтальной границы. Таким образом, наклон изопикн к увеличению с ростом Ω .
- http://www.atm.ox.ac.uk/rotatingfluids/clips/clip.php?item_id=127

- На некотором критическом значении Ω , наклон изопикн становится слишком большим, чтобы выдерживать жидкости без развития неустойчивости.
- В потоке развиваются неосесимметричные возмущения бароклинной неустойчивости.
- http://www.atm.ox.ac.uk/rotatingfluids/clips/clip.php?item_id=128

- Такие возмущения растут по амплитуде, транспортируя тепла к «полюсу» и освобождая потенциальную энергию. Наклон изопикн снижается.
- Поток принимает форму полностью развитой наклонной конвекции.
- <http://www.atm.ox.ac.uk/rotatingfluids/lessons/1-1.php>
- (клипы e-h)

- Экспериментальная конфигурация, описанная выше, известна как кольцевые вихри при дифференциальном нагреве вращающегося сосуда. Эта конфигурация была предметом обширных исследований с 1950 года.

- Наклонные конвекции имеют широкий спектр различных видов режима течения, в зависимости от силы нагрева и фона скорость вращения Ω .
- Их изображают на режимной диаграмме, как показано ниже.
- Для того, чтобы иметь возможность сравнить эксперименты с использованием различных размеров аппарата и различных рабочих жидкостей, а также обобщить результаты, интенсивность нагревания и скорость вращения Ω
- Обычно представляют через безразмерные параметры.

Основные параметры обычно называются: число Тейлора

$$Ta = \frac{4\Omega^2 (b-a)^5}{\nu^2 d}$$

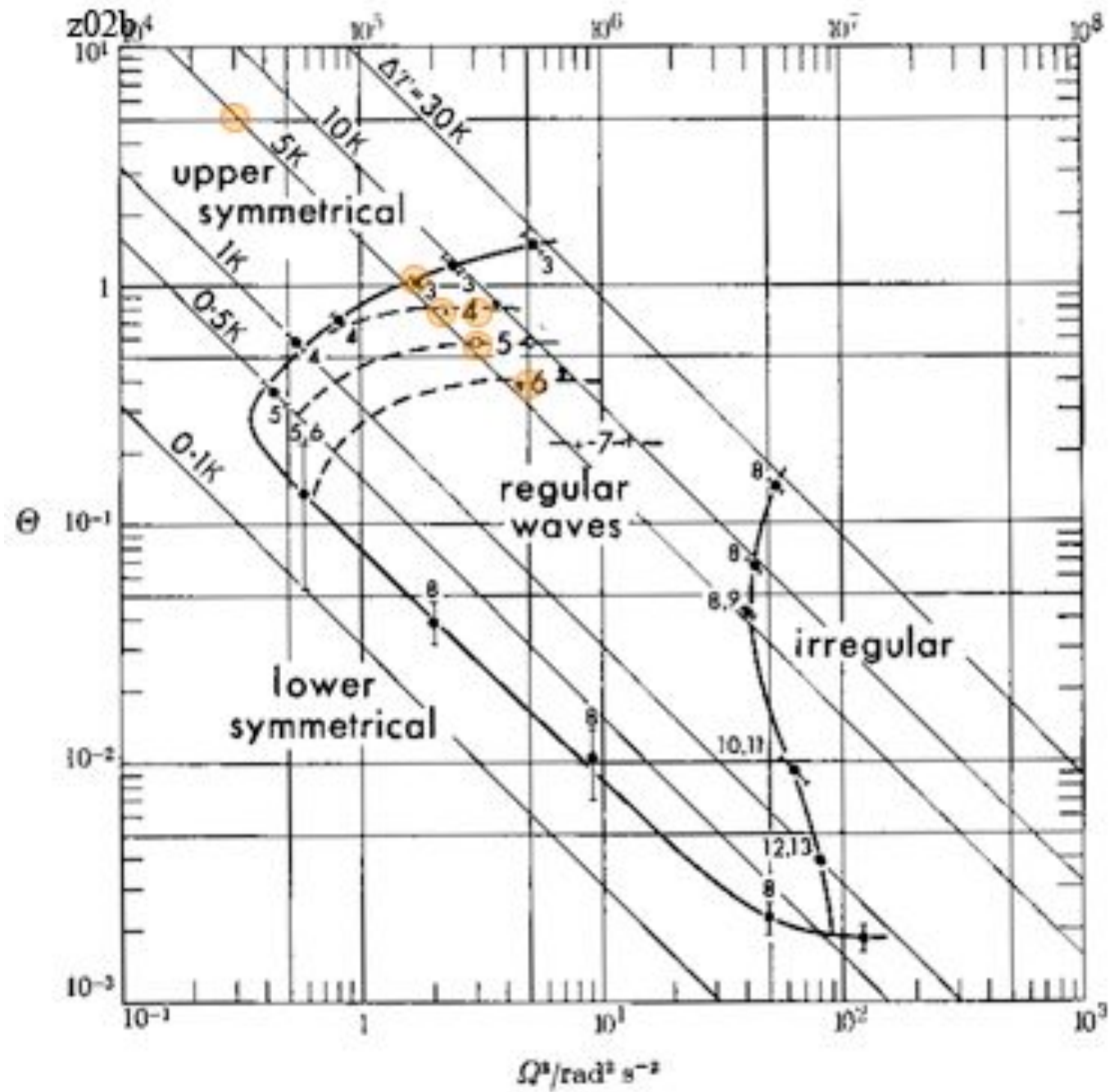
Число Тейлора: вращение/вязкость

$$\Theta = \frac{g(\Delta\rho / \rho)d}{(b-a)^2 \Omega^2}$$

Число Россби: вращение/нагрев

$$\sigma = \frac{\nu}{K}$$

Число Прандтля:
вязкость/теплопроводность



Как сделать лабораторию

- <http://einstein.atmos.colostate.edu/~mcnoldy/spintank/>
- Имеется полное описание нужного оборудования, смета и возможные эксперименты

