

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH

Anderson Ribeiro de Souza

UFRJ – Instituto de Física e CPlI – Niterói

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH



Características do software

1. Navegador geográfico que cobre uma enorme parte do globo terrestre.
2. A resolução horizontal pode variar de 10cm em áreas urbanas até 15m ou mais em áreas rurais.
3. Tem sido muito utilizado para o entretenimento e em algumas poucas aplicações de cunho educacional.



© 2008 MapLink/Tele Atlas
Image © 2008 DigitalGlobe
© 2008 Telelistas
Image © 2008 TerraMetrics

©2008 Google™

Altitude do ponto de visão 3.01 km

870 m
23°02'11.49" S 43°28'44.19" O



Refração

Vltava, Praga.

Image © 2009 GEODIS Brno

©2009 Google

Data das imagens: 2004

50°02'34.62" N 14°24'34.37" L elev 192 m

Altitude do ponto de visão 394 m

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH



Proposta

Medir a velocidade dos barcos nas fotos do Google Earth.

Como isso é possível?

Podemos estimar as velocidades graças à estrutura das ondas geradas na água.

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH



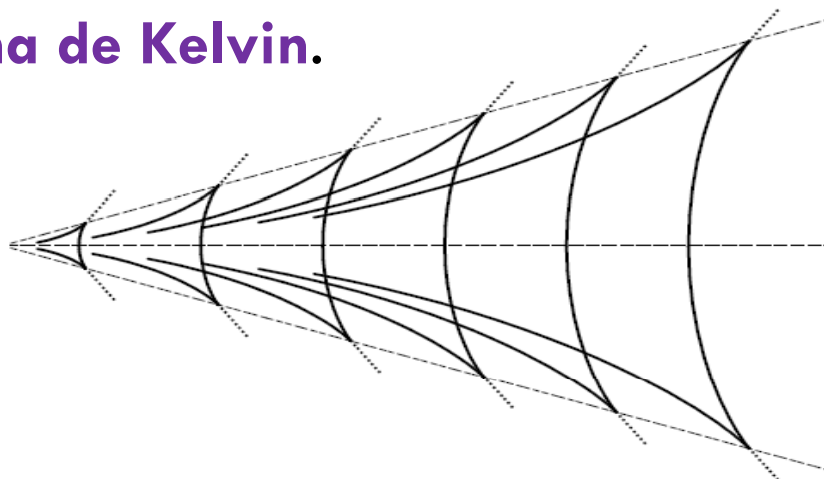
Dispersão das ondas

Nas proximidades do barco as ondas produzidas dependem do formato do casco, de sua velocidade, da salinidade da água, entre outros fatores.

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH

Padrão de onda de Kelvin

Por outro lado, a distâncias relativamente grandes quando comparadas às dimensões do próprio barco, e em **águas profundas**, as ondas se dispersam segundo um padrão universal denominado **cunha de Kelvin**.



FÍSICA COM O GOOGLE EARTH



Padrão de onda de Kelvin

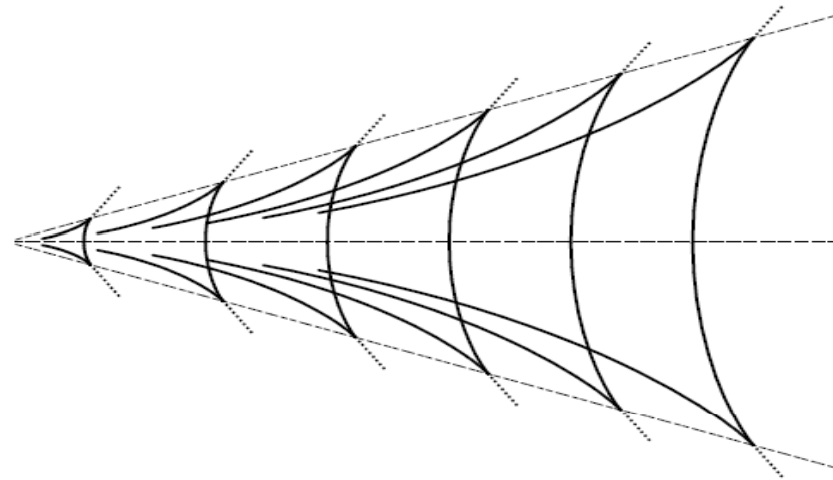
O padrão de Kelvin tem uma característica notável: ele é **estacionário** em relação ao próprio barco que o gerou, ou seja, ele persegue o barco constantemente.

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH

Barcos pequenos e rápidos tendem a gerar longas esteiras em V (ondas divergentes).

Barcos grandes e lentos tendem a gerar grandes esteiras em U (ondas transversais).

Cunha de Kelvin.

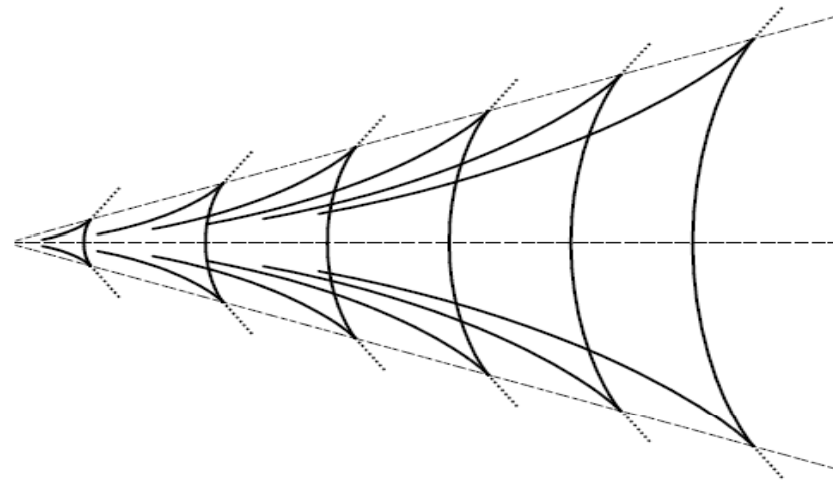


FÍSICA COM O GOOGLE EARTH

As ondas V e U encontram-se assintoticamente e delimitam a fronteira da cunha de Kelvin (linha tracejada).

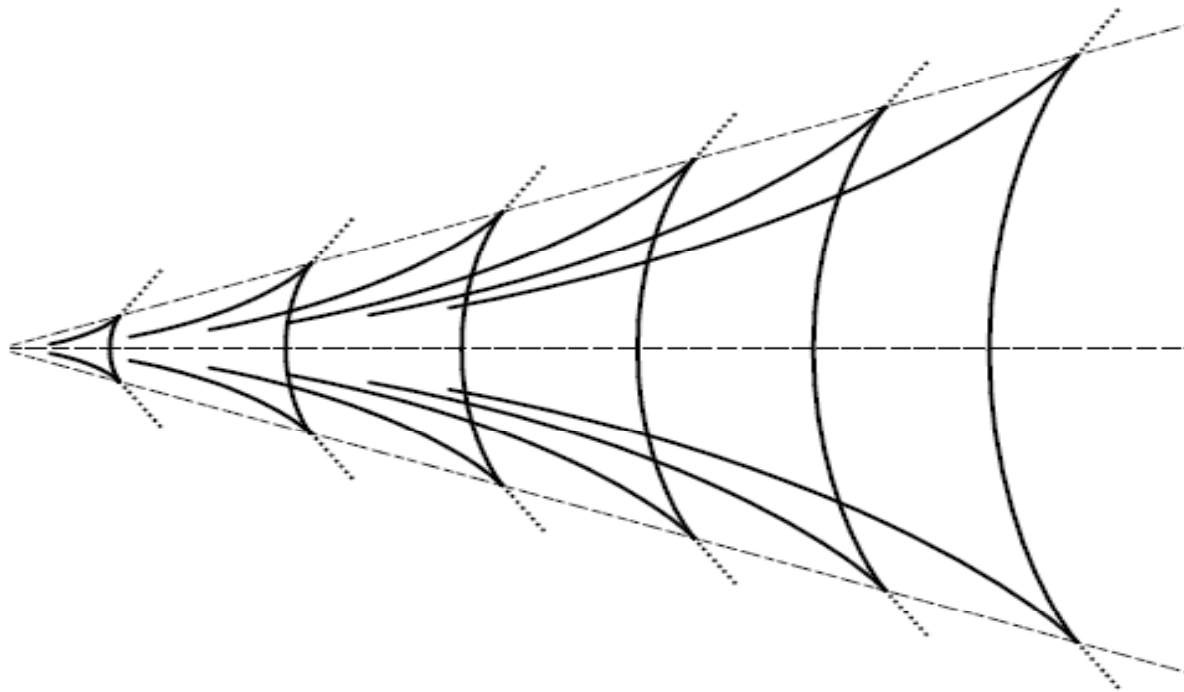
Além desse limites a amplitude decai exponencialmente e por isto as ondas são chamadas de **evanescentes**.

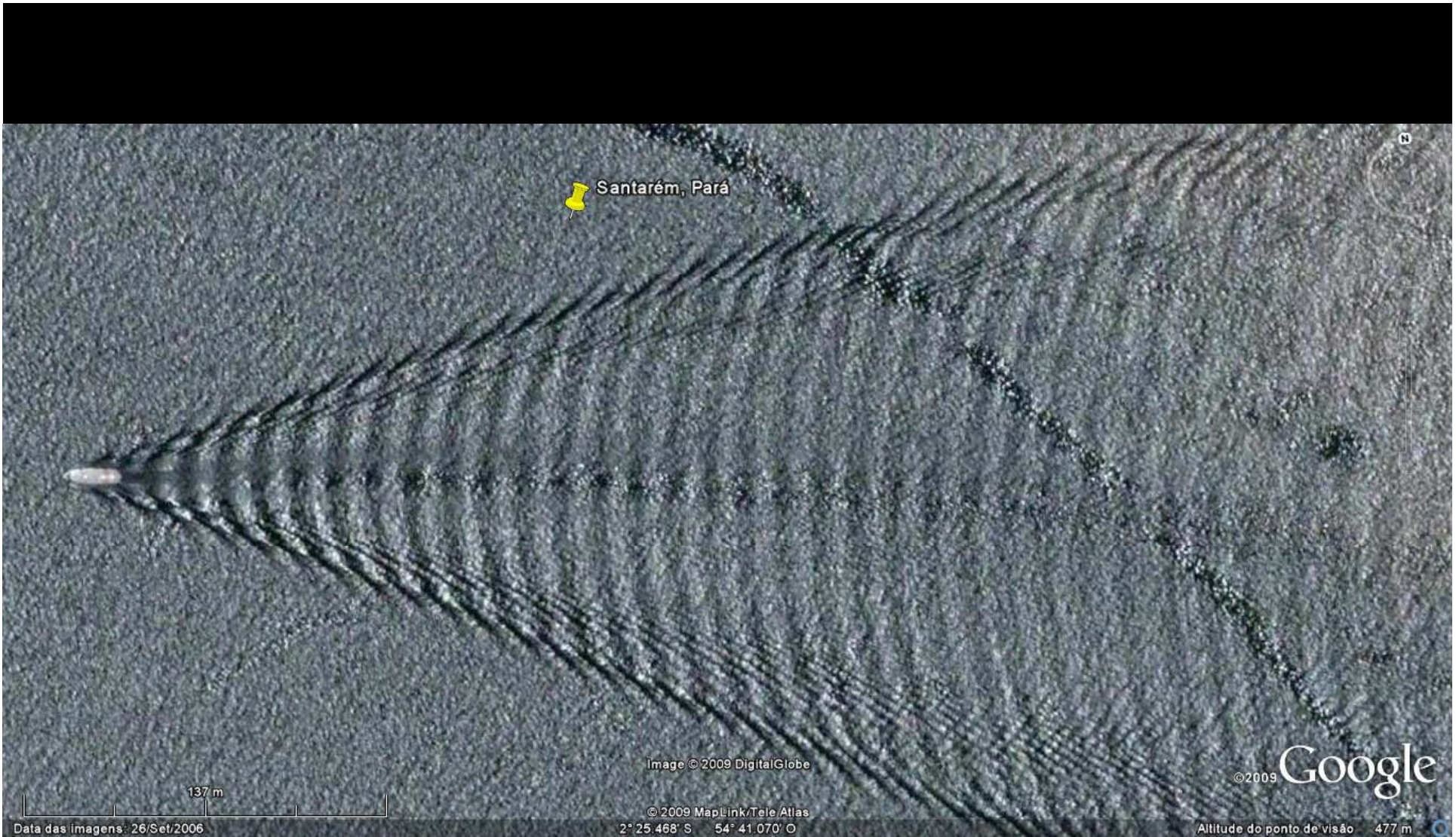
Cunha de Kelvin.



FÍSICA COM O GOOGLE EARTH

O ângulo da cunha de Kelvin é de aproximadamente $19,5^\circ$, independente das características do barco e de sua velocidade.





Santarém, Pará: 19,7°



Ilha Grande, Rio de Janeiro: 20°

Detroit, EUA



© 2009 Europa Technologies
© 2009 Tele Atlas
© 2009 Google

© 2009 Google

Data das imagens: Jun/2007

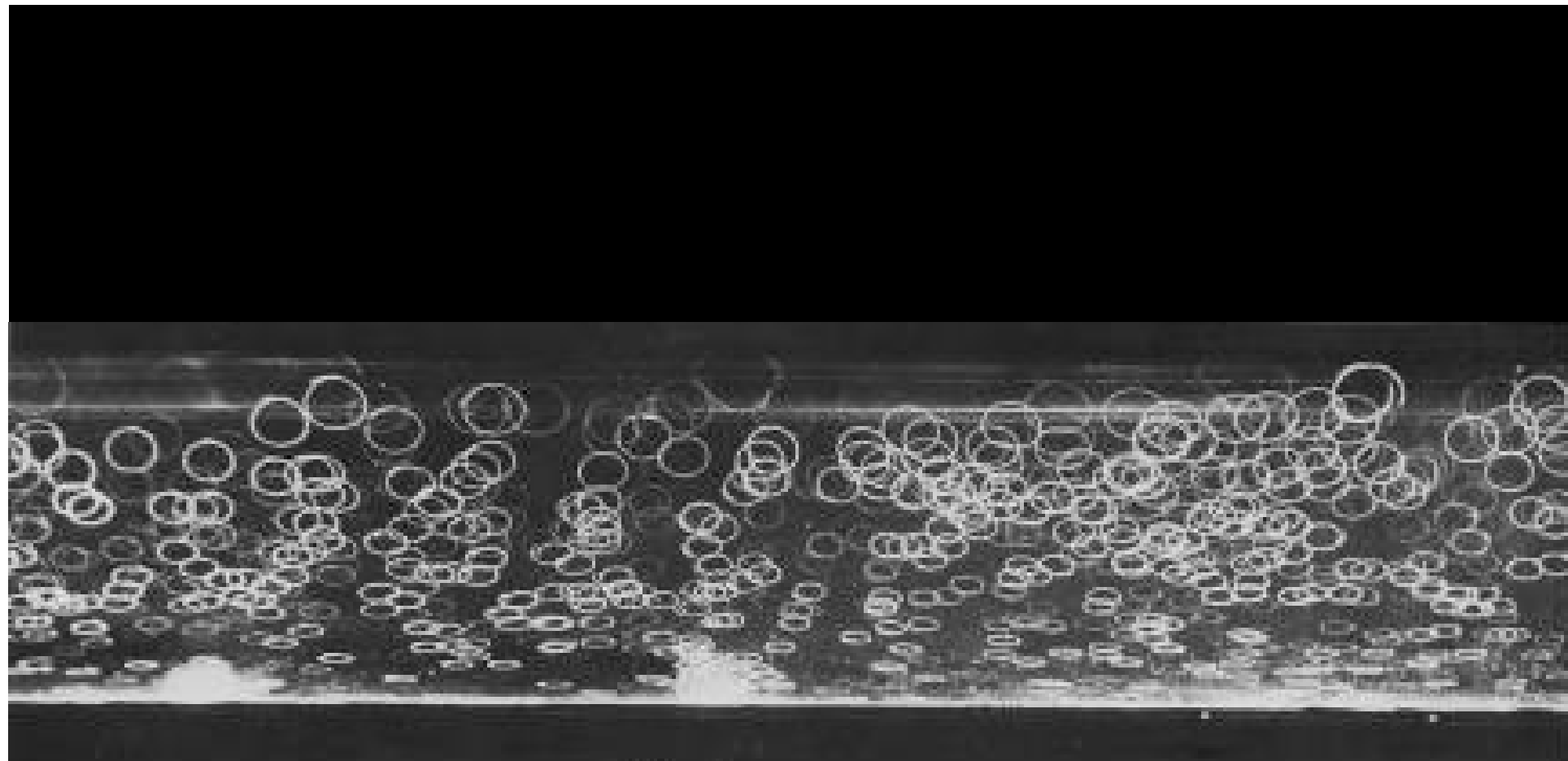
42° 19.826' N 82° 59.696' O

Altitude do ponto de visão 469 m

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH

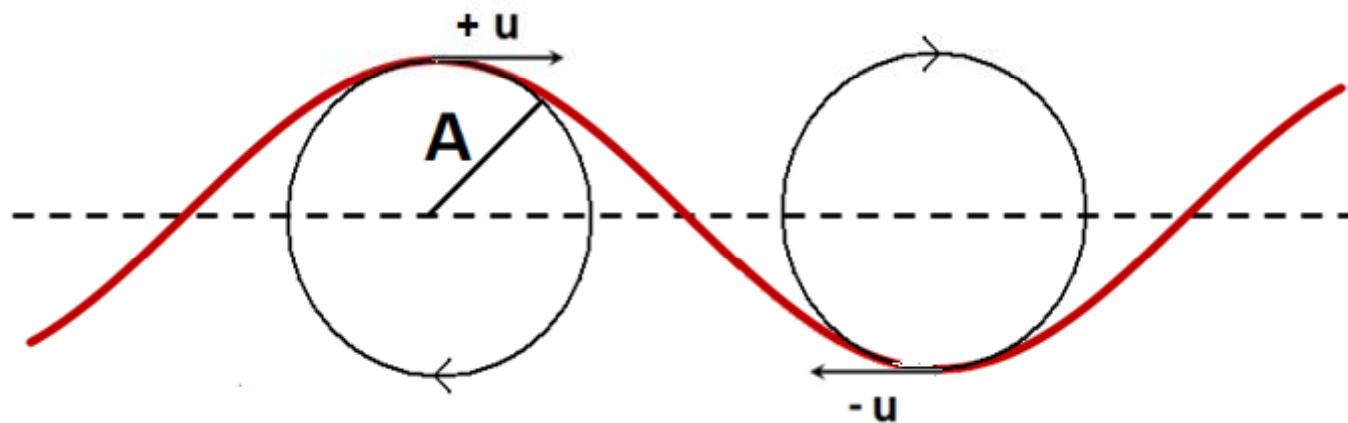


Comportamento das ondas em águas profundas



No reflections: pure progressive waves

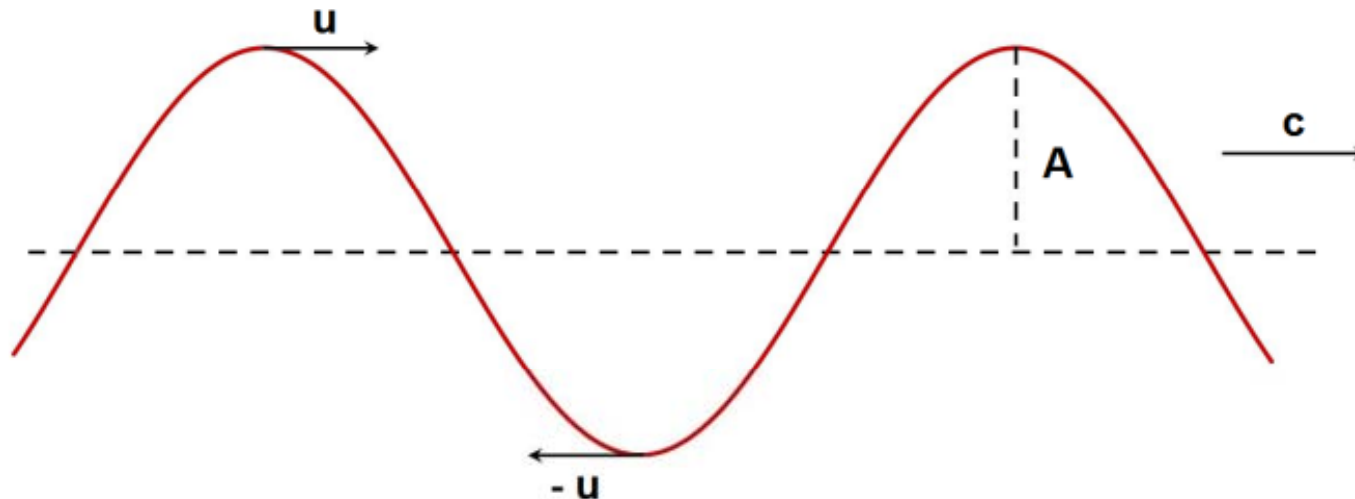
FÍSICA COM O GOOGLE EARTH



Em águas profundas as partículas próximas à superfície realizam movimentos aproximadamente circulares.

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH

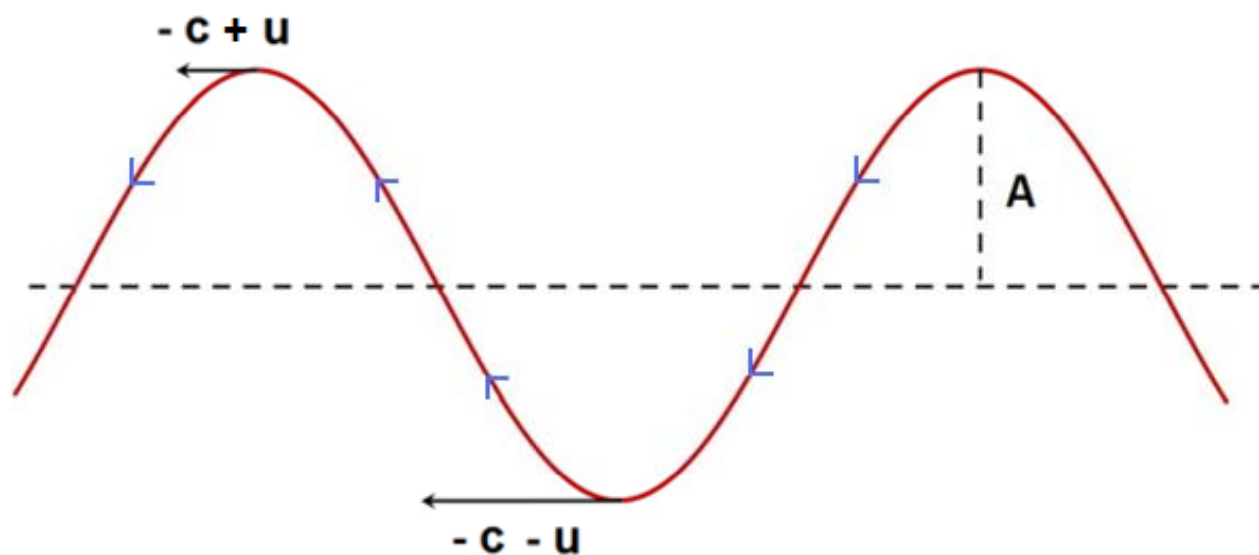
A velocidade de fase da onda.



c é a velocidade de fase da onda.

u e $-u$ são as velocidades das partículas que viajam na crista e no vale desta onda, respectivamente.

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH



Num referencial que acompanha a onda temos um **fluxo estacionário** de corrente.

As velocidades das partículas de água na crista e no vale passam a ser, respectivamente, $-c + u$ e $-c - u$.

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH

Pela equação de Bernoulli:

$$p + \frac{1}{2}\rho(u - c)^2 + \rho gA = p + \frac{1}{2}\rho(-u - c)^2 - \rho gA \quad (1)$$

$$uc = gA \quad (2)$$

No entanto, na crista e no vale as velocidades são dadas por:

$$u = \omega \cdot A \quad (3)$$

Reunindo as equações (2) e (3), obtemos:

$$\omega c = g \quad (4)$$

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH

Sendo:

$$\omega c = g \quad (4)$$

, e lembrando que a velocidade de fase c é dada por:

$$c = \lambda \cdot f = \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right) \cdot (2\pi f) = k \cdot \omega \quad (5)$$

Podemos reagrupar as equações (4) e (5) para obter:

$$c = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}} \quad (6)$$

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH

$$c = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}} \quad (6)$$

A velocidade da onda em águas profundas depende de seu comprimento de onda (dispersão).

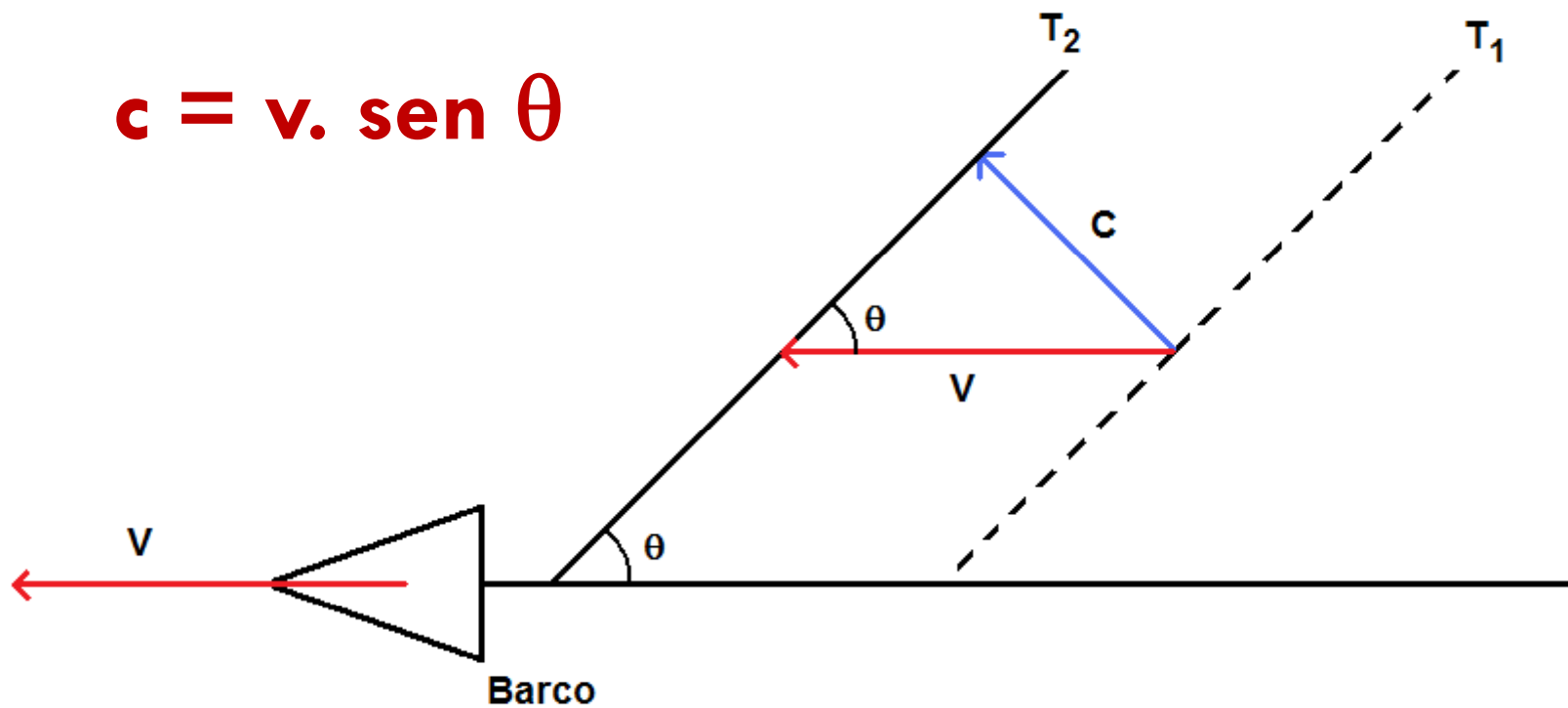
FÍSICA COM O GOOGLE EARTH



Cinemática da Esteira de Kelvin

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH

$$c = v \cdot \text{sen } \theta$$

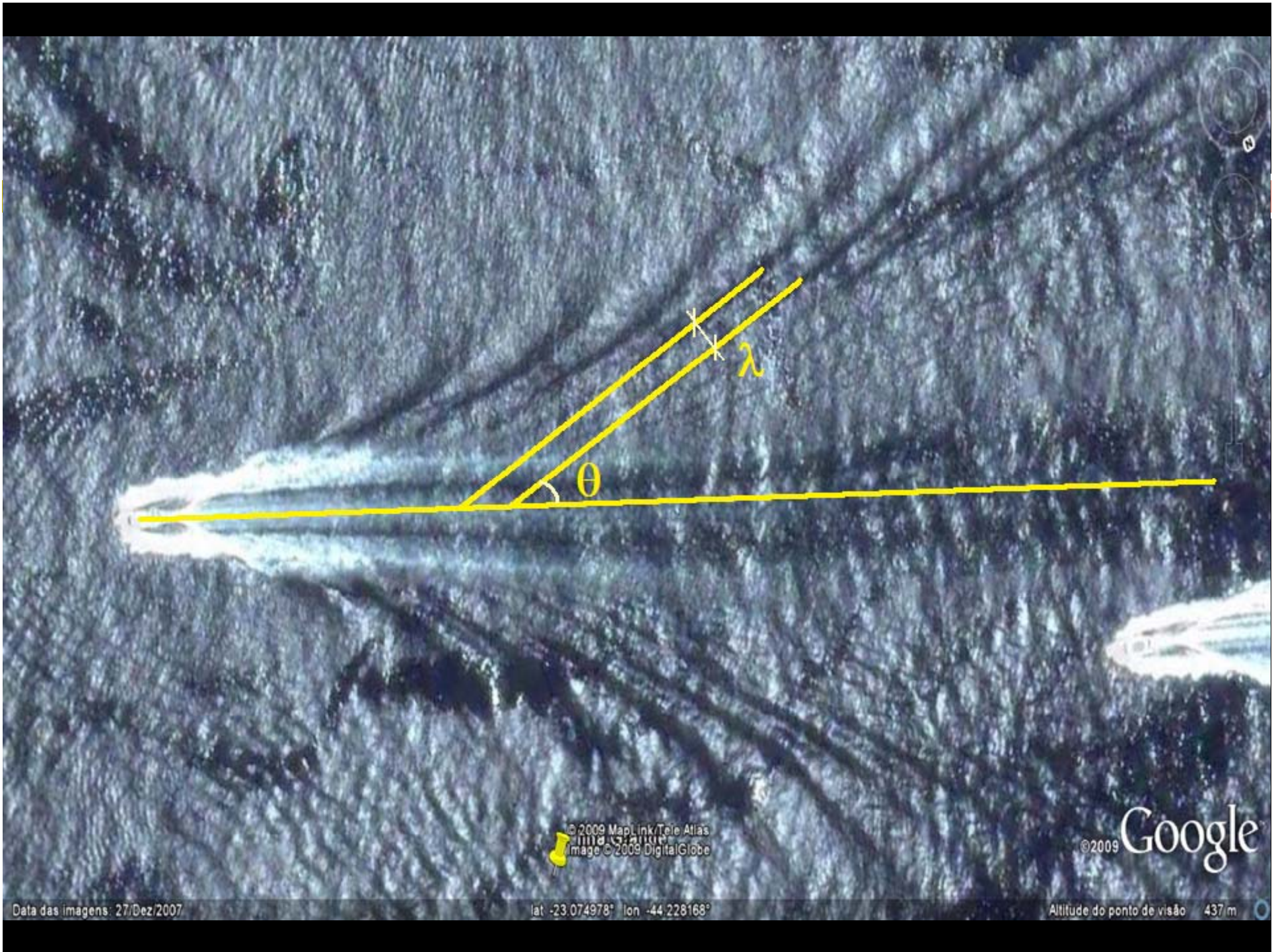


FÍSICA COM O GOOGLE EARTH



Assim sendo, a velocidade v do barco será dada por:

$$v = \frac{1}{\text{sen}\theta} \cdot \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}$$



© 2009 MapLink/Tele Atlas
Image © 2009 DigitalGlobe

© 2009 Google

Data das imagens: 27/Dez/2007

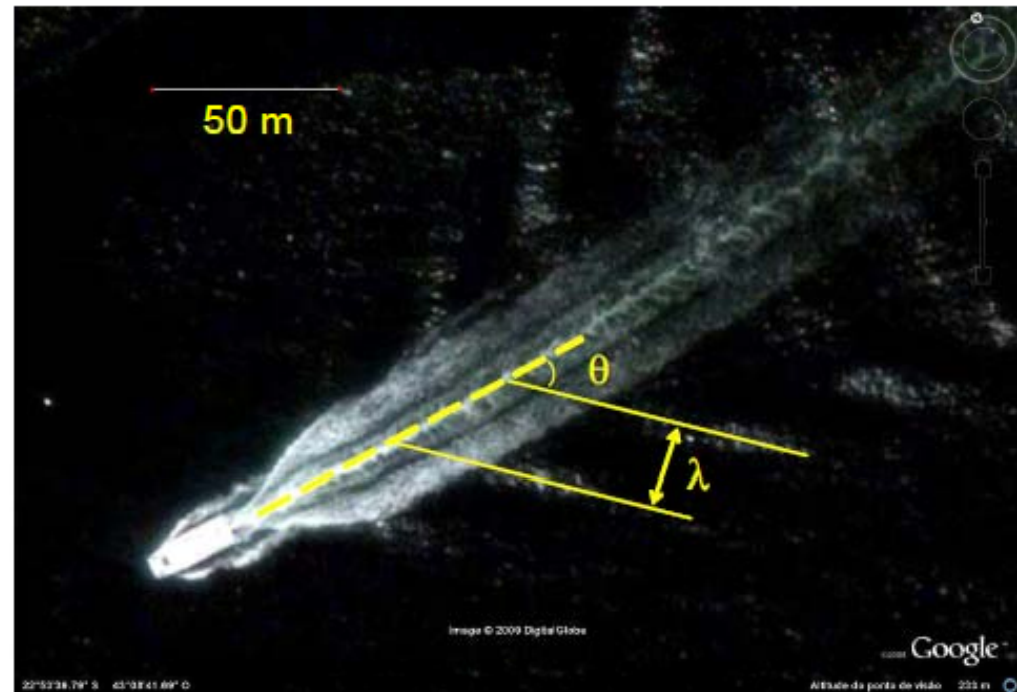
lat -23.074978° lon -44.228168°

Altitude do ponto de visão 437m

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH

APLICAÇÃO

Sabem que barco é este e onde ele está?



The calculated boat speed is $v = 31$ km/h.

31km/h
24,12m

O que é?!

114 m

Data das imagens: 23/Set/2007

Image © 2009 DigitalGlobe
22°53'38.88" S 43°08'40.30" O

Altitude do ponto de visão 419 m

©2009 Google



24,12m

O que é?!

© 2009 MapLink/Tele Atlas

Image © 2009 DigitalGlobe

22°53'38.73" S 43°08'34.67" O

Google

Altitude do ponto de visão 3.49 km

950 m

Data das imagens: 23/Set/2007



Catamarã Pégasus, Barcas SA.

Velocidade de cruzeiro de cerca de 33km/h.

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH



Google Earth Physics. Carlos Eduardo Aguiar e Anderson Ribeiro de Souza. Publicado no número de novembro de 2009 da **Physics Education.**

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH



Repercussão internacional: China, Rússia e Niterói.



www.qiji.cn 收藏本站

奇迹文库：开放的知识库 (?)

[首页](#) | [奇迹文库](#) | [百科资料](#) | [奇迹翻译计划](#) | [论坛讨论](#) | [图书交换](#) | [奇迹笔记](#)

[Google 提供的广告](#) [搜索排名](#) [Google黄页](#) [Google白页](#) [辐射仪](#)

Google 搜索

Web qiji.cn arxiv.org answers.com

[首页](#) | [科学前线](#) | [生命科学](#) | [天文与航天](#) | [健康生活](#) | [读书新知](#) | [学术资源](#) | [开放获取](#) | [技术与商业](#) | [科学与社会](#)

今日

七日最热

历史最热

最新评论

[登入/注册](#)



[世界首位火星天气预报员在美国诞生](#)



[利用Google地图照片确定船只速度](#)

登入奇迹文库科学报道

用户: 密码:

[- 立即注册](#)

奇迹文库论文预印本

自然科学:

[物理学](#) ([综合](#), [量子力学](#), [场论与粒子物理](#), [引力与天体物理](#), [凝聚态物理](#), [介观系统](#), [强关联电子系统](#), [超导电性](#), [光学](#), [核物理](#), [原子分子和团簇](#), [等离子体](#), [化学物理](#), [数学物理](#), [物理学交叉学科](#), [复杂系统](#), [测量与仪器](#)) - [天文学与空间科学](#) - [数学](#) ([代数](#), [分析](#), [几何](#), [拓扑](#), [逻辑](#), [微分方程](#), [数学史](#), [数值分析](#)) - [生命科学](#) ([生物信息学](#), [进化论/生态学](#), [遗传学](#), [分子&细胞](#), [神经科学](#)) - [疾病与医学](#) ([骨科](#), [传染病](#), [癌症](#), [爱滋病](#), [心血管疾病](#), [预防医学](#)) - [化学化工](#) - [地球科学](#) - [科学与社会](#) ([科学传播](#),

奇迹文库

奇迹笔记

Google 提供的广告

[宇宙](#)

[环境化学](#)

[漂流笔记](#)

[表面物理](#)

0
顶!

[哈勃拍到3500光年外银河系温度最高恒星](#)

科学家首次拍到银河系中最热恒星照片 据英国《每日邮报》报道，英国天文学家日前发现了银河系中温度最高的恒星之一。一颗位于“虫星云” (Bug ...

0

[我国本月13与14日上演双子座流星雨](#)

Pequim, China

<http://www.qiji.cn/eprint/abs/3927.html>

利用Google地图照片确定船只速度

September 3, 2009

Abstract

Google地图照片上经常会出现船只及其航行时所造成的波浪。我们在这篇文章中探讨了如何利用这些照片来计算船只的航行速度。

原作者: C. E. Aguiar & A. R. Souza

原文网址: <http://arxiv.org/abs/0907.3333>

翻译: 葛韶锋 (gesf02@mails.thu.edu)¹

翻译网址: <http://www.qiji.cn/eprint/abs/3927.html>

1 导语

Google地图[1]于2005年公布, 是一个地理图像浏览器, 它使得人们能够通过网页访问大量的卫星和航拍图片, 这些图片资料储存在Google的数据库中, 涵盖了整个地表。不同地区的图片分辨率不尽相同, 在一些城市最小可以达到10厘米, 而在一些农村地区也甚至只有15米[2]。在部分地区可以看到三维立体图, 其垂直方向的分辨率从10米到90米不等。

用户从Google地图中可以得到非常丰富的信息, 把这些资料用于教学是一件非常有意思的事情。地球科学大概是最为合适的科目, 但我们也可以将之用到物理学的教学中去, 这个想法实际上在文献[3]中就已经指出来了。我们在这里将给出一个具体的例子: 利用Google地图中记录下的船只波浪尾迹测算船只的航速。这是实际可行的, 因为很多图片的分辨率是很高的, 这使得我们可以定位船只的位置并观察到尾迹的细节。图1就是一个例子, 这是布拉格伏尔塔瓦河上的两艘游艇以及它们留下的清晰尾迹。在下面的分析中我们看到, 非常简单的动力学以及关于水波的基本知识足以使我们通过分析其尾迹就可以轻松地获得船速。

2 开尔文船只尾迹图形

在离船比较近的地方, 船只产生的波纹具有很复杂的结构, 它取决于船体的形状、船速以及其它相关的因素。但是在较远的距离上(相对于船体的

¹奇迹翻译计划主要取材于PLOS, APS等期刊, 以直译为主。所有翻译都将在知识共享署名2.5 中国大陆协议下发布。如果你希望加入我们的翻译团队, 或有任何建议和评论, 请Email: qiji-list@gmail.com; <http://www.douban.com/group/qiji-translate/>

Физики разглядели лодки сверху



Можно разглядывать планеты в телескоп, можно слать к ним космические зонды — а можно сесть за компьютер, открыть Google Earth и заняться полноценным научным исследованием. Два физика из Рио-де-Жанейро придумали математическую процедуру, чтобы, не вставая из-за компьютера, вычислять скорость морских судов, которым повезло попасть на спутниковые снимки.

Все дело, говорят авторы, в клиновидном следе за кораблем — это так называемая кельвинова волна. Длина волны и угол клина — вот и все параметры, которые требуются для расчета скорости судна. Если телескопам или зондам повезет заснять на Титане или на Энцеладе местный флот или местных рыб, ученые будут знать, что делать со снимками дальше.

Источник: C. E. Aguilar, A. R. Souza. Google Earth physics // arXiv:0907.3333.

РЕКЛАМА

CHRYSLER

Chrysler 300C

СТАНЕТ ВАШИМ ВСЕГО ЗА

635 000 РУБЛЕЙ

An advertisement for the Chrysler 300C. At the top, the Chrysler logo is displayed. Below it is a photograph of a silver Chrysler 300C sedan. Underneath the photo, the text reads "Chrysler 300C" in a large, bold font. Below that, it says "СТАНЕТ ВАШИМ ВСЕГО ЗА" followed by "635 000" in a large, red, bold font, and "РУБЛЕЙ" in a smaller black font.

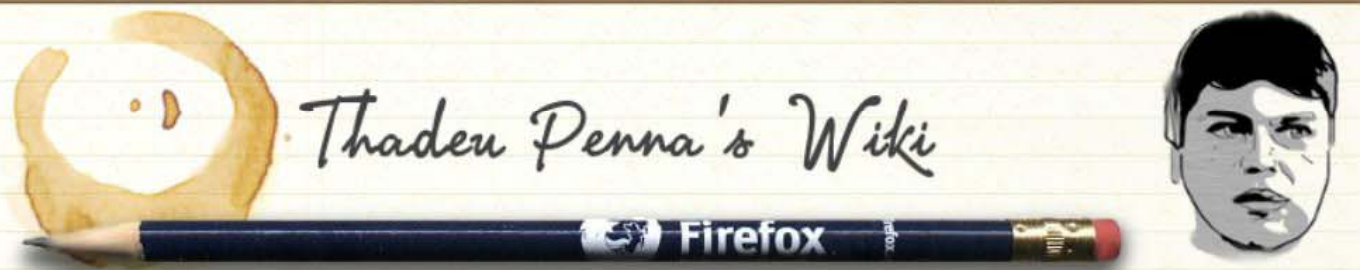
№29 (108)

30 июля — 06 августа



Rússia

http://www.rusrep.ru/2009/29/news_planety/



Visitou: » Medir a velocidade de navios com o Google Earth e o Gimp

« [Simulações com Processing.js](#) [xkcd e as novas versões do kernel](#) »

Medir a velocidade de navios com o Google Earth e o Gimp

A gente ouve e lê muito sobre aplicações de T.I.C., tecnologias de informação e comunicação, no processo de aprendizagem. Eu vejo muito sobre a utilização das novas técnicas “substituindo” as antigas, “arcaicas e ultrapassadas” (coloquei entre aspas porque não concordo com este discurso todo). Fala-se muito em blogs, Orkut, no quase finado Second Life, no quase onipresente Twitter, etc. Parece que o objetivo é que de alguma maneira os professores não tenham que aturar os estudantes e nem os mesmos precisem encarar os professores, sugerindo que a solução para o ensino é netibunque-com-uebicam-e-tuíter para todo mundo. Não sou contra, acho legal experimentar mas não acho que antigas práticas que ajudaram a trazer a humanidade no nível de conhecimento que temos hoje, precisem ou devam ser abandonadas.

Por outro lado, fico bastante entusiasmado – tá, fico excitado – quando vejo uso de novas tecnologias de informação para motivar a procura por novas informações

Pesquisar

Menu do Blog

- [Blog do TJPP](#)



Assine/Subscribe o Feed ou acompanhe por e-mail

Feed dos comentários

Quem anda por aqui

Participar deste site

Google Friend Connect

Niterói, Brasil

<http://profs.if.uff.br/tjpp/blog/entradas/medir-a-velocidade-de-navios-com-o-google-earth-e-o-gimp>

FÍSICA COM O GOOGLE EARTH



OFICINAS DE FÍSICA - CPII







