Unit – Đơn Vị:

1. Các Đơn Vị Hay Dùng?

* HP là mã lực

1. Thứ Nguyên (Dimension)?

* Là 1 biểu thức các đơn vị trong SI
* Ví dụ
* Thứ nguyên của đơn vị lực là

Sport – Thể Thao:

1. Đẩy Tạ Là Gì?

* Ném tạ đi càng xa càng tốt

1. Tính Khoảng Cách Ném Vật Đi Xa Nhất Khi Ném Xiên Tại Mặt Đất?

* v0 là vận tốc đầu
* g là gia tốc trọng trường
* θ là góc ném so với mặt phẳng ngang

1. Tính Độ Cao Cực Đại Khi Ném Xiên Vật Tại Mặt Đất?

Kinetics Of Particles – Động Học Chất Điểm:

1. Chất Điểm?

* Là vật rất nhỏ so với quãng đường nó đi được

1. Biểu Thức Tọa Độ Và Phương Trình Chuyển Động?

* Phương trình chuyển động là hàm có dạng f(x, y, z, …) = 0, đồ thị của hàm này là quỹ đạo chuyển động
* Biểu thức tọa độ là phương trình chuyển động đã được tham số hóa, tham số ở đây là thời gian

1. Tính Quãng Đường Vật Đi Được Cho Đến Hiện Tại Nếu Vật Đi Thẳng?

* v0 là vận tốc đầu
* v là vận tốc hiện tại
* t là thời điểm hiện tại
* a là gia tốc không đổi

Particle Dynamics – Động Lực Học Chất Điểm:

1. Moment Của 1 Vector So Với 1 Điểm?

* r là Vector có đầu mũi tên là điểm đặt của F và đít là điểm đang so
* F là Vector đang tính Moment

1. Các Phương Trình Cơ Bản Mặc Định Luôn Đúng?

* Cho 1 vật đang chuyển động, điểm nhìn là A = 1 hệ quy chiếu quán tính
* Khối lượng nghỉ của vật là m0
* Khối lượng động của vật là m khi vật chuyển động với Vector vận tốc v
* Bán kính đường tròn tiếp xúc là R
* 1 điểm bất kì trên trục của đường tròn tiếp xúc là D
* Vector tốc độ góc là ω
* Vector tọa độ của vật là r
* Tốc độ ánh sáng là không đổi với mọi hệ quy chiếu = c
* Vector tổng hợp lực tác dụng lên vật là F
* Vector Moment của F so với A là M
* Vector động lượng của vật là K
* Vector Moment của K so với A là L
* Vector Moment của K so với D là L’
* Vector hình chiếu của L’ trên trục của đường tròn tiếp xúc là Lm
* Tensor Moment quán tính của vật so với D là I
* Độ lớn Moment quán tính theo trục của đường tròn tiếp xúc là I’
* Độ lớn Moment tĩnh theo trục của đường tròn tiếp xúc là I’’
* E là tổng năng lượng chứa đựng trong vật lúc này, không kể thế năng
* E0 là tổng năng lượng chứa đựng trong vật nếu vật đứng yên, không kể thế năng
* EK là động năng của vật lúc này
* Thời gian trôi từ cảm nhận của A là t
* Công thức căn bản

* Bây giờ xét trường hợp y chang như trên, nhưng vật chỉ chịu tác dụng của 1 trường lực tĩnh và bảo toàn F’
* EV là thế năng của vật ở vị trí hiện tại so với mốc P, từ vị trí hiện tại phải trôi theo dòng chảy đến được P, gọi dòng chảy này là C
* E’K là động năng của vật khi nó tới P

1. Ngẫu Lực (Couple)?

* Là các lực tác dụng lên 1 hệ chất điểm làm thay đổi tổng Moment động lượng của hệ nhưng không thay đổi tổng động lượng của hệ

1. Các Định Luật Bảo Toàn?

* Nếu tổng ngoại lực tác dụng lên hệ = 0 thì tổng động lượng của hệ chiếu lên 1 trục bất kì luôn không đổi
* Nếu tổng Moment ngoại lực tác dụng lên hệ = 0 thì tổng Moment động lượng của hệ chiếu lên 1 trục bất kì luôn không đổi
* Tổng lượng năng lượng hệ nhận được = tổng công của các ngoại lực tác dụng lên hệ

1. Phương Trình Tên Lửa?

* Cho 1 tên lửa ban đầu có khối lượng m0 = m + m’, m là khối lượng tên lửa sau khi đã xả hết khí ra, m’ là tổng khối lượng khí
* Xét tên lửa này đang di chuyển với tốc độ không đổi v0 trong môi trường không tồn tại 1 cái lực nào, xét trong hệ quy chiếu quán tính A
* Bỗng nhiên tại 1 thời điểm nào đó, nó truyền năng lượng cho khối khí bên trong = cách đốt và đẩy chúng ra ngoài theo hướng ngược lại với chiều chuyển động, đẩy sao cho tốc độ khối khí tại thời điểm bị đẩy ra so với tên lửa tại thời điểm đó luôn không đổi = ve
* Ta dễ dàng tìm ra công thức sau, công thức tính lượng tốc độ mà tên lửa nhận được sau khi xả hết khí 1 cách đều đặn

1. Định Luật Tịnh Tiến Trục Quay?

* Xét trong hệ quy chiếu quán tính, cho 1 vật có hình thù bất kì khối lượng động m đang quay quanh trục A đi qua trọng tâm, độ lớn Moment quán tính của vật theo trục A lúc này là I’A
* 1 trục khác là B song song A, gọi khoảng cách giữa 2 trục là d, giả sử bây giờ vật không quay quanh A nữa mà chuyển sang quay quanh B, gọi độ lớn Moment quán tính của vật theo trục B lúc này là I’B, ta có

1. Có Phải Tổng Hợp Lực Của Vũ Trụ = 0?

* Không, vì vũ trụ đang mở rộng, nên tổng hợp lực không thể = 0, vì nếu = 0, nó phải đứng yên

1. 2 Lực Cân Bằng Và 2 Lực Trực Đối?

* 2 lực cân bằng phải tác dụng lên cùng 1 vật và có Vector tổng hợp = 0
* 2 lực trực đối tác dụng lên 2 vật khác nhau và có Vector tổng hợp = 0

1. Va Chạm Mềm?

* Là sau khi va chạm thì 2 vật gắn chặt với nhau và tiếp tục chuyển động, do có thời gian tiếp xúc nên 1 phần động năng đã trở thành nhiệt năng

1. Va Chạm Đàn Hồi?

* Là va chạm mà đó tổng động lượng và động năng của hệ sau va chạm không đổi
* Cho 1 hệ cô lập gồm 1 quả bóng nhỏ đang di chuyển với vận tốc không đổi và 1 bức tường khối lượng vô hạn đang đứng yên, khi quả bóng va vào bức tường, giả sử va chạm đàn hồi, bằng cách chiếu động lượng lên các trục, dễ thấy quả bóng sẽ đổi hướng chuyển động như phản xạ ánh sáng, tốc độ như cũ, còn bức tường vẫn đứng đó
* Cho vật khối lượng m1 đang di chuyển thẳng đều với tốc độ bất kì va vào vật nhỏ hơn khối lượng m2, khi này 2 vật sẽ di chuyển với hướng nào đó, góc lệch tối đa so với hướng ban đầu của m1 = arcsin(m2 / m1)

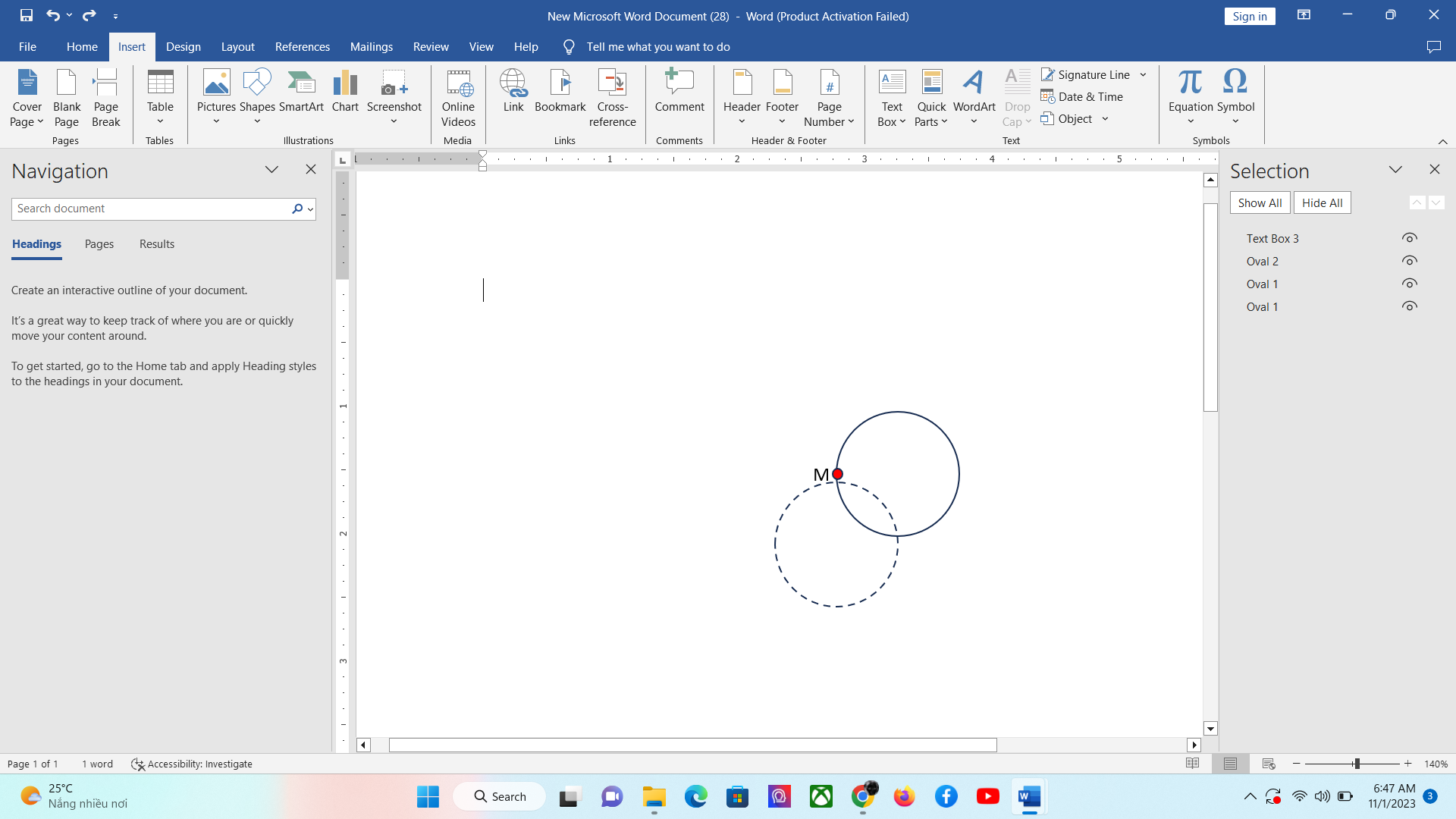
1. Lực Cản Không Khí?

* r là hệ số cản của không khí
* v là Vector vận tốc của vật đang di chuyển trong không khí
* Lực cản tỉ lệ với vận tốc, nên khi vận tốc càng tăng thì lực cản càng lớn và đến 1 lúc lực cản cân bằng với các hợp lực khác tác dụng lên vật, khi đó vật không tăng tốc nữa, vận tốc đạt cực đại và tiếp tục di chuyển thẳng đều
* Cho 1 hệ kín chỉ gồm 1 vật khối lượng m đang chuyển động thẳng đều với vận tốc v0, bỗng dưng xuất hiện lực cản Fc ngược hướng chuyển động của vật, gọi t là thời gian kể từ lúc lực cản xuất hiện, phương trình vận tốc theo thời gian của vật có dạng Decay

1. 1 Vật Trượt Trên 1 Bề Mặt Sẽ Rời Khỏi Bề Mặt Khi Nào?

* Nếu 1 vật có khả năng rời khỏi 1 bề mặt thì phản lực của bề mặt tác dụng lên vật hay áp lực vật tác dụng lên bề mặt khi vật trượt phải có khả năng giảm dần tới 0, vật sẽ rời bề mặt khi nó = 0, đó là khi gia tốc pháp tuyến của vật là do hoàn toàn các lực khác ngoài áp lực gây ra

1. Tại Sao 1 Quả Bóng Lăn Trên Sườn Dốc?

* Gọi hệ số quay = q, với hình cầu đặc, q = 2 / 7, với hình cầu chỉ có vỏ, q = 2 / 5, với hình trụ đặc, q = 1 / 3, với trụ chỉ có vỏ, q = 1 / 2
* 1 vật dạng cầu hoặc trụ đặt nhẹ lên 1 mặt phẳng nghiêng góc a, gọi điểm tiếp xúc mặt đường là A, trọng lực tác dụng lên nó phân tích thành lực Fk song song mặt đường và FN vuông góc mặt đường, dựa theo FN sẽ tính được lực ma sát tương ứng Fms, điểm đặt là A, ngược hướng Fk, vật sẽ tịnh tiến xuống theo phương song song mặt đường với gia tốc được tạo ra bởi tổng hợp lực Fk – Fms, đồng thời quay quanh trục của nó, trục này vuông góc Fk và song song mặt đường, hướng quay về phía trước, điều này là do lực Fms tạo Moment động lượng cho vật
* Nếu gia tốc của A < gia tốc tâm vật, đây là chuyển động lăn có trượt, Fms là ma sát trượt
* Nếu gia tốc của A = gia tốc tâm vật, đây là chuyển động lăn không trượt, Fms là ma sát nghỉ
* Nếu tính ra gia tốc của A > gia tốc tâm vật, thì Clip lực ma sát và coi nó là ma sát nghỉ, và vật lăn không trượt
* Khi lăn không trượt, cơ năng của vật bảo toàn, lực ma sát nghỉ không có công, đồng thời nếu lăn không trượt trên mặt phẳng ngang, thì dù hệ số ma sát lớn đến đâu, sẽ không có lực ma sát nào tồn tại, do điểm tiếp xúc giữa vật và mặt phẳng có vận tốc = 0 do vận tốc quay triệt tiêu vận tốc tịnh tiến, không vận tốc nên không ma sát
* Cho 1 vật lăn không trượt xuống mặt phẳng nghiêng góc θ dưới tác dụng của trọng trường đều hướng thẳng xuống dưới với gia tốc trọng trường g, khi đó gia tốc của trọng tâm vật = (1 – q)gsin(θ)
* Cũng trường hợp trên, điều kiện để vật lăn không trượt xuống mặt phẳng nghiêng là hệ số ma sát không dưới qtan(θ)
* Cho 1 vật trụ hoặc cầu bán kính r đang quay đều về phía trước quanh trục đối xứng nằm ngang với tốc độ góc ω, không tịnh tiến, bỗng dưng đặt nó xuống mặt đất, gọi điểm tiếp xúc khi này là A, khi này, lực ma sát trượt tại A sẽ hướng về phía trước để cản sự quay, làm vật tiến về phía trước đồng thời giảm tốc độ góc, đến khi tốc độ của A = tốc độ khối tâm thì chuyển sang lăn không trượt, khi này không có lực ma sát nào tác dụng lên vật nữa, nó lăn mãi mãi, vận tốc lúc bắt đầu lăn không trượt = qωr
* Cho 1 vật trụ hoặc cầu, có dạng sau
* 
* Vật có thể quay quanh trục M nằm ngang, dưới trọng trường thẳng hướng xuống, gia tốc trọng trường = g
* Khi này, nếu thả M không vận tốc đầu tại vị trí như trên, thì vận tốc trọng tâm khi nó ở vị trí thấp nhất = (2(1 – q)gr)0.5

1. Bản Chất Lực Căng Dây?

* Giả sử bạn có 1 hệ gồm 1 trần nhà đang đứng yên với khối lượng vô tận, nghĩa là tác dụng lực kiểu gì cũng đéo tăng tốc, 1 sợi dây 1 đầu gắn vào trần 1 đầu gắn 1 quả bóng, sợi dây này coi như không giãn và khối lượng = 0, và không thể đứt, hệ đặt trong 1 trọng trường đều, chiều hướng xuống dưới
* Khi này, sẽ có trọng lực tác dụng lên quả bóng, và do dây không thể đứt nên quả bóng đứng yên, do đó có 1 lực khác cũng tác dụng lên quả bóng và triệt tiêu trọng lực, gọi lực này là F0
* Xét 1 đoạn cực ngắn của sợi dây ngay trước quả bóng, đoạn này chịu lực kéo của quả bóng, gọi là F1, và 1 lực khác triệt tiêu nó, gọi là F2 do vậy đoạn dây mới đứng yên
* Dễ thấy F0 và F1 chính là phản lực của nhau
* Xét đoạn dây tương tự ngay sau đoạn dây đầu tiên, đoạn này cũng chịu 1 lực F3 hướng xuống dưới và F4 hướng lên trên
* Dễ thấy F2 và F3 chính là phản lực của nhau
* Vân vân cho đến đoạn ngay trước trần nhà
* Đoạn này cũng chịu 1 lực F5 hướng xuống và F6 hướng lên
* Còn trần nhà, nó chịu 1 lực F7 hướng xuống, và vẫn đứng yên do khối lượng vô tận
* Dễ thấy F6 và F7 là phản lực của nhau
* Tất các đoạn dây đều chịu tác dụng của 1 cặp lực cân bằng có độ lớn = nhau = lực căng dây
* Khi dây di chuyển, thì mỗi đoạn trên dây vẫn chịu tác dụng của 1 cặp lực cân bằng, lí do là khối lượng dây = 0, nên tổng hợp lực cực nhỏ vẫn có thể làm nhó di chuyển

1. Cách Kéo Vật Đi Ngang Tối Ưu Nhất?

* Giả sử 1 vật khối lượng m đang nằm yên trên mặt đất, khi này ta muốn kéo vật đi để nó di chuyển theo chiều ngang với gia tốc không đổi có độ lớn = a, khi này thay vì kéo ngang ta kéo xiên lên, để giảm bớt 1 phần áp lực, từ đó giảm lực ma sát
* Góc kéo để lực kéo nhỏ nhất là θ, độ lớn lực kéo nhỏ nhất là F, hệ số ma sát = k, gia tốc trọng trường = g, ta có

1. Tổng Độ Lớn Moment Lực So Với 1 Mốc Của 1 Số Trường Hợp?

* Xét trong hệ quy chiếu quán tính, coi khối lượng m của vật không đổi, vật đồng chất
* Thanh thẳng cực mỏng đặt trong trọng trường đều, phương nằm vuông góc trọng lực, mốc tính là 1 đầu

* P là trọng lực tác dụng lên thanh
* r là chiều dài thanh

1. Độ Lớn Moment Quán Tính Theo Trục Quay Của 1 Số Hình?

* Xét trong hệ quy chiếu quán tính, coi khối lượng m của vật không đổi, vật đồng chất
* Hình trụ ốp lốt tay, trục quay vuông góc đáy

* r1 là bán kính to
* r2 là bán kính nhỏ
* Hình hộp chữ nhật, trục quay vuông góc đáy

* a, b là 2 kích thước đáy
* Hình cầu đặc

* r là bán kính hình cầu
* Hình cầu rỗng chỉ còn vỏ

* r là bán kính hình cầu
* Hình trụ, trục quay đi qua trung điểm trục đối xứng và vuông góc nó

* h là chiều cao hình trụ
* Hình đĩa cực lép, trục quay chứa đường kính

* r là bán kính đĩa
* Vòng tròn cực mỏng, trục quay là đường kính

* r là bán kính vòng tròn
* Thanh thẳng cực mỏng, tâm quay là 1 đầu, trục quay vuông góc thanh

* r là chiều dài thanh

Solid – Rắn:

1. Vật Rắn?

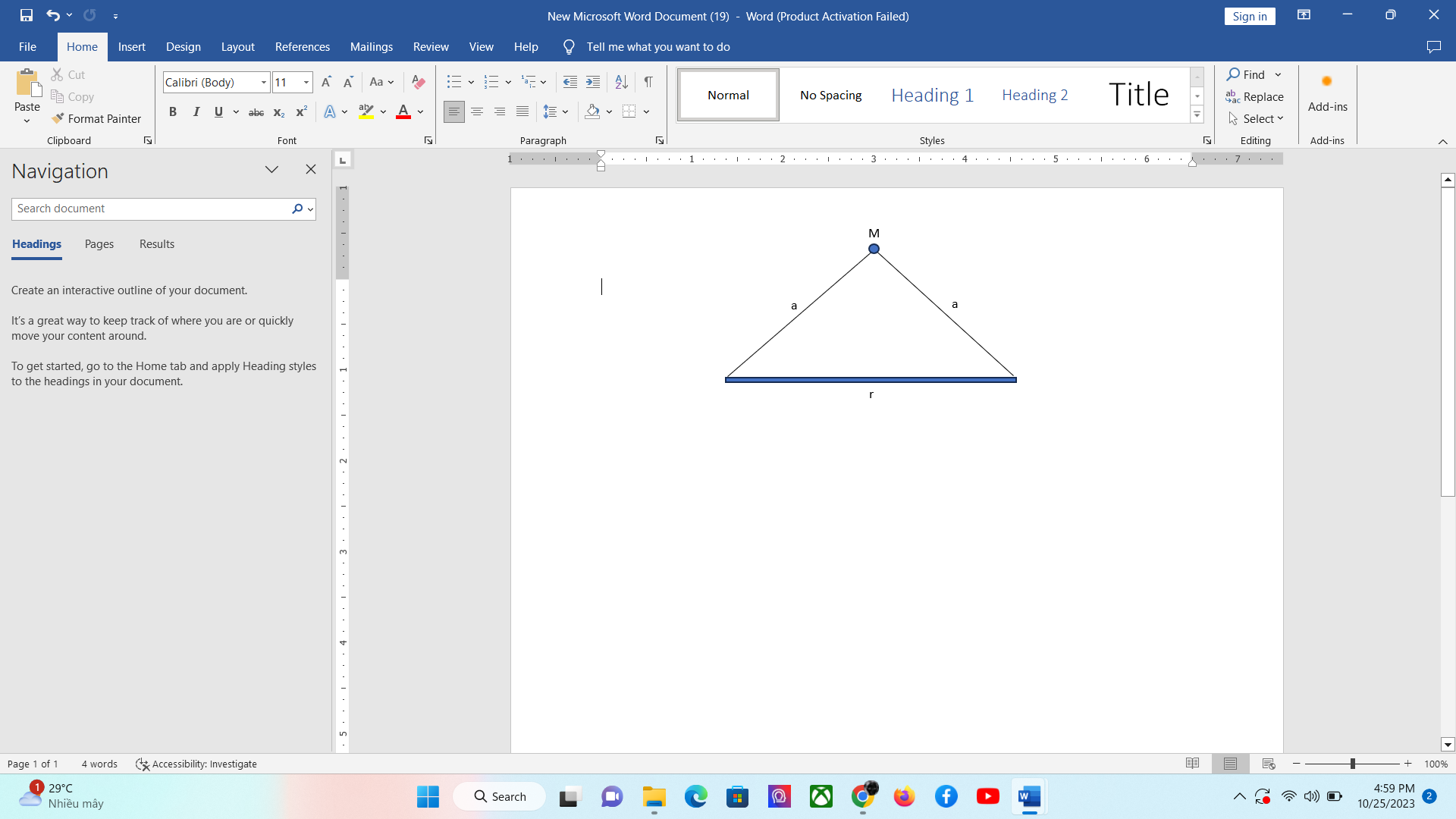
* Là vật mà khoảng cách giữa các chất điểm cấu tạo nên nó luôn không đổi
* Giả sử 1 vật rắn đang di chuyển và không bị tác dụng của bất kì lực nào, ta chỉ có thể dự đoán quỹ đạo của nó nếu biết động lượng và Moment động lượng so với 1 điểm của nó

1. Dự Đoán Quỹ Đạo Của 1 Số Vật Rắn?

* Xét trong hệ quy chiếu quán tính, coi khối lượng không thay đổi
* 1 vật rắn đang đứng yên gồm 2 chất điểm A và B khối lượng như nhau = m, cách nhau đoạn = d, B bên phải, tác dụng 1 lực F hướng tới phía trước lên B theo phương vuông góc AB trong thời gian cực ngắn coi như = 0 để truyền cho vật động lượng K
* Trọng tâm của vật sẽ tịnh tiến theo hướng lực tác dụng với vận tốc K / 2m
* Từ điểm nhìn của trọng tâm, 2 chất điểm quay đều xung quanh nó với tốc độ dài = tốc độ tịnh tiến của trọng tâm theo chiều ngược chiều kim đồng hồ trong mặt phẳng vuông góc với AB x F, điều này là do đã phát sinh nội lực giữa A và B, giống lực hấp dẫn
* Cũng như trên, nhưng khối lượng A và B khác nhau, A khối lượng vô tận, B khối lượng m
* A đứng yên, B sẽ quay đều xung quanh A theo chiều ngược chiều kim đồng hồ với tốc độ góc = K / m trong mặt phẳng vuông góc với AB x F
* 1 vật rắn đang đứng yên là 1 thanh dài cực mỏng đồng chất khối lượng m, chiều dài d, 2 đầu A và B, B bên phải, tác dụng 1 lực F hướng tới phía trước lên B theo phương vuông góc AB trong thời gian cực ngắn coi như = 0 để truyền cho vật động lượng K
* Trọng tâm của vật sẽ tịnh tiến theo hướng lực tác dụng với vận tốc K / m
* Từ điểm nhìn của trọng tâm, vật quay đều xung quanh nó với tốc độ góc

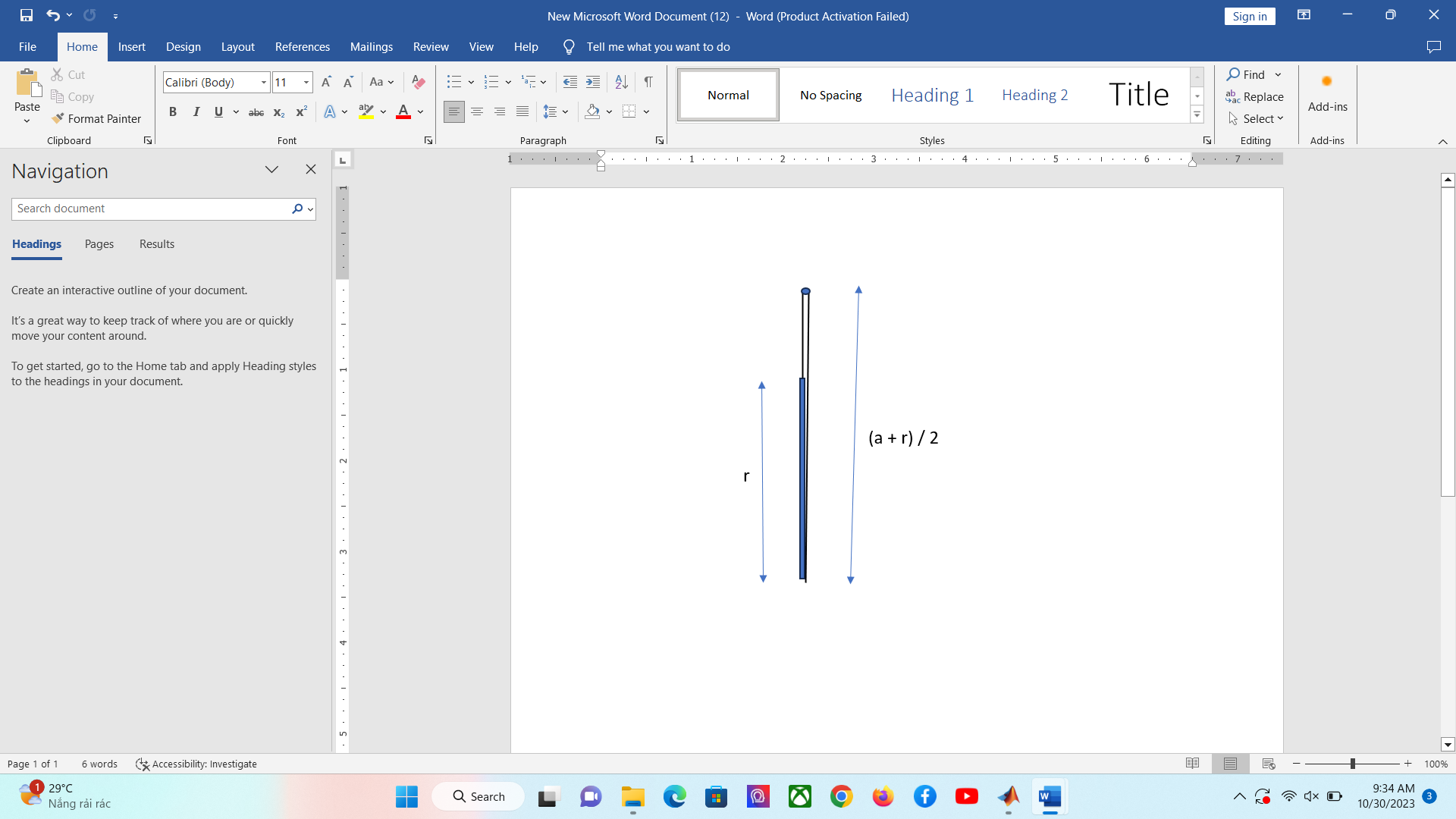
= 6K / md theo chiều ngược chiều kim đồng hồ trong mặt phẳng vuông góc với AB x F

* Cũng như trên, nhưng đầu A khối lượng vô tận, còn lại khối lượng như nhau và tổng = m
* Vật sẽ quanh điều xung quanh A theo chiều ngược chiều kim đồng hồ với tốc độ góc = 3K / md trong mặt phẳng vuông góc với AB x F
* 1 vật rắn đang đứng yên và nằm ngang là 1 khối trụ đồng chất khối lượng m, cho 1 mặt phẳng thẳng đứng chứa trục của khối trụ, gọi d là giao tuyến của mặt phẳng này với mặt xung quanh của trụ ở phía trên, tác dụng 1 lực F lên khối trụ hướng thẳng về phía trước, điểm đặt là bất kì điểm nào trên d, trong thời gian cực ngắn coi như = 0 để truyền cho vật động lượng K
* Trọng tâm của vật sẽ tịnh tiến theo hướng lực tác dụng với vận tốc K / m
* Vật đồng thời quay đều xung quanh trục của nó theo hướng lăn về phía trước, tốc độ của 1 điểm bất kì trên mặt xung quanh vật = 2 lần tốc độ trọng tâm
* Cũng trường hợp trên, nhưng trục đối xứng của khối trụ được giữ cố định và đặt nằm ngang, buộc 1 sợi dây xung quanh khối trụ, lấy tay cầm phần dây thừa, buộc nó vào 1 vật, vật này chịu tác dụng của trọng lực hướng xuống F, khối lượng trụ = M, vật = m
* Khi này lực căng dây = F / (2m / M + 1), nếu khối trụ chỉ có vỏ, thì lực căng dây = F / (m / M + 1)
* Cho 1 thanh dài cực mỏng khối lượng m chiều dài r đặt trong trọng trường đều có gia tốc trọng trường g, 2 đầu buộc vào 1 sợi dây chiều dài 2a, móc 1 điểm trên dây vào điểm M cố định, buông hệ, khi này nếu M là trung điểm dây, thì hệ cân bằng có dạng như sau



* Độ lớn lực căng dây

* Nếu M không là trung điểm, thì hệ sẽ bị tuột, và cân bằng khi thanh thẳng đứng như sau



* Độ lớn lực căng dây khi này

1. Tính Độ Lớn Lực Trong 1 Số Trường Hợp?

* Cho 2 vật đang đứng yên trên 1 con đường không có ma sát, vật nhỏ khối lượng m đứng sát đằng sau vật lớn khối lượng M, bỗng dưng chúng chuyển động với cùng vận tốc và cùng 1 hướng không đổi, sau 1 hồi thì con đường bỗng dưng có lại ma sát, đồng thời bạn tác dụng 1 lực có độ lớn F vào vật lớn và ngược hướng chuyển động của nó, khi này vật nhỏ do quán tính sẽ có xu hướng áp vào vật lớn, độ lớn áp lực này = mF / (m + M)

1. Tính Năng Lượng Của 1 Số Vật Trong 1 Số Trường Hợp, Hệ Quy Chiếu Quán Tính?

* Cho 1 vòng tròn khối lượng m bán kính r đang nằm trong mặt phẳng vuông góc mặt đất và đứng yên, điểm thấp nhất của vòng tròn tiếp xúc với đất, xung quanh có trọng trường đều hướng thẳng xuống đất với gia tốc trọng trường g, lấy đất làm mốc tính thế năng, khi này tổng thế năng của vòng tròn là mgr
* Cho 1 khối cầu đặc khối lượng nghỉ m0 bán kính r, dùng 1 que cực mỏng và cứng cắm vào khối cầu như cây kẹo mút, sao cho khối cầu có thể quay tự do với que làm trục, đầu que gắn với tâm khối cầu là A, đầu còn lại là B, AB = d, quay que xung quanh B, sao cho que song song mặt đất, và khối cầu lăn không trượt trên đất với vận tốc khối tâm = v, khi này, tổng động năng của khối cầu là

Special Points – Các Loại Tâm Điểm:

1. Trọng Tâm Của 1 Vật Là Gì?

* Là tọa độ trung bình của tất cả các điểm trong khối chất, nếu vật không đồng chất thì có thêm trọng số là khối lượng riêng tại mỗi điểm

1. Tính Chất Trọng Tâm?

* Nếu lấy trọng tâm làm gốc tọa độ, thì tổng tọa độ tất cả các điểm trong khối chất sẽ = 0, nếu vật không đồng chất thì tọa độ các điểm có thêm trọng số là khối lượng riêng tại mỗi điểm
* Nếu đặt vật lên 1 cột thẳng đứng có bán kính cực nhỏ, coi như = 0, với trọng tâm đặt lên cột, nếu vật 3D thì tưởng tượng cột xuyên qua vật luôn, và coi như hồn ma, xoay vật quanh trọng tâm hướng bất kì, lên xuống trái phải tùm lum, vật vẫn đứng yên và không bị rơi khi thả tay ra dưới tác dụng của trọng lực, điều này có nghĩa điểm đặt của trọng lực tác dụng lên vật chính là trọng tâm
* Cho vật xoay quanh trọng tâm bất kể quỹ đạo nhanh chậm tăng tốc các kiểu thì động lượng của vật luôn = 0
* Cho vật hình dạng bất kì xoay quanh 1 trục cố định với tốc độ góc không đổi, trục này đi qua trọng tâm vật, khi đó Moment động lượng của vật luôn hướng lên trên theo phương trục quay và không đổi

1. Chứng Minh Tính Chất 1 Của Trọng Tâm?

* Giả sử vật là tập hợp các điểm có tọa độ M1, M2, M3, M4, … với khối lượng riêng tại mỗi điểm là D1, D2, D3, D4, …thì tọa độ trọng tâm của vật sẽ là

* Nếu lấy G làm gốc tọa độ thì ta có tổng tọa độ có trọng số của tất cả các điểm là

1. Chứng Minh Tính Chất 2 Của Trọng Tâm?

* Lấy tích phân Moment trọng lực tác dụng lên toàn bộ vật, mốc là trọng tâm, trọng tâm là gốc tọa độ, dễ thấy độ lớn gia tốc trọng trường tại mọi điểm là như nhau, nên ta có thể lấy nó ra dấu tích phân, còn lại là tích phân tọa độ nhân trọng số của tất cả các điểm trong vật, mà như tính chất 1, dễ thấy tích phân này = 0, nên tích có hướng của Vector gia tốc với tích phân này = 0, hay Moment trọng lực = 0, vật đứng yên
* Động lượng của vật cũng = 0 vì phản lực cột tác dụng lên vật đã triệt tiêu hoàn toàn trọng lực

1. Chứng Minh Tính Chất 3 Của Trọng Tâm?

* Đặt trọng tâm làm gốc tọa độ, động lượng tổng thể của vật đang quay quanh trọng tâm = tích phân Vector động lượng của toàn bộ điểm trong vật, mà Vector động lượng điểm = khối lượng điểm \* vận tốc dài = khối lượng điểm \* Vector tọa độ quay 90 độ \* vận tốc góc, vận tốc góc như nhau tại mọi điểm nên bỏ ra khỏi tích phân, phần còn lại chính là tích phân tọa độ nhân trọng số của toàn bộ tọa độ điểm trong vật và = 0, do đó tích phân động lượng = 0

1. Chứng Minh Tính Chất 4 Của Trọng Tâm?

* Vì vật đang quay quanh trọng tâm nên động lượng không đổi và = 0 nên tổng hợp lực lên vật = 0, mà ta cũng chẳng tác dụng ngẫu lực lên vật, nên Moment động lượng không đổi, giả sử Vector Moment động lượng không cùng phương với trục quay, khi đó, dễ thấy Vector Moment động lượng sẽ quay tròn xung quanh trục quay, nói cách khác, Vector Moment động lượng thay đổi, mâu thuẫn, nên bắt buộc nó phải trùng với phương trục quay, khi đó, dù vật có quay kiểu gì thì Vector Moment động lượng cũng không quay

1. Có Phải Tọa Độ Trọng Tâm = Trung Bình Tọa Độ Đỉnh Giả Sử Vật Đồng Chất?

* Xét 1 khối đa diện, khi đó tọa độ trọng tâm nghĩa là trung bình tọa độ tất cả các điểm trong khối chỉ = trung bình tọa độ đỉnh trong 1 số ít trường hợp như hình tam giác, chữ nhật, lập phương, …, còn đa số hình khác thì không

1. Cách Thăng Bằng Đá?

* Đặt đá xuống đất, cho nó đứng yên, lúc này đá đang cân bằng nên điểm tiếp xúc của nó với đất chính là hình chiếu trọng tâm của nó xuống đất, đặt đá lên đá khác với điểm tiếp xúc là điểm này

1. Một Số Trọng Tâm?

* Cho 1 / 4 hình tròn đơn vị đồng chất nằm ở góc phần tư thứ nhất, tọa độ trọng tâm của nó là x = y = 4 / (3π)

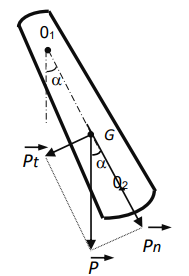
Pendulum – Con Lắc:

1. Tại Sao Khối Lượng Hệ Lò Xo Thay Đổi Khi Vật Nhỏ Trượt Trên Vật Lớn?

* Cho lò xo đặt nằm ngang, đầu gắn vật M, trên M gắn thêm N, ban đầu lò xo dao động với tổng khối lượng của hệ = M + N, nhưng khi vật N bắt đầu trượt trên M, thì tổng khối lượng của hệ lò xo chỉ còn M, đó là bởi vì bây giờ lò xo không cần tốn lực để kéo vật thêm phần khối lượng của N nữa, mà nó bây giờ di chuyển tự do

1. Con Lắc Thuận Nghịch?

* Giả sử treo 1 con lắc đơn, vị trí rơi khác nhau thì chu kỳ dao động luôn = nhau
* Cho 1 vật hình thù nào đó dài, khi này tồn tại 2 điểm mà chúng thẳng hàng với trọng tâm vật, ví dụ gần 2 đầu thanh, mà nếu thanh quay quanh 1 trong 2 điểm này dưới tác dụng của trọng lực, thì chu kỳ = nhau



* Hình trên, O1 và O2 là 2 điểm ta đang nói tới
* Gọi I1 và I2 là Moment quán tính của con lắc so với trục quay đi qua O1 và O2, L1 = O1G, L2 = O2G, G là trọng tâm vật, m là khối lượng vật, g là gia tốc trọng trường, ta có thể xấp xỉ chu kỳ của con lắc khi nhận trục quay là O1 hoặc O2

* Gọi L = O1O2, khi này gia tốc trọng trường g có thể xấp xỉ bằng công thức

1. Con Lắc Kater?



* Gồm cục đồng hồ bên trái và con lắc bên phải
* Nối cổng A trên đồng hồ vào cổng cảm biến trên con lắc
* Trên thanh lắc sẽ có mấy cái cục, 2 cục đen ngắn mà có mấu là điểm đặt trục quay, luồn nó vào bệ bên trên, thứ tự cục là mấu, vật 1, mấu, vật 2, vật 1 và 2 cố định, trên vật 2 có thêm mấy con ốc có thể thay đổi vị trí
* Trên bệ dưới có núm vặn ứng với 2 thanh trụ, vặn để đẩy trụ lên hoặc xuống sao cho bệ trên cân bằng, tức là dây rọi đằng sau treo vật nặng khít vào lỗ ở giữa gần cảm biến
* Trên cục đồng hồ có cần gạt K, gạt sang ON để mở hoặc OFF để đóng
* Cần gạt K2 gạt sang trái để hiện từ 0.000 đến 9.999, độ chia 0.001, gạt sang phải để hiện từ 00.00 đến 99.99, độ chia 0.01
* Thời gian chạy sẽ hiện ở ô đỏ bên phải
* Cảm biến nằm ở chính giữa, con lắc bay qua thì báo tín hiệu
* Cần gạt I, II gạt sang trái để giá trị ô đỏ bên trái + 1 mỗi khi con lắc đi qua cảm biến 1 lần, gạt sang phải để + 1 mỗi khi con lắc đi qua cảm biến 2 lần
* Nút bấm K1 để Reset 2 số về 0, khi con lắc đi qua cảm biến lần đầu tiên, số bên trái = 1, số bên phải mới bắt đầu tăng, do đó thời điểm số bên trái tăng từ 8 lên 9, số bên phải là 12, thì 12 là thời gian của 8 chu kỳ
* Khi vặn núm xoay MODE tới “n = 50” thì khi ô bên trái hiện 51 thì ô bên phải và ô bên trái dừng lại, tức là đo thời gian 50 chu kỳ
* Đo 2 lần 2 mốc khi 2 con ốc ở vật 2 khít chặt nhau, được thời gian T1, T2, ứng với mốc 1, 2, giả sử = 50 giây và 80 giây
* Đo tiếp 2 lần 2 mốc khi 2 con ốc cách nhau 4 cm, dùng thước kẹp để làm điều này, được thời gian T’1, T’2, giả sử = 70 giây và 60 giây, khi này ta cần tìm khoảng cách giữa 2 con ốc để thời gian 2 mốc bằng nhau, sử dụng nội suy tuyến tính, khi khoảng cách tăng từ 0 tới 4, thì mốc 1 tăng từ 50 đến 70, mốc 2 từ 80 xuống 60, như vậy sẽ có thời điểm 2 mốc = nhau
* Sau khi xác định được khoảng cách giữa 2 con ốc, tiến hành đo lại để tìm chu kỳ của 2 mốc, 2 chu kỳ phải cách nhau không quá 0.05 giây, tính trung bình 2 cái, từ chu kỳ và khoảng cách giữa 2 mốc = L để tính gia tốc trọng trường, khoảng cách giữa 2 mốc dùng thước thẳng dài
* Quy ước chiều thuận là mốc 1 và chiều nghịch là mốc 2, chữ thuận và nghịch được ghi trên con lắc, nếu đang ở chiều thuận thì chữ thuận sẽ không bị ngược, nếu chu kỳ thuận > chu kỳ nghịch, vặn con ốc lại gần nhau hơn

Mechanical Advantage – Lợi Thế Cơ Học:

1. Lợi Thế Cơ Học Là Gì?

* Xét 1 dụng cụ, khi ta nhấc 1 vật thấy nó nặng vãi, nhưng dùng dụng cụ này thì thấy nhẹ hều, khi đó dụng cụ có lợi thế cơ học, tuy nhiên, để bảo toàn năng lượng, quãng đường mà tay ta đi được sẽ gấp nhiều lần quãng đường vật đi được

1. Công Dụng Lớn Nhất Của Những Dụng Cụ Có Lợi Thế Cơ Học?

* Giả sử ta phải giữ 1 vật trong 1 tiếng thấy mệt vãi, thì khi dùng những dụng cụ này, thì thấy khỏe vãi vì lực mà ta phải bỏ ra trong 1 tiếng đã được giảm đi đáng kể

Pulley – Ròng Rọc:

1. Ròng Rọc Động?

* Lấy ròng rọc cố định đảo ngược nó lại, nghĩa là bánh ròng rọc gắn trực tiếp với vật, luồn dưới đít nó sợi dây, rồi gắn 1 đầu lên trần, đầu còn lại cầm tay kéo
* Miễn là ròng rọc di chuyển khi dây di chuyển thì là ròng rọc động

1. Tại Sao Dùng Ròng Rọc Động Giảm Lực Kéo?

* Do có 1 đầu dây gắn vào trần, coi nó như 1 bàn tay kéo khác, khi đó, tay ta và trần nhà sẽ cùng hợp lực để kéo 1 vật, do đó lực kéo sẽ chia đôi
* Dễ thấy quãng đường ta kéo dây gấp 2 lần so với quãng đường vật đi lên, do đó năng lượng được bảo toàn

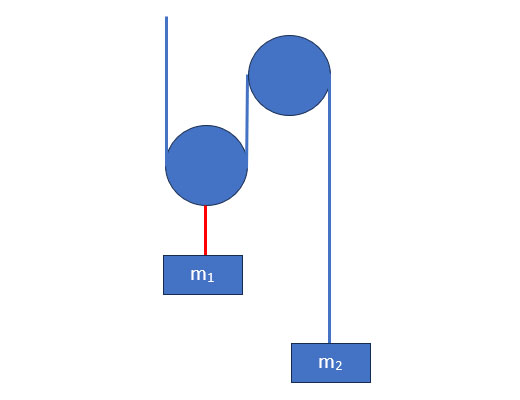
1. Truyền Lực?

* Giả sử ta có 1 sợi dây không có khối lượng và không co giãn, hình dạng của nó là đường gấp khúc, tại các chỗ gấp khúc có để mấy cái ròng rọc
* Trên sợi dây có đính các chất điểm với khối lượng bất kì
* Khi tác dụng 1 lực lên 1 chất điểm nào đó theo phương dây tại điểm đó thì lực sẽ được phân tán cho toàn bộ chất điểm trên dây, tưởng tượng như dòng điện, khối lượng chất điểm tỉ lệ thuận với phần trăm lực nó nhận được
* Ví dụ
* Sợi dây có 2 chất điểm, 1 cái 2 kg và 1 cái 5 kg, tác dụng lực 14 N lên chất điểm 1 thì cuối cùng, chất điểm 1 chịu 4 N, chất điểm 2 chịu 10 N
* Lực truyền chia đôi khi đi qua ròng rọc động

1. Áp Lực Dây Lên Ròng Rọc?

* Cho 1 ròng rọc cố định, luồn qua nó 1 sợi dây, rồi 2 người cầm 2 đầu sợi dây kéo theo hướng tùy ý với độ lớn lực tùy ý, gọi 2 Vector lực kéo là A và B
* Gọi C là Vector cùng hướng A, D là Vector cùng hướng B, cả 2 đều có chung độ lớn = lực căng dây, tổng hợp Vector C + D chính là áp lực lên ròng rọc
* Giả sử cũng như trên, nhưng hướng kéo là xuống đất, lực khác nhau, đồng thời tác dụng thêm 1 lực F hướng lên trên, điểm đặt là ròng rọc, nếu ròng rọc di chuyển lên trên, thì áp lực dây tác dụng lên ròng rọc = F, nếu gia tốc của ròng rọc là a, thì gia tốc trung bình của 2 người kéo cũng = a

1. Ròng Rọc Động + Tĩnh?



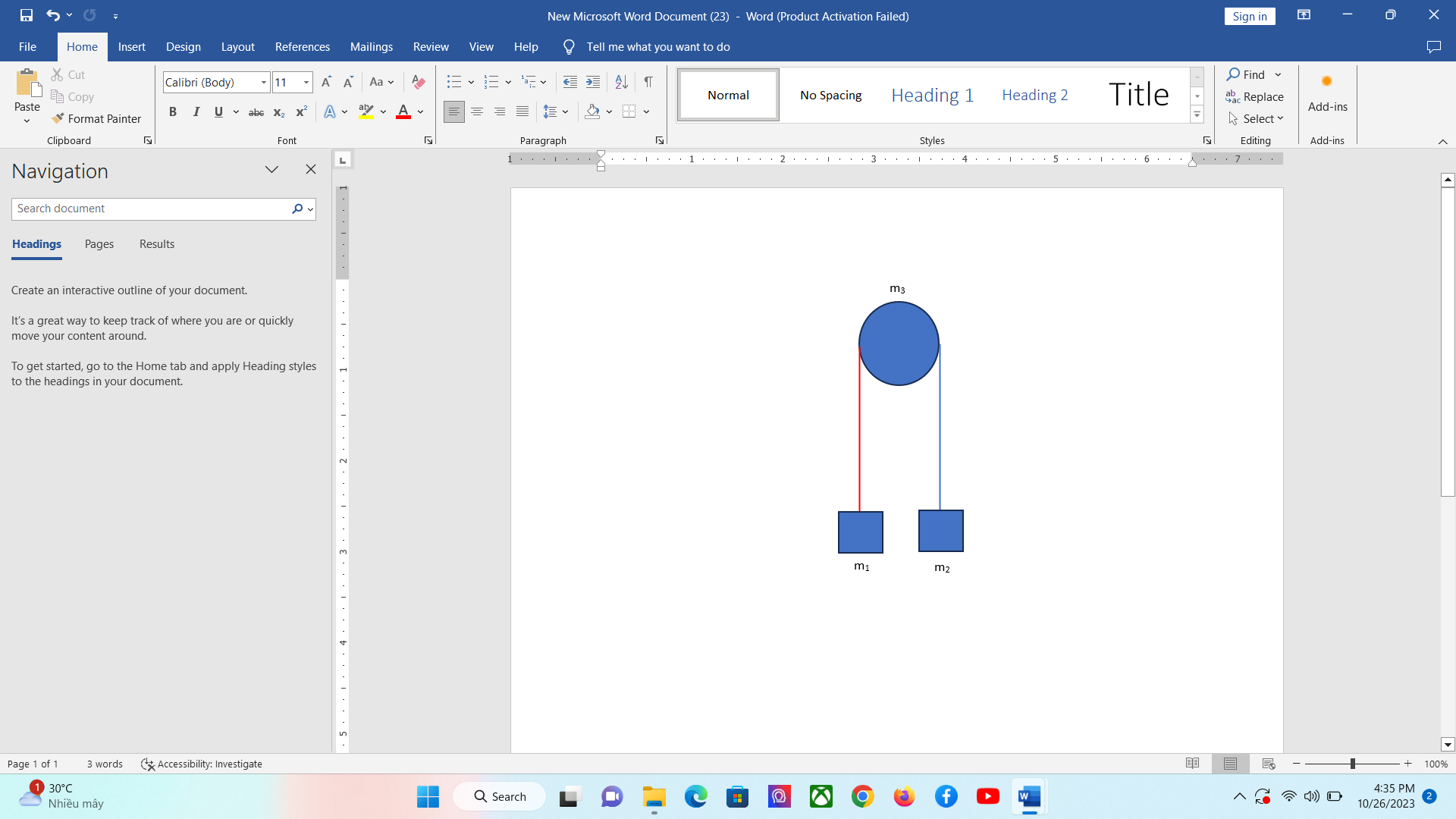
* Nếu m1 = 2m2, hệ đứng yên
* Nếu m1 ≠ 2m2, độ lớn lực căng sợi dây màu xanh là

* Độ lớn lực căng sợi dây màu đỏ = 2 lần màu xanh
* Gia tốc của m1, gọi P1, P2 là trọng lực tác dụng lên m1 và m2

* Gia tốc của m2 ngược chiều m1 và lớn gấp đôi

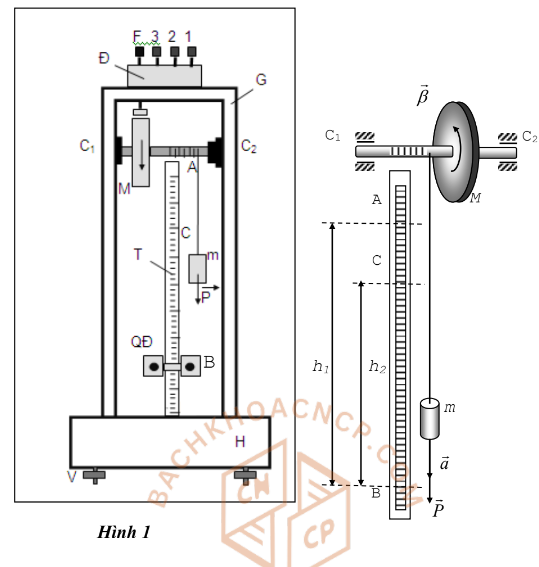
1. Ròng Rọc Có Khối Lượng?

* Những trường hợp trên ta đang xét ròng rọc không có khối lượng
* Bản chất khi dây di chuyển, ròng rọc cũng bị quay theo do lực ma sát nghỉ, do đó nó sẽ tác dụng lại dây 1 lực trực đối, nhưng do khối lượng = 0, nên lực = 0
* Còn nếu ròng rọc có khối lượng, giả sử khi dây chà xát lên ròng rọc, chỉ có sự lăn không trượt, thì khi này lực mà ròng rọc tác dụng lên dây > 0, và do sự truyền lực, lực căng dây tại 2 phía ròng rọc sẽ khác nhau, chênh lệch lực căng dây = lực ma sát nghỉ giữa ròng rọc và dây
* Tóm lại, cho hệ sau



* Khi này, ròng rọc là 1 khối trụ đặc khối lượng m3
* Nếu m1 = m2, hệ đứng yên
* Nếu m1 > m2, thì gia tốc của của vật m1, chiều dương hướng xuống là

1. Bộ thí nghiệm đo Moment quán tính của trục đặc?



* Bánh ròng rọc quay thì quả nặng sẽ bị cuốn, tối đa là xuống tới điểm B, ở đây cũng có cảm biến, nối đầu trên cảm biến này với cổng A đồng hồ ở thí nghiệm con lắc thuận nghịch, chỉnh K2 sang 9.999, chỉnh MODE sang A ↔ B
* 1 lúc chỉ có 1 nút F, 3, 2, 1 ở hình 1 được bấm xuống, nút F hãm ròng rọc không quay, 3 nút còn lại đều thả ròng rọc, tương tự ở thí nghiệm con lắc thuận nghịch, các nút vặn V ở đế H có tác dụng nâng lên hạ xuống 2 khung trụ để giá G cân bằng, để làm được điều này cần bấm nút 3, nút này vừa thả vừa bất hoạt cảm biến, để quả nặng rơi xuống từ từ, khi nó chạm B, thì phải bấm F hãm lại ngay, rồi chỉnh vặn V sao cho dây treo song song thước, sau đó dịch cảm biến lên trên từ từ cho đến khi số trên đồng hồ chạy thì dừng lại, xác định vị trí này của cảm bên trên thước, đây chính là vị trí B
* Sau khi chỉnh cân bằng, dùng tay cuộn bánh ròng rọc kéo quả nặng lên đến vị trí từ 5 đến 10 trên thước, bấm F hãm, sau đó xác định vị trí vạch này = thước ê ke, đây chính là vị trí A, lấy A – B được h1
* Bấm Reset trên đồng hồ, sau đó bấm nút 1 rồi bấm nút 2 liền trên hình 1, khi này đồng hồ bắt đầu đếm và quả nặng được thả xuống, ngay khi quả nặng chạm B thì đồng hồ ngừng đếm tại giá trị t, sau đó theo quán tính quả nặng bị ròng rọc cuộn lên, khi nó ở độ cao cực đại thì bấm F, xác định vị trí này trên thước, gọi là C, lấy C – B được h2
* Lực ma sát của ổ bi trục quay tính xấp xỉ bằng công thức sau, m là khối lượng quả nặng, g là gia tốc trọng trường

* Moment quán tính của hệ trục đặc và ròng rọc tính xấp xỉ bằng, d là đường kính trục đặc

Friction – Lực Ma Sát:

1. Tại Sao Lại Có Lực Ma Sát?

* Cho 2 vật bằng phẳng M và N trong môi trường không trọng lực, N đặt trên M sao cả 2 tiếp xúc, tác dụng lực để N trượt trên M, khi đó 2 vật M, N do bằng phẳng nên chúng không tác dụng lực gì nên nhau cả, và dẫn đến N không bao giờ dừng lại, nhưng khi bề mặt M gồ ghề, N cũng gồ ghề, thì khi N trượt trên M, nhưng cái nhô ra từ bề mặt va đập vào nhau, khi này N tác dụng vào M một lực cùng chiều chuyển động của N, và do đó, theo định luật 3 Newton, M cũng tác dụng vào N một lực ngược hướng làm N dần giảm tốc độ, và đây chính là lực ma sát

1. Tại Sao Không Có Lực Ma Sát Thì Không Di Chuyển Được?

* Giả sự ban đầu có 1 người đang đứng yên 1 vật M cố định bằng phẳng trong môi trường không trọng lực, chân người này cũng bằng phẳng, nó tịnh tiến về phía sau, do M bằng phẳng nên chân người này chẳng gây ra lực nào nên M cả, do đó M cũng không tác dụng lên chân người này lực nào, giả sử M gồ ghề, chân người cũng gồ ghề, khi đó nếu chân người tịnh tiến ra phía sau, nó sẽ tác dụng lên M 1 lực cùng hướng tịnh tiến, khi đó M cũng tác dụng lên chân 1 lực hướng ngược lại, làm điểm tựa để thân người hướng về phía trước, khi này, chính lực ma sát đã giúp ta di chuyển

1. Tính Lực Ma Sát?

* Giả sử 2 vật đang ép nhau với lực có độ lớn F, 2 vật bắt đầu tịnh tiến ngược hướng nhau, gọi hệ số ma sát trượt tương ứng với bề mặt vật là k, khi đó độ lớn lực ma sát tác dụng lên cả 2 vật là

1. Lực Ma Sát Nghỉ?

* Giả sử 1 hệ cô lập gồm 2 vật bị ép vào nhau = nội lực có độ lớn F, khi này tác dụng 1 lực kéo song song với bề mặt tiếp xúc của 2 vật lên vật 1
* Sẽ có 2 trường hợp xảy ra
* 1 là cả 2 vật vẫn dính vào nhau và di chuyển với cùng gia tốc theo hướng của F, trường hợp này vật 2 di chuyển là do ma sát nghỉ
* 2 là cả 2 vật đều di chuyển theo hướng của F nhưng gia tốc vật 1 > vật 2, tính theo chiều F, trường hợp này vật 2 di chuyển do ma sát trượt
* Trường hợp 1 xảy ra khi nếu ta giả xử vật 1 trượt trên vật 2, thì gia tốc vật 1 < vật 2, tính theo chiều F, phi lý

Reference Frame – Hệ Quy Chiếu:

1. Hệ Quy Chiếu?

* 1 vật làm mốc + 1 đồng hồ

1. Hệ Quy Chiếu Quán Tính (Inertial Frame Of Reference)?

* Là vật thể hay mốc đang chuyển động thẳng đều, nói cách khác không có lực nào tác dụng lên nó
* Khi này, từ điểm nhìn của vật này, nếu vật khác có gia tốc, thì chắc chắn có lực thật tác dụng lên chúng
* Định nghĩa đúng nhất là từ điểm nhìn của hệ qui chiếu quán tính, phương trình

F = ma đúng

* Ví dụ
* Điểm nhìn từ 1 chiếc xe chuyển động thẳng đều

1. Hệ Quy Chiếu Phi Quán Tính (Non Inertial Frame Of Reference)?

* Là vật thể hay mốc đang chuyển động không thẳng đều, nói cách khác có lực tác dụng lên nó
* Khi này, từ điểm nhìn của vật này, nếu vật khác có gia tốc hoặc không, thì chưa chắc có lực thật tác dụng lên chúng, coi đó là lực ảo
* Định nghĩa đúng nhất là từ điểm nhìn của hệ quy chiếu phi quán tính, phương trình F = ma sai, nó chỉ đúng khi ta thêm lực ảo vào
* Ví dụ
* Điểm nhìn từ 1 chiếc xe chuyển động nhanh dần đều

1. Lực Ảo?

* Giả sử bạn là 1 hệ quy chiếu quán tính, bạn nhìn thấy 1 vật A đang di chuyển lắc léo không theo 1 quy tắc gì, nói cách khác, A là hệ quy chiếu phi quán tính
* Bạn cũng nhìn thấy 1 vật B đang chuyển động dưới tác dụng của 1 lực F
* Từ điểm nhìn của A, B giống kiểu bị lắc léo, A nghĩ rằng có lực nào đó tác dụng lên B để B lắc léo so với A, nhưng đéo phải, chỉ có lực F thôi, cái lực mà B nghĩ nó tồn tại gọi là lực ảo, như đã nói ở hệ quy chiếu phi quán tính, gọi lực F’ là lực tác dụng lên B theo điểm nhìn của A, khối lượng động của B từ điểm nhìn của bạn là m, vận tốc của B từ điểm nhìn của A là v, Vector từ A tới B là r, Vector tốc độ góc, Vector gia tốc của A từ điểm nhìn của bạn là ω và a, ta có

* FD gọi là lực d’Alambert, khi tàu tăng tốc, bạn giống kiểu bị đẩy ra phía sau
* FC gọi là lực Coriolis, nếu B tịnh tiến cùng với A, thì lực ảo này hướng vào từ B vào A
* FG gọi là lực li tâm, luôn hướng từ A ra B, dễ thấy công thức của nó na ná gia tốc hướng tâm
* FE gọi là lực Euler, có phương vuông góc AB, vai trò như lực tăng hoặc hãm tốc độ góc của B so với A, dễ thấy công thức của nó na ná gia tốc tiếp tuyến
* Dễ thấy nếu đặt B lên đĩa quay A thì v = 0, khi đó không còn lực Coriolis đối đầu lực li tâm, lực li tâm sẽ khiến B văng ra, nếu không văng ra, thì là do ma sát nghỉ đóng vai trò lực hướng tâm

Gravity – Lực Hấp Dẫn:

1. Kí Hiệu?

* Hằng số hấp dẫn là G
* Khối lượng vật 1 là m1
* Khối lượng vật 2 là m2
* Khoảng cách giữa 2 vật là r
* Khối lượng trái đất là me
* Bán kính trái đất là re
* Gia tốc trọng trường tại mặt đất trái đất là g0
* Khối lượng mặt trời là ms
* Khoảng cách từ trái đất tới mặt trời là rse
* Khối lượng hành tinh bất kì là M
* Bán kính hành tinh trên là R
* Khối lượng của siêu nhân là m

1. Tính Xấp Xỉ Độ Lớn Lực Hút Nhau Của 2 Vật?

1. Tính Xấp Xỉ Gia Tốc Trọng Trường Của 1 Vật Gần Mặt Đất?

* Giả sử vật ở độ cao h rất bé so với re

* Giả sử vật ở độ sâu d so với mặt đất

1. Vận Tốc Thoát?

* Tưởng tượng bây giờ có 1 siêu nhân đang đứng ở trái đất, bỗng nhiên anh ta phóng thẳng lên trời với vận tốc đầu đủ lớn, sau đó anh ta buông lỏng để cho thân thể bay tự do, khi đó, lực hấp dẫn giữa anh ta và trái đất cố gắng kéo anh ta xuống mặt đất, bằng cách giảm dần vận tốc của anh ta, nhưng giả sử vận tốc đầu của anh ta lớn đến nỗi cho dù có buông lỏng thì anh ta vẫn đủ sức bay đến vô tận mà vận tốc vẫn chưa giảm về 0, nguyên nhân là do bay càng cao thì lực hấp dẫn càng giảm, độ giảm vận tốc cũng giảm theo, do không có ma sát, nên theo định luật bảo toàn năng lượng, giả sử nếu anh ta bị kéo ngược trở lại tại 1 thời điểm nào đó, thì khi đó, thế năng của anh ta tại đó so với mặt đất = động năng của anh ta lúc bắt đầu phóng, vì vậy, nếu lúc bắt đầu phóng mà động năng của anh ta vượt qua thế năng tại điểm vô tận thì anh ta sẽ không bao giờ bị kéo trở lại, vận tốc làm cho động năng của anh ta lúc bắt đầu phóng = thế năng ở vô tận gọi là vận tốc thoát
* Công cản của lực hấp dẫn vào anh chàng này trong suốt quá trình bay đến vô tận từ mặt đất

* Độ lớn vận tốc thoát

1. Tốc Độ Vũ Trụ Cấp 1, 2, 3?

* Tốc độ vũ trụ cấp 1 là tốc độ của 1 vật quay đều xung quanh trái đất ở độ cao gần như = 0 so với mặt đất, nghĩa là cách tâm trái đất khoảng R = bán kính trái đất, chỉ có trọng lực tác dụng lên vật, với gia tốc trọng trường ở mặt đất = g

* Tốc độ vũ trụ cấp 2 = vận tốc thoát khỏi trái đất của 1 vật đứng tại mặt đất của trái đất

* Tốc độ vũ trụ cấp 3 = vận tốc thoát khỏi mặt trời của 1 vật đứng trên mặt đất của trái đất, coi trái đất không quay quanh mặt trời

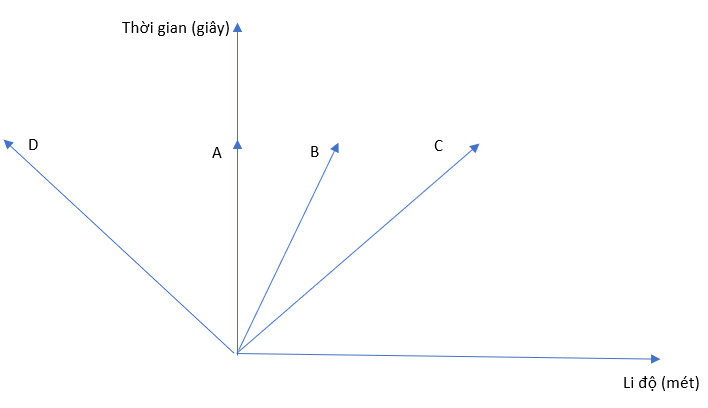
1. 4 Lực Cơ Bản?

* Lực hấp dẫn, yếu nhất
* Lực tương tác yếu, yếu nhì, xuất hiện khi Proton chuyển thành Neutron
* Lực điện từ, mạnh nhì, tác dụng lên các điện tích
* Lực tương tác mạnh, mạnh nhất, có tác dụng giúp các Necleon bám chặt vào nhau tạo hạt nhân
* Hạt nhân sẽ bị nổ tung nếu chỉ có lực điện từ và lực hấp dẫn

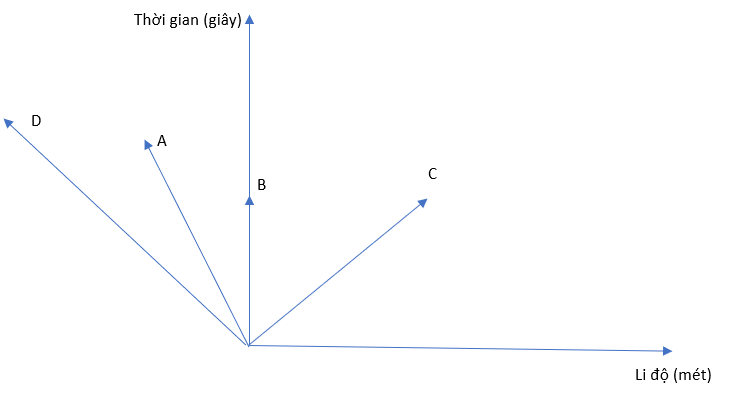
Relativity – Thuyết Tương Đối:

1. Biến Đổi Lorentz (Lorentz Transformation)?

* Trong hệ quy chiếu quán tính, cho vật A, B, C, D trùng nhau đang đứng yên, bỗng chốc B di chuyển với vận tốc không đổi v so với A, C di chuyển cùng hướng với B với tốc độ ánh sáng là c so với A, D di chuyển ngược hướng B cũng với tốc độ ánh sáng
* Từ điểm nhìn của A, ta có biểu đồ thời gian, vị trí sau



* Từ điểm nhìn của B, ta có biểu đồ sau, do tốc độ C và D vẫn phải = tốc độ ánh sáng tại điểm nhìn của B, nên ta cần phải áp dụng phép biến đổi tuyến tính sao cho đường C và D giữ nguyên hệ số góc, đồng thời khiến đường B trùng trục thời gian, và tung độ của A phải không đổi, ma trận biến đổi là



* Như vậy, các sự kiện xảy ra ở đầu mũi tên sẽ diễn ra với trình tự khác nhau ở các điểm nhìn khác nhau
* Định thức của M là

* Nếu v càng lớn, thì định thức càng nhỏ, không thời gian càng bị co lại
* Hệ quả khi 1 vật di chuyển càng nhanh so với ta, thì ta thấy nó càng bị co lại so với môi trường xung quanh, từ điểm nhìn của vật đó, môi trường xung quanh cũng bị co lại do môi trường di chuyển tương đối với nó