

Vẫn còn vài vấn đề nữa cần giải quyết trước khi chúng ta kết thúc nghiên cứu đĩa lắc. Đầu tiên, làm thế nào để gắn sao quay P vào đầu chong chóng. Chúng ta sẽ sử dụng cần đẩy mỏng manh sao ?



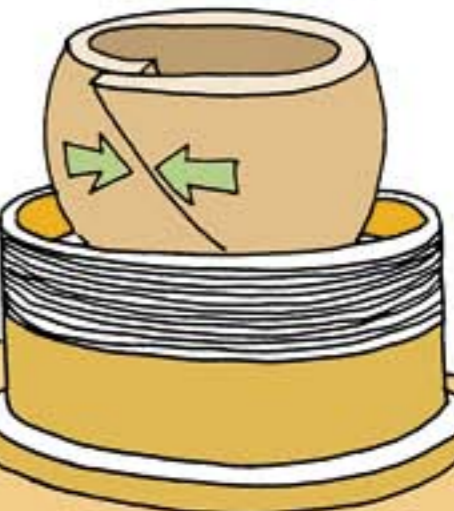
Không, chúng ta sẽ sử dụng kéo. Và chúng ta sẽ sử dụng cùng loại hệ thống giữa bản quay B và cấu trúc trục thẳng.



Vấn đề thứ hai : Làm thế nào để đặt khớp cầu vào ổ trên bản B ?

Cái trụ là một vòng teflon bị cắt rời, tự bôi trơn, mặt trong hình trụ, mặt ngoài hình cầu.

Bằng cách làm biến dạng nó như hình vẽ, nó có thể được trượt vào trong ống bao trục cánh quạt.



Bản không quay B

Đầu chong chóng

Kéo

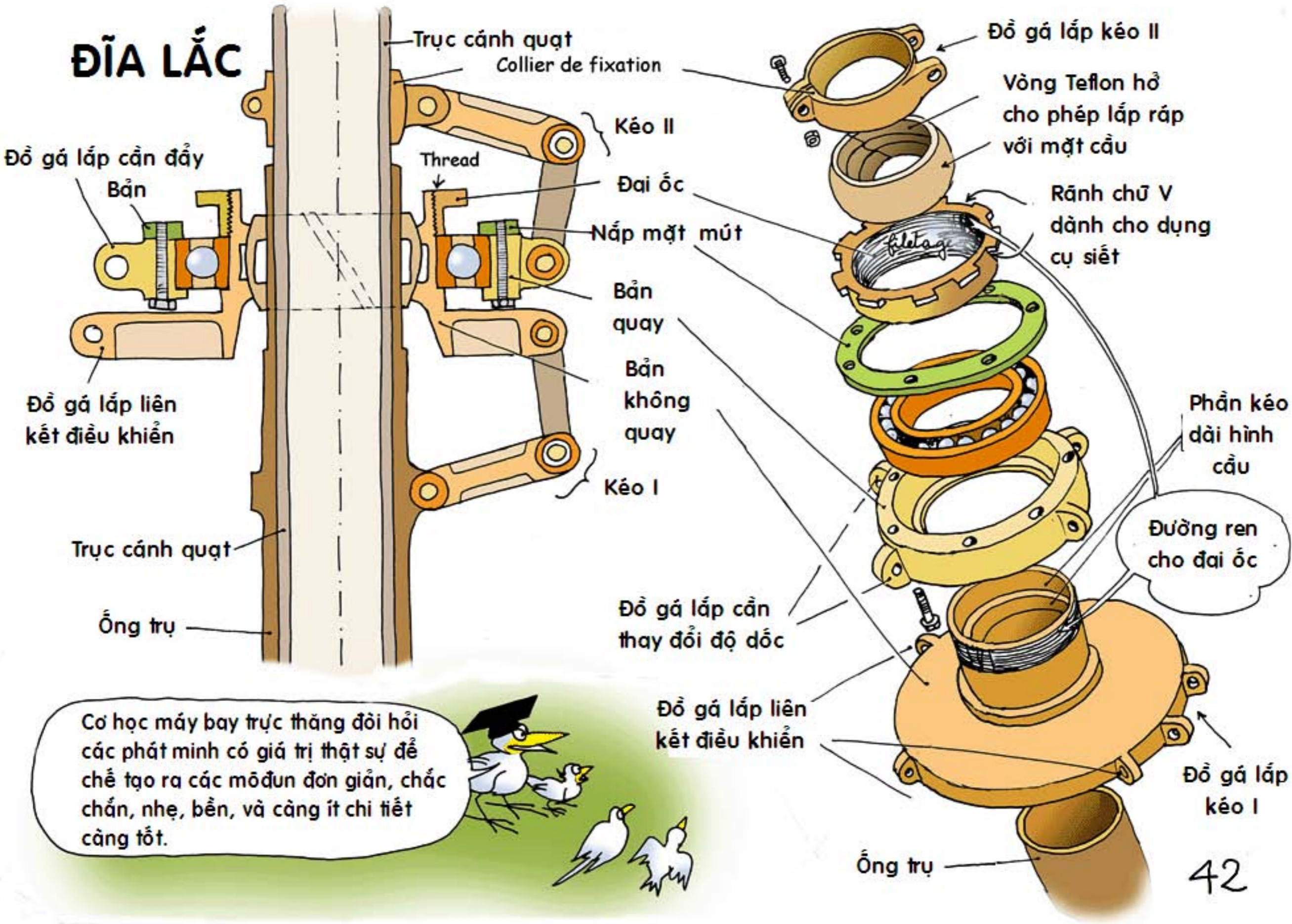
Cần thay đổi độ dốc

Bản quay P

Liên kết ổ bi

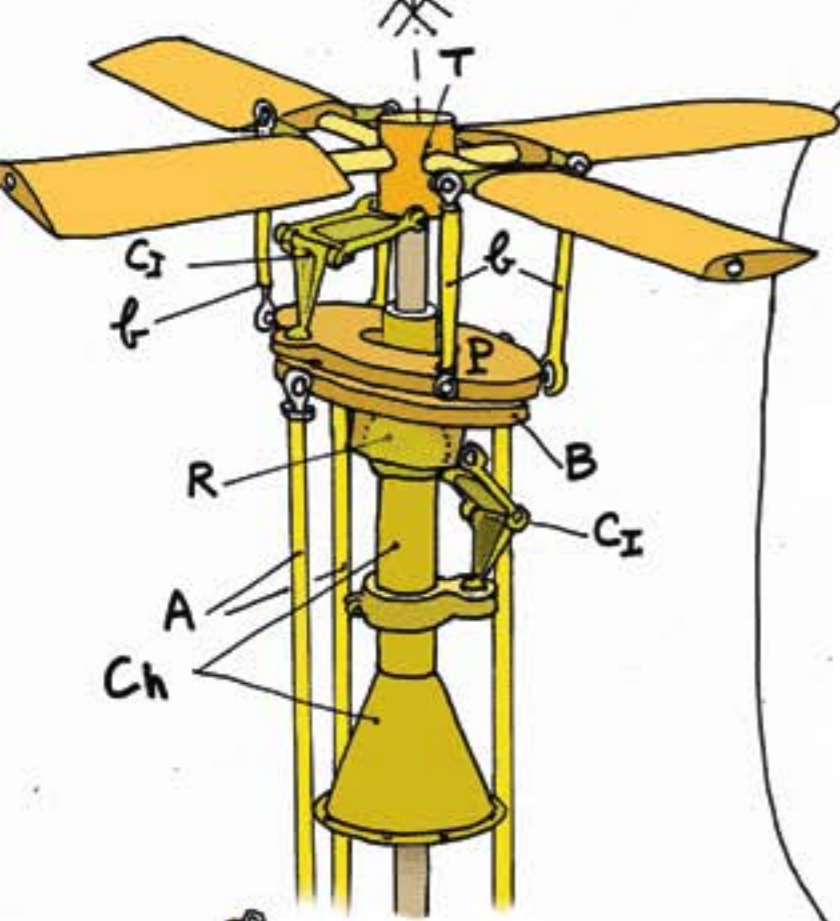
tổng hợp ở trang sau →

ĐĨA LẮC

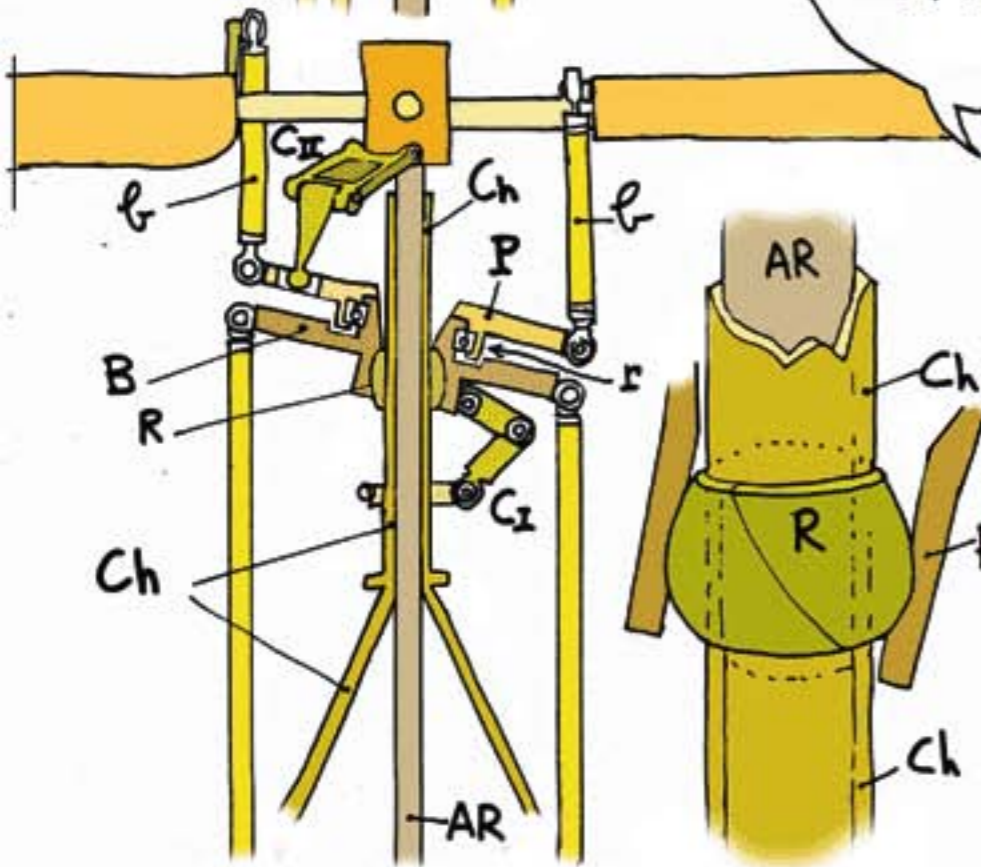


Cơ học máy bay trực thăng đòi hỏi các phát minh có giá trị thật sự để chế tạo ra các môđun đơn giản, chắc chắn, nhẹ, bền, và càng ít chi tiết càng tốt.





Chúng ta hãy trở lại với sơ đồ mô tả rõ ràng hơn. Cơ cấu đòn bẩy điều khiển A gồm có ba thanh được sử dụng để nâng, hạ và nghiêng bản không quay B theo mọi hướng và được dẫn đường bằng ổ bi R. Ổ bi R trượt tự do trên ống Ch. Ống Ch được gắn chắc chắn vào cấu trúc của trục thẳng. Kéo thứ nhất C1 được gắn cố định trên ống Ch chống lại tất cả các chuyển động quay bởi bản B tương quan với cấu trúc trục thẳng (ống Ch). Đĩa lắc quay P được nối với bản không quay B bằng ổ bi R. Tư thế của bản B do viên phi công thiết lập thông qua cần điều khiển A. Bản P truyền trật tự của các cánh chong chóng thông qua cơ cấu đòn bẩy b. Kéo thứ hai CII khóa đầu chong chóng T và đĩa lắc quay P lại với nhau, nếu không cần thay đổi độ dốc b sẽ phải hoàn thành vai trò này và sẽ gãy vỡ ngay tức thì.

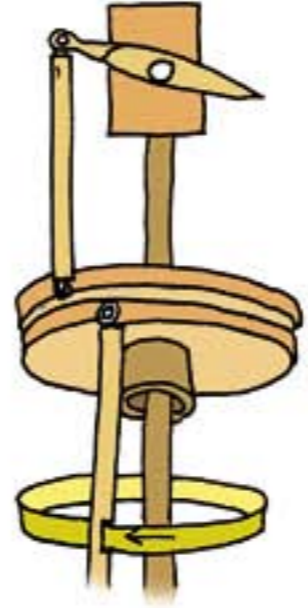
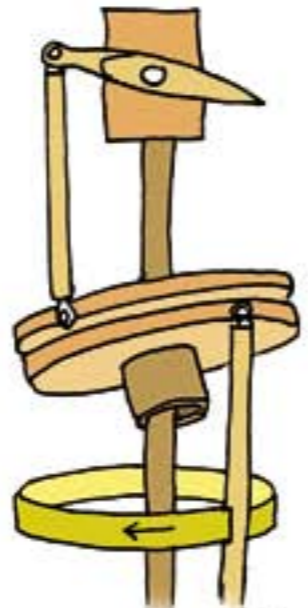
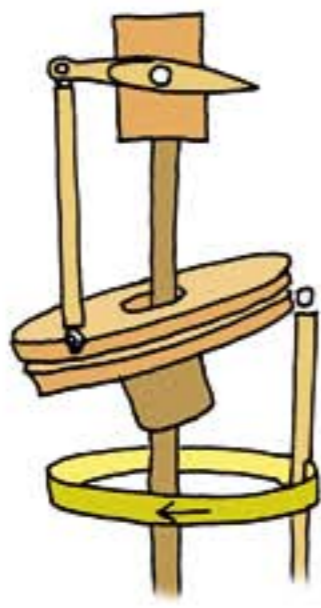


Bây giờ chúng ta phải tưởng tượng cơ cấu điều khiển bay mà cho phép di chuyển ba thanh đứng.

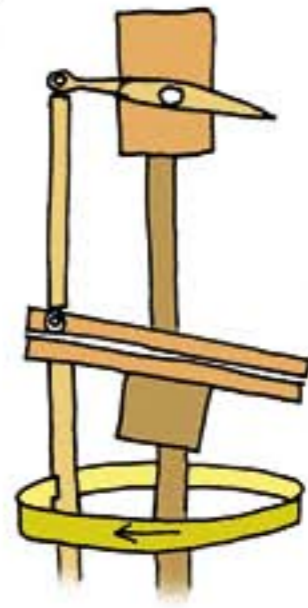


Và công việc sẽ được thực hiện.

Góc tối thiểu

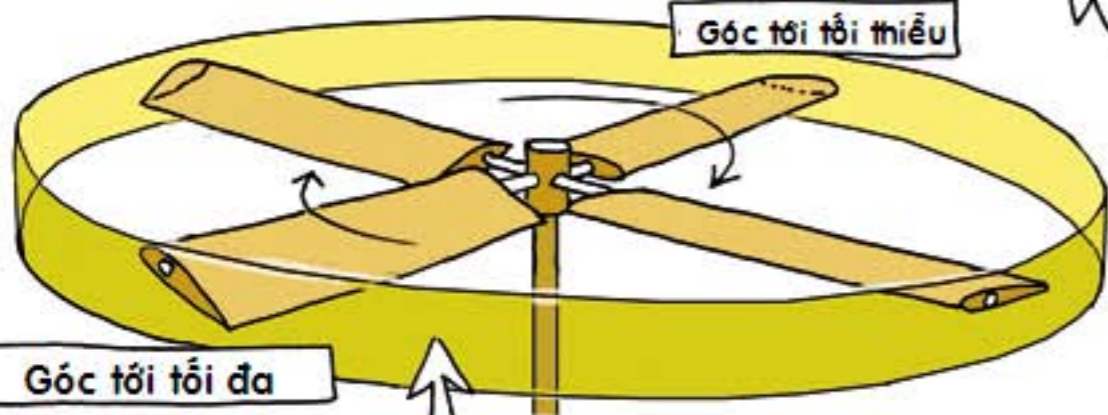


Góc tối đa



... bên dưới, chuyển động biểu kiến của một trong các cơ cấu đòn bẩy điều khiển

Góc tối thiểu

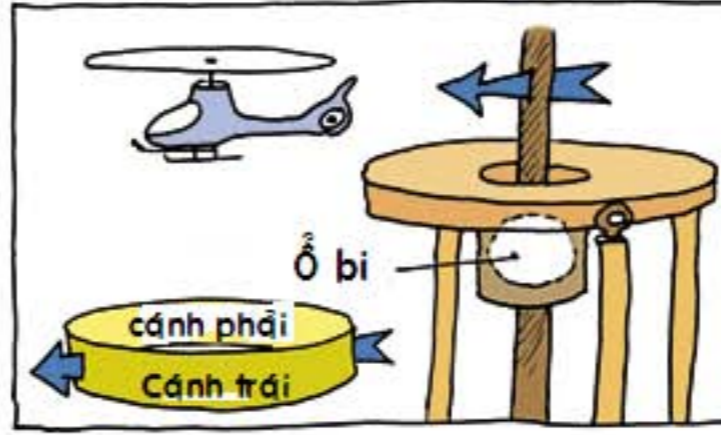


Góc tối đa

Ở hình trên, chúng ta theo dõi chuyển động của một cánh. Góc tối của nó thay đổi theo chu kỳ giữa giá trị tối thiểu và giá trị tối đa.

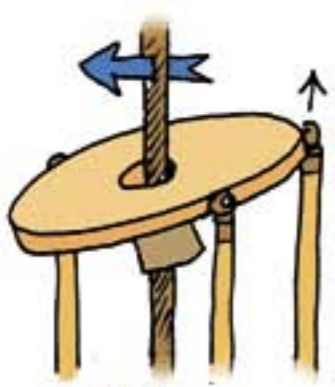
Sau đây các cánh chong chóng chiếm bốn vị trí khác nhau trong mặt phẳng quay.

Bay trực thăng bằng cách tăng góc đặt cánh quạt



Mũi tên chỉ về phía trước của máy bay.

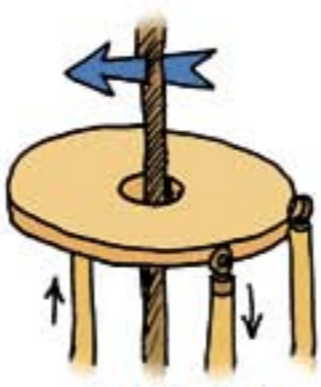
Ba cần đẩy đủ để điều khiển tư thế của bản không xoay.



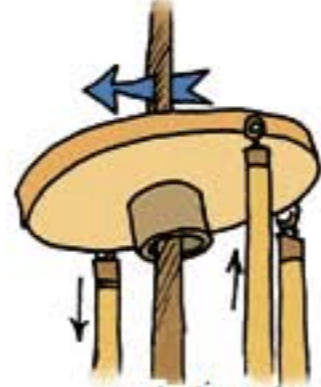
Phần sau



Phần trước

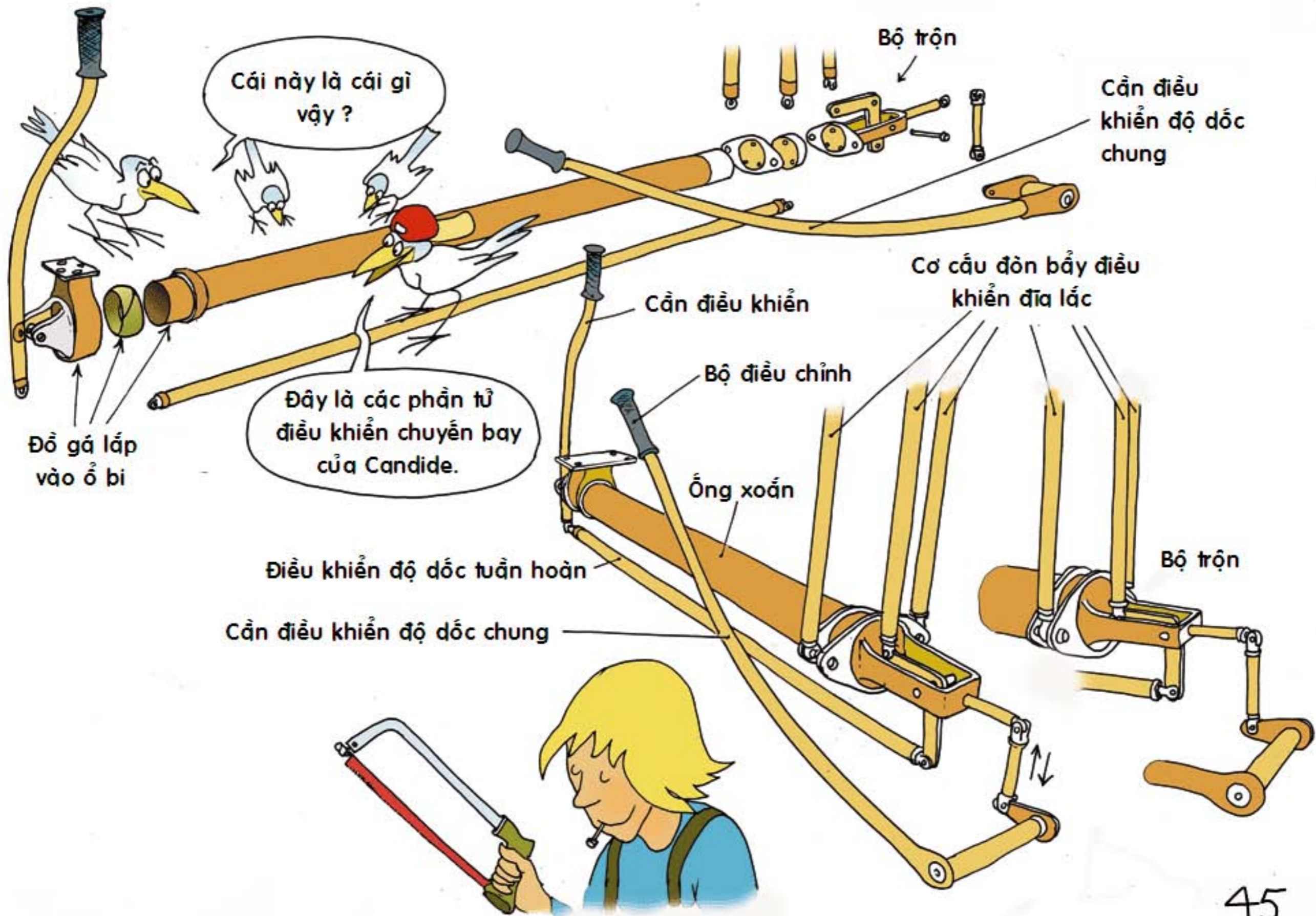


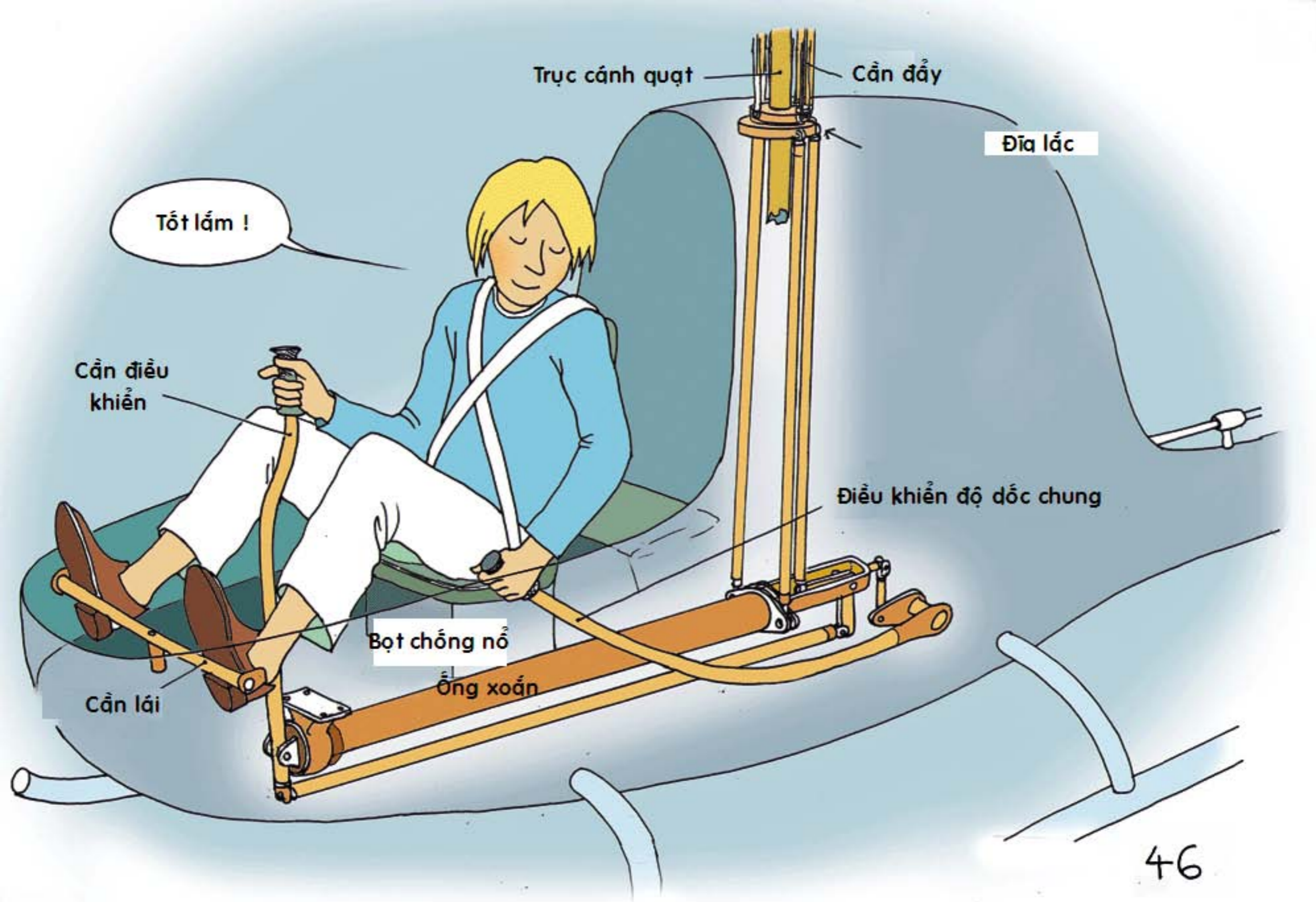
Cánh phải



Cánh trái







Lần này mọi việc đã sẵn sàng, thưa Thầy Pangloss. Con đi cứu Cunegonde đây.



Đi thôi !



PATAKLONK
PATAKLONK
PATAKLONK



Thầy ơi, kinh khủng quá. Có quá nhiều rung động, con sợ là máy bay của con sẽ bị vỡ thành hàng ngàn mảnh.



Nhưng đó không phải là điều tồi tệ nhất ...



Rồi sao nữa, Candide đáng yêu của tôi ?

Con nghĩ là con đã áp dụng vào thực tế những điều hay nhất của cơ học lưu chất hiện có



Và Thầy có biết chuyện gì không ? Khi con đẩy cần điều khiển về phía trước ...







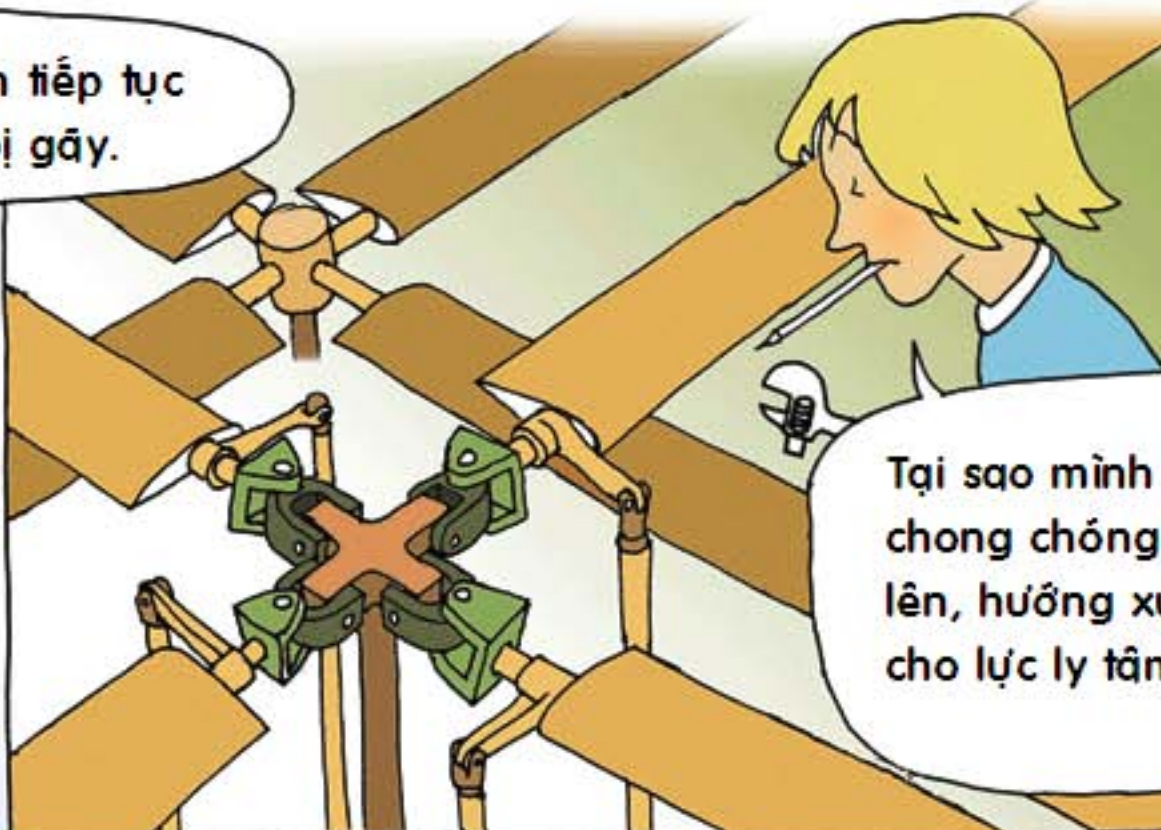
Con cảm thấy máy bay bắt đầu rung lên khi con thay đổi độ dốc tuần hoàn. Y như thể có một bàn tay vô hình giữ chặt lấy phần lõi của cánh quạt.



Đối với hai cánh chong chóng hoàn toàn đối nhau, nếu độ dốc của một cánh được tăng lên và độ dốc của cánh kia được giảm xuống, lực khí động sẽ khác nhau về cường độ lẫn hướng. Điều đó lý giải rung động lắc.




Con cảm thấy nếu con tiếp tục thì cánh quạt có thể bị gãy.



Tại sao mình không chế tạo các cánh chong chóng có thể vui đùa tự do, hướng lên, hướng xuống, ra trước và về sau, để cho lực ly tâm giữ chặt nó.

Nó hoạt động được rồi, Thầy Pangloss. Nó hoạt động được rồi ! Máy bay vẫn còn lắc nhưng chấp nhận được. Nhưng con vẫn chưa hiểu được đáp ứng của cần điều khiển. Đẩy cần điều khiển về trước, máy bay di chuyển sang phải. Đẩy cần điều khiển sang phải, nó lồng lên và bay ngược lại. Đẩy cần điều khiển sang trái, nó chúi mũi xuống và bay về trước. Đẩy cần điều khiển ra sau và nó bay sang trái.



Điều đó có nghĩa là máy bay đang vâng lệnh con đấy nhưng thực hiện bay ở ... 90 độ.

Thật khó hiểu nhưng đúng là như vậy.

Giải pháp rất đơn giản. Hãy sửa đổi các điều kiện.


Con không thể ngồi trên một cái máy mà hành vi của nó khó hiểu quá Thầy ạ.

Candide này, có nhiều điều quen thuộc với chúng ta nhưng tính chất của chúng thì chúng ta không biết. Hãy xem : Mặt trời quay xung quanh Trái đất nhưng chúng ta không biết tại sao. Chúng ta chưa hiểu tình trạng rỗng không làm cho thủy ngân dâng lên trong áp kế. Nguyên nhân đầy đủ đối với năng lượng đen mà gây nên sự gia tốc trở lại của vũ trụ của chúng ta vẫn chưa được biết. Vì lý do đó, chúng ta có nên tránh đo đạc tất cả các hiện tượng mà thiên nhiên ban tặng cho chúng ta ?

Và tình yêu, những cảm xúc âu yếm mà con dành cho Cunegonde ?

Nếu cơ học chiếc máy bay này là tốt nhất, vậy thì những yếu tố khác là gì

SỰ DỊCH CHUYỂN THEO CHU KỲ



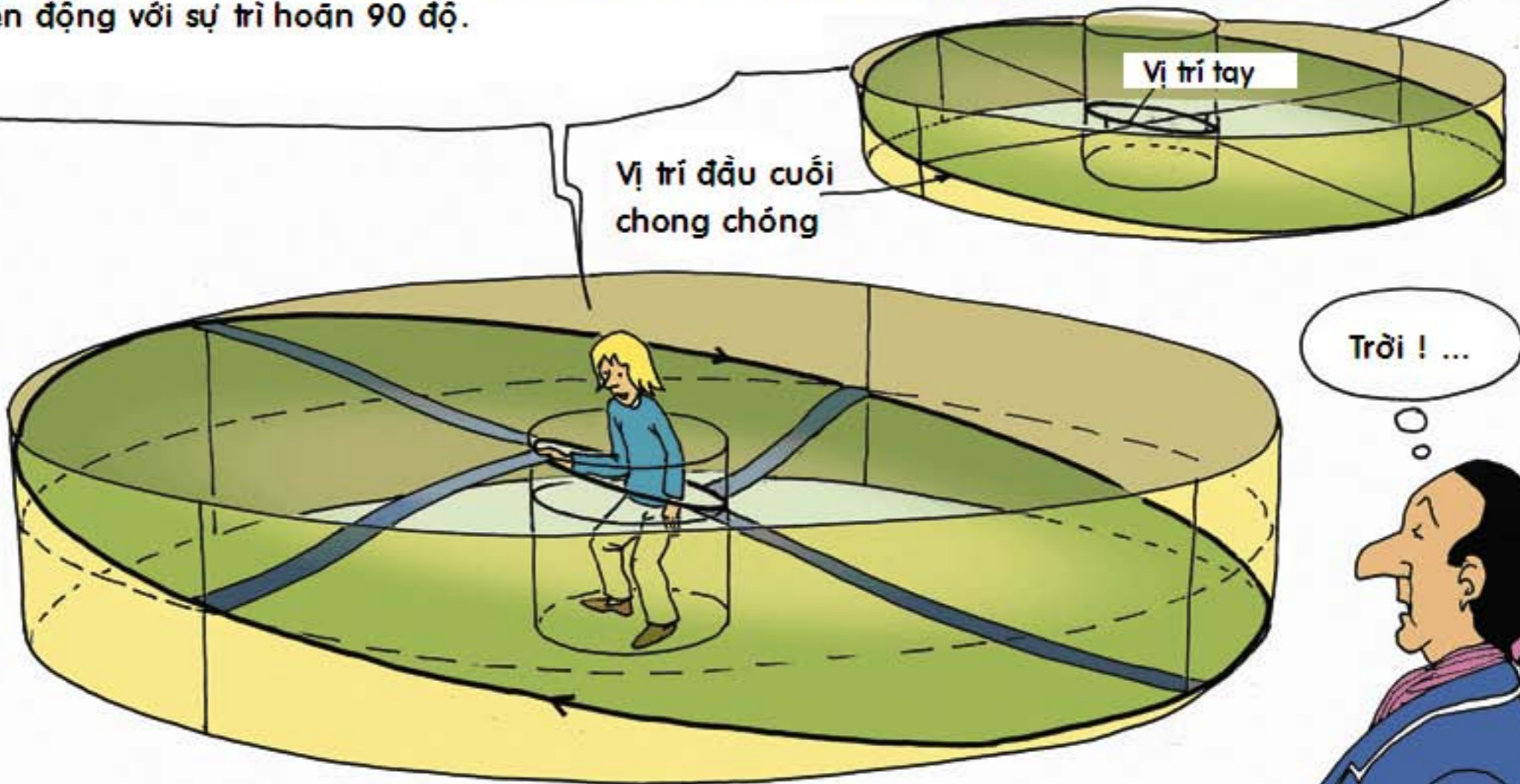
Cậu đã nhận thức được cơ học của trực thăng phức tạp hơn cơ học của máy bay rất nhiều.

Tất cả ngành khoa học này, tất cả các kỹ thuật này kết thúc bằng một hiện tượng ngớ ngẩn mà tổ không hiểu nổi.

Tổ đang bối rối.

Không có nguyên nhân thì không có kết quả. Tổ phải khám phá ra nguyên nhân cụ thể của chuyện này.

Thầy Pangloss, con nghĩ con đã hiểu vấn đề. Khi con di chuyển cánh chong chóng xuống dưới trong khi tự mình quay tròn và sắp xếp sao cho chu kỳ dao động mà con áp đặt lên chong chóng bằng với chu kỳ quay, bởi vì sự kết hợp giữa quán tính và tính đàn hồi của nó, nó đi theo chuyển động với sự trì hoãn 90 độ.



Trời ! ...



Trong thuật ngữ khoa học, đó là cách hoạt động của hệ bậc 2



Thầy phải thừa nhận rằng cái này nằm ngoài tầm hiểu biết của thầy.

Thầy sẽ hiểu nhờ vào dụng cụ này mà chúng ta gọi là dụng cụ đàn hồi.

Đừng bận tâm tìm kiếm một ứng dụng thực tiễn của dụng cụ này; chức năng của nó là để giải thích cách hoạt động khác thường của các chong chóng trực thăng.

Tổ nghi chúng ta đã ở trong môn cơ học lưu chất.

Để con giải thích : Nếu con dời khối M khỏi vị trí cân bằng của nó, nó sẽ dao động với chu kỳ nào đó mà chúng ta gọi là chu kỳ riêng đối với hệ thống.

Nếu chúng ta tạo ra dao động bằng cách lắc nó từ đỉnh đến đáy với chu kỳ T, quả M sẽ đáp ứng theo "đồng bộ ngược".

Vậy cơ học lưu chất có ý nghĩa như thế nào ở đây ?

Tớ chắc chắn cậu là một tay
bơi rất tồi.



Thôi bỏ đi. Chúng ta không muốn
bắt đầu gây gỗ với con cánh cụt
này. Cuốn sách đã đủ phức tạp rồi.

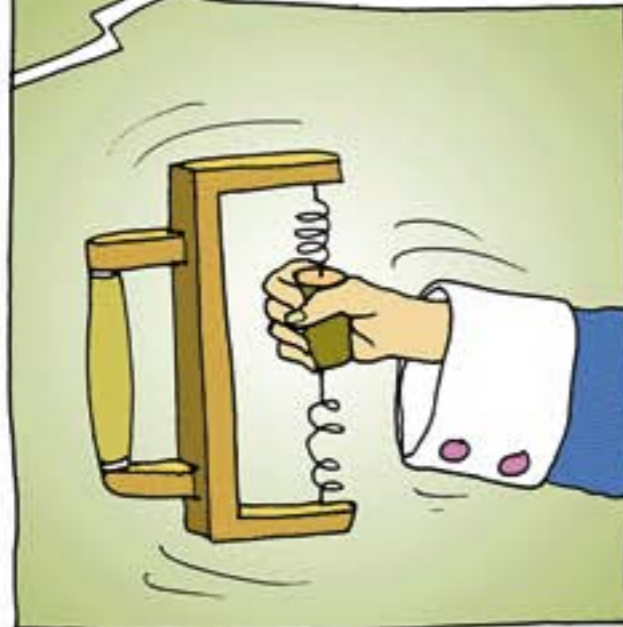
Hệ cũng sẽ đáp ứng theo ...
chiều ngược lại

Nắm lấy con lắc đàn hồi, không phải khối lượng quả
lắc và lắc nó theo chế độ cộng hưởng chu kỳ T



OK, tôi tóm lấy nó và
lắc theo chế độ cộng
hưởng của nó

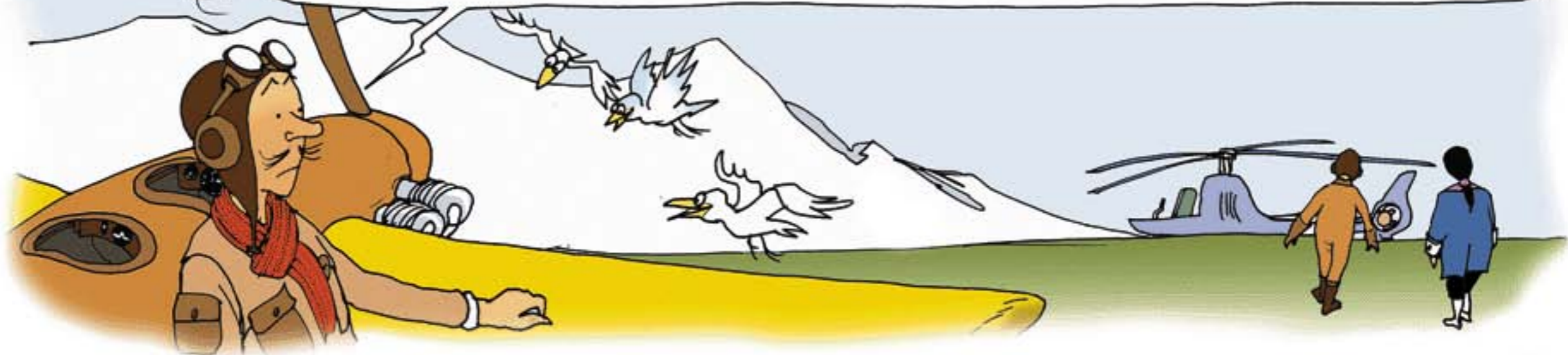
Giờ ta thử đảo cái trục thẳng lại. Trước tiên, tôi
sẽ lắc cái cánh cùng pha với chuyển động quay
của chính tôi. Khi bay, chính những cái cánh sẽ
"lắc" cái máy. Chính vì thế mỗi cái cánh cần phải
có một khớp nối lỏng thông.



Hm ... tôi biết



Tôi có phải trả lời các vấn đề bằng các hệ lệnh thứ hai không ?



(*) Do các sự cố đã gặp trong suốt quá trình thử nghiệm máy bay trục thăng của mình, Spaniard de la Cierva phải nhanh chóng đưa ra một hệ thống "các chong chóng có bản lề cộng với các bộ hấp thụ chấn động" nếu không cánh quạt của ông ta sẽ bị gãy.

Không biết Candide đang làm gì. Lâu rồi ta không nghe tin tức gì của hắn cả. Tôi lo lắng.

Ông lo là hắn có thể phát minh ra cái gì khác à ?

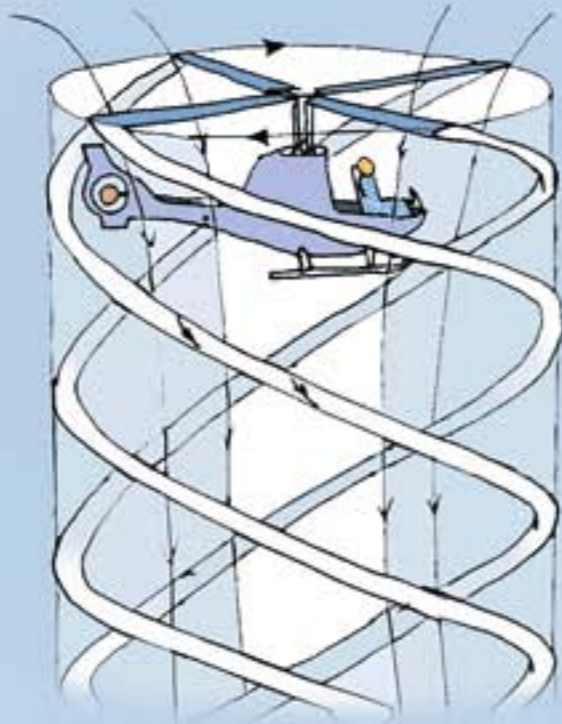
Thằng bé đó không bao giờ thiếu ý tưởng lật đổ.

Nhưng tôi thừa nhận hắn là một kỹ sư giỏi.

Nhưng tôi không thích ý tưởng ... du hành giữa các vì sao của hắn chút nào.

Trong bất kỳ trường hợp nào, tôi sẽ không để cho con gái của mình cưới một kẻ tiện dân ngay cả khi hắn là bậc thầy về khoa học.

THỜI KỲ CHUYỂN TIẾP



Các cánh chong chóng của trục thẳng là những đôi cánh rất thon dài để lại gió xoáy đầu cánh trong làn rẽ của chúng.



Sự hỗn loạn vô ích này tiêu biểu cho một phần năng lượng.



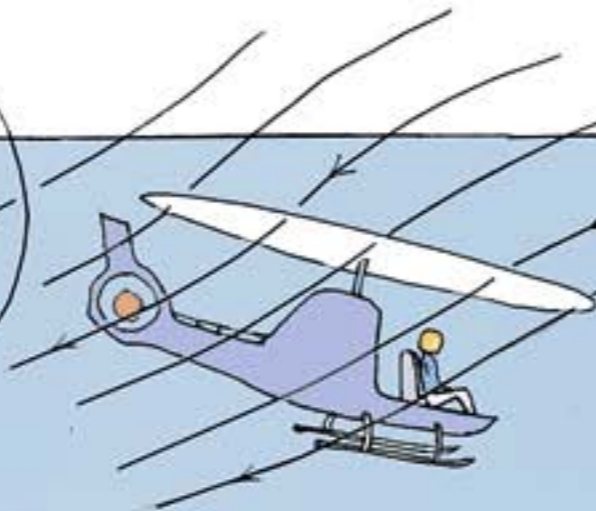
Các gió xoáy này được tạo ra ở đầu cánh làm cho hơi nước ngưng tụ (vết kéo hơi nước ngưng tụ) ở độ cao cao.

Khi trục thẳng đi vào thời kỳ chuyển tiếp, vận tốc dòng chảy được thay đổi hoàn toàn. Gió xoáy mất đi ý nghĩa của nó, và vì lẽ đó mà trục thẳng có thể duy trì lực nâng bằng một năng lượng nhỏ đi.

Ban quản lý



Con chim trong sự hỗn loạn mạnh của trục thẳng đứng yên



Con chim trong sự tịnh tiến

Tô phải thừa nhận tớ không hiểu sự
tịnh tiến này chút nào.



Đơn giản thôi. Xem nó
cất cánh như thế nào.

Để đứng yên một chỗ, nó
tiêu tốn năng lượng để tạo
ra sự chảy rối.



Trong sự tịnh tiến, không khí đi xuyên qua giữa bộ lông của
nó với ít chảy rối hơn. Không khí vẫn bị đẩy xuống dưới nhưng
sử dụng ít năng lượng hơn.

Và trong sự tịnh tiến ngược lại ?



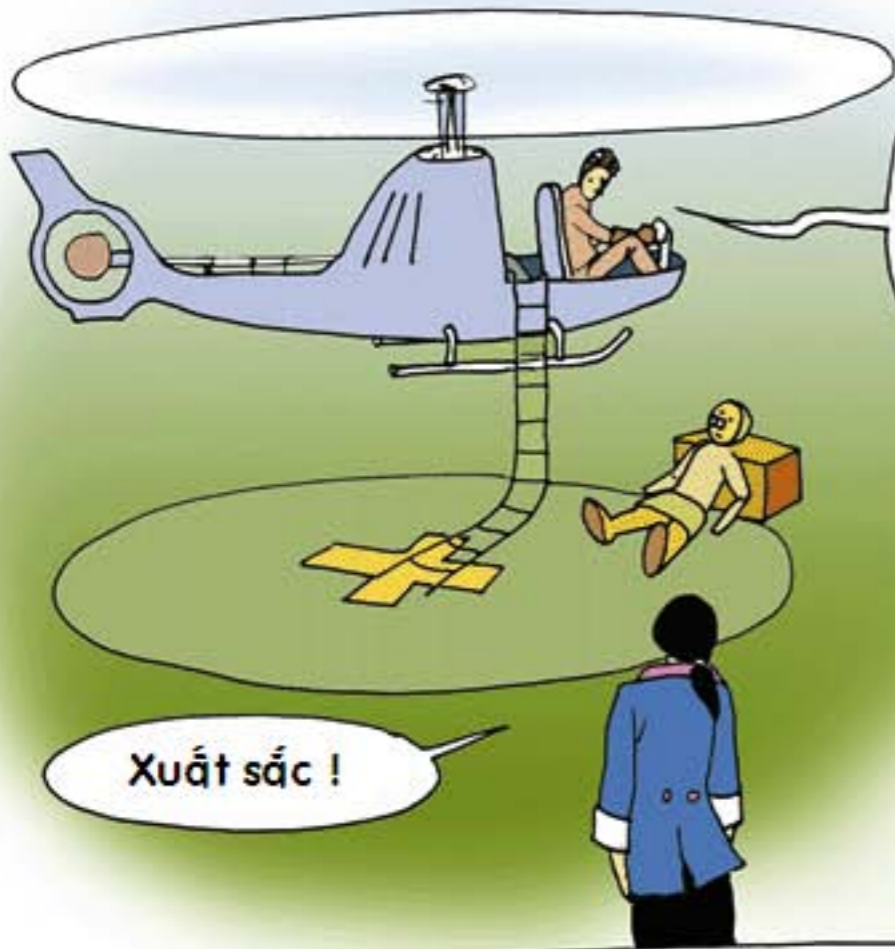
Không khó. Nhìn xuống đó xem, có một thứ hấp dẫn, một con cá kia.



Cậu chồm lên để giảm tốc độ và giữ cố định mình trong không trung.



Và ở đó cậu trở lại chế độ bay tại chỗ bằng cách tạo ra sự chảy rối mạnh, do đó sử dụng ít năng lượng hơn.



Thầy Pangloss, bây giờ con đã hoàn toàn sẵn sàng. Cái máy này cực kỳ ổn định và dễ điều khiển. Ngay khi Cunegonde bước vào, con sẽ cất cánh ngay để tụi con có thể thoát nhanh ra khỏi tầm bắn của các cung thủ của ngài Nam tước.



Con chỉ cần tiếp cận ở một độ cao hợp lý. Người ta không bao giờ nhìn lên. Sau đó con sẽ hạ cánh nhanh xuống mái bằng.



Ô, trời, nó hoàn
toàn không ổn định.

Và nó cũng
lắc nữa.



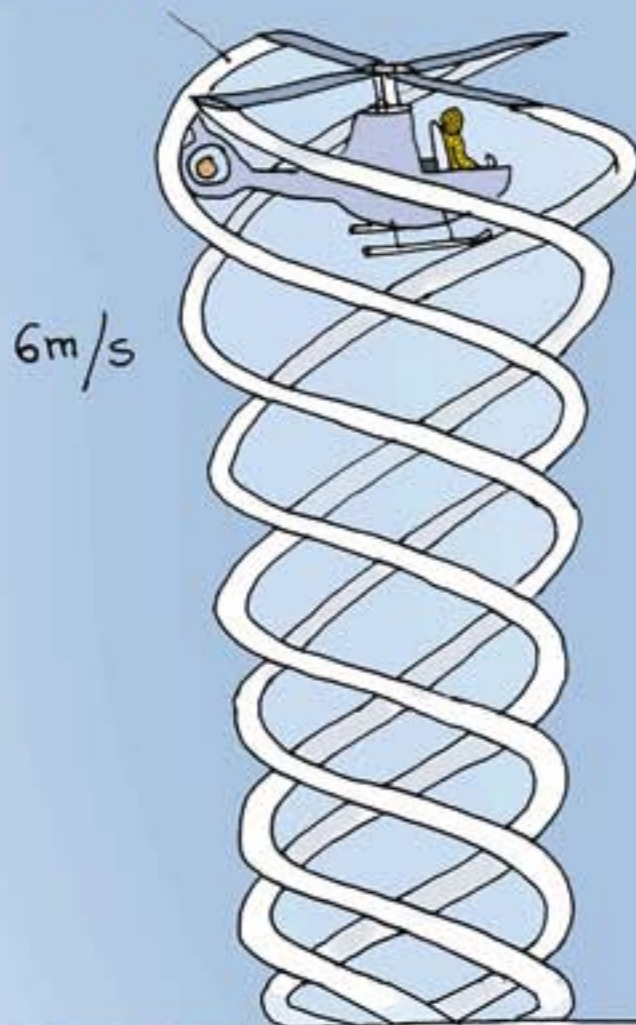
Mình có cảm tưởng là chiếc trực thăng
của mình đang tựa trên một khối vô định
hình, hoàn toàn không ổn định. Mình
phải ra khỏi đây nhanh. Đáp xuống thẳng
đứng nhanh rõ ràng là không tốt chút
nào.

Con đã bỏ lỡ mục tiêu rồi, thầy Pangloss.
Tiếp cận thẳng đứng hoàn toàn không tốt.

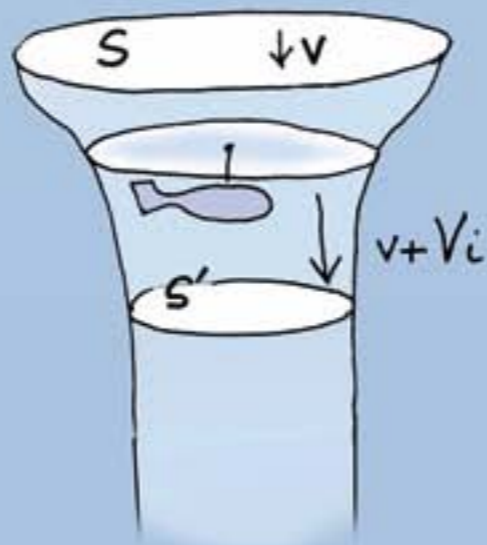


VẬN TỐC CẢM ỨNG

Gió xoáy đầu cánh



6m/s



$$\rho v S = \rho (v + v_i) S' \quad (*)$$

Sự thật trực thăng duy trì lực nâng bằng cách "đẩy không khí xuống dưới" ngụ ý truyền vận tốc cảm ứng v_i khoảng 6 m/s.

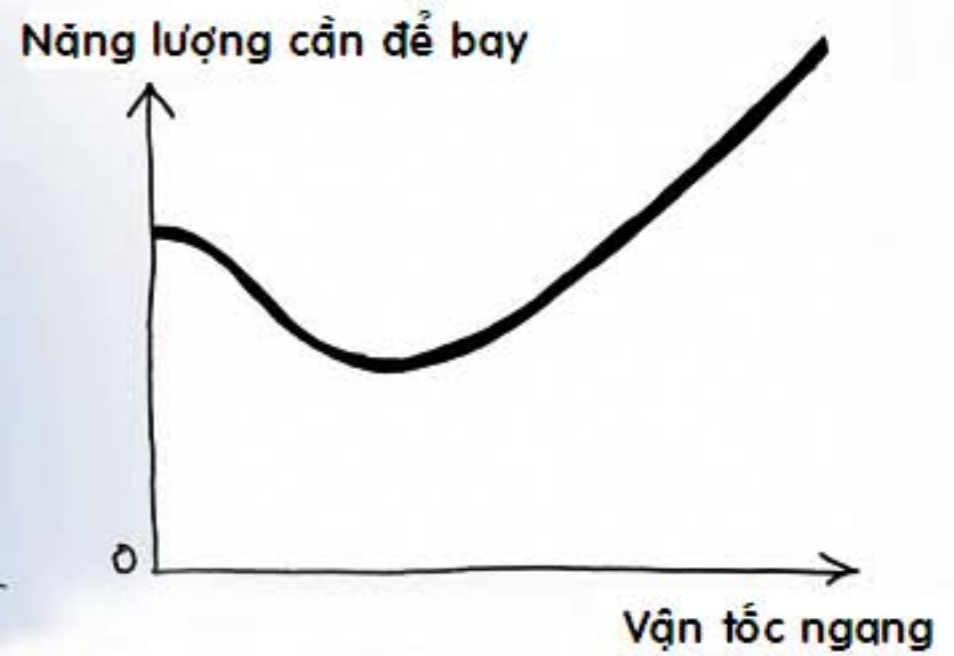


Gió xoáy đầu cánh

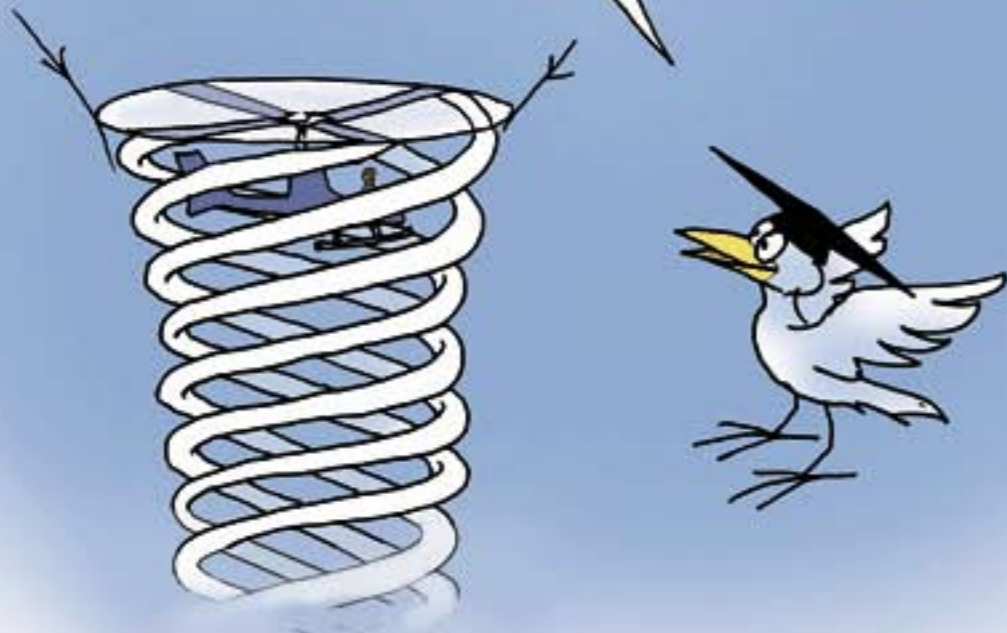
Máy bay cũng có thể bay bằng cách "đuổi không khí xuống dưới" mặc dù hiệu ứng vận tốc cảm ứng ít rõ ràng hơn.

(*) Mỗi quan hệ này biểu diễn sự bảo toàn luồng khí có khối lượng thể tích không đổi P. Tiết diện S' phải nhỏ hơn tiết diện S.

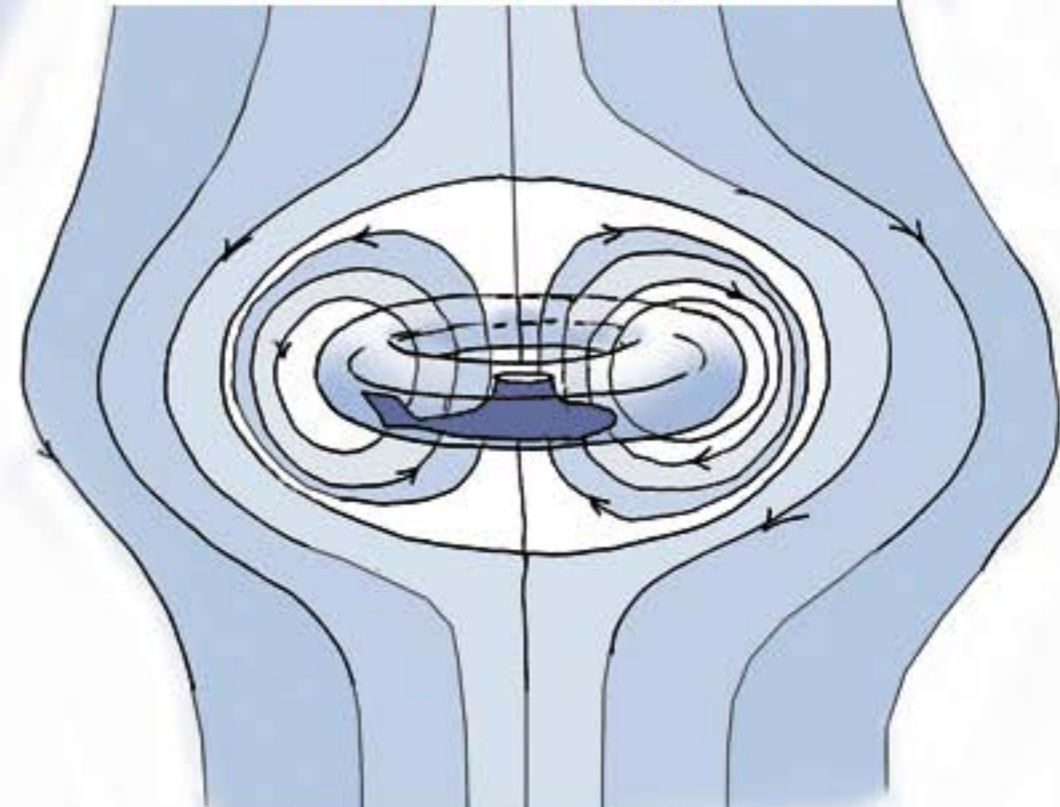
Mọi thứ chảy rối tiêu biểu cho sự mất năng lượng. Bay tịnh tiến để tránh hình thành chế độ chảy rối. Vì vậy cách duy trì độ cao không đổi này tiêu tốn ít năng lượng hơn.



Khi trực thăng bắt đầu đáp xuống thẳng đứng, gió xoáy đầu cánh tương tác với nhau khi vận tốc thẳng đứng đạt $1/4V_i$.

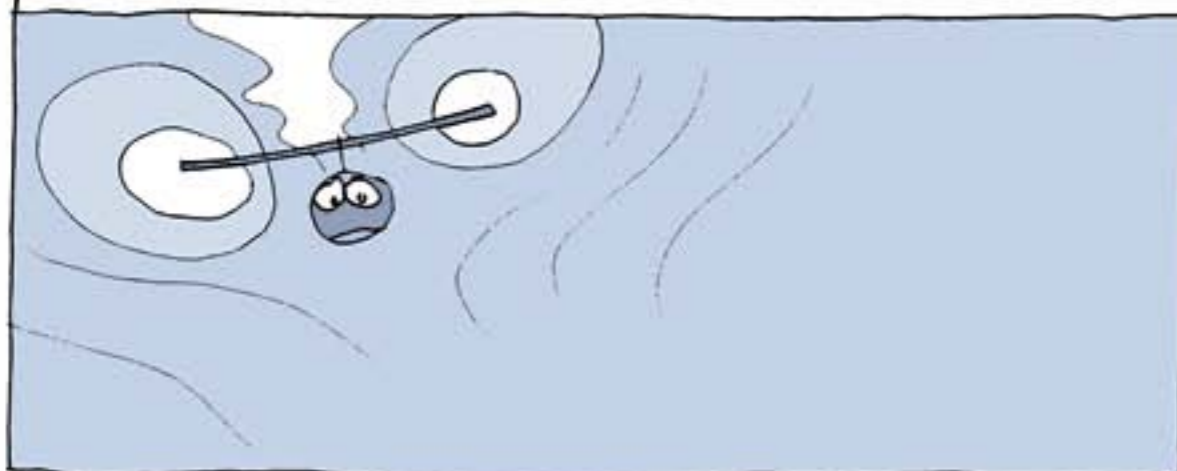


Ít tổn thất hơn do gió xoáy đầu cánh

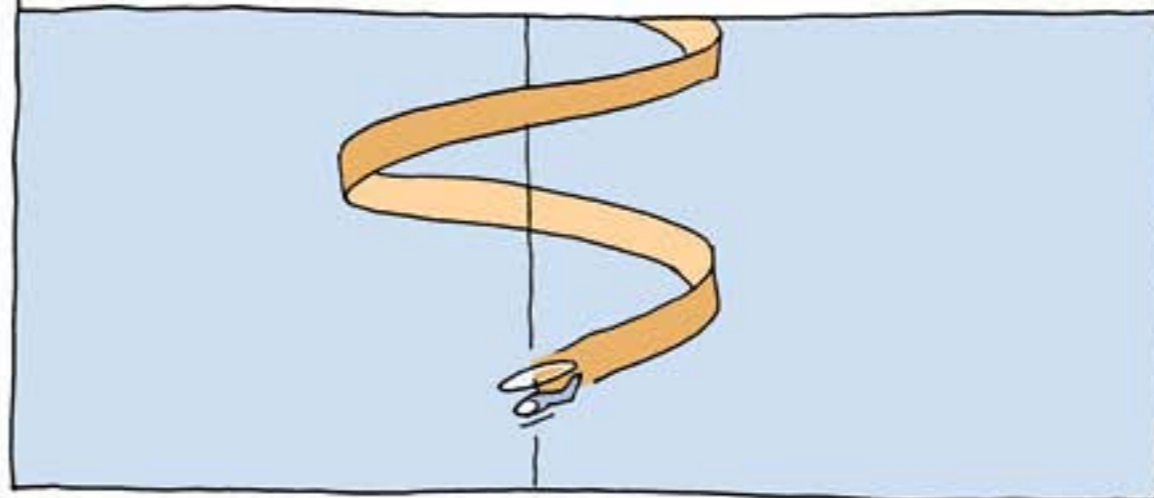


Khi vận tốc đáp xuống đạt $3/4$ vận tốc cảm ứng, gió xoáy kết hợp với nhau và hình thành gió xoáy lớn.

Mỗi cánh lần lượt nhận gió xoáy đầu cánh có trước và khuếch đại nó. Tổn thất tăng lên. Ngoài ra, cấu hình này rất không ổn định.



Vì vậy để đáp xuống bãi hạ cánh, các phi công thích đi theo một đường xoắn ốc và vẫn giữ chế độ tịnh tiến.



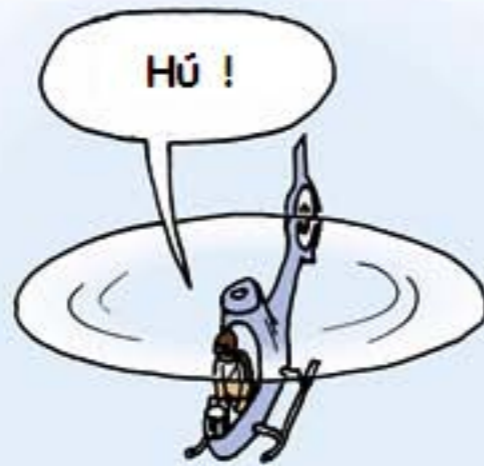
Bài học : Mình sẽ đáp xuống đỉnh tháp canh theo chiều ngang. Mình sẽ giảm vận tốc đột ngột ở khoảnh khắc cuối cùng chế độ bay tại chỗ sau đó đáp xuống ở vận tốc đứng vừa phải, chẳng hạn 1 m/s.



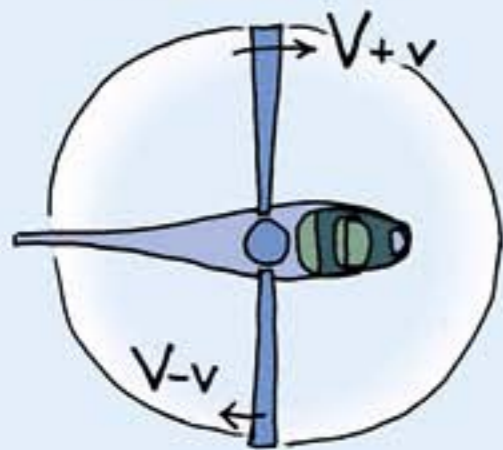
Để tránh chuyển sang chế độ gió xoáy nguy hiểm.

Hãy tiếp tục các chuyến bay thử nghiệm

MẮT LỰC NÂNG TRÊN



Cánh dẫn tiên



Cánh dẫn lùi

Vận tốc đầu cánh V hoặc vận tốc bay của trực thăng v , gió thổi trên boong được đặt trên cánh dẫn tiên là $V + v$ và đặt trên cánh dẫn lùi là $V - v$. Vì vậy lực áp suất đặt trên hai cánh là rất khác nhau.



Chúng ta dễ nghĩ rằng ở vận tốc cao, trực thăng sẽ có khuynh hướng lật sang bên. Nhưng do đáp ứng trễ 90° của trực thăng nên nó có khuynh hướng chồm lên.



Chiều quay của cánh quạt khác nhau tùy theo từng nước. Vì vậy đối với trực thăng của Pháp, cánh dẫn tiến nằm bên trái trong khi đó cánh dẫn tiến của trực thăng Mỹ nằm bên phải. Nhưng điều đó không làm thay đổi những điều đã nói.

Bạn quản lý



Candide này, thầy nghĩ ra chuyện này. Ngài Nam tước không biết tí gì về dự án này. Cunegonde cũng không biết. Làm sao con chắc chắn Cunegonde sẽ ở trên mái bằng của tháp canh khi con đến đó ?

Thầy nói đúng, Thầy Pangloss. Nhưng con có thể làm gì?

Thầy sẽ ăn tối ở lâu đài. Thầy sẽ tìm cách báo cho cô ấy biết.



Thầy Pangloss biết một hay hai mẹo gì đó.

A, Thầy Pangloss, sao Thầy không kể cho chúng tôi nghe một câu chuyện đẹp đầy tinh triết lý để con gái ngu ngốc của chúng tôi khôn ngoan hơn một tí?

Đúng đó Thầy, các câu chuyện triết lý của Thầy rất nổi tiếng ở đây.

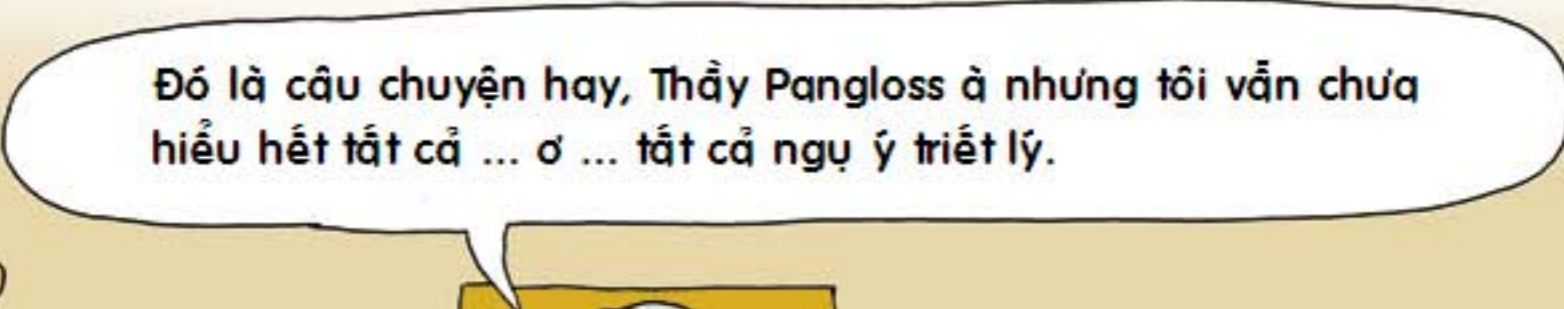


Ngày xưa ngày xưa
...

... và sau đó khi chuông nhà thờ đổ 12 tiếng vào giữa trưa thì hoàng tử leo lên tầm thẳm thần bay đi cứu công chúa. Công chúa đang chờ trên đỉnh của tháp cao nhất trong lâu đài.



Đó là câu chuyện hay, Thầy Pangloss à nhưng tôi vẫn chưa hiểu hết tất cả ... ơ ... tất cả ngụ ý triết lý.





Hoàng tử đến trên tấm thảm thần ! Điều này trái với tất cả các qui luật vật lý !!





5 phút nữa hãy cất cánh. Con có thể khởi động trước động cơ.

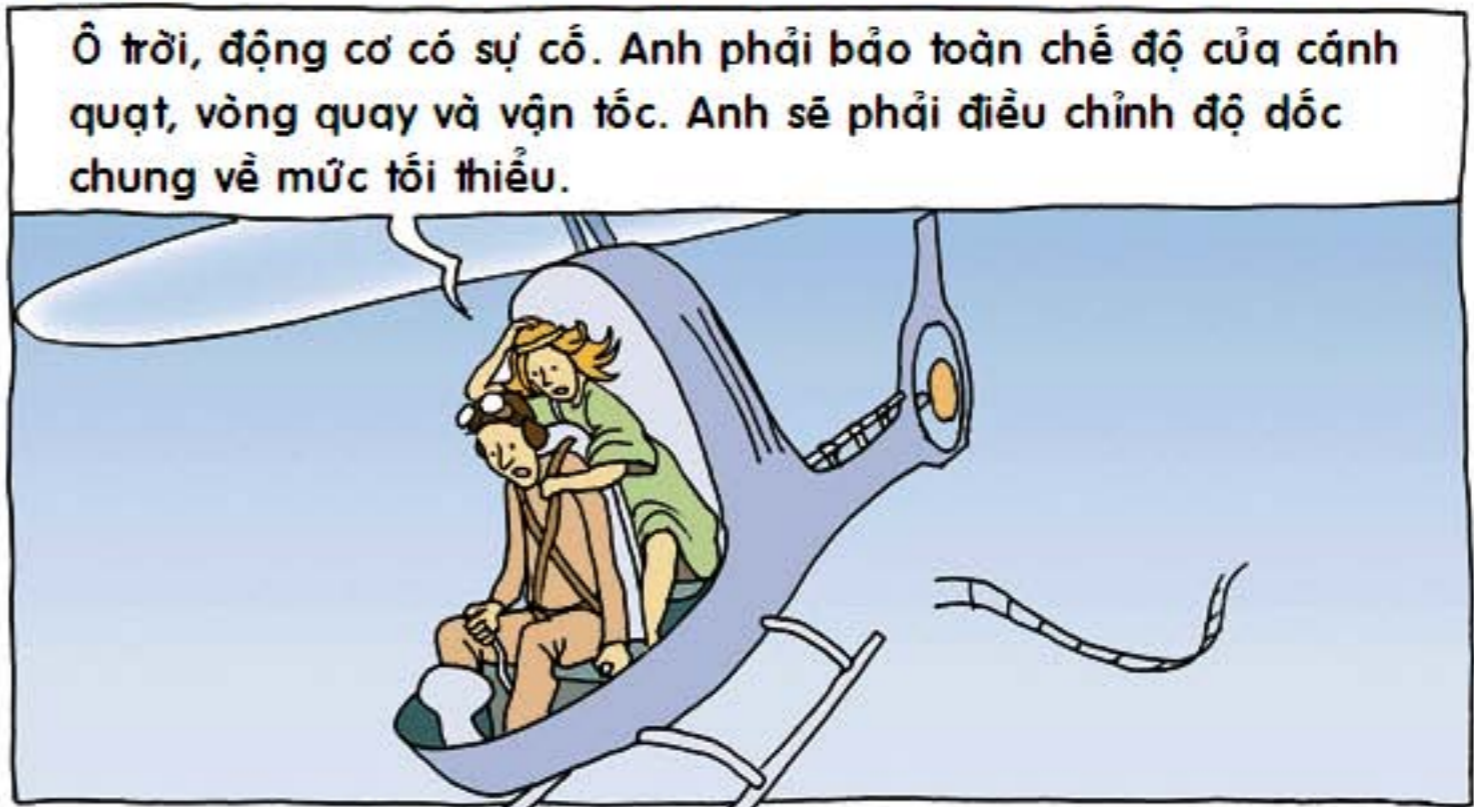


Thầy Pangloss nói giữa trưa. Đồng hồ sắp gõ rồi. Mình phải lên mái bằng thôi.

Chúng ta đến nơi rồi !!









OK, bây giờ luồng khí được đảo ngược. Nó sẽ đi từ đỉnh xuống đáy. Máy bay trực thăng của anh đã biến thành máy bay tự lên thẳng. Động cơ, sự tự quay của cánh quạt, kéo phần còn lại.

Vì vậy máy bay trực thăng có thể ... lượn

Phải tin sao ?

Chúng ta đang đáp xuống rất nhanh : 10 m/s. Không giống như một cục đá nhưng không sai lệch bao nhiêu.

Trong chế độ tự quay, máy bay trực thăng có vận tốc 100 km/h, tương ứng với hiệu suất khí động học 3 (**). Trong chế độ tự quay thẳng đứng, vận tốc rơi sẽ là 20 m/s và khi va đập tất cả hành khách sẽ bị chết. Để dễ hiểu, người ta có thể chịu được va chạm ở vận tốc 5 m/s, tương đương với việc nhảy ra khỏi tủ quần áo (*). Sự va chạm ở vận tốc 10 m/s tương ứng với rơi từ độ cao 5 mét.

Ban quản lý



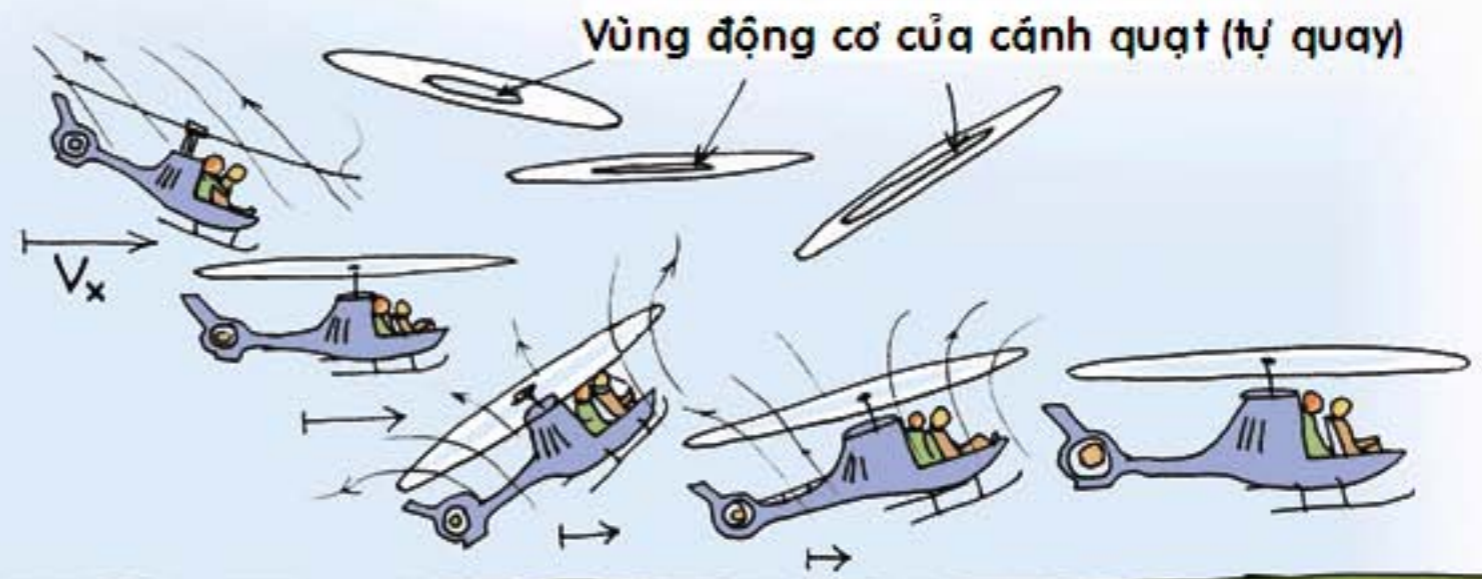
Va chạm ở 5 m/s

$$(*) V_{(m/s)} = \sqrt{2gz} = \sqrt{20z} \text{ (mét)}$$

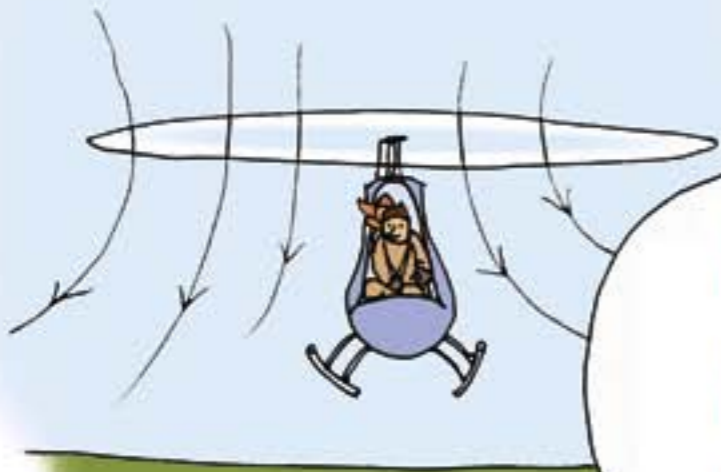
(**) giá trị tối đa : khoảng 1,5 đối với hầu hết máy bay



ÁNH SÁNG LÓE



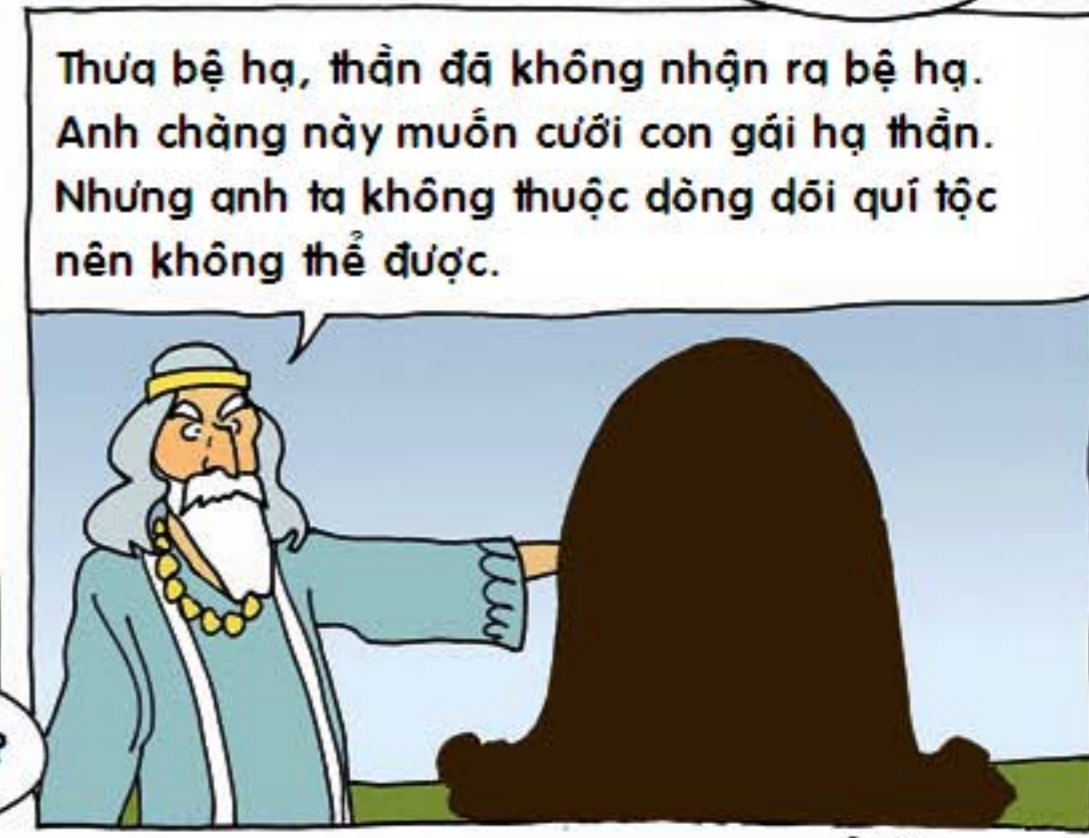
Còn khoảng 10 mét Candide kéo mạnh cần điều khiển và duy trì độ dốc chung ở mức tối thiểu. Máy bay nghếch mũi lên và các cánh chong chóng bị tấn công bởi sự tác động của gió thổi trên boong mạnh hơn làm tăng vùng động cơ của cánh quạt tự quay. Sau đó nó biến động năng tịnh tiến thành năng lượng quay. Rồi anh ta đẩy cần điều khiển.



Sau đó anh ta kéo cần điều khiển độ dốc chung xuống. Luồng khí đảo ngược. Cánh quạt chuyển từ chế độ "tự lên thẳng" thành chế độ "trực thăng". Sử dụng hiệu ứng mặt đất, anh ta sử dụng năng lượng dự trữ của cánh quạt (*).



(*) Sự vận động này tiêu tốn nhiều adrenalin.



Chán ông Nam tước này quá. Lần này điều buồn cười xảy ra và ông ta muốn nhốt nhà phát minh. Chúng ta sẽ giải quyết chuyện này. Plissonneau, đưa cho ta thanh kiếm của ông.



Quý xuống, chàng trai. Ta sẽ phong cho người chức hầu tước của Helicoland.

Từ bây giờ người là Bộ trưởng bộ giao thông vận tải của ta.



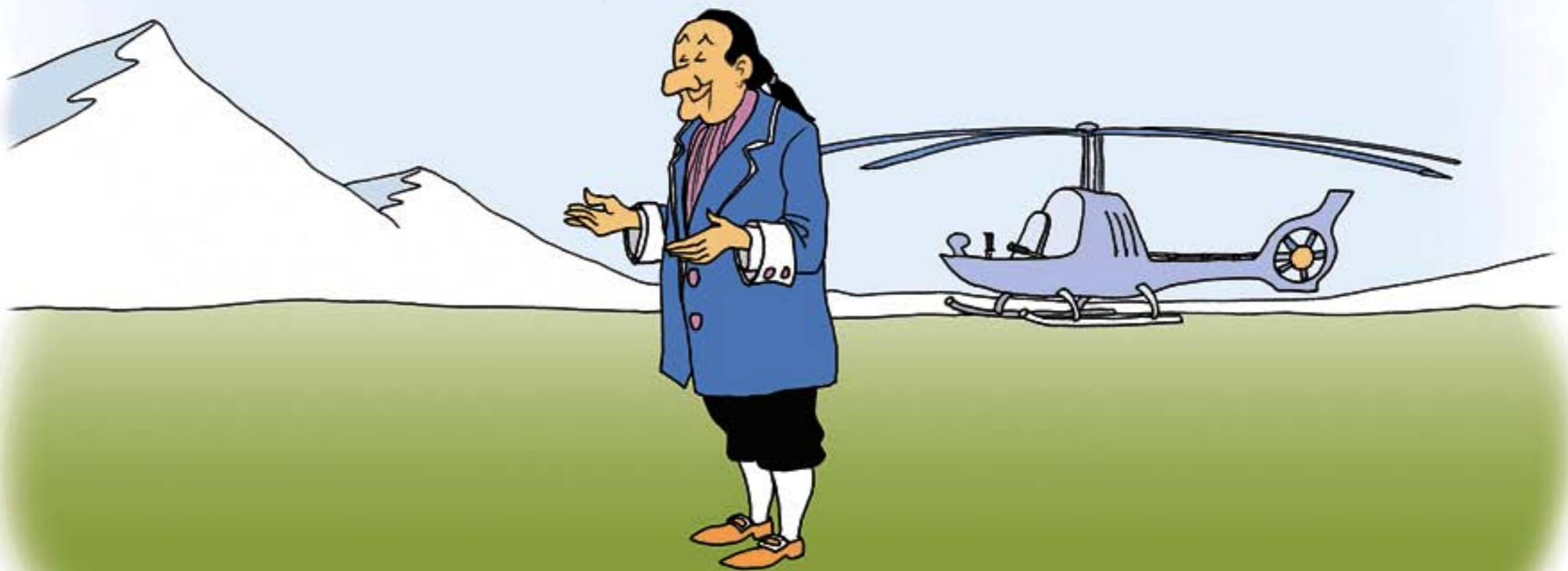
Và Hầu tước tốt hơn Nam tước. Vậy bây giờ cha có dễ dàng hơn không ?



HẾT

76

Con có thấy không Candide, mọi việc đều tốt đẹp nhất trong tất cả thế giới hiện hữu. Vì nếu con không bị đá vào mông và bị đuổi ra khỏi lâu đài của Ngài nam tước thì con đã không phát minh ra máy bay trực thăng.



Chân thành cảm ơn Pascal Chrétien vì những hướng dẫn kỹ thuật quý báu.