



华中师范大学
HuaZhong Normal University

数据驱动的教育20年：回顾与展望

- 乔翠兰
- 华中师范大学物理学院









二、信息技术20年







two weeks notice

98% Match 2002 13+ 1h 41m

A millionaire mogul takes his lawyer for granted. Can his charming good looks win over her objections?

Oscar winner Sandra Bullock is a feisty foil to Hugh Grant's spoiled tycoon in this spirited romantic comedy.

Comedies

two weeks notice, To All the Boys I've Loved Before, Crazy Stupid Love, 17 Again, The Hitman's Bodyguard, Life as We Know It, Aloha, Mur Myster

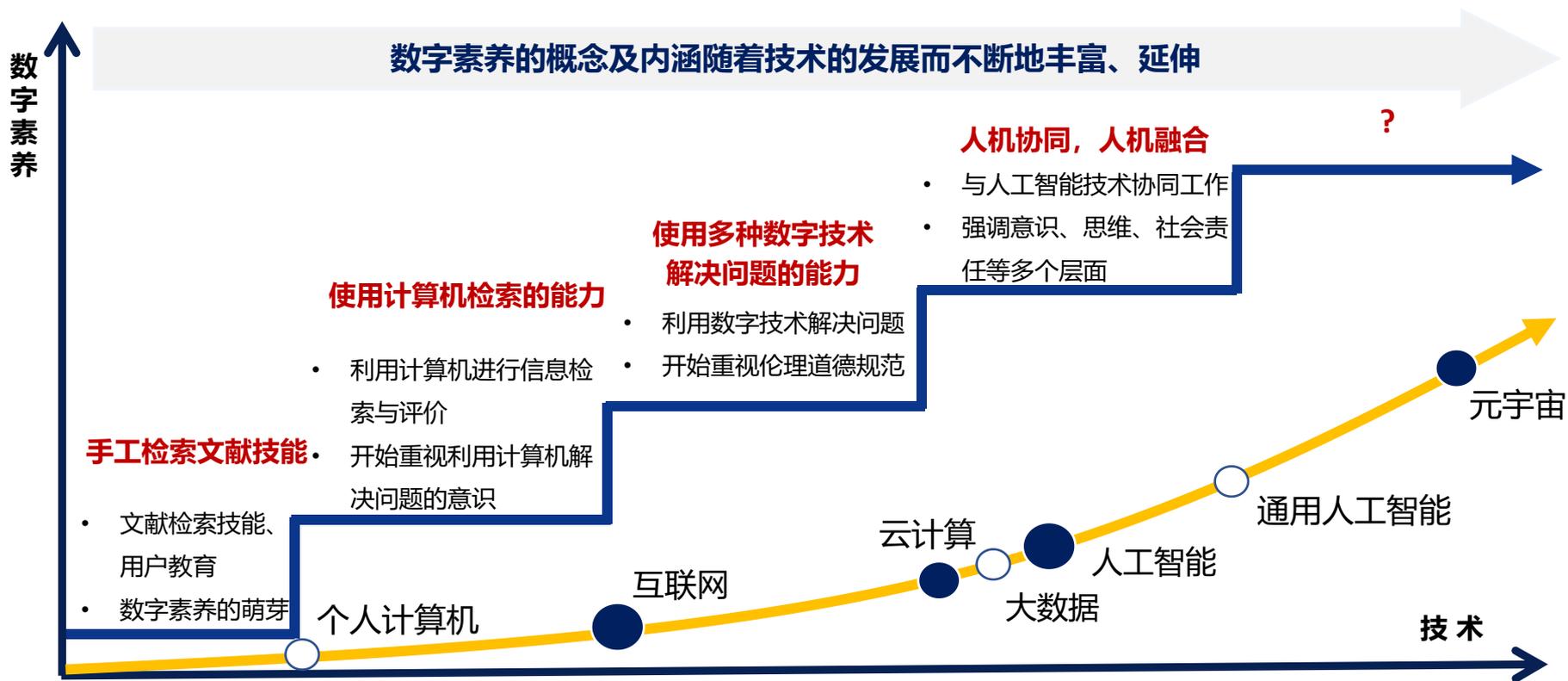
Trending Now

NETFLIX

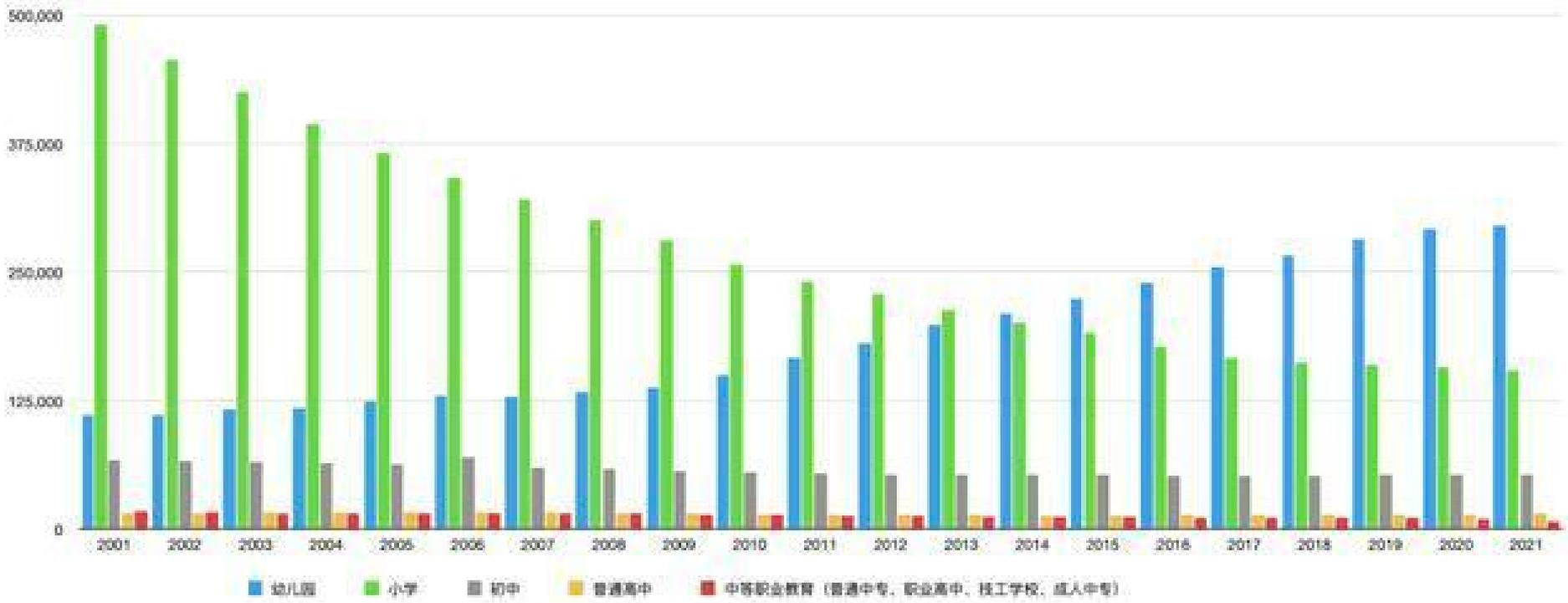




数字素养的内涵演变

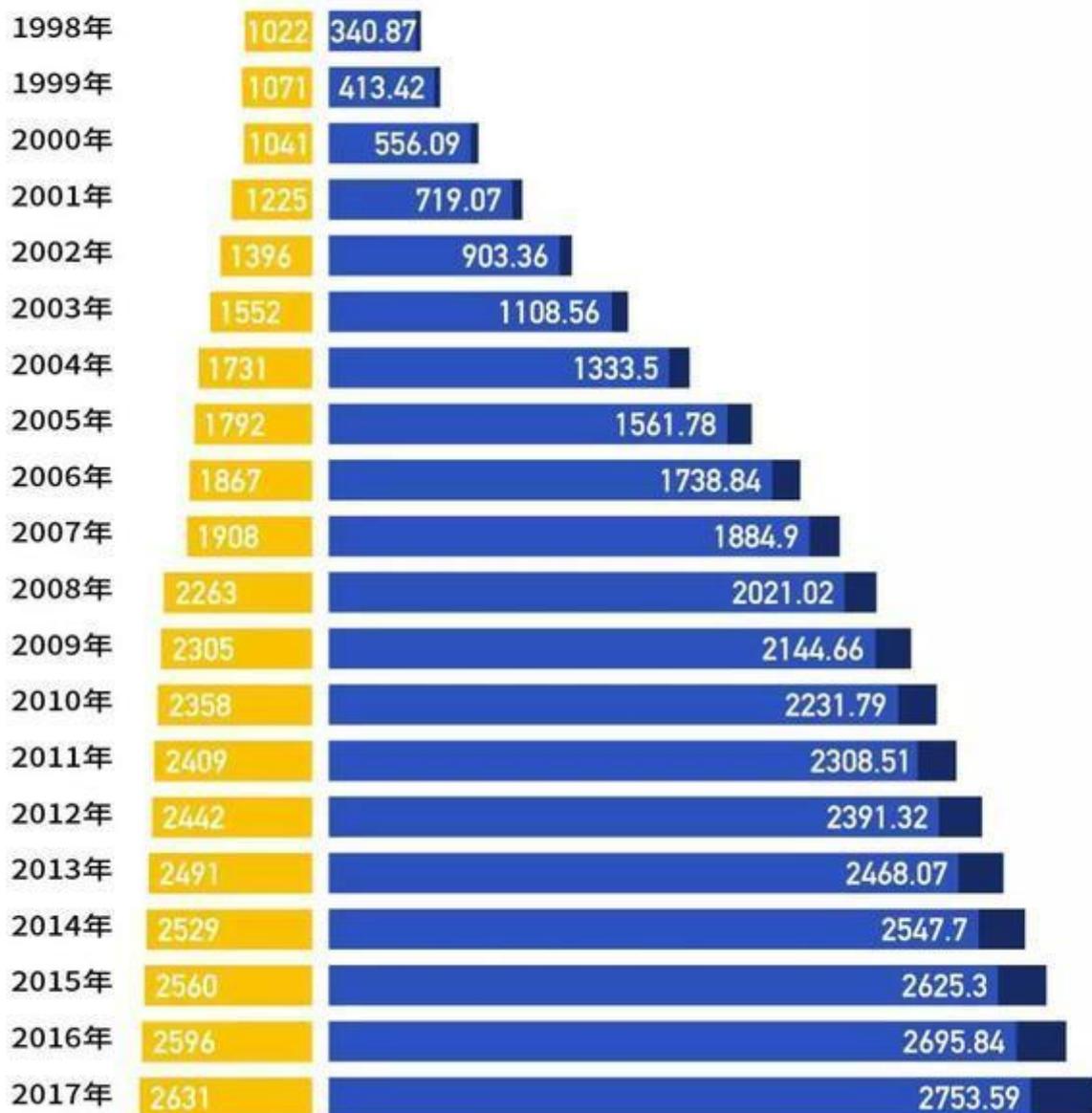


二、教育20年



全国普通高等学生人数与学校数量

普通高等学校本专科在校生人数(万人) 在校研究生人数(万人) 普通高等学校数量(所)

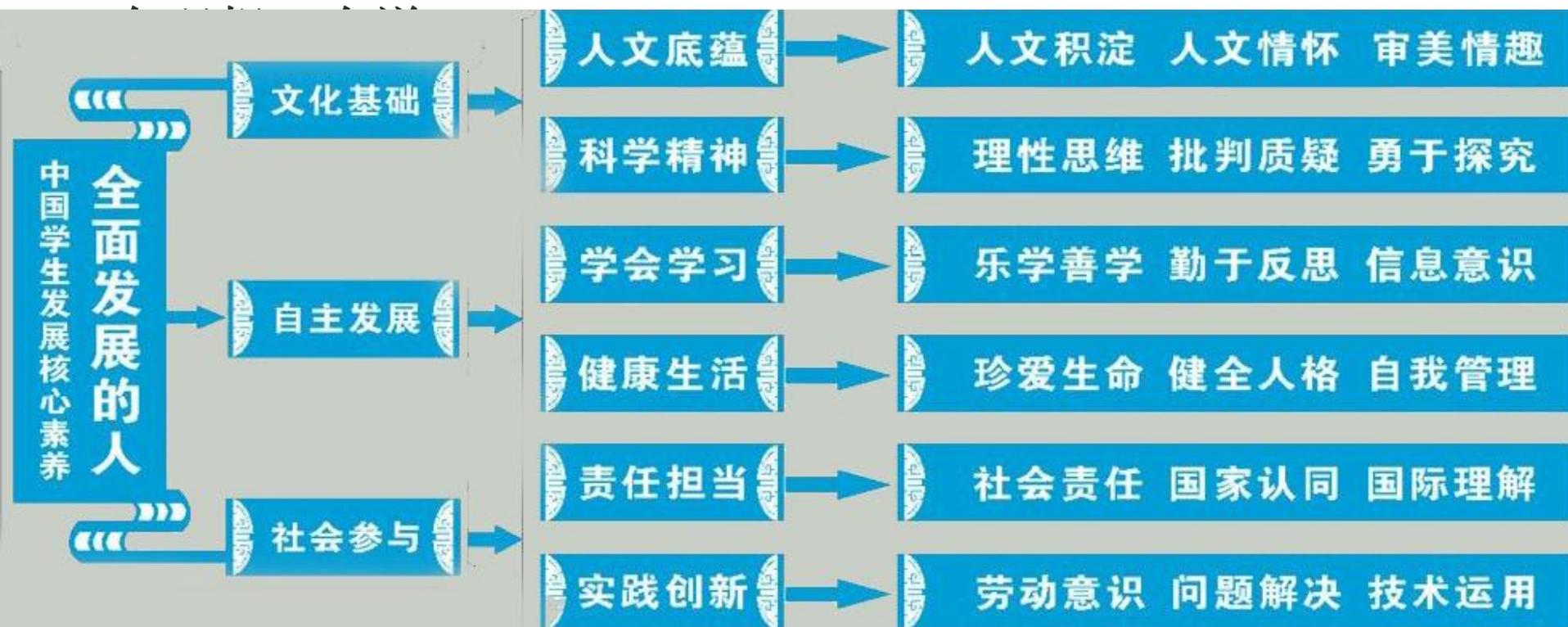


前苏联

美国

中国

2001——2011——2017——2022



知识与技能
多元智能
风格
多种版本教材
综合
知识与技能情感态度价值观
教师主导
学生主体
综合
翻转课堂
讲授法
知识与技能
多元智能 教师主导 分科

建构主义
分科
探究
讲授法
过程与方法
建构主义
学生主体
多种版本教材
情感态度价值观
学生主体
多元智能
教师主导
分科
风格
探究
综合
情感态度价值观
教师主导
分科
风格
探究
综合
情感态度价值观
建构主义
多种版本教材
翻转课堂
多元智能
综合
知识与技能
多元智能
风格
探究
综合
分科
风格
探究
综合
建构主义
学生主体
教师主导
综合
过程与方法
教师主导
综合



三、数驱教育20年

1. 学习、应用阶段

WORLDWIDE WEB

WORLDWIDE TELESCOPE



WorldWide Telescope

Academic Program

环球虚拟望远镜

- 为了纪念伽利略将望远镜用于天文观测四百周年，联合国将2009年定为以“探索我们的宇宙”为主题的**国际天文年**。
- 2009年7月22日上午9时23分56秒至9时29分24秒，武汉将迎来三百多年一遇的罕见**日全食**天象。
(警告: 切勿用肉眼、普通太阳镜和望远镜直接观看太阳, 以免对眼睛造成伤害!!)
- 华中师范大学将作为武汉观测点参与全国日全食联测, 并在华师大博雅广场开展**群众观看活动**, 届时将免费提供一定数量的专用观测眼镜。

值此国际天文年和日全食观测之际, 华中师范大学将在日全食发生次日, 联合微软(亚洲)研究院、中国科学院国家天文台, 在中国区首次发布微软(亚洲)研究院**环球虚拟望远镜(WorldWide Telescope)**公益软件, 届时天文专业人士和微软技术专家将亲临现场讲解 WWT 软件的开发和使用。华中师范大学诚邀**天文、计算机、软件爱好者**前来参加, 一起体验由 WWT 带来的数字天空。

本次活动为**公益活动**(全程免费), 主办方将提供工作午餐, 并赠送 WWT 软件 DVD 及其使用手册, 以及印有天文年标志的文化衫等礼品。

活动时间: 7月23日 9:00—14:00

(日全食观测次日)

活动地点: 华中师范大学科学会堂一楼报告厅

报名时间: 7月1日—7月17日

报名网址: <http://phy.ccnu.edu.cn/wwt>



Microsoft
Research





2010年WWT全国天文教师培训班

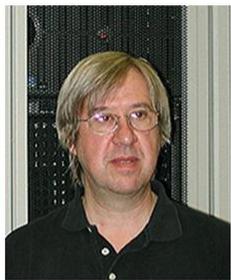
物理学系

天文学系

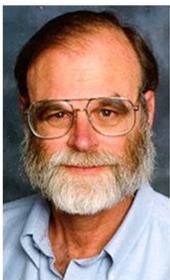


2. 本土化开发、实践过程

1.WWT 简介



Alexander Szalay



Jim Gray

美国约翰·霍普金斯大学物理学与天文学系的 Alexander Szalay 教授在 1988-1999 年间提出了虚拟天文台 (Virtual Observatory) 的设想——通过先进的信息技术将全球范围内的研究资源无缝透明连接在一起形成的数据密集型网络化天文研究与科普教育平台。图灵奖获得者、微软资深专家 Jim Gray 博士更是把虚拟天文台形象的称为“WorldWideTelescope”。为了赞



颂 Jim Gray 博士对微软以及天文学所做的贡献，微软将此软件命名为 WorldWideTelescope (以下简称 WWT)，并将其当做免费资源提供给天文学和教育界，希望它能够激励人们去探索和理解前所未有的宇宙。

它选择了一些国内外著名的天文学家、教育家以及普通的天文爱好者制作的向导式漫游。你能和弗兰克·萨姆斯博士漫游于美丽的猎户座，他会告诉我们宇宙中的恒星是如何产生的，这不禁让我们联想到 50 亿年前太阳系的诞生。除了观看漫游案例，WWT 还提供了让用户自己制作漫游的功能。在制作漫游中，可以



任意添加文本、图片、图形、声音等信息，用户可以将自己的漫游当做一场电影制作的过程。这一功能极大程度的激发了用户学习和探索宇宙的兴趣，同时为天文学家提供了有利平台，让天文

的照片。

“探索”的隐藏目录里还有一些经常用到的选项，例如“新建”功能，它是



为了创建一个基于幻灯片的漫游。关于如何制作基于幻灯片的漫游，在“WWT漫游案例制作指南”篇章中会具体说明。点击“打开”，可以选取运行存储在计算机上的漫游案例，

此功能在编辑漫游时常用到。“显示寻星镜”是在视场中出现寻星镜显示器。它能告诉用户目前寻星镜所观看的对象的名称、赤经赤纬、星等、地平高度、方位角、图像来源等天文信息。通过寻星镜下面“研究”能知道该对象的更多信息。“显示对象”能让你迅速将对象以最佳状态出现在视场中。隐藏目录中的其他选项留待用户自己去探索。

二、向导式漫游

点击“向导式漫游”标题，就会出现如下图像。



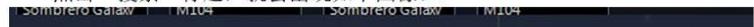
很显然，这里都是一些文件夹，文件夹里收藏有很多相关的漫游。在这里可以看到由专业天文学家、著名教育家、普通宇宙探索者制作



操作，其中“重复”是指一个漫游播放完之后自动再次播放此案例，“全部”是指一个漫游播放完之后自动跳至下一个漫游进行播放；“关闭”是指一个漫游播放完之后不再重复。

三、搜索

点击“搜索”标题，就会出现如下图像。



在左边的灰色输入框中输入你想要找的星体或星云名称，在此输入框的下方就会出现与之对应的图片或是漫游。通常只要是天文数据库里有的图片，在这里都会出现。单击图片或是漫游，不论用户当前停留在那个层次的环境中，都可以快速的进入到用户所找寻的对象中去。点击“标识结果”前方的小方块，就会出现一个“√”的符号，这就表示用户所找的对象会在天球中标识出来，让用户准确知道它的位置。而且随着用户转动天球，改变对象的位置，标识的符号一直跟随着用户所选的对象移动。从而让用户随时知道选取的对象的方位。



变 革

- **教学主体：教师到学生**
- **教学内容：基于课本到基于资源**
- **教学方式：传授到探究&传授**
- **教学重点：知识、技能VS兴趣、激情**
- **掌握VS创造**





WWT TEAM



☆ 基于WWT的学生创作-创意之作

- 王琴-鲁豫有约之宇宙漫游-太阳系
(微软杯宇宙漫游制作大赛一等奖)
- 贾俊丽-北斗星 (微软杯宇宙漫游制作大赛三等奖)
- 郭卫-没事看地球 (微软杯宇宙漫游制作大赛最佳创意奖)
- 何航-2012是世界末日吗 (微软杯宇宙漫游制作大赛三等奖)
- 方千山-偶遇，外星人目睹日食 (微软杯宇宙漫游制作大赛优秀奖)
- 陈珊珊-仰望星空 漫游双鱼座 (微软杯宇宙漫游制作大赛优秀奖)





华中师范大学
HuaZhong Normal University

求实创新 立德树人



华中师范大学
HuaZhong Normal University

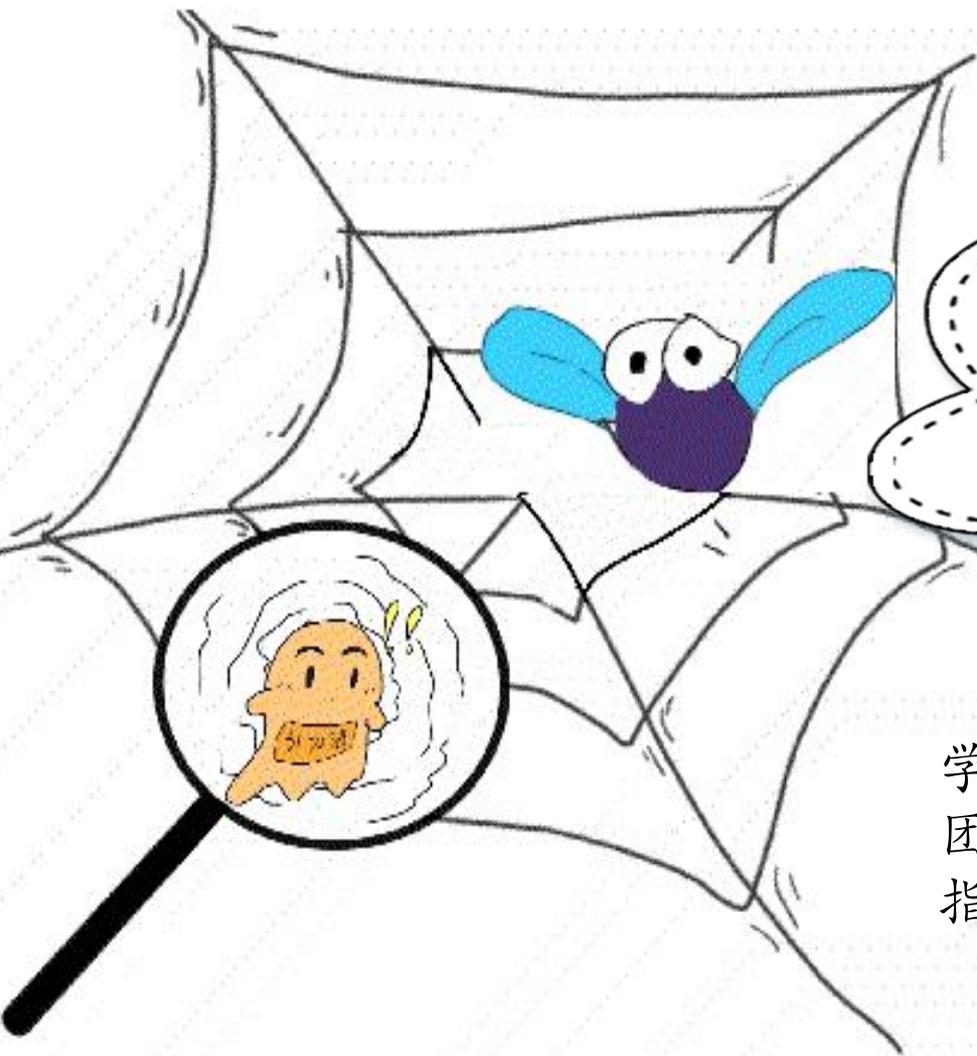
求实创新 立德树人



地震数据可视化图像



3. 创新阶段



从小苍蝇蹦迪 窥探引力波

学校:华中师范大学

团队成员:黎安彦 秦瑶 赵文莉 官文聪

指导老师:乔翠兰 朱宗宏

剧组大合照





胡说，明明就是引力波来了，我被扭曲了，所以身材才没那么完美。

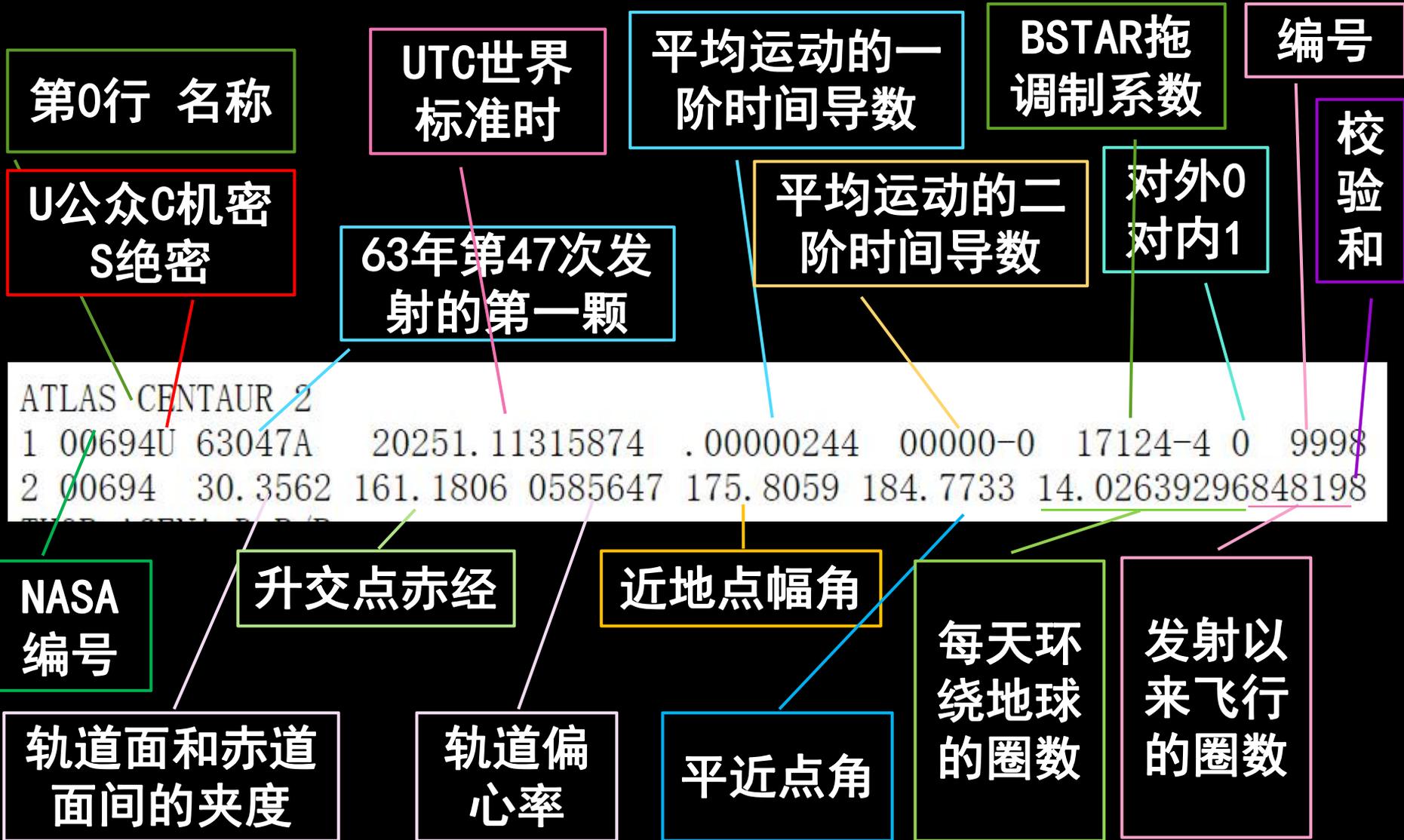
咦？你最近是不是饮食不穩定。怎么身材有点走样啊？

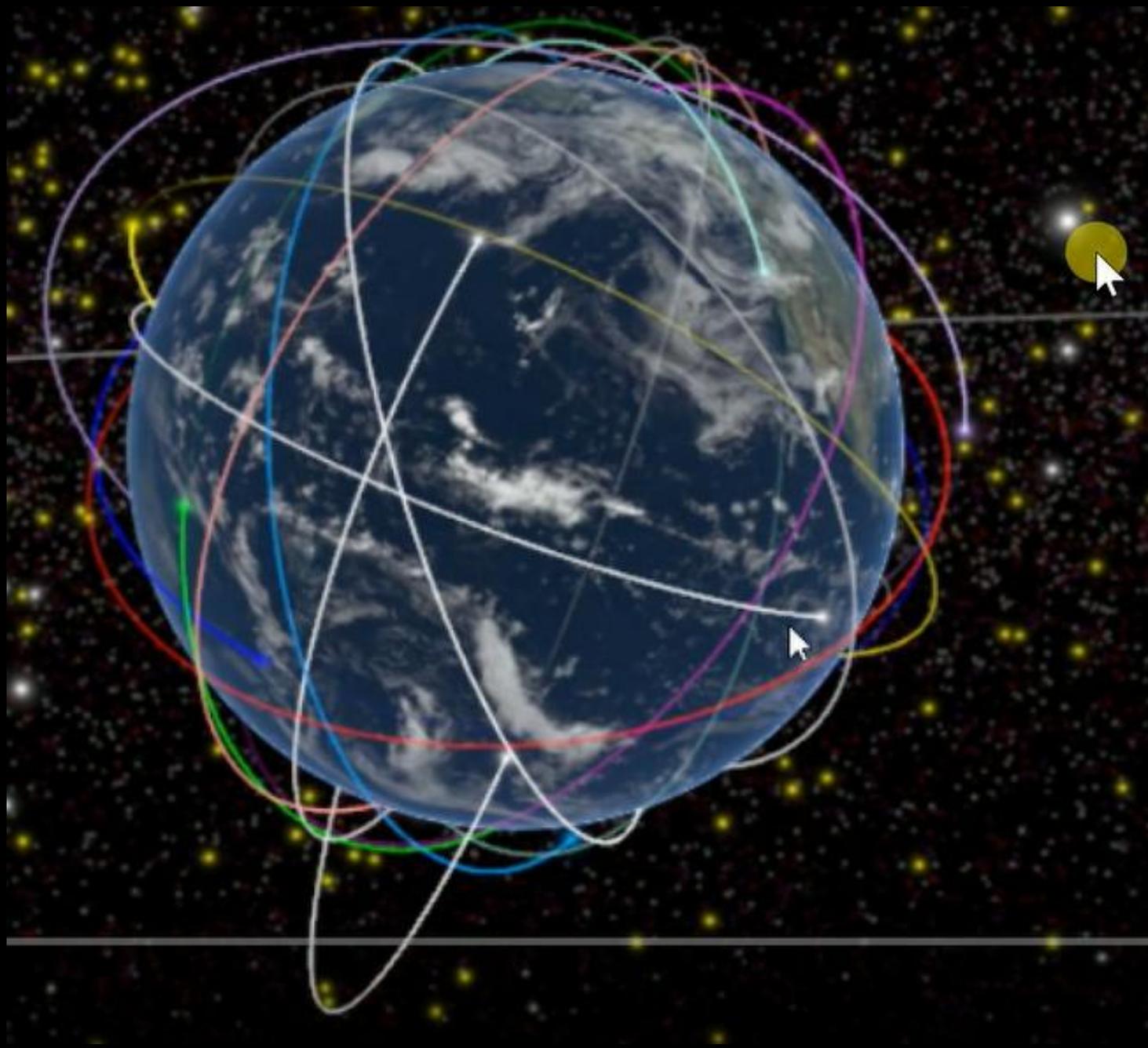
语言通俗易懂

色彩明亮

时间停滞之界-黑洞

NORAD 卫星数据



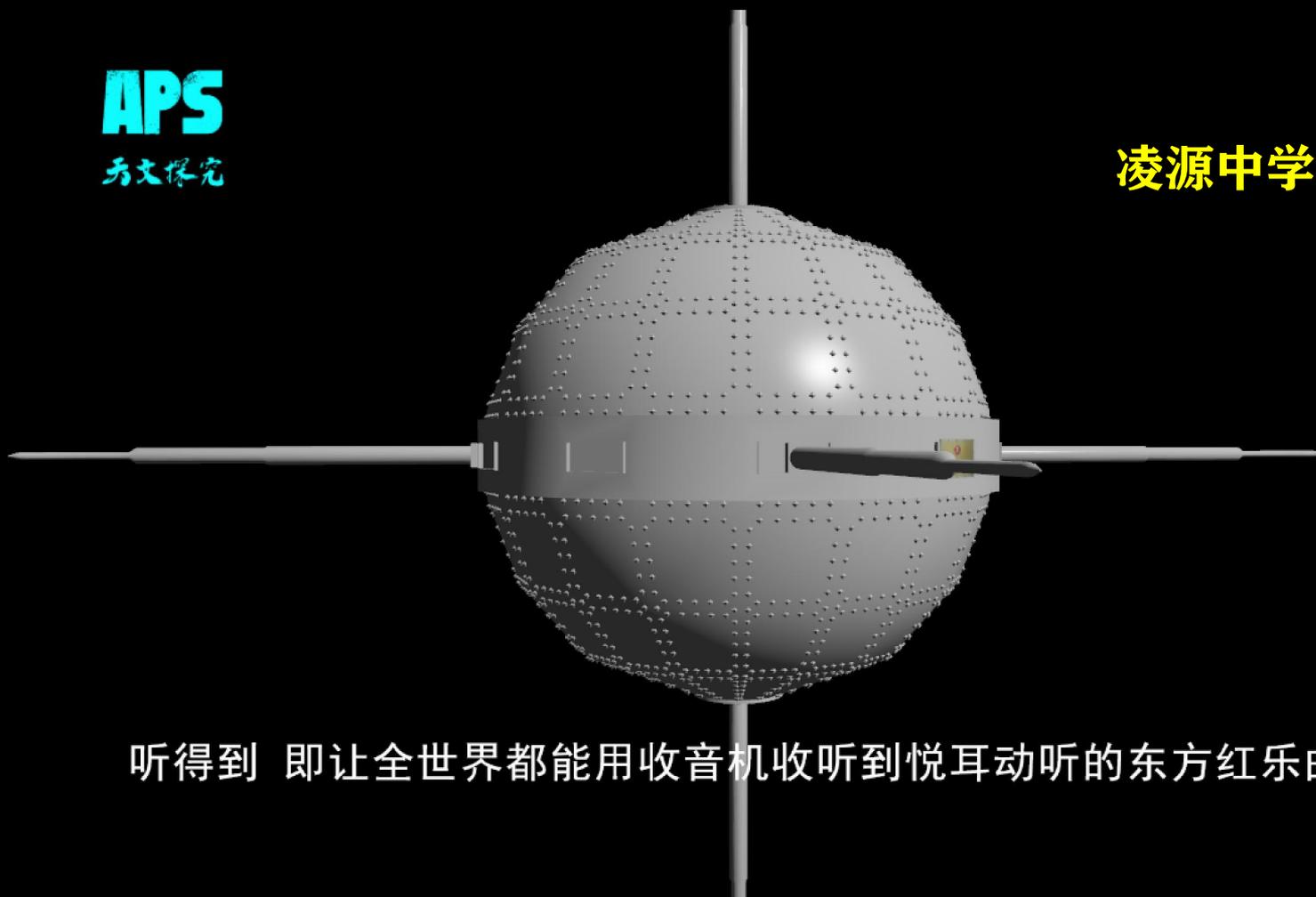




APS

天文探究

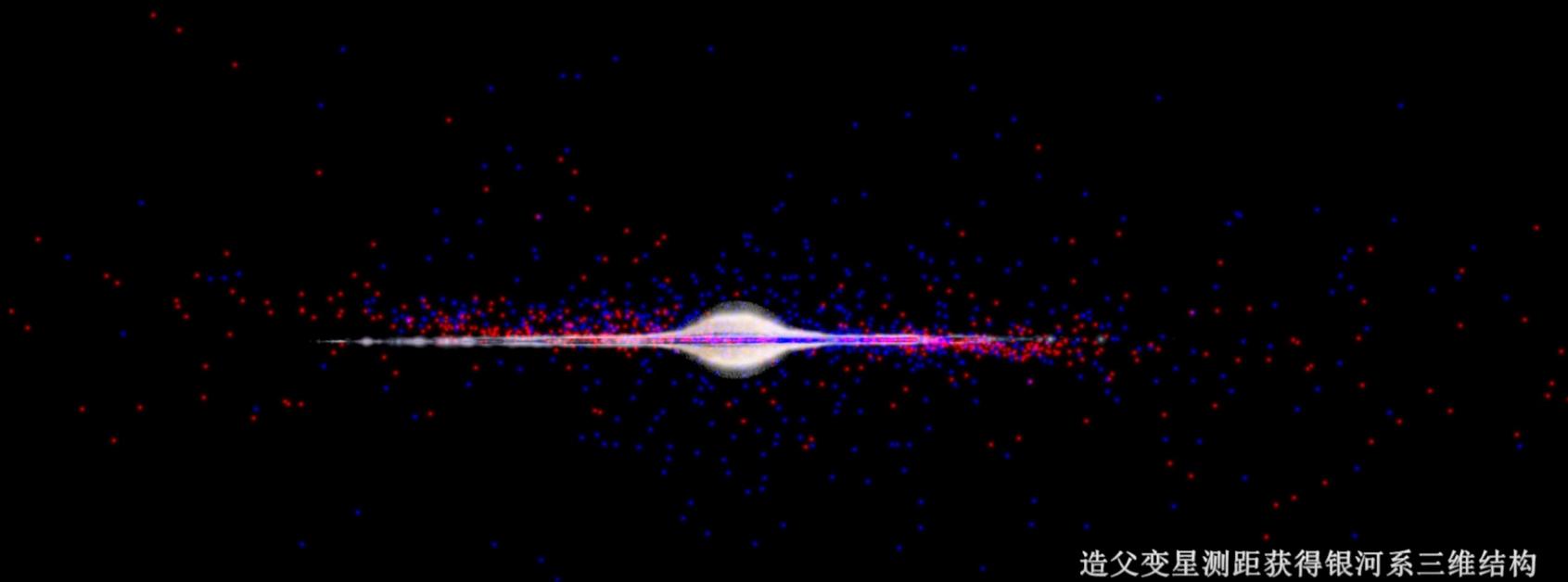
凌源中学天文社



听得到 即让全世界都能用收音机收听到悦耳动听的东方红乐曲

QIAO@CCNU

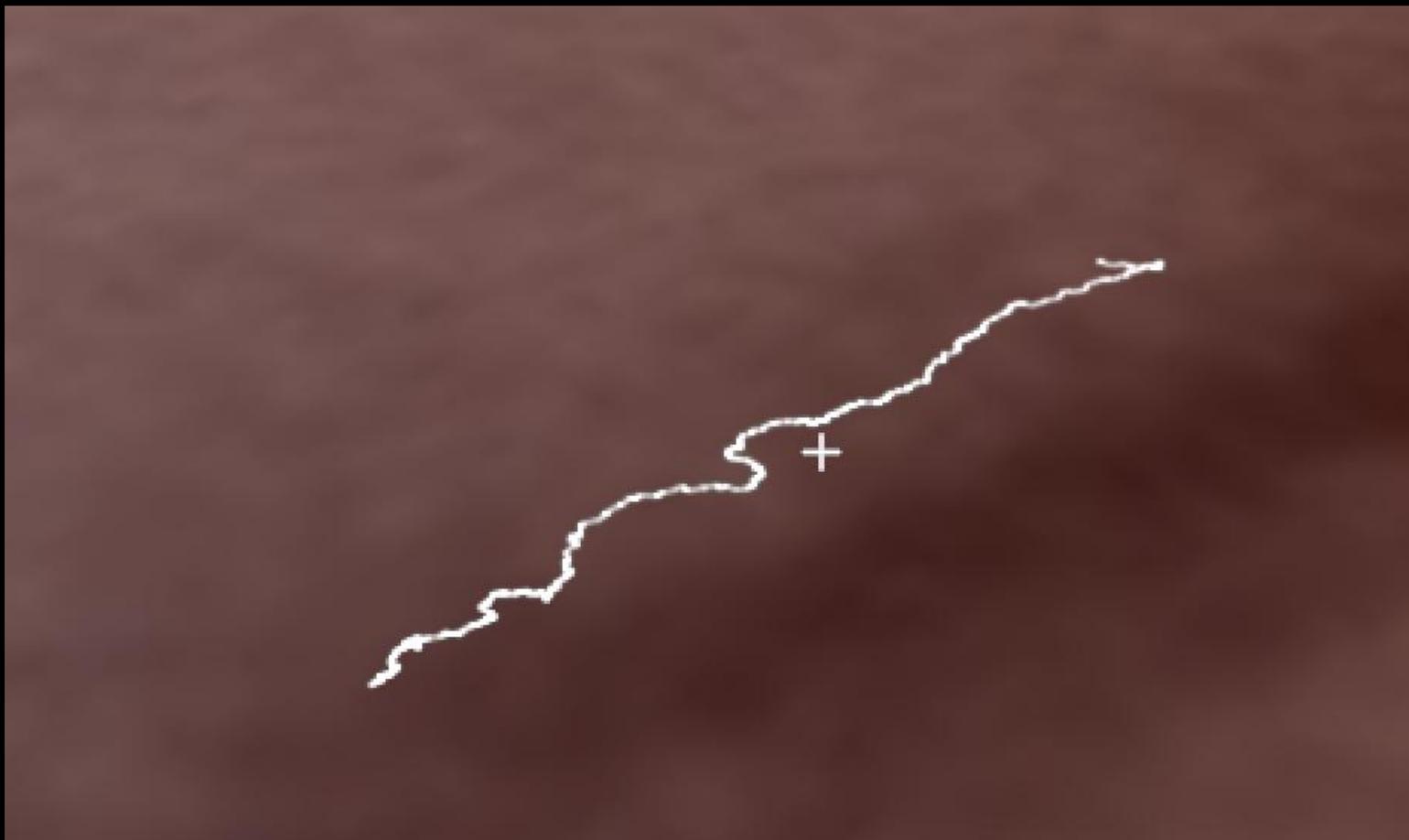
←



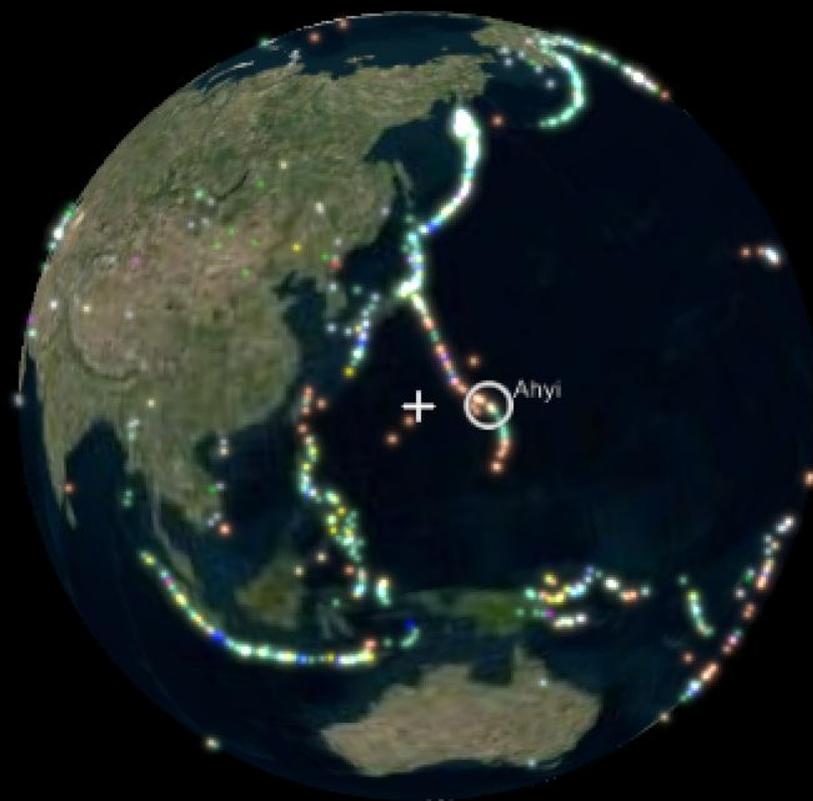
造父变星测距获得银河系三维结构

无尽的前沿-谭瑾懋 吴玉阳

QIAO@CCNU



好奇号运动轨迹



火山-崔紫祺 北京史家小学

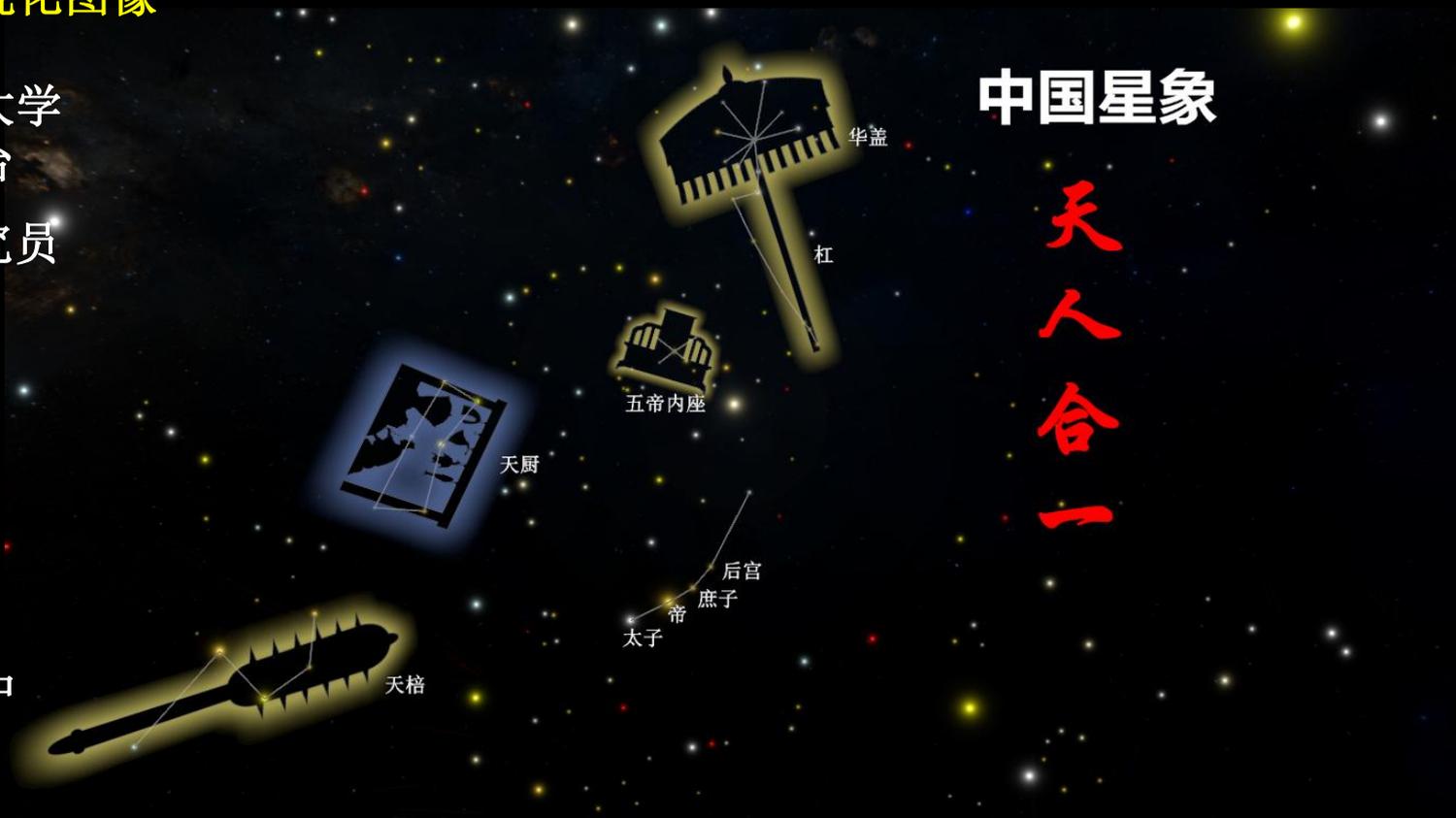
中国古代星空可视化图像

制作：万望辉
华中师范大学
国家天文台

指导：崔辰州研究员

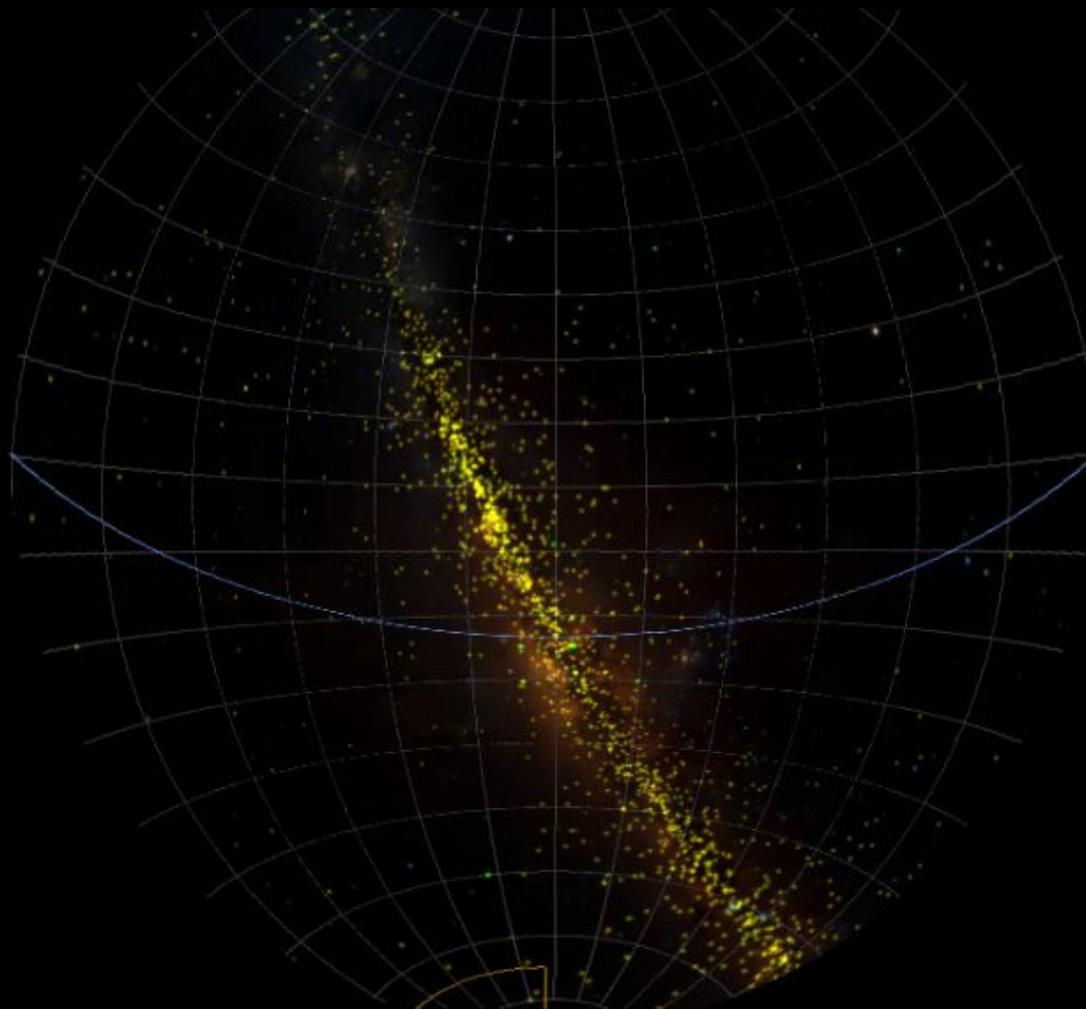
数据来源：

齐锐 万昊宜《中
国古代星空》
核校星表



中国星象

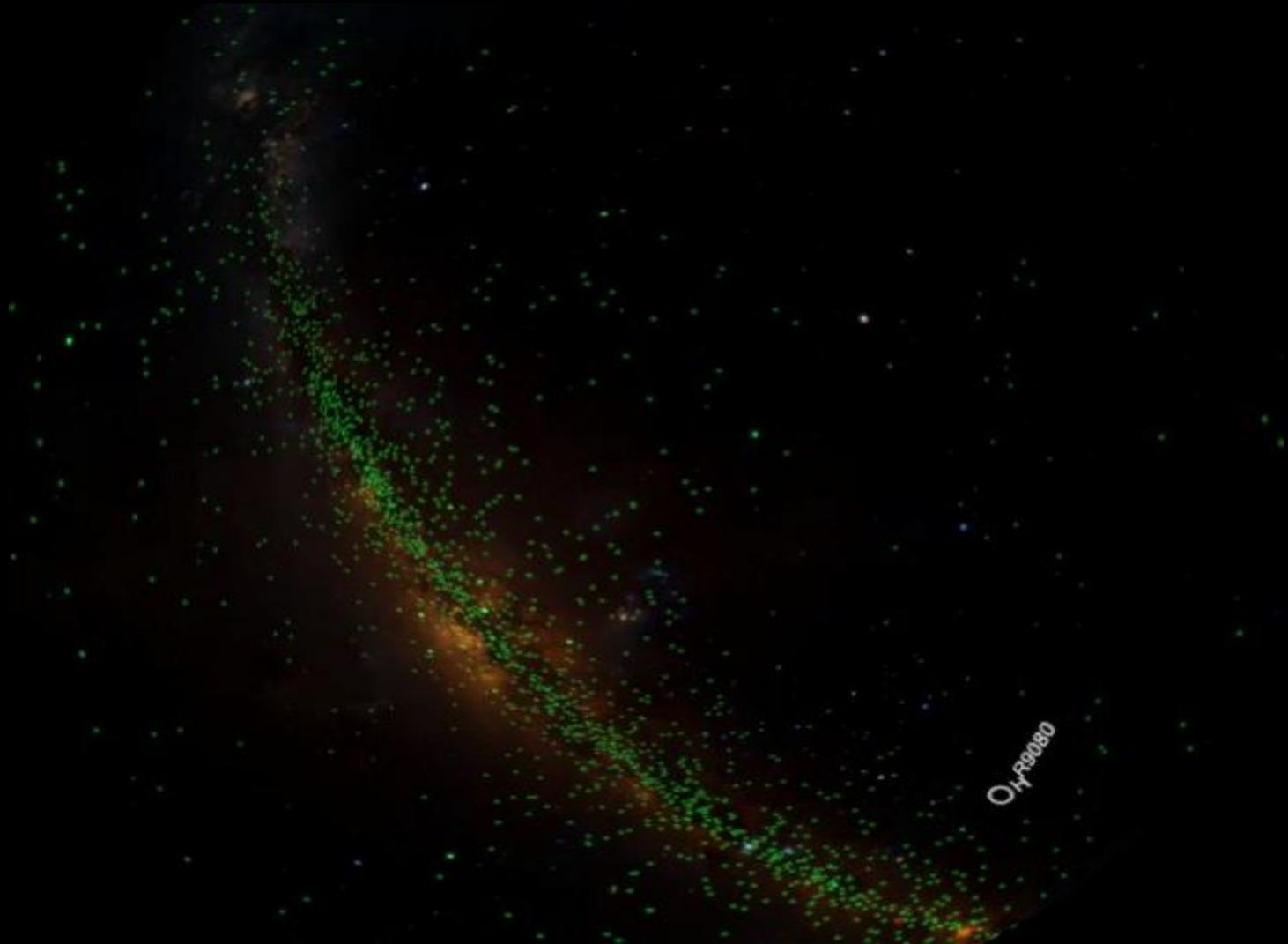
天人合一



脉冲星可视化图像
制作：广州大学 关凯莹

科学指导：王洪光教授
教育指导：乔翠兰

ATNF - 2311





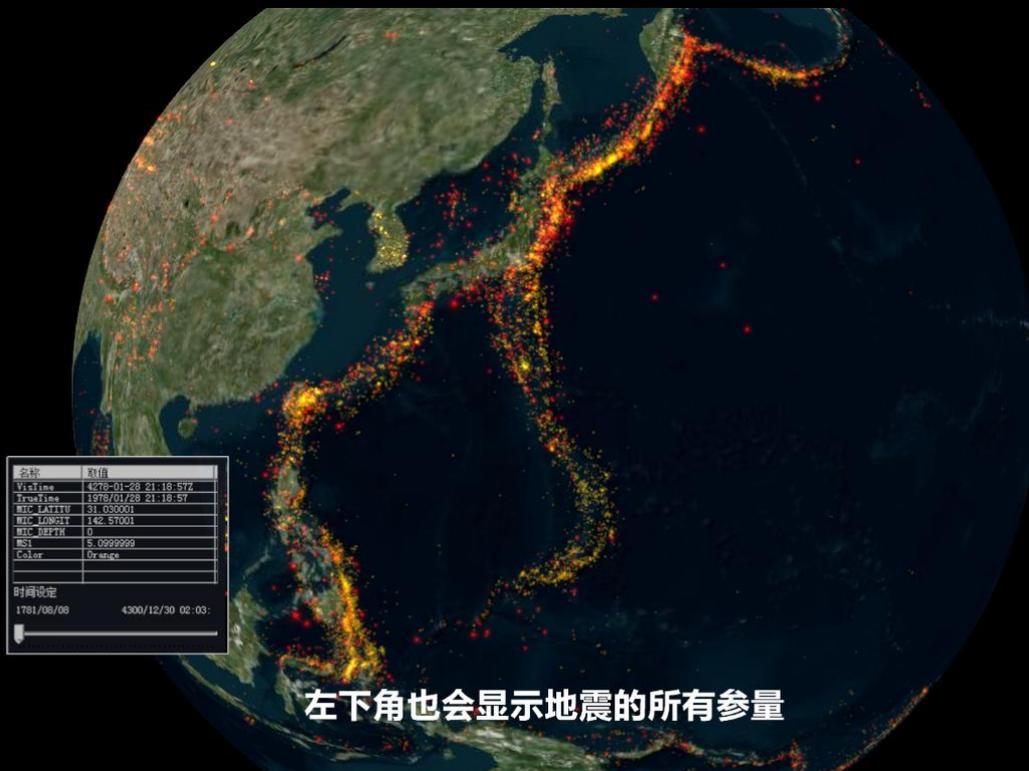
地震数据可视化

制作：华中师范大学
周珊珊 杜康玉

指导：乔翠兰 崔辰州

数据来源：

地球系统科学数据共享平台-72935次



左下角也会显示地震的所有参量

中国土壤类型可视化图像

制作：华中师范大学

指导：乔翠兰 崔辰州

本科生科研小组

数据来源：地球系统科学数据共享平台





PM2.5颗粒 陈静、张晓硕、曲志涛

The Known Universe

已知的宇宙

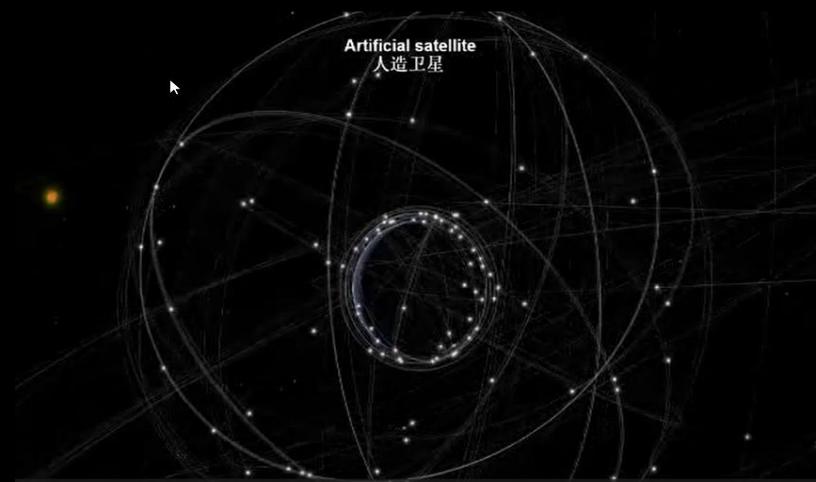
This Tour shows the known universe as mapped through astronomical observations.

漫游基于海量天文学数据绘制而成

Satellite data from NORAD

卫星数据来自北美防空司令部

<http://www.celestrak.com/NORAD/elements/>



制 作：郑美昕（华中师范大学）
赵至豪

大家好，我是慢羊羊





之
火星冒险



你们知道火星吗？



WWT全国教师培训手册

(2015年版)

小龙虾的翻身仗

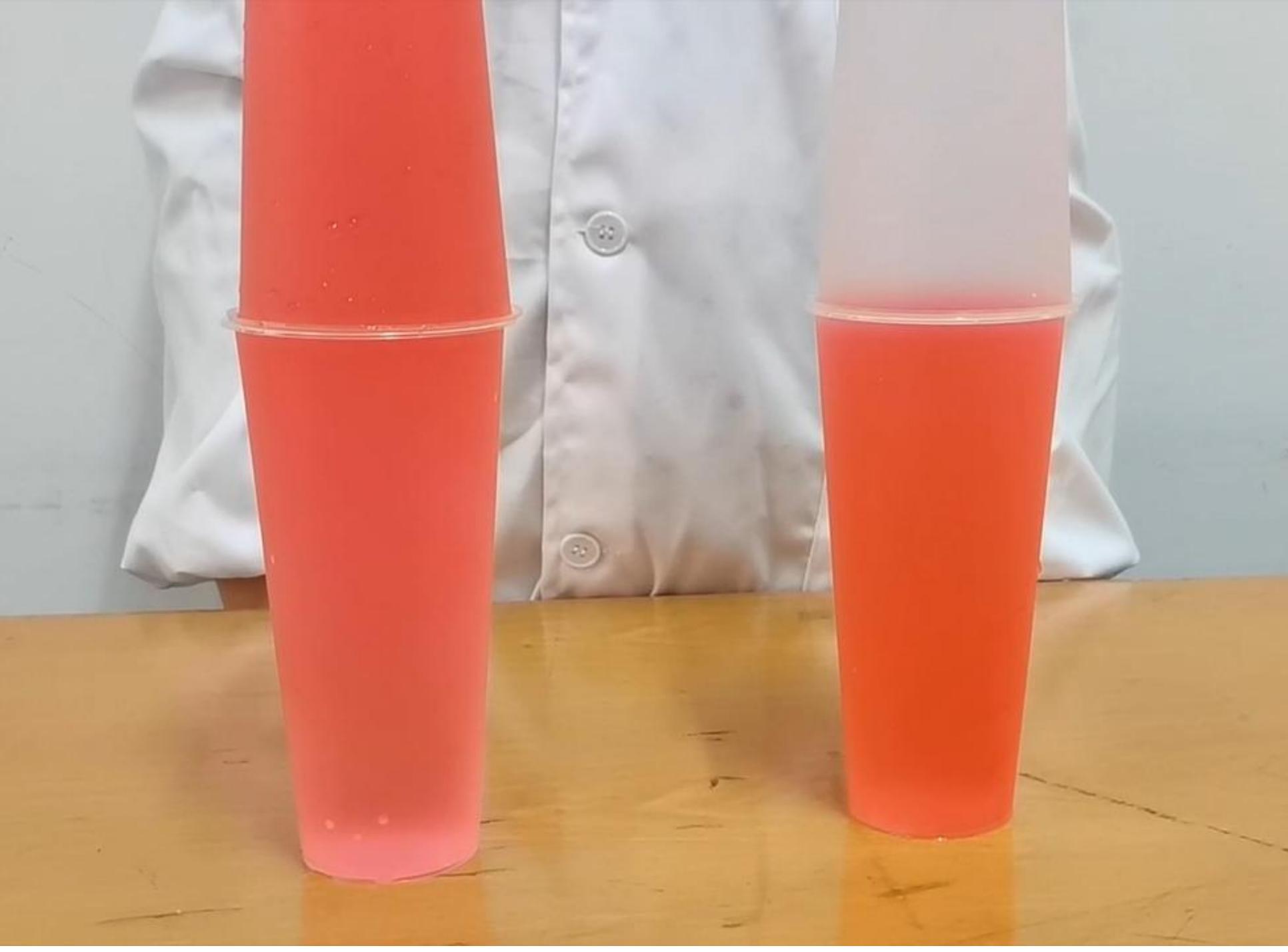
--龙虾眼X射线望远镜





激光实验室







科学数据素养

Journal of Science Education and Technology
<https://doi.org/10.1007/s10956-021-09954-9>

The Mechanism of Influence Between ICT and Students' Science Literacy: a Hierarchical and Structural Equation Modelling Study

Qing Guo¹  · CuiLan Qiao¹ · Bashirah Ibrahim²

Accepted: 28 December 2021

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature B.V. 2022

Abstract

Information and communication technology (ICT) is key to educational development. This study explores influencing the use of ICT on students' science literacy. We utilized two-level hierarchical linear model equation models to analyze data collected from the 2015 Program for International Student Assessment. Results indicate that student-level and school-level ICT factors, in particular ICT interest, autonomy in use,

科学数据素养

Journal of Science Education and Technology
<https://doi.org/10.1007/s10956-021-09954-9>

The Mechanism of Influence Between ICT and Students' Science Literacy: a Hierarchical and Structural Equation Modelling Study

Qing Guo¹  · CuiLan Qiao¹ · Bashirah Ibrahim²

Accepted: 28 December 2021

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature B.V. 2022

Abstract

Information and communication technology (ICT) is key to educational development. This study explores influencing the use of ICT on students' science literacy. We utilized two-level hierarchical linear model equation models to analyze data collected from the 2015 Program for International Student Assessment. Results indicate that student-level and school-level ICT factors, in particular ICT interest, autonomy in use,



1. 本科生必修课

《现代教育技术应用》
大数据环境下的教育创新
1次理论课+2次实验课
万维望远镜的理念及技术
3个班（339人）

2. 研究生选修课

《信息技术与物理课程整合》
基于科学真实数据的教学
基于万维望远镜的微视频
设计与制作
2次课-29人



研究生和嫣婷——贵州四大寨中学 (乡级中学) - 支教

[支教青春 | 和嫣婷：支教请回答
贵州省 物理 奖学金 \(sohu.com\)](#)

中小学课堂



华中师范大学大学生创新创业训练计划

结项证书

项目名称: 基于大数据平台 WWT 的科学数据可视化
项目类型: 学院(学部)自筹
项目负责人: 干舒扬
项目组成员: 张馨月、周琪琪
指导老师: 乔翠兰

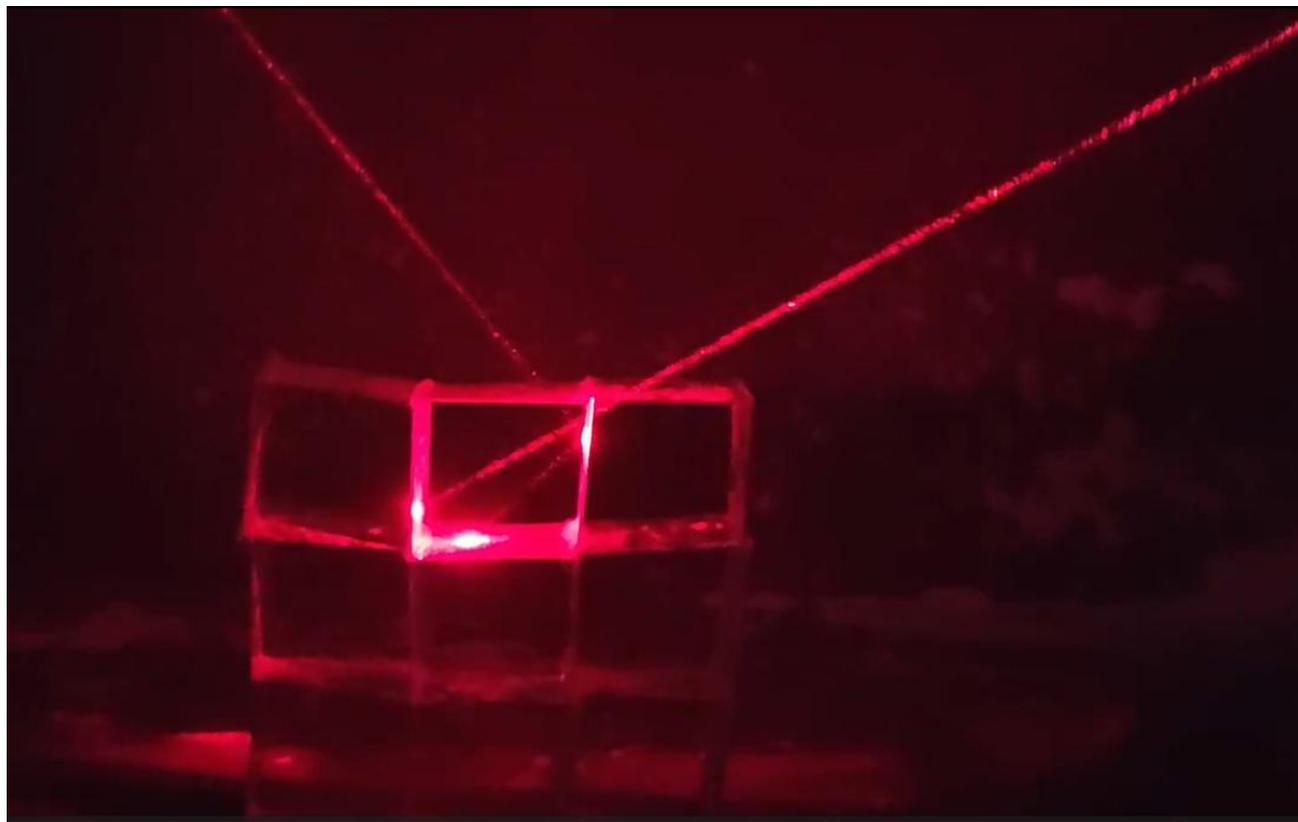
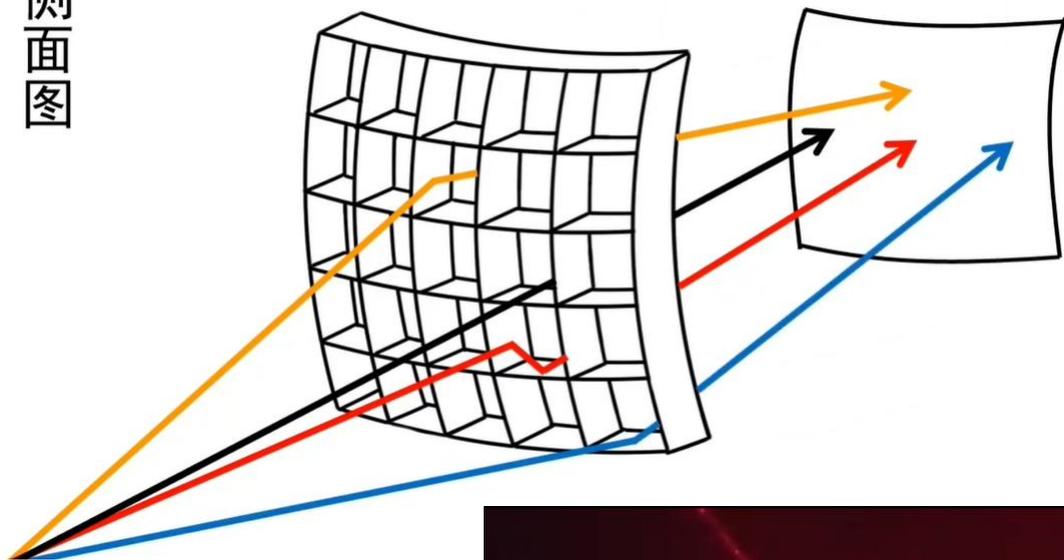
该项目结题验收为优秀, 准予结项。

华中师范大学创新创业教育工作领导小组办公室

2022年6月

18级本科生干舒扬团队《基于WWT的数据可视化》获华中师范大学优秀创新创业计划;
21级首届优师班刘蕾团队《天文教育类游戏的教育应用》立项

侧面图



荣誉证书

HONORARY CREDENTIAL

徐袁田、徐子晴、晏维嘉、周李颖同学：

你（们）的作品“基于爱因斯坦探针的教育科普资源设计与制作”
在第七届“飞梦达杯”湖北省大学生物理实验创新设计竞赛中荣获

二等奖

参赛学校：华中师范大学
教育厅批准文号：鄂教高办函[2022]4号
证书编号：HBWLSY-2022-J-024

指导教师：乔翠兰

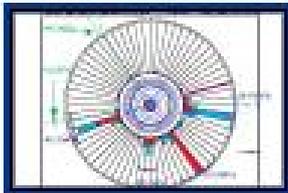
湖北省大学生物理实验创新设计竞赛组委会



竞赛组委会

年份	时间	地点	会议主题	
2023	4.19-22	桂林	二十年回顾与展望	
2022	7.19-22	丽江	AI时代的数据和服务	创新
2020	11.25-29	厦门	“在线（Online）”	
2019	11.27-30	大庆	科学平台和开放科学	
2018	11.21-25	景德镇	天文学中的机器学习和人工智能	
2017	11.29-12.3	大理	数据融合和标准化	
2016	9.26-30	乌鲁木齐	新一代射电天文学和虚拟天文台	
2015	11.26-30	天水	开放的星空，开放的世界	
2014	11.27-29	新昌	天文学的“大数据”	本土化
2013	11.13-17	雅安	从脚下到云端	
2012	11.28-12.1	宜昌	虚拟天文台就在你身边	
2011	11.9-13	贵阳	从虚拟到现实	
2010	11.25-28	丽江	从虚拟天文台到天文信息技术	
2009	11.26-28	重庆	VO的轮回	
2008	11.27-30	太原	“VO-enabled LAMOST”	
2007	11.20-21	广州	体验VO从现在开始	
2006	11.29-12.3	桂林	天文学研究的信息化	体验
2005	11.25-27	威海	VO，从技术到科学	
2004	12.1-5	武汉		
2003	9.25-26	北京		

四、未来可期



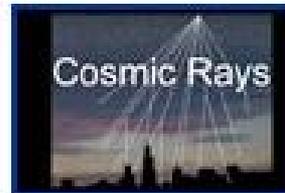
Calculate the Top Quark mass with data from D0 - an example of conservation of momentum.



Investigate special relativity with data from Experiment 687.



Answer Prairie Research Questions using SIMply Prairie and Student Data.



Study cosmic rays with data from classroom cosmic ray detectors.



Search for Higgs (from QuarkNet).



Study data from the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) with the Skyserver.

科学素养的跨学科发展及其实现^{*}

——美国费米实验室基于科学数据的课程开发之启示

郭庆 乔翠兰 伍远岳

摘要 通过跨学科科学教育实现科学素养全面整合发展是21世纪国际科学教育转型的重要目标。美国费米实验室基于科学数据教育化思想设计了一系列跨学科科学数据课程,通过信息化共享平台的建设实现课程资源的开放与共享,并开发出独特的科学数据课程实施方案。跨学科科学数据课程在多年实践中不断发展更新,有效促进了学生科学素养的跨学科整合发展。深入分析费米实验室科学数据课程的设计与实施,为我国基础教育科学素养跨学科培育提出以下一些建议:扩大科技资源共享范围,开发高质量科学素养跨学科课程;共享课程资源,创新教学模式以落实跨学科课程实施;贯彻多元评价,强化科学素养跨学科教学实践改进的科学性;重视教师素质,培养具有跨学科整合意识与教学能力的教师。

关键词 费米实验室; 科学数据; 跨学科; 科学素养; 课程开发

添加标题内容

时空探索



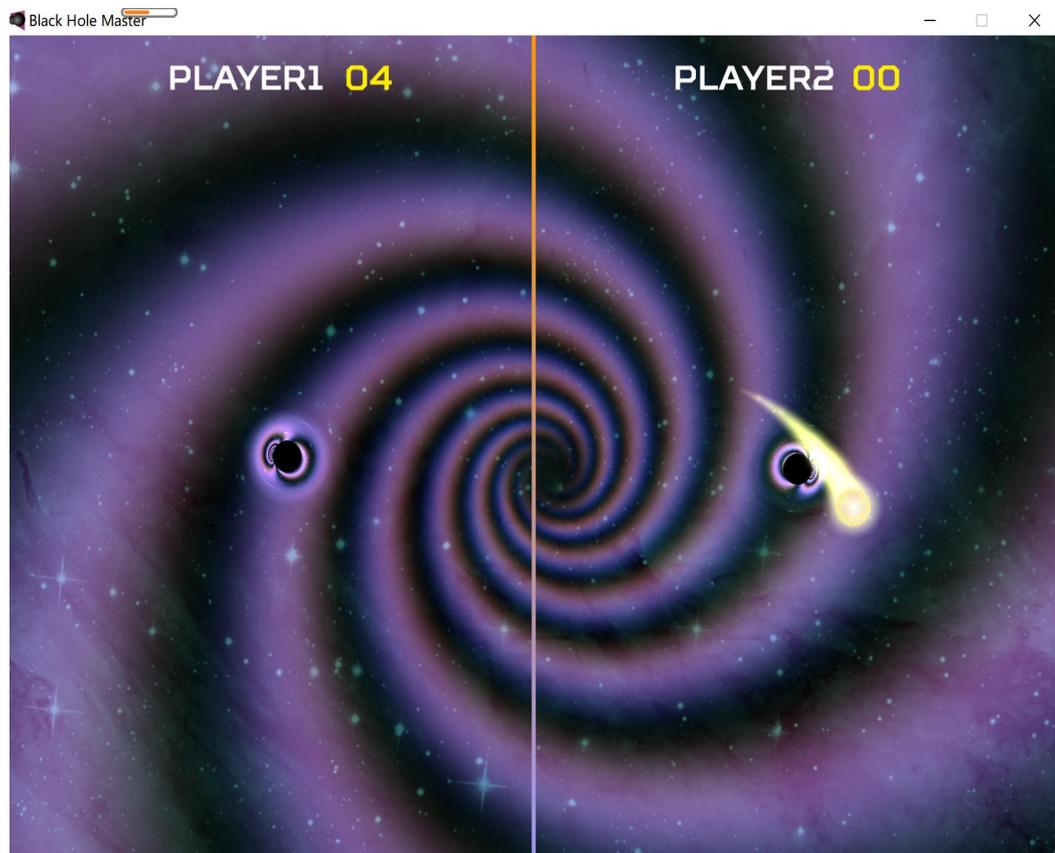
英国伯明翰大学
引力波光学小组



添加标题内容

教师资源之活动

大众活动

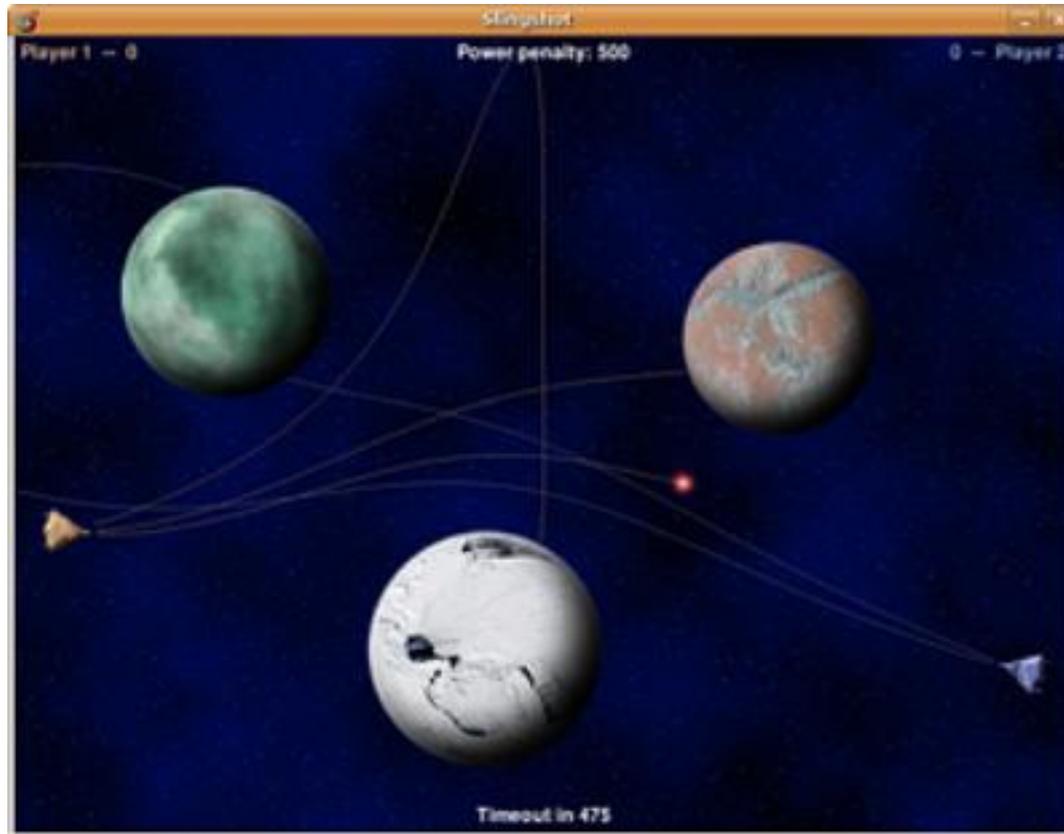


英国伯明翰大学引力波光学小组

添加标题内容

教师资源之活动

大众活动



弹弓游
戏：美
国：罗
彻斯特
理工学
院计算
相对论
和引力
中心

添加标题内容

教师资源之活动

大众活动

Searching for gravitational waves

Gravitational waves are ripples in spacetime produced by the most violent events in the Universe: exploding stars, colliding black holes, even the Big Bang itself! Astronomers are searching for these spacetime ripples with **LIGO**: a revolutionary new kind of observatory.

Advanced LIGO
Albert Einstein
Beam splitter
Big Bang
Black hole
Burst source
Compact binary
Gamma ray burster
GEO
Gravitational wave
Inspiral
Interference fringes
Interferometer
Isaac Newton
LASER
LIGO Hanford
LIGO Livingston

Can you find these gravitational wave terms and phrases hidden in our LIGO word search?

S	A	R	B	E	N	O	I	S	N	E	P	S	U	S	G	O	E	M
R	C	M	E	T	S	Y	S	M	U	U	C	A	V	E	A	X	T	I
N	O	T	S	G	N	I	V	I	L	O	G	I	L	O	W	S	B	N
O	M	O	A	V	R	J	O	S	P	A	C	E	T	I	M	E	L	T
T	P	R	C	O	N	E	A	N	U	L	S	A	R	N	A	V	O	E
W	A	R	T	R	I	R	M	L	E	M	Z	R	V	U	R	A	C	R
E	C	I	B	G	E	S	X	A	R	U	O	I	A	D	A	W	K	F
N	T	M	L	O	T	U	H	R	A	R	T	S	T	R	Y	L	H	E
C	B	E	A	M	S	P	L	I	T	T	E	R	U	O	B	A	A	R
A	I	C	C	B	N	E	O	P	E	H	Q	E	O	F	U	N	L	E
A	N	R	K	G	I	R	S	S	N	G	O	G	O	N	R	O	E	N
S	A	U	H	B	E	N	E	N	A	I	I	R	I	A	S	I	R	C

LIGO单
词搜索
：英国
：马丁·
汉卓（
格拉斯
哥大学
）

添加标题内容

教师资源之活动

教室活动



- ◆ 教室里的干涉仪(A——胶水； B——磁铁)
- ◆ 花费都不到150美元
- ◆ 获得构建精密设备所需的**动手技能**
- ◆ 使用波行为的基本模型解释光的干涉
- ◆ 描述干涉仪反射镜的运动与产生的条纹图案运动之间的关系
- ◆ **与NGSS的关联**在于波动行为和特性内容，包括光的性质、科学调查的发展、在调查中使用技术、制定和修改科学解释和模型、调查中的安全实践等。

添加标题内容

教师资源之科学教育中心



2018年IPA教师讨论和设计将现代物理带进21世纪课堂的活动的场景图片

• 教师专业发展

- 相信对教师的投资可以显著提高学生的成就和在所有领域取得成功的机会。
- K-12科学教师，集中在**探究、互动和物理科学**上。
- 从2015年9月到2019年9月的**4年间**，共举办过**31个讲习班**，涉及到**声音、光、波、引力、电与磁、探究和工程学、低成本实验**等主题。

国外大科学装置 STEM 教育资源开发的评析及启示

郭庆^① 乔翠兰^② 朱宗宏^③ Martin Hendry^④

【摘要】 优质教育资源是实现 STEM 教育全面整合、纵深发展的重要前提，是 21 世纪国际科学教育转型的重要推动力量。国外大科学装置在国家 STEM 教育政策及财政投入的引领下、在全社会广泛参与意识的推动下、在自身科普资源开发传统的基础上，积极挖掘自身教育价值，广泛开发 STEM 教育资源。其资源开发具有以下特点：以基础教育为资源开发倾斜方向；以科学家为核心落实多主体合作开发模式；以课程标准为理论指导；以信息技术实现资源开发、整合、共享与反馈。并为我国大科学装置教育资源开发提出以下建议：完善激励保障机制，树立主动开发意识；确立科学家为核心力量，落实多主体合作开发模式；立足课程标准开发跨学科资源，建设信息化整合反馈平台。

【关键词】 科学教育；大科学装置；STEM；教育资源

年份	地区	大科学装置	教材	知识点
2018	广西 壮族 自治 区	辽宁号、太空舱	必修 1	速度
		港珠澳大桥	必修 1	力的合成和分解
		天琴计划	必修 2	万有引力与宇宙航行
		型喷气式客机 C919	必修 1、 2	加速度、功和功率
	广东省	神舟飞船	必修 1	运动和力

2019	广西壮族自治区	高铁	必修 1	参考系
		人造地球卫星	必修 2	万有引力与宇宙航行
	广东省	人造卫星	必修 2	经典力学
		地球同步卫星	必修 2	万有引力与宇宙航行
		北斗卫星导航系统	必修 3	电磁波
	河北省	战斗机歼-20	必修 2	抛体运动
		中星 2D、天绘二号	必修 2	万有引力与宇宙航行
		北斗卫星导航系统	必修 2	万有引力与宇宙航

2020	广东省	人造地球卫星	必修 2	万有引力与宇宙航行
		复兴号	必修 2	机械能守恒定律
	河北省	嫦娥四号	必修 1	相互作用—力
		长征十一号运载火箭	必修 1	运动和力
		火星探测器	必修 3	电磁波
		量子通讯卫星	必修 2	万有引力与宇宙航行
	浙江省	高铁	必修 1	时间 位移
		“长征三号乙”运载火箭、“北斗三号”系统	必修 2	万有引力与宇宙航行

2021	广西 壮族 自治 区	嫦娥一号	必修 2	动能
		人造卫星、人 造地球 卫星	必修 2	万有引力与宇 宙航行

(2020 浙江省高中物理会考) 2020 年 6 月 23 日, 我国在西昌卫星发射中心用“长征三号乙”运载火箭发射了“北斗三号”系统的最后一颗组网卫星。此次发射的卫星属地球同步卫星, 此卫星成功入轨后 ()

- A. 与其他地球同步卫星具有相同的轨道半径
- B. 与其他地球同步卫星具有相同的质量
- C. 与地球赤道上物体具有相同的线速度
- D. 与地球赤道上物体具有相同的向心加速度



2. 2020-2021 年大科学装置 在全国高考物理试题中的应用

试题来源	年份	次数	大科学装置	教材	知识点	题型	分值
新课标 I 卷	2020	4	运-20 重型运输机	必修 1	运动的描述	计算题	12
新课标 II 卷	2020		特高压输电	选择性必修 2	电能的输送	选择题	6
新课标 III 卷	2020		嫦娥四号	必修 2	万有引力与宇宙航行	选择题	6
	2021		天问一号	必修 2	万有引力与宇宙航行	选择题	6

北京卷	2020	5	第 5 代移动通信技术	选择性必修 2	电磁波	选择题	3
			天问一号	必修 2	万有引力与宇宙航行	选择题	3
	2021		加速器硼中子俘获治疗实验装置	选择性必修 3	核反应	选择题	3
			天问一号	必修 2	万有引力与宇宙航行	选择题	3
			北京高能光源	选择性必修 1、3	光的衍射、氢原子光谱和波尔的原子模型	选择题	3

上海卷	2020	2	高能粒子加速器	必修 2	牛顿运动定律的局限性	填空题	4
	2021		天宫一号	必修 1	相互作用——力	选择题	3

天津卷	2020	6	北斗三号系统	必修 2	万有引力与宇宙航行	选择题	5
			复兴号	必修 2	功和功率	选择题	5
			多反射飞行时间质谱仪	必修 1、3、 选择性必修 1	运动和力、带电粒子在电场中的运动、动能定理	计算题	20
	光刻机		必修 3	电磁波	选择题	5	
	天问一号		必修 2	万有引力与宇宙航行	选择题	5	
	长征五号 B 遥二运载火箭		必修 1	相互作用——力	选择题	5	
2021							

	2020	7	天问一号	必修 2	万有引力与宇宙航行	选择题	3
浙江卷	2021		500 米口径球面射电望远镜 (FAST)	必修 1	力的合成和分解	选择题	3
			特高压直流输电	必修 3	磁感应强度	选择题	3
			高海拔宇宙线观测站 (拉索)	必修 2	能量的单位	选择题	3
			天问一号	必修 1	相互作用 力	选择题	3
			国际空间站	必修 2	宇宙速度、机械能守恒定律	选择题	3
			空间站离子推进器	必修 2、选择性必修 2	动能定理、带电粒子在匀强磁场中的运动	计算题	10

江苏卷	2020	3	中欧班列	必修 1	相互作用 —— 力	选择题	3
			人造卫星	必修 2	万有引力 与宇宙 航行	选择题	4
			玉兔二号	选择性 必修 1	光的干涉	计算题	5

- 应用中国航天工程的习题中还考察了多方面的知识点，如电磁波、相互作用力等。

(2021 新课标III卷) 2021年2月，执行我国火星探测任务的“天问一号”探测器在成功实施三次近火制动后，进入运行周期约为 $1.8 \times 10^5 \text{s}$ 的椭圆形停泊轨道，轨道与火星表面的最近距离约为 $2.8 \times 10^5 \text{m}$ 。已知火星半径约为 $3.4 \times 10^6 \text{m}$ ，火星表面处自由落体的加速度大小约为 3.7m/s^2 ，则“天问一号”的停泊轨道与火星表面的最远距离约为()

- A. $6 \times 10^5 \text{m}$ B. $6 \times 10^6 \text{m}$ C. $6 \times 10^7 \text{m}$ D. $6 \times 10^8 \text{m}$

(2021 上海卷)“天宫一号”探测器在火星表面悬停以寻找最佳着陆点。当它水平匀速运动时，不计空气阻力，其喷气方向为()

- A 竖直向上 B 斜向上 C 竖直向下 D 斜向下

- **高考试题中出现了目前为止我国正在建设还未竣工的大科学装置。如 2021 年底验收的高海拔宇宙线观测站（LHAASO）（拉索）、预计 2025 年底建成的北京高能光源。**

（2021 北京卷）北京高能光源是我国首个第四代同步辐射光源，计划于 2025 年建成。同步辐射光具有光谱范围宽（从远红外到 X 光波段，波长范围约为 $10^{-5}\text{m}\sim 10^{-11}\text{m}$ ，对应能量范围约为 $10^{-1}\text{eV}\sim 10^5\text{eV}$ ）、光源亮度高、偏振性好等诸多特点，在基础科学研究、应用科学和工艺学等领域已得到广泛应用。速度接近光速的电子在磁场中偏转时，会沿圆弧轨道切线发出电磁辐射，这个现象最初是在同步加速器上观察到的，称为“同步辐射”。以接近光速运动的单个电子能量约为 10^9eV ，回旋一圈辐射的总能量约为 10^4eV 。下列说法正确的是（ ）。

- A. 同步辐射的机理与氢原子发光的机理一样
- B. 用同步辐射光照射氢原子，不能使氢原子电离
- C. 蛋白质分子的线度约为 10^{-8}m ，不能用同步辐射光得到其衍射图样
- D. 尽管向外辐射能量，但电子回旋一圈后能量不会明显减小

3. 大科学装置在第 36-38 届高中物理竞赛试题中的应用

试题来源	届数	年份	大科学装置	教材	知识点
预	36 届	2019	5G 通讯技术	选择性必修 2	电磁波
	37 届	2020	国家电网	必修 2	功和功率
			玉兔号	必修 2	功和功率
			磁悬浮列车	选择性必修 2	电磁感应
	38 届	2021	嫦娥五号	必修 2	宇宙速度

复	37 届	2020	高铁	选择性必修 3	气体的等温变化
			费米实验室—高能质子同步加速器 (Tevatron)	选择性必修 1、2	电磁感应、动量、相对论
			激光干涉引力波天文台 (LIGO)	必修 2	圆周运动、万有引力
决	37 届	2020	中国散裂中子源	必修 2、选择性必修 1	能量守恒、动量守恒

七、(40分) 激光干涉引力波天文台(LIGO) 2015年首次探测到了十亿光年外双黑洞并合产生的引力波, 证实了爱因斯坦理论关于存在引力波和黑洞的预言。黑洞并合过程分为三个阶段: 第一阶段(旋近阶段), 两黑洞围绕系统质心在同一平面内做近似圆周的运动(见图7a), 损失的机械能转化为引力辐射能, 两者螺旋式逐渐靠近; 第二阶段(并合阶段), 双黑洞并合为一个黑洞; 最后阶段(衰荡阶段), 并合的黑洞弛豫至平衡状态, 成为一个稳定的旋转黑洞。在旋近阶段, 若忽略黑洞的自转和大小, 则双黑洞均可视为质量分别为 M 与 m 的质点, 它们之间距离 L 随时间而逐渐减小。假定系统除了辐射引力波外无其它能量耗散, 不考虑引力辐射的反作用, 可用牛顿引力理论进行近似处理。

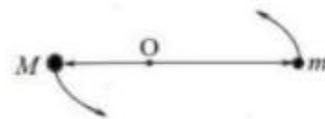


图 7a

(1) 引力波辐射功率除了与引力常量 G 成正比之外, 还可能与两黑洞的质量 M 与 m 、两黑洞之间的距离 L 、以及系统绕质心的转动惯量 I 、转动角速度 ω 和辐射引力波的传播速度(其大小等于真空中的光速 c) 有关, 试选取描述转动体系辐射的三个物理量与 G 一起导出引力波辐射功率的表达式(假设其中可能待定的无量纲比例常数为 α):

(2) 若在初始时刻 $t=0$ 时两黑洞之间的距离为 L_0 , 且引力波辐射功率表达式中的无量纲比例常数 α 是已知的, 求两黑洞从 $t=0$ 时开始绕系统质心旋转 360° 所需要的时间;

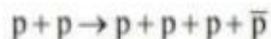
(3) 当两黑洞从 $t=0$ 时开始绕系统质心旋转多少度时, 它们间的距离恰好是其初始距离的一半?

第 37 届全国中学生物理竞赛复赛试题

四、(40分) 劳伦斯 (E. O. Lawrence) 在 1930 年首次提出了回旋加速器的原理：用两个半圆形磁场，使带电粒子沿圆弧形轨道旋转，反复通过两半圆缝隙间的高频电场加速而获得较高能量。他因这个极富创意的方案而获得了 1939 年的诺贝尔物理学奖。

(1) 目前全球最大的回旋加速器是费米实验室中的高能质子同步加速器 Tevatron (粒子运行最大回旋圆轨道的周长为 $L_{\max} = 6436 \text{ m}$)，可以将一质子加速到的最大能量为 $E_{p,\max}^{(\text{tevatron})} = 1.00 \times 10^6 \text{ MeV}$ 。假设质子在加速过程中始终在垂直于均匀磁场的平面内运动，不计电磁辐射引起的能量损失。求该同步加速器 Tevatron 将质子加速到上述最大能量所需要的磁感应强度的最小值 B_{\min} 。

(2) 高能入射质子轰击静止的质子 (靶质子)，可产生反质子 \bar{p} ，反应式为



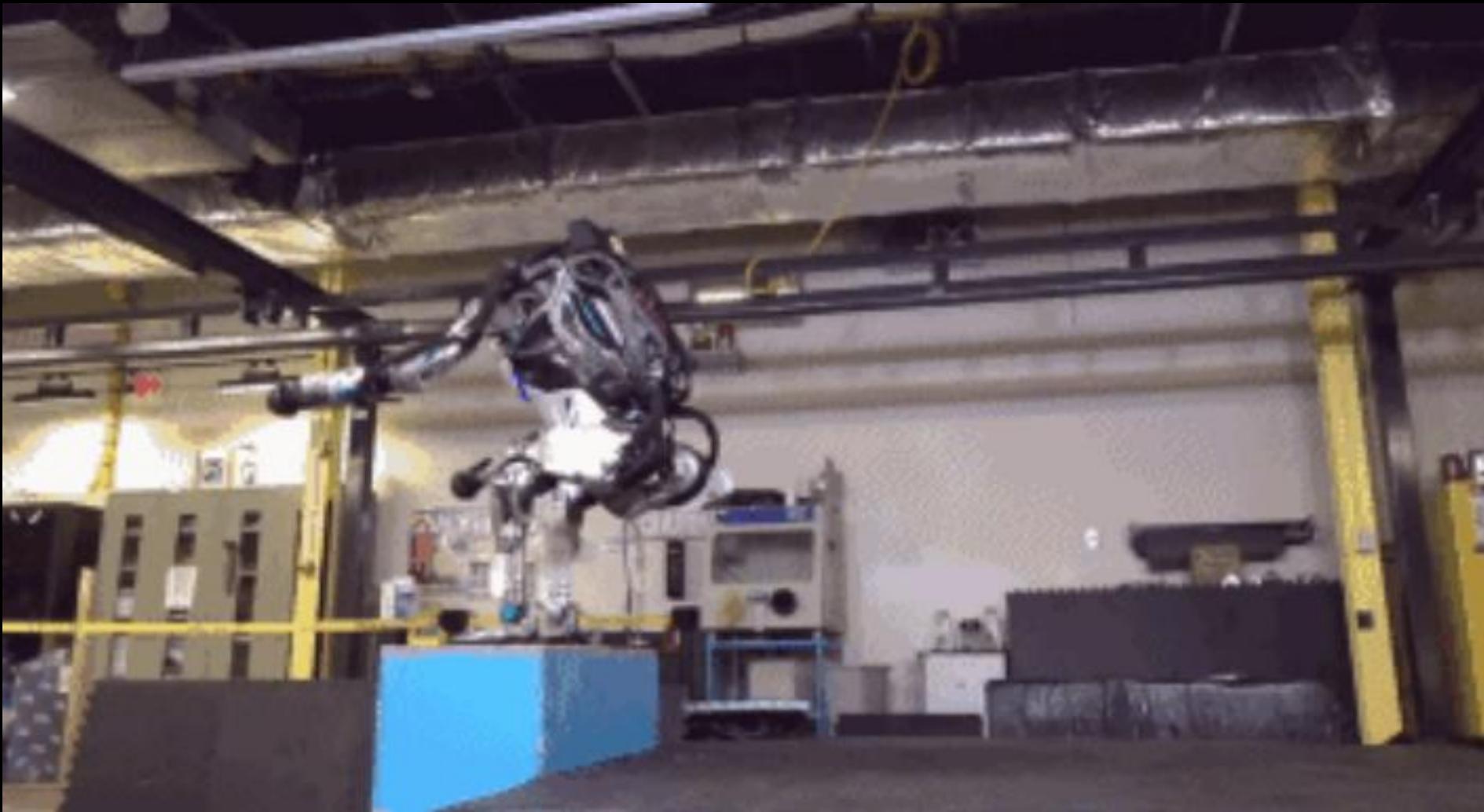
求能产生反质子时入射质子的最小动能，并判断第 (1) 问中的 Tevatron 加速的质子是否可以轰击静止的靶质子而产生反质子。

已知数据：质子质量 $m_p = 938.3 \text{ MeV}/c^2$ ，真空中的光速 $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。

第 37 届全国中学生物理竞赛 复 第四题



Boston Dynamics



ChatGPT

- 个性化学习体验
- 自动化批改和评估作业
- 实时辅助和支持
-

■ 人的智能+
人工智能



华中师范大学
HuaZhong Normal University

谢谢聆听！不当之处敬请指正！

- 乔翠兰
- 华中师范大学物理学院

