

IMPOSSIBLE ENGINEERING

MAGLEV

Episode 5

Timecode	Shot	Narrative
10:00:02	Archive	VO: Từ các công trình kiến trúc hiện đại đẹp nhất hành tinh.
10:00:07	Long shot and GVs	Dennis Poon: Hãy nhìn tòa tháp khổng lồ cao đến 632 mét này đi.
10:00:12	archive	VO: Cho đến những cỗ máy hiện đại mạnh mẽ nhất Trái đất.
10:00:16		Stuart Justice: Nó dài gần 280 mét. Con tàu Nữ Hoàng Elizabeth HMS là tàu chiến lớn nhất từng được xây dựng, dành riêng cho quân đội hoàng gia
10:00:24	Graphics & Archive	VO: Sẽ không thể nào có được nếu không nhờ vào những nhà phát minh lỗi lạc, đầy tính đột phá của quá khứ.
10:00:30	GVs & Long shot	Urs Meier: Tôi chưa từng nhận ra nó lại đẹp đến thế. Mạnh mai làm sao.
10:00:34	GVs & close shot	Rhys Morgan Nếu bị bắn trúng thì họ sẽ nổ tung theo đúng nghĩa đen, như đang cưỡi một trái bom vậy.
10:00:39	GVs & close shot	Bernhard Kurz: Theo quan điểm kỹ thuật của tôi, đây là một công nghệ tiên tiến.
10:00:45	GVs	VO: Trong tập này, đoàn tàu nhanh nhất thế giới.
10:00:53	GVs	Yewande Akinola: Nó đang bay với vận tốc 431 ki-lô-mét trên giờ.
10:00:58	GVs	VO: Dường như đi ngược lại các định luật của tự nhiên.
10:01:02	medium shot	Yewande Akinola: Con tàu nổi lên cách đường ray đúng 1 xen-ti-mét.
10:01:07	archive	VO: Và những phát minh mang tính lịch sử đầy tiên phong.
10:01:11	medium shot	Andrew Steele: Trông như nó đến từ tương lai vậy.
10:01:14	GVs & close shot	Jen Masengarb: Tôi nghĩ nếu không có trạm L thì chúng ta sẽ không có được một thành phố Mỹ sôi động tuyệt vời như ngày nay.

10:01:18	GVs	VO: Biến điều không thể, thành có thể.
10:01:32	archive and GVs	VO: Trung Quốc là một quốc gia đang trên đà phát triển với tham vọng vươn tới tầng bình lưu ngoài không gian. Thượng Hải là trung tâm tài chính toàn cầu, thu hút mọi người từ khắp thế giới đổ về với tham vọng của nó. Dòng người đổ về đây càng đông, nhu cầu về không gian càng cao – thành phố này phải đối mặt với tình trạng ùn tắc giao thông nặng nề và tắc nghẽn hàng ngày.
10:01:58	medium shot	Yewande Akinola: Thượng Hải là một thành phố xô bồ. Nhà cửa, xe cộ phải giành giật từng tấc đất. Việc di chuyển cũng có thể rất khó khăn.
10:02:09	archive and GVs	VO: Vào đầu thế kỷ 21, Thượng Hải phải đối mặt với một thách thức về kỹ thuật tưởng chừng như bất khả thi – tình trạng tắc nghẽn tăng cao của tuyến cao tốc 6 làn đường nối từ sân bay quốc tế Phố Đông (Pudong) khiến tình hình giao thông ngày càng tồi tệ.
10:02:29	medium shot and GVs	Yewande Akinola: Việc đi xe ô tô đến sân bay cũng phải mất khoảng 45 phút chỉ để đi 40 ki-lô-mét. Bạn thật sự phải cần một giải pháp để chạy thẳng từ thành phố đến sân bay mà không phải dừng lại hay gặp bất kỳ phương tiện nào khác. Tôi, cũng như hầu hết cư dân ở Thượng Hải, không có thời gian để ngồi chờ trong cảnh kẹt xe.
10:03:08	GVs	VO: Giải pháp của Thượng Hải đó là lắp đặt một hệ thống tàu nhanh nhất thế giới, con tàu mang ý tưởng của tương lai độc nhất vô nhị trên Trái đất
10:03:25	GVs and medium shot	Yewande Akinola: Thứ độc đáo và khác biệt nhất về tàu đệm từ Maglev chính là việc nó lơ lửng – con tàu này hoàn toàn không có bánh xe, nó nổi lơ lửng dọc đường ray đến tận sân bay. Bây giờ tàu Maglev đang sắp sửa khởi hành từ ga – khi đạt tốc độ tối đa, đoàn tàu có thể di chuyển với tốc độ 431 ki-lô-mét trên giờ - thật ngoài sức tưởng tượng – phi thường!
10:03:57	GVs	VO: Để tạo ra hệ thống tàu đệm từ Maglev hiện đại này, đội ngũ các nhà thiết kế và kỹ sư đã phải vượt qua rất nhiều thử thách đầy khó khăn.

10:04:13	GFX	VO: Những người sáng tạo nên tàu đệm từ đã phải loại bỏ bớt những cải tiến kỹ thuật quan trọng, mang tính lịch sử, là nền tảng chính của du lịch tàu hỏa ngày nay. Đầu tiên, con tàu sẽ không có động cơ. Đồng nghĩa với việc loại bỏ một trong những phát minh nền tảng nhất của kỹ thuật. Không chỉ thế, việc này dường như còn thách thức các nguyên lý cơ bản nhất.
10:04:56	GVs and GFX	VO: Nhưng đối với các nhà thiết kế của tàu đệm từ Thượng Hải, vấn đề đã bắt đầu từ trước khi họ có thể hình dung nên con tàu – Hệ thống giao thông hoàn toàn mới này liệu có phù hợp với thành phố Thượng Hải đầy bận rộn và đang trên đà phát triển?
10:05:14	archive and medium shot	Yewande Akinola: Thượng Hải là một trong những thành phố đông dân nhất thế giới, dân số đang ngày một tăng. Việc xây dựng cơ sở hạ tầng theo nhu cầu lúc này sẽ là một thách thức lớn, vì ở đây không có đủ không gian. Như những tòa nhà quanh đây, chỉ có cách xây hướng lên trên.
10:05:48	GVs	VO: Chicago là một trong những siêu đô thị hiện đại nhộn nhịp nhất thế giới. Việc di dân ở đây là một thách thức hậu cần, nhưng nhờ một số kỹ sư tiên phong của thành phố, giải pháp tiên tiến họ đã thực hiện từ hơn một trăm năm trước vẫn còn được sử dụng cho đến ngày nay.
10:06:13	GVs and medium shot	Jen Masengarb: Vào cuối thế kỷ 19, Chicago là một trong những thành phố phát triển, nếu không muốn nói là nhanh nhất, trên thế giới. Vào những năm 40 của thế kỷ 19, không lâu sau khi thành phố được thành lập đã có gần 4000 cư dân, và đến năm 1900, con số đó đã tăng lên thành một triệu rưỡi. Thành phố này mở rộng rất nhanh, cứ như là Thượng Hải của cuối thế kỷ 19 vậy.
10:06:36	GVs	VO: Vậy các kỹ sư và nhà chiến lược có thể đối phó với thách thức vận chuyển dân số ngày một tăng dường như bất khả thi này như thế nào, mà không làm tắc nghẽn thêm các tuyến đường vốn đã bận rộn?
10:06:55	GVs and medium shot	Jen Masengarb:

		Đây chính là giải pháp được phát triển để nâng hệ thống đường sắt thành phố lên trên giao thông thông thường. Mặc dù chi phí cho loại cơ sở hạ tầng này khá đắt đỏ nhưng vẫn rẻ hơn nhiều so với việc xây dựng tàu điện ngầm.
10:07:14	archive and GVs	VO: Việc xây dựng được tiến hành từ năm 1892, nhưng lắp đặt một hệ thống đường sắt cao hơn 12 mét so với hệ thống đường xá lúc bấy giờ vốn phải cần một nỗ lực về kỹ thuật khổng lồ và không được mọi người ủng hộ cho lắm – những căn hộ ở tầng 3 phải buông rèm cửa cả ngày để giữ sự riêng tư, và các cô gái trẻ phải cẩn thận với những tên nhìn trộm từ đường ray. Tuy nhiên, nhìn chung, đối với công chúng, hệ thống này là một cú hích lớn. Nó được mọi người yêu mến đặt biệt danh là L (el, đọc là eo), viết tắt cho <i>elevated</i>, nghĩa là <i>trên cao</i>.
10:07:55	GVs and medium shot	Jen Masengarb: Chúng ta đang ở ở nhà ga Quincy. Trạm L đã được phục dựng lại, nó cho chúng ta thấy được góc nhìn của các hành khách vào cuối những năm 90 của thế kỷ 19, và khái niệm cơ bản của việc di chuyển con người ra vào thành phố ở một tầm cao mới cũng không thay đổi gì so với ngày trước.
10:08:13	GVs	VO: Giải pháp nâng tuyến đường sắt thành phố lên cao thành công đến nỗi hơn 120 năm sau, hệ thống này vẫn vận chuyển gần 500.000 hành khách mỗi ngày.
10:08:28	medium shot and GVs	Jen Masengarb: Sự tăng trưởng của thành phố Chicago song hành cùng trạm L này – bùng nổ dân số cuối thế kỷ 19 tiếp nối ngay sau sự phát triển của hệ thống giao thông. Tôi nghĩ nếu không có trạm L thì chúng ta sẽ không có được một thành phố Mỹ sôi động tuyệt vời như ngày nay.
10:08:54	GVs	VO: Các kỹ sư ở Thượng Hải đã tiếp bước giải pháp về đường sắt trên cao ở Chicago, tạo ra một hệ thống đường ray dài 30 ki-lô-mét vượt lên trên những tuyến đường trong thành phố.
10:09:05	medium shot	Yewande Akinola: Lợi thế của một hệ thống đã tạo nên các công trình đô thị đó là nó rất dễ lắp đặt, không ảnh hưởng gì đến các công trình ngầm dưới mặt đất, cũng

		không can thiệp gì vào các công trình cơ sở hạ tầng hiện có trên mặt đất. Thật sự rất tuyệt vời.
10:09:24	GVs	VO: Nhưng việc xây dựng tuyến đường sắt trên cao ở Thượng Hải phải đối mặt với một nguy cơ rất cụ thể, tiềm tàng thảm họa tàn khốc khôn lường.
10:09:33	medium shot	Yewande Akinola: Thành phố Thượng Hải tọa lạc trên khu vực có hoạt động địa chất lớn, thêm vào đó nền đất sét ở đây yếu vô cùng – nghĩa là nguy cơ hóa lỏng rất cao.
10:09:46	archive	VO: Hóa lỏng là một hiện tượng bất thường và nguy hiểm, xảy ra mỗi khi có động đất – nền đất cứng đột nhiên biến thành bùn nhão. Nhà vật lý Andrew Steele đã chuẩn bị một thí nghiệm đơn giản để ta có thể hình dung hiện tượng hóa lỏng hoạt động như thế nào.
10:10:10	medium shot, close shot	Andrew Steele: Ta xem đây là nước ngầm dưới mặt đất. Chỗ đất này có mực nước cao nên bên trên lớp đất bùn bão hòa chỉ có một lớp đất khô rất mỏng. Giờ tưởng tượng ta xây trên nền đất mỏng này. Kiến thiết một thành phố xinh đẹp. Nhưng ta lại xây dựng trên đất cát khô, lại ngay trên đường đứt gãy địa chấn, nên sẽ có nguy cơ bị động đất. Khi tôi lắc chiếc hộp, nước ngầm ở dưới bị đẩy lên phía trên lớp đất khô, biến nền đất cứng thành chất lỏng, nên các công trình, tòa nhà sẽ bị chìm thẳng xuống phía dưới.
10:10:51	GVs	VO: Với mối đe dọa động đất thường xuyên tại Thượng Hải, các biện pháp phòng ngừa phải được thực hiện kỹ lưỡng, để đảm bảo tàu đệm từ Maglev tránh được cảnh chìm vào mặt đất một cách thảm khốc mỗi khi có động đất.
10:11:04	medium shot	Yewande Akinola: Các kỹ sư đã đưa ra một kỹ thuật được gọi là <i>đóng cọc</i> – mỗi trụ đỡ được xây trên một nắp bê tông với bề rộng xấp xỉ 12 mét và nằm sâu 2 mét dưới mặt đất, dưới mỗi nắp bê tông lại có thêm từ 20 đến 24 cọc bê tông được cắm sâu xuống mặt đất với độ sâu đáng kinh ngạc: 70 mét.
10:11:29	GFX and GVs	VO: Các nắp bê tông đóng vai trò là một lớp nền vững chắc, được hỗ trợ bởi nhiều cọc. Nên nếu lớp

		đất gần bề mặt bị hóa lỏng, các cọc rễ cắm sâu này vẫn sẽ giữ vững đường ray của tàu Maglev. Chỉ trong khoảng thời gian bằng một nửa thời gian dự kiến, các kỹ sư người Trung Quốc đã lắp đặt hơn một ngàn cọc bê tông để hỗ trợ đường ray.
10:11:51	medium shot	Yewande Akinola: Chỉ mất chưa đầy 9 tháng, họ đã hoàn thành các cọc nền cách đều nhau 25 mét xuyên suốt tuyến đường dài 30 ki-lô-mét.
10:12:07	GVs	VO: Nhưng các kỹ sư còn phải đối mặt với nhiều thách thức hơn thế nữa, khiến họ phải tìm về những nhà phát minh lỗi lạc của quá khứ...
10:12:15	medium shot	Andrew Steele: Nhanh thế!
10:12:20	GVs	VO: ... để tạo ra thêm nhiều kỹ thuật bất khả thi hơn.
10:12:39	archive and GVs	VO: Tàu đệm từ Maglev của Thượng Hải là con tàu nhanh nhất hành tinh – một viễn cảnh của tương lai bay dọc theo mặt đất đúng nghĩa đến với tốc độ hoạt động đáng kinh ngạc, lên tới 431 ki-lô-mét trên giờ. Công trình kỹ thuật bất khả thi này đã làm thay đổi bộ mặt của việc di chuyển từ sân bay quốc tế Thượng Hải về trung tâm siêu đô thị sầm uất.
10:13:11	medium shot	Yewande Akinola: Tàu Maglev chạy một quãng đường dài 34 ki-lô-mét từ đây đến sân bay Phố Đông theo hướng đó. Bây giờ, nếu tôi đi bằng tàu điện ngầm chẳng hạn, sẽ mất hơn 1 tiếng, nếu đi bằng ô tô hay taxi thì mất khoảng 40 phút. Nhưng nếu tôi đi bằng tàu đệm từ, tôi thích thế này hơn, thì chỉ sẽ mất 7 phút.
10:13:33	GVs	VO: Nhưng việc tạo nên một con tàu nhanh như thế này lại tạo thêm nhiều thách thức mới.
10:13:43	medium shot and GVs	Yewande Akinola: Đây có thể là con tàu nhanh nhất thế giới, nhưng việc đẩy tốc độ của con tàu lên tới gần 500 ki-lô-mét trên giờ có thể khiến các nhà thiết kế phải đối mặt với các vấn đề về sức cản và kéo của gió. Tốc độ càng cao, lực cản càng lớn. Và chuyển động của không khí sẽ làm tốc độ của tàu giảm đi, tiêu tốn thêm nhiều năng lượng giá trị.
10:14:16	GFX	VO:

		Những bằng chứng sớm nhất về tiền thân của đường sắt hiện đại có thể được truy ngược về Hy Lạp cổ đại, nơi mà cả con người lẫn động vật cùng kéo những phương tiện được gắn bánh xe chạy trong các rãnh đá vôi, những rãnh này sẽ ngăn chặn các toa xe rời khỏi tuyến đường định sẵn. Việc vận chuyển bằng đường ray được nghĩ ra ban đầu dùng để giảm bớt ma sát. Vào năm 1805, ở nước Anh, người ta đã chứng minh được rằng một con ngựa khỏe có thể kéo được cả xe hàng nặng 1 tấn trên đường bình thường. Nhưng nếu sử dụng đường ray, con ngựa có thể kéo được một chuỗi 12 xe hàng với tổng trọng lượng lên tới 3 tấn chạy quãng đường dài gần 10 ki-lô-mét chỉ trong 2 giờ. Thêm đầu máy hơi nước vào, và ta có thể di chuyển xuyên cả lục địa một cách dễ dàng, biến chuyển thế giới hiện đại.
10:15:13	archive	VO: Mặc dù đường sắt thay đổi cách chúng ta sống một cách đáng kể, vào những năm 1930, thiết kế khí động lực học vẫn đứng vững một cách đáng kinh ngạc.
10:15:24	GVs and medium shot	Andrew Steele: Thiết kế tàu hỏa không hề thay đổi suốt 100 năm nay, kể từ thiết kế này: đầu máy tên lửa của Stephenson. Bạn có thể thấy nồi hơi hình trụ cổ điển, một ống khói được cố định phía trước, và phần mũi đầu máy phẳng hoàn toàn, không theo thiết kế khí động học.
10:15:38	long shots and archive	VO: Cần sẽ có một người với suy nghĩ cấp tiến đưa ra một kế hoạch làm thay đổi thiết kế tàu hỏa mãi mãi. Ở phía bắc nước Anh, xuất hiện một kỹ sư đầu máy hơi nước, Nigel Gresley, đã sáng chế ra một cỗ máy mới, với thiết kế bóng lộn, là con tàu nhanh nhất thế giới lúc bấy giờ - tàu Mallard.
10:16:01	GVs and long shot	Andrew Steele: Mọi thứ trên đầu máy này đều được thiết kế để tối ưu hóa tốc độ, giúp nó chạy nhanh nhất có thể. Những bánh xe khổng lồ này giúp nó tiến mạnh về phía trước. Bộ ống khói đôi phía trên dùng để hút khí thải ra càng nhanh càng tốt khi tàu đang chạy ở tốc độ cao. Và cả hình dạng dòng nước xinh đẹp này nữa. Trái ngược hoàn toàn với những mẫu thiết kế tàu trước đó.

10:16:20	archive and medium shot	VO: Để tạo nên thiết kế này, Gresley đã sử dụng một hầm thông gió, trước đây dùng để bảo dưỡng trong ngành hàng không, và tìm thấy vài kết quả thú vị. Andrew Steele hiện đang đi tham quan trung tâm thử nghiệm Train Rig tại Derby để tìm hiểu sự khác biệt mà thiết kế kiểu dòng nước tạo nên.
10:16:42	medium shot	Andrew Steele: Đây là đường ray thử nghiệm. Nó có thể tăng tốc độ các con tàu lên tới 75 mét trên giây, nghĩa là hơn 250 ki-lô-mét trên giờ. Hôm nay chúng ta sẽ thử nghiệm 2 loại tàu. Đây là một con tàu chở hàng với phần mũi tàu phẳng, đại diện cho loại tàu không theo thiết kế khí động học như cách chúng được thiết kế ban đầu. Còn đây là một chiếc tàu cao tốc, một chiếc InterCity 125. Nó có hình dạng mũi tròn dài, đổ dốc xuống. Chúng ta sắp sửa thấy sự khác biệt về tốc độ của hai loại tàu này. Và đây là thứ chúng ta sẽ dùng cho một thí nghiệm thực tế. Những thứ này là <i>cổng sáng</i>, và khi đoàn tàu đi ngang qua những cổng sáng này, nó sẽ làm ngắt quãng luồng ánh sáng, chúng ta sẽ xác định được mốc thời gian đó. Và chỉ một tích tắc tiếp theo, nó sẽ lại tiếp tục ngắt quãng luồng sáng. Và bằng cách đo sự khác biệt giữa hai mốc thời gian đó, với khoảng cách này, chúng ta sẽ có thể tính được vận tốc của đoàn tàu
10:17:30	medium shots	VO: Các đoàn tàu mô hình được bắn đi bằng những máy phóng cao su khổng lồ.
10:17:38	medium shots, GVs	Andrew Steele: Giờ chúng ta đang nén một ít lực cho đoàn tàu bằng cách kéo nó xuống vào vị trí phóng. Tôi đang căng thẳng hết như đoàn tàu bây giờ vậy. Được rồi, giờ tôi sẽ... đi nào. Nhanh thế! Tin hay không tùy bạn nhưng lần thử nghiệm này vẫn còn khá chậm. Chạy thử xong rồi, vấn đề chính bây giờ là lấy số liệu từ những cổng sáng này. Có 2 dữ liệu ở đây. Cổng sáng đầu tiên ghi nhận con số 36 mét trên giây. Và ở cổng sáng thứ 2, cách cổng sáng đầu tiên chỉ vài mét, con số được ghi nhận là 34,5 mét trên giây. Bạn có thể thấy rõ ràng rằng vận tốc của đoàn tàu đã bị giảm đi một chút. Lực cản khí động học đã làm chậm đoàn tàu lại.
10:18:35	GVs	VO:

		Chỉ trong một khoảng cách ngắn giữa 2 cổng sáng, đoàn tàu với phần mũi phẳng đã mất đi khoảng 5% vận tốc của nó. Bây giờ chúng ta sẽ tiếp tục thí nghiệm với mẫu tàu mũi dốc.
10:18:50	Medium shot	Andrew Steele: Chuẩn bị, sẵn sàng và khai hỏa.
10:19:04	GVs	VO: Lần này tốc độ của con tàu chỉ giảm 2% khi đi qua các cổng sáng.
10:19:12	medium shot	Andrew Steele: Những con số ở đây không khác biệt gì nhiều nhưng khi ta nhân nó với kích thước của một con tàu thật ngoài kia, và đẩy con tàu di chuyển liên tục trên đường ray, thì đây sẽ là một thay đổi lớn về tính hiệu quả.
10:19:23	GVs	VO: Một sự thật mà Nigel Gresley đã phát hiện và khai thác nó xuất sắc.
10:19:29	GVs	Andrew Steele: Kỹ thuật này của Gresley thật sự là một bước tiến vượt bậc. Dù chúng ta đã sử dụng khí động lực học trên máy bay và thủy động lực học trong thuyền bè, nhưng đây là lần đầu tiên những nguyên lý này được áp dụng cho tàu hỏa. Chính điều này đã cho phép con tàu Mallard chạy với vận tốc 126 mét trên giờ.
10:19:44	Long shot, GVs	VO: Vào năm 1938, đoàn tàu Mallard đã xác lập kỷ lục là đoàn tàu hơi nước nhanh nhất chạy trên đường ray, và kỷ lục này vẫn đứng vững cho đến ngày nay.
10:20:04	GVs and archive	VO: Các nhà thiết kế tạo nên đoàn tàu đệm từ Thượng Hải Maglev đã học tập từ những đột phá của tàu Mallard và tạo nên con tàu với một vận tốc mà ngay cả nhà phát minh Nigel Gresley cũng không hề nghĩ tới – trong một lần chạy thử nghiệm, vận tốc của tàu đệm từ Maglev đã lên tới 500 ki-lô-mét trên giờ, gấp 2 lần những gì mà con tàu khí động lực học Mallard có thể làm được.
10:20:30	GVs, medium close up	Yewande Akinola: Bạn có thể thấy nó được thiết kế vô cùng tinh gọn và đẹp đẽ - với phần mũi dốc xuống rất mượt mà. Ngoài ra con tàu còn bao kín đường ray, việc

		này giúp giảm những nhiễu loạn có thể được tạo ra giữa đoàn tàu và đường ray.
10:20:50	GVs and archive	VO: Thế nhưng sự phát triển của đoàn tàu đệm từ đệm chất tương lai Maglev phải mất hàng thập kỷ để thử nghiệm trước khi nó chạm đến đến mức hiệu suất đáng kinh ngạc như hiện nay, ở thế kỷ 21. Được tạo ra ở nước Đức, mẫu tàu chở khách đầu tiên được ra mắt vào năm 1971 – tại thời điểm mà việc di chuyển bằng khí động lực học chưa được xem trọng. Tuy nhiên, khi các thí nghiệm được tiếp tục, và vận tốc tăng lên nhanh chóng, thì các mẫu thiết kế tàu hình khoang ngồi, giờ đây đã được truyền lại cho các tuyến đường sắt trên cao ở Thượng Hải, đã nhanh chóng thành hình. Thế nhưng tốc độ cao lại dẫn đến những thử thách khác về mặt kỹ thuật.
10:21:35	GVs, medium shot and archive	Yewande Akinola: Tàu đệm từ di chuyển từ sân bay và tàu đệm từ đi từ thành phố sẽ chạy qua nhau với một tốc độ không tưởng, vận tốc cộng lại phải lên đến hơn 860 ki-lô-mét trên giờ, và việc này có thể tiềm ẩn một vài vấn đề. Dù thiết kế có tinh gọn đến đâu, bất cứ vật thể nào chạy ngang qua nhau với tốc độ lớn đều sẽ tạo ra sự thay đổi trong áp suất giữa hai vật đó. Áp suất thấp giữa hai tàu di chuyển cùng chiều cộng thêm áp suất cao hơn khi gặp một tàu khác đi ngược chiều sẽ tạo nên áp lực rất lớn đến vách ngăn của con tàu. Vậy nên vỏ tàu đệm từ phải được làm từ hỗn hợp nhôm – nhẹ, nhưng cũng vô cùng bền chắc, đủ để chịu đựng những áp lực lên con tàu khi di chuyển ở tốc độ cao.
10:22:37	GVs	VO: Để giúp tàu đệm từ Maglev phá kỷ lục về tốc độ, các kỹ sư đã phải mượn ý tưởng từ một nhà tiên phong trong quá khứ.
10:22:43	medium shot	Andrew Steele: Họ đã kết hợp các nguyên lý của thủy phi cơ và động cơ phản lực để phá vỡ kỷ lục trên đường ray.
10:22:50	archive	VO: Để tạo nên cỗ máy kỹ thuật bất khả thi của riêng họ.
10:23:10	archive	VO:

		Tàu đệm từ Thượng Hải Maglev – con tàu nhanh nhất thế giới – một công trình kỹ thuật độc đáo tọa lạc tại một trong những thành phố tham vọng nhất của Trung Quốc.
10:23:23	GVs and medium shot	Yewande Akinola: Đoàn tàu đệm từ này là đoàn tàu đệm từ nhanh nhất thế giới, nó củng cố thêm bản chất tham vọng của Thượng Hải. Người ta đến đây để thiết kế nên những công trình táo bạo, những hệ thống vĩ đại.
10:23:36	archive and GV GFX	VO: Và một trong những công trình táo bạo đó chính là tàu đệm từ Maglev – di chuyển với vận tốc đáng kinh ngạc, 431 ki-lô-mét trên giờ, đi ngược lại các quy tắc của tự nhiên. Nhưng để tạo ra hệ thống giao thông đậm tính không gian, thời gian này, các kỹ sư đã phải chinh phục một số thách thức dường như bất khả thi.
10:24:04	medium shot and GV	Yewande Akinola: Không chỉ gió mới tạo ra ma sát trên đoàn tàu, một trong những nguyên nhân lớn nhất làm hao tổn năng lượng thường thấy ở các loại tàu truyền thống đó là ma sát giữa bánh xe và đường ray. Ma sát càng nhiều bao nhiêu thì năng lượng bị tiêu hao càng lớn bấy nhiêu. Như trong xe ô tô này chẳng hạn, một phần ba lượng xăng dầu được dùng cho việc vượt qua lực ma sát.
10:24:29	GVs	VO: Để đạt tới tốc độ phá vỡ kỷ lục, các nhà thiết kế của tàu đệm từ Maglev phải chinh phục được thách thức mà chỉ có những kỹ sư liều lĩnh nhất trong lịch sử mới làm được. Tại miền nông thôn nước Pháp, nhà vật lý Andrew Steele đang tìm kiếm những gì còn sót lại của một hệ thống mang đầy tính cách mạng như tàu đệm từ Maglev.
10:25:07	GVs	Andrew Steele: Vây là nó nằm đây, trải qua hơn 50 năm phủ đầy rêu phong. Đây chính là những gì mà những nhà sáng tạo thời đó định hình về tương lai của tốc độ cao, vận chuyển hàng loạt: một đường ray duy nhất bằng bê tông được xây dựng cho một con tàu có khả năng di chuyển với vận tốc 422 ki-lô-mét trên giờ, vào thời điểm mà những chuyến tàu thông thường chỉ có thể đạt đến một nửa tốc độ đó.
10:25:29	GVs	VO:

		Vật đó là loại phương tiện nào mà có thể vượt qua lực ma sát để di chuyển nhanh đến thế? Câu trả lời nằm trong một nhà kho được bảo vệ kỹ càng.
10:25:41	medium shot, GVs	Andrew Steele: Tôi đã đến một trong những địa điểm có thể gọi là bí mật nhất ở ngoại ô Paris để nhìn qua về thứ đã có thể là tương lai của giao thông đường bộ.
10:25:52	long shot	Thierry Farges Xin chào.
10:25:55	long shot	Andrew Steele: Chào buổi sáng. Vậy nó ở đâu nhỉ?
10:26:05	GVs	VO: Ẩn mình trong một nhà kho quân sự, được Thierry Farges thu thập, là những ví dụ cuối cùng còn sót lại của một thí nghiệm phi thường.
10:26:25	long shot	Andrew Steele: Vậy ra đây là con tàu bay. Nó trông như đến từ tương lai vậy.
10:26:35	GVs	VO: Được kỹ sư Jean Bertin chế tạo vào những năm 1960, tàu bay số 1 và 2 là hai nguyên mẫu duy nhất còn sót lại của một hệ thống tưởng chừng như sẽ thay đổi việc di chuyển mãi mãi.
10:26:51	medium close up and GVs	Andrew Steele: Ta có thể thấy chiếc tàu bay này không hề có bánh xe. Nhìn thì có vẻ lạ, nhưng dù bánh xe là thứ cơ bản của giao thông đường bộ từ hàng ngàn năm qua, chúng lại có một khuyết điểm rất lớn. Bởi vì bánh xe cọ xát với mặt đường, tạo nên ma sát, và những chiếc tàu bay này đang cố vượt qua điều đó.
10:27:11	close up, medium close up	Andrew Steele: Các kỹ sư và nhà khoa học đã đùa giỡn với ý tưởng di chuyển không ma sát trong một thời gian. Ý tưởng ở đây là nếu ta loại bỏ lực cản ma sát thì ta có thể di chuyển nhanh hơn, hiệu quả hơn. Cách đơn giản nhất để thực hiện điều đó có lẽ là đưa vật đó lên trên một lớp đệm không khí, và đó là nguyên lý nền tảng trong cách hoạt động của thủy phi cơ. Tôi có một mẫu thủy phi cơ vô cùng đơn giản ở đây. Chỉ là một chiếc CD được gắn thêm cái cổ chai, và cái bong bóng này. Trước khi có lớp đệm không khí, chiếc đĩa CD chỉ di chuyển một khoảng cách rất ngắn trên bàn mỗi khi tôi chạm vào. Tuy

		nhiên, bây giờ tôi sẽ gắn thêm quả bong bóng này vào để xem nó có tạo thêm sự khác biệt nào trong cách di chuyển của chiếc đĩa CD không. Và đây. Bạn có thể thấy, chỉ cần chạm khẽ, chiếc đĩa CD đã có thể di chuyển một quãng đường khá xa. Như thể quả bong bóng đã áp dụng một lực, đẩy không khí trong đó xuống bên dưới chiếc đĩa, giúp chiếc đĩa CD tự do di chuyển xung quanh. Nhưng khi bong bóng bị xẹp, khối không khí biến mất, và chiếc đĩa CD lại khó di chuyển như lúc đầu.
10:28:08	close ups, GVs, medium close up	Andrew Steele: Đây là bên trong chiếc tàu bay, và đáng kinh ngạc thay, ở đây chỉ có 2 động cơ ô tô bình thường, cung cấp năng lượng cho những chiếc quạt khổng lồ thổi không khí xuống dưới để nâng đoàn tàu lên trên mặt đất, và thổi ngược không khí vào lại bên trong để giữ con tàu được thăng bằng trên đường ray. Thế có nghĩa là con tàu này không hề tiếp xúc với mặt đất, nên lực ma sát hoàn toàn bị loại bỏ. Điều này đồng nghĩa với việc năng lượng sẽ được đưa lên động cơ trên này - cánh quạt - nhiều hơn, giúp con tàu tiến về phía trước. Con tàu bay này dài tận 11 mét, nặng 2,6 tấn, vậy mà lượng không khí phun ra từ những vòi này đã có thể giữ được nó trên không trung, cách đường ray 2 đến 3 mi-li-mét.
10:28:47	archive	VO: Đến năm 1967, tàu bay đã chứng minh tiềm năng của nó, trong những chuyến bay thử, như là một loại phương tiện giao thông tốc độ cao mới chuyên chở hành khách.
10:28:57	archive	Archive: Con tàu sẽ chạy từ Orléans đến Paris, 105 ki-lô-mét chỉ trong 30 phút. <i>Sức mạnh muôn năm.</i>
10:29:04	archive, GVs	VO: Nhưng khi đến tàu bay số 2, Bertin đã dồn hết tất cả cho tốc độ. Tàu bay số 2 là một phiên bản lai tạo tương lai của máy bay chiến đấu phản lực, xe đua, tàu hỏa, và thủy phi cơ – và, dù trông nó như bước ra từ một bộ phim khoa học viễn tưởng, bản thân công nghệ này khá là cơ bản.
10:29:28	medium shot	Andrew Steele: Tôi nghĩ công tắc yêu thích của mình là cái này, nó ghi <i>marche</i> và <i>arret</i>, nghĩ là <i>khởi động</i> và <i>đi</i>, chỉ cần bật công tắc.
10:29:34	GVs	VO:

		Chính sự kết hợp hợp ý tưởng của các kỹ thuật này đã khiến tàu bay của Jean Bertin là một bước phát triển đột phá.
10:29:42	GVs medium shot	Andrew Steele: Ý tưởng của Bertin vô cùng cấp tiến, ông ấy kết hợp những nguyên lý của thủy phi cơ và máy bay chiến đấu phản lực lại với nhau. Đây là lần đầu tiên ý tưởng này thành hiện thực, và một khi kết hợp lại, nó phá vỡ kỷ lục về tốc độ trên đường ray.
10:29:53	archive	Một động cơ của máy bay phản lực đã cho lực đẩy ban đầu lên tới 298 ki-lô-mét trên giờ, một động cơ tên lửa được bổ sung vào đẩy con số này lên tới 378 ki-lô-mét trên giờ.
10:30:11	GVs	VO: Đáng tiếc thay, giấc mơ của Bertin về việc di chuyển không ma sát đã chấm dứt vào những năm 1970, khi chính phủ Pháp từ bỏ các cuộc thí nghiệm. Tuy nhiên, hệ thống tàu bay bây giờ đã có một người họ hàng quen thuộc cách nó hơn 9000 ki-lô-mét tại Trung Quốc.
10:30:52	GVs and medium shot	Yewande Akinola: Lần đầu tiên đi tàu đệm từ Maglev với vận tốc 400 ki-lô-mét trên giờ, tôi đã nghĩ <i>Lạy Chúa tôi</i> , rồi sau đó đoàn tàu thậm chí còn chạy nhanh hơn. Tôi không thể tin được vào mắt mình nữa. Đoàn tàu hiện đang chạy với tốc độ tối đa – gần như là đang bay vậy. 431 ki-lô-mét trên giờ nhưng vẫn vô cùng thoải mái ở tốc độ của một chiếc xe đua công thức 1 – Nó đang bay.
10:31:22	GVs and archive	VO: Tàu đệm từ Maglev có thể phá được kỷ lục này bởi vì nó không phải là một chiếc thủy phi cơ như tàu bay của Pháp, thay vào đó, nó bay dọc theo đường ray, được giữ nổi lên trên đường ray bởi những nam châm điện cực mạnh – một phát minh kỹ thuật thần kỳ đã từng được xem là bất khả thi nếu không nhờ sự đóng góp của một nhà sáng chế vĩ đại.
10:31:54	archive and GV	VO: Sinh năm 1791, là con trai của một người thợ rèn, tuy Michael Faraday lúc nhỏ không được học hành bài bản, nhưng ông sẽ là người tạo nên một cuộc cách mạng trên toàn thế giới. Phòng nghiên cứu đầu tiên của ông vẫn còn tồn tại ở Viện Nghiên cứu Hoàng Gia Luân Đôn, nơi nhà vật lý Andrew Steele của chúng ta đang khám phá xem bằng cách nào mà những phát kiến của

		Faraday đã làm đệm bay từ trường trở nên khả thi.
10:32:21	medium shot, close ups	Andrew Steele: Những phát kiến của Faraday đã tạo nên một cuộc cách mạng cho sự hiểu biết của chúng ta về sự tương tác giữa điện và từ. Và sự hiểu biết này đã cho phép chúng ta tạo nên nam châm điện. Một nam châm điện được tạo nên từ một cuộn dây. Bạn sẽ phải cắm đoạn cuối của cuộn dây vào nguồn điện, và cuối cùng để phóng đại hiệu ứng từ, bạn thường phải đặt thêm một lõi kim loại, như sắt, vào chính giữa cuộn dây Kết nối vào nguồn điện nào. Và để chứng minh với các bạn rằng đây là một nam châm, bạn có thể thấy, chỉ với những thiết bị đơn giản như thế này, chúng ta có thể khiến cho một mẫu kim loại bị hút vào nó. Một thực tế quan trọng khác về nam châm điện, đó là nếu bạn muốn bay lên, chúng ta có thể thay đổi độ mạnh yếu của nam châm. Điều này rất dễ dàng, chỉ cần thay đổi dòng điện đang chạy qua nam châm. Nếu tôi hạ dòng điện xuống thì lực hút sẽ yếu đi, và nếu tăng dòng điện lên, lực hút sẽ mạnh lên lại.
10:33:15	GVs	VO: Chúng ta không những có thể điều chỉnh độ mạnh yếu của nam châm điện, thậm chí là bật tắt nó tùy ý, mà còn có thể khiến nó mạnh hơn cả từ trường của Trái đất.
10:33:23	medium shots	Andrew Steele: Nếu bạn muốn giữ cho cả một đoàn tàu lơ lửng thì bạn sẽ phải cần một nam châm điện khá mạnh, mà thực ra bản thân nam châm điện vốn đã khá mạnh rồi – chỉ cục nam châm nhỏ này đã đủ để treo cả người tôi lơ lửng. Mà thật ra cục nam châm này chỉ cần rất ít điện. Điện đang chạy trong nó lúc này có khi còn nhẹ hơn điện chạy trong máy sấy tóc hay ấm đun nước ở nhà bạn nữa cơ. Giờ chúng ta đang có một dòng điện chạy qua cục nam châm điện này. Nếu chúng ta nối nó với mảnh kim loại phía sau lưng tôi, hy vọng nó sẽ đủ mạnh để giữ cả người tôi lơ lửng trên sàn nhà. Đây bạn xem.
10:34:12	archive	VO:

		Trên tàu đệm từ Thượng Hải Maglev, các cụm nam châm điện cực mạnh được lắp đặt thành từng nhóm bên dưới khoang hành khách.
	GFX and GVs	VO: Nam châm điều hướng giữ cho đoàn tàu được thẳng bằng, và nam châm hỗ trợ sẽ hút các nhóm nam châm điện vào bên dưới đường ray, nhắc đoàn tàu bay lên. Thế là toàn bộ trọng lượng của đoàn tàu sẽ bay lơ lửng 10 mi-li-mét bên dưới đường ray. Việc này không chỉ giúp đoàn tàu di chuyển siêu nhanh dưới điều kiện không có ma sát mà còn giảm hư hỏng hao mòn.
10:34:49	medium shot and GVs	Yewande Akinola: Bởi vì đoàn tàu và đường ray không hề tiếp xúc với nhau, không hề có ma sát, nên tuổi thọ của con tàu có thể lên đến 50 năm mà chỉ cần duy trì mức bảo dưỡng tối thiểu.
10:35:09	archive and GVs	VO: Nhưng để tạo nên một con tàu phù hợp với tương lai, các nhà thiết kế vẫn phải học tập thêm từ một trong những nhà phát minh vĩ đại nhất lịch sử, để tạo nên thêm một cỗ máy kỹ thuật bất khả thi.
10:35:44	GVs and archive and GFX	VO: Di chuyển với vận tốc đáng kinh ngạc: 431 ki-lô-mét trên giờ trong khi trôi nổi trên đệm từ trường, tàu đệm từ Thượng Hải Maglev mà con tàu đệm từ duy nhất trên thế giới thuộc loại vận hành thương mại. Nhưng để tạo nên kỳ quan trong thế giới kỹ thuật hiện đại này, các nhà phát triển người Đức của con tàu đã phải vượt qua một vài trở ngại về kỹ thuật tưởng chừng như bất khả thi. Bao gồm việc tạo ra một hệ thống đẩy phù hợp với ngôi nhà trong tương lai của nó.
10:36:17	GVs, archive and medium shot	Yewande Akinola: Trung Quốc, cũng như các nền công nghiệp hiện đại khác, cũng đang lo lắng về hạn ngạch xả khí thải. Nếu sự phát triển này tiếp tục, nhu cầu về dầu cũng sẽ tăng lên. Nhưng nguồn cung dầu trong nước của Trung Quốc khá hạn chế, và với các vấn đề tắc nghẽn khí đốt hiện nay, các sáng kiến giao thông xanh sạch là vô cùng cần thiết nếu không muốn thành phố này bị ngạt thở.
10:36:44	GVs, archive and GFX	VO:

		Giải pháp này sẽ bị xem là bất khả thi nếu không nhờ vào một trong những nhà phát minh vĩ đại nhất lịch sử. Vào cuối những năm 40 của thế kỷ 20, những thí nghiệm của một kỹ sư người Anh đã đem lại cho ông danh hiệu <i>Cha đẻ của tàu đệm từ</i>. Thiên tài về điện, Eric Laithwaite, đã phát triển động cơ điện tuyến tính đầu tiên, tạo ra hiệu ứng mà sau này ông gọi nó là <i>dòng sông từ tính</i>. Động cơ tuyến tính về cơ bản là lấy một cuộn động cơ điện truyền thống và tháo rời nó ra. Thay vì quay một cuộn rô-tơ, thì phần lõi, ở đây là <i>stato</i>, sẽ tạo thành một mặt phẳng, dẫn hướng cho vật di chuyển dọc theo chiều dài của nó. Các thí nghiệm của Laithwaite đã cung cấp chìa khóa, mở ra tiềm năng của tàu đệm từ. Các kỹ sư công trình người Đức của tàu đệm từ Thượng Hải Maglev đã xây dựng một loạt các khối stato làm thành phần chính của động cơ tuyến tính, hoạt động như một hệ thống đẩy cho đoàn tàu. Sau khi lắp đặt, hệ thống này đã được thử nghiệm tại Đức, và việc kết hợp thêm với các nam châm điều hướng và hỗ trợ đã cho phép toàn bộ hệ thống độc đáo này bay lên. Được chuyển đến Thượng Hải, đoàn tàu đệm từ Maglev này đã có thể di chuyển với tốc độ lên đến 400 ki-lô-mét trên giờ mà không hề cần đến động cơ trên tàu.
10:39:05	long shot, GVs, medium shot	Yewande Akinola: Một động cơ tuyến tính được gắn vào vào toàn bộ đường ray, xuyên suốt chiều dài 30 ki-lô-mét. Nhưng bạn đừng nghĩ rằng lúc nào hệ thống này cũng được nạp điện! Điều tuyệt vời hơn nữa ở hệ thống này đó là chỉ có phần đường ray cung cấp chuyển động cho đoàn tàu là được nạp điện bất kỳ lúc nào. Khi đoàn tàu rời bến, đoạn đường ray dài 30 ki-lô-mét trước mặt không hoạt động, và chỉ phần đường ray ngay phía trước đoàn tàu là vận hành thôi. Ngay khi đoàn tàu băng qua phần đường ray ngắn đó, nó sẽ lại tự động tắt đi, và phần đường ray ngắn tiếp theo sẽ lại đảm nhận công việc đẩy đoàn tàu tiến về phía trước. Và cứ như thế, tiếp tục cho đến khi đoàn tàu đi đến điểm dừng chân.
10:40:04	GFX	VO:

		Việc có một đoàn tàu bay lên di chuyển với tốc độ cao như vậy lại đặt ra thêm vài thách thức kỹ thuật độc đáo.
10:40:12	GVs and medium shot	Yewande Akinola: Có cả một khoang hành khách lao vun vút với tốc độ hơn 430 ki-lô-mét trên giờ, nên việc kiểm soát các dao động trong từ trường và duy trì một khoảng cách đồng đều giữ thân tàu và đường ray là vô cùng quan trọng, mặc cho có bao nhiêu hành khách trên tàu hay có biến chuyển gì trong tải trọng mà đoàn tàu mang theo.
10:40:37	GVs	VO: Thân tàu chỉ cách đường ray một khoảng hẹp 10 mi-li-mét, nên bất kỳ sai phạm nào cũng có thể làm đoàn tàu va vào đường ray. Giải pháp ở đây, như nhà vật lý Andrew Steele đang đưa ra, là dựa vào các cảm biến liên tục điều chỉnh dòng điện trong nam châm điện.
10:41:02	close up and medium shot	Andrew Steele: Bạn có thể thấy ở đây là một nam châm vĩnh cửu đang được treo lơ lửng dưới nam châm điện. Mỗi khi nam châm vĩnh cửu di chuyển hơi gần đến nam châm điện, bộ cảm biến nhỏ phía bên dưới này sẽ phát hiện ra ngay. Nó sẽ gửi một tin nhắn đến các thiết bị điện tử này, ra lệnh cho nam châm điện yếu đi một chút, làm dòng điện yếu bớt đi, và trái banh này sẽ rơi xuống một chút. Rồi máy cảm biến lại phát hiện ra và lại tăng lực hút của nam châm điện lên, kéo trái banh lên trên lại. Vì vậy, một điều phức tạp của hệ thống này đó là hệ thống phản hồi của bạn luôn phải hoạt động, và nó phải phản ứng cực nhanh. Bạn có thể thấy ở đây trái banh này đang xoay và hơi chao đảo một tí, thí nghiệm nhỏ thế này thì không sao nhưng nếu là cả một đoàn tàu đang chạy dọc theo đường ray với tốc độ lên đến hàng trăm ki-lô-mét trên giờ, thì bạn sẽ phải cần một hệ thống phản hồi vô cùng nhạy và chính xác.
10:41:50	GVs, GFX	VO: Tàu đệm từ Thượng Hải Maglev đã đưa khái niệm đơn giản này lên một cấp độ hoàn toàn mới. Có đến 128 bộ cảm biến ở mỗi bộ phận của tàu đệm từ. Cứ mỗi giây, chúng phản hồi khoảng cách giữa các nam châm từ thân tàu đến đường ray hàng ngàn lần, điều này cho phép những cỗ

		máy tính mạnh mẽ liên tục điều chỉnh dòng điện trong các nam châm điện với độ chính xác hiển vi.
10:42:18	GVs and medium shot	Yewande Akinola: Đây là đường ray, và con tàu nổi lên đúng 1 xen-ti-mét trên đường ray. Một sự chính xác phi thường. Đó là nhờ hệ thống máy tính đã luôn đảm bảo cho con tàu nổi lên đúng 1 xen-ti-mét trên bề mặt đường ray.
10:42:37	GVs	VO: Hệ thống máy tính tiên tiến cũng điều chỉnh hoạt động của toàn bộ dịch vụ, nghĩa là mỗi hành trình được dự đoán đến từng giây.
10:42:47	medium shot	Yewande Akinola: Đây chính là tham vọng của tàu đệm từ Maglev. Với hệ thống máy tính này, nó hoàn toàn có thể đạt được tham vọng đó và cung cấp dịch vụ vô cùng chuẩn xác.
10:43:08	archive and GV	VO: Sau hàng thập kỷ lên kế hoạch, thiết kế và thử nghiệm, cuối cùng chúng ta đã tạo ra được con tàu đệm từ vận hành thương mại duy nhất trên thế giới, Maglev. Một khái niệm độc đáo, xóa bỏ đi những cuốn sách về điều lệ dành cho dòng tàu hỏa truyền thống và khiến những chuyến du hành tốc độ cao không người lái trở thành sự thật.
10:43:33	GVs and medium shot	Yewande Akinola: Một hệ thống như tàu đệm từ đã chỉ ra rằng tương lai của giao thông vận tải trong thế giới chúng ta có thể đạt được những điều đáng kinh ngạc. Điều này còn cho phép chúng ta di chuyển con người từ điểm A đến điểm B chỉ trong một thời gian ngắn. Thật đáng kinh ngạc.
10:43:50	GVs, archive	VO: Bằng cách học tập từ những phát minh trong quá khứ, thích nghi, cải tiến, và tạo ra những bước đột phá của riêng mình, các nhà thiết kế và kỹ sư của tàu đệm từ Maglev đã hiện thực hóa giấc mơ của họ về một con tàu siêu tốc có thể bay mà không cần cánh. Họ đã thành công trong việc biến điều tưởng chừng như bất khả thi... thành có thể.
10:44:19	GVs, archive and medium shot	Yewande Akinola: Thật khó tin rằng lại có một con tàu có thể chạy với vận tốc lên đến hơn 400 ki-lô-mét trên giờ. Đây là viễn cảnh của tương lai, vậy mà nó lại ở ngay đây, ngay lúc này.