ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

# Les fonctions trigonométriques tangentes et cotangentes et leurs inverses

## 3.6 Quelques exemples

Fonctions trigonométriques, logarithmiques et exponentielles

Prof Hans-Jörg Ruppen

EPFL

# Exemple 1

## Exemple

Résoudre sur $\mathbb{R}$ l'équation

$$\tan\alpha = -\frac{\sqrt{3}}{3}.$$

On sait que $\arctan\left(-\frac{\sqrt{3}}{3}\right) = -\frac{\pi}{6}$ (valeur remarquable !)

L'ensemble solution $S$ est donc

$$S = \left\{-\frac{\pi}{6} + k\pi \;\middle|\; k \in \mathbb{Z}\right\}$$



Guten Tag. Um dieses Kapitel über die trigonometrischen Funktionen Tangens und Kotangens und deren Kehrwerte abzuschließen, stellen wir heute einige Beispiele vor, die diese Funktionen Tangens, Kotangens, Arkustangens und Arkuskotangens in Anwendung bringen. Beginnen wir mit einem ersten Beispiel, bei dem wir auf R die Gleichung Tangens Alpha ist gleich minus Wurzel von dreiviertel umwandeln. Minus Wurzel dreiviertel ist ein bemerkenswerter Wert von Tangens Alpha, das bedeutet, dass wir sofort eine Lösung für diese Gleichung haben. Eine Lösung erhalten wir durch Arkustangens minus Wurzel von dreiviertel. Und das ist ein bemerkenswerter Wert, und ich kann also sagen, dass Arkustangens von minus Wurzel von dreiviertel gleich -π/6 ist. Ich habe also eine Lösung: -π/6 von meiner Gleichung: Alpha gleich -π/6 ist eine Lösung. Die anderen Lösungen erhalte ich einfach, indem ich ein vielfaches Ganzes von Pi addiere zu dieser Lösung -π/6. Ich kann also schreiben, dass die Summe der Lösungen S durch -π/6 gegeben ist plus k mal -π, wo k ein Element von Z ist. Und somit ist dieses Problem gelöst.

Notes

Summary

0m 03s

# Exemple 2

## Exemple

Simplifier l'expression

$$\sin(\underbrace{\arctan y}_{=:\alpha}), \qquad (y \in \mathbb{R}).$$

On sait • $\alpha \in \left]-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right[$
• $\tan\alpha = y$

On cherche: $\sin\alpha$



Betrachten wir ein zweites Beispiel: Wir würden den Ausdruck Sinus Arkustangens y, wo y eine reale Zahle ist, vereinfachen. Stellen wir erst einmal fest, dass dieser Ausdruck für alle Werte von y definiert ist. Sinus akzeptiert nämlich jedwede reale Zahl, und Arkustangens y wird uns eine reale Zahl geben für jedweden gegebenen realen Wert y. Bei solchen Problemen kann man eine Strategie verwenden, die darin besteht, den Winkel zu suchen. Für mich hier ist der Winkel die Größe, von der ich zum Beispiel Sinus, Kosinus, Tangens oder Kotangens berechnen möchte. In diesem vorliegenden Fall würde ich gern den Sinus von irgendetwas berechnen. Dieses Etwas könnte ein Winkel sein, und deshalb sage ich nur diesen Ausdruck: Arkustangens y... Ich werde einfach sagen, dass das hier ein Winkel Alpha ist, und man weiß etwas von diesem Alpha, man weiß, dass Alpha ein guter Winkel für Tangens ist. Also ist Alpha im Intervall enthalten, der von -π/2 nach π/2 geht, ich weiß noch etwas: Ich weiß, dass wenn ich Tangens Alpha berechne, ich y erhalte. Mein Problem: Ich möchte Sinus von Alpha festlegen. Ich könne leider lediglich Tangens von Alpha und nicht Sinus von Alpha, den ich suche.

Notes

Summary

1m 46s

# Exemple 2

## Exemple

Simplifier l'expression

$$\sin(\underbrace{\arctan y}_{=:\alpha}), \qquad (y \in \mathbb{R}).$$

On sait • $\alpha \in \left]-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right[$
• $\tan\alpha = y$

On cherche : $\sin\alpha$

Mais on a : $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$, $\cos\alpha > 0$, $\sin\alpha \neq \pm 1$



Also suche ich eine Brücke, die mein Problem, die den gesuchten Wert Sinus Alpha mit dem gegebenen Wert Tangens Alpha verbindet. Ich werde den Umstand nutzen, dass Tangens Alpha gegeben ist durch Sinus von Alpha geteilt durch Kosinus Alpha. Ich muss, abgesehen von Tangens Alpha, Kosinus Alpha kennen. Aber ich kenne Kosinus Alpha nicht. Erinnern wir uns jedoch daran, dass wir eine Relation zwischen Sinus und Kosinus haben.. Wir wissen in der Tat, dass wenn man Sinus² von Alpha nimmt und Kosinus von Alpha² hinzufügt, man immer 1 erhält. Außerdem wissen wir in dieser Relation Sie sehen, Alpha ist enthalten zwischen - π/2 und π/2. Das bedeutet, dass Kosinus von Alpha positiv sein muss und was Sinus angeht, weiß ich, dass Sinus von Alpha nicht gleich mehr oder weniger 1 sein kann. Wir werden sehen, dass das eine ziemlich wichtige Information ist. Wenn ich dies erst einmal habe, kann ich diese Relation im Vergleich zu Kosinus Alpha lösen. Ich kann also schreiben, Kosinus von Alpha, übrigens Kosinus² wäre gegeben durch 1 minus Sinus² von Alpha weil ich nur Kosinus habe nehme ich die Wurzel und hier ist ein Plus-Vorzeichen weil der Kosinus, von dem weiß ich, dass er positiv ist.

Notes

Summary

3m 25s

# Exemple 2

## Exemple

Simplifier l'expression

$$\sin(\underbrace{\arctan y}_{=:\alpha}), \qquad (y \in \mathbb{R}).$$

On sait $\cdot\ \alpha \in \left]-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right[$

$\cdot\ \tan\alpha = y$

On cherche : $\sin\alpha$

Mais on a : $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$, $\cos\alpha > 0$, $\sin\alpha \neq \pm 1$

si bien que $\cos\alpha = +\sqrt{1-\sin^2\alpha}$ et $\tan\alpha = \dfrac{\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = y$



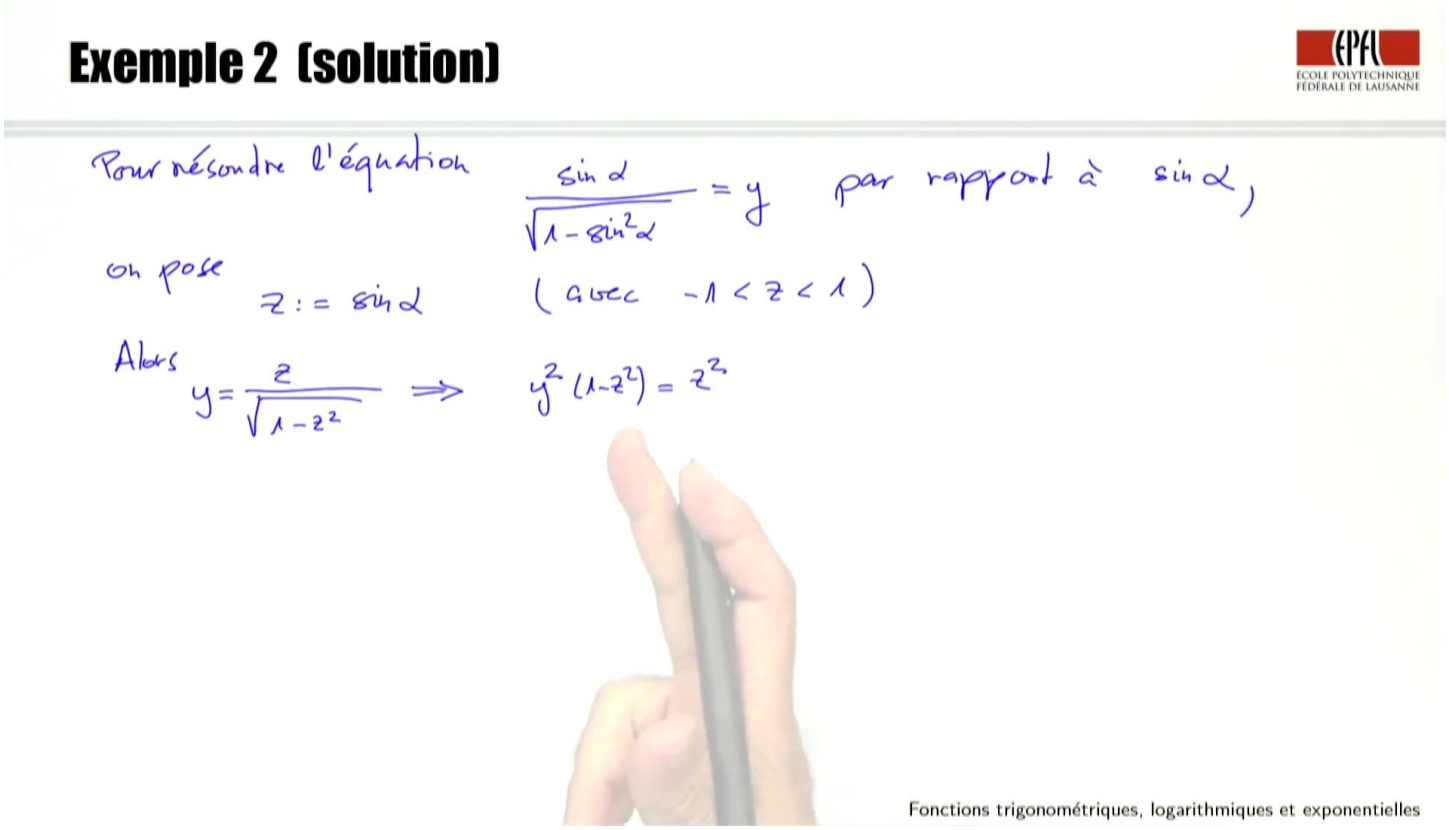
Und ich kann jetzt sagen, dass Tangens Alpha ist gleich Sinus Alpha von Kosinus Alpha, also kann ich sagen, dass Sinus von Alpha vom Kosinus, den ich genommen habe, wie 1 minus Sinus² Alpha. So, das ist Sinus Alpha geteilt durch Kosinus Alpha, und ich weiß, dass das hier y ist. y ist gegeben und Sinus Alpha ist die Größe, die ich suche. Um also diese Gleichung zu lösen, Sinus Alpha geteilt durch Wurzel von 1 minus Sinus² von Alpha ist gleich y, werde ich eine Substitution benutzen.

Notes

Summary

5m 07s

# Exemple 2 (solution)



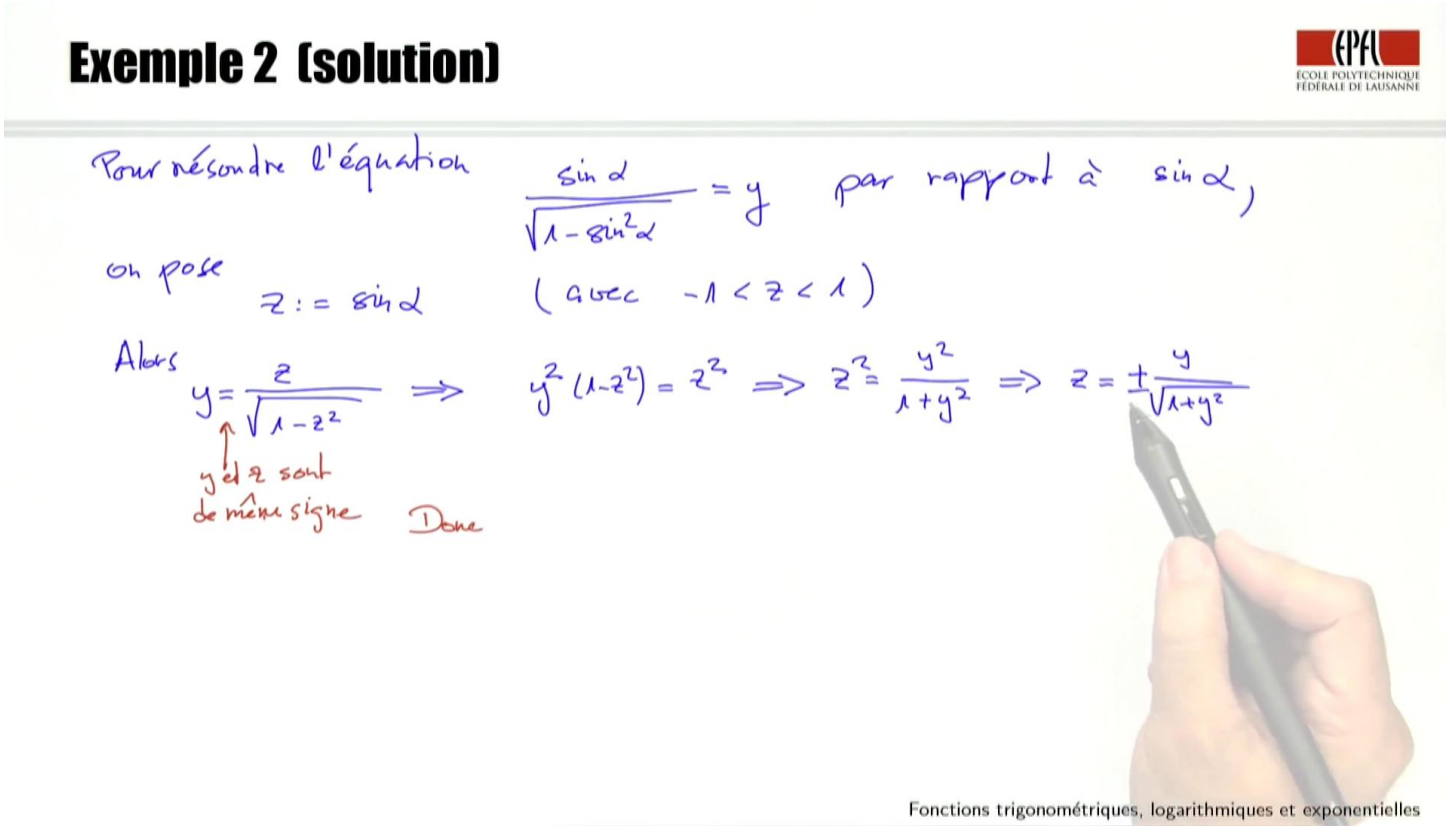

Um diese Gleichung zu lösen, stelle ich z gleich Sinus Alpha, und ich weiß, dass in diesem Fall z zwischen -1 und 1 liegt. Die Werte plus oder -1 sind ausgenommen, da wir gesagt haben, dass Sinus von Alpha nicht die Werte mehr oder weniger 1 annehmen kann. Unser Problem stellt sich wie folgt dar: Ich habe y ist gleich... Also Sinus Alpha ersetze ich durch z, geteilt durch die Wurzel, und hier habe ich 1 minus $z^2$ y ist gegeben, und ich suche z. Man kann eine Relation somit Schritt für Schritt ins Quadrat ziehen, aber man muss vorsichtig sein, wenn man so verfährt, da man keine Äquivalenz mehr hat. Wir machen das jetzt einmal und schauen, was daraus wird. Ich erhalte also $y^2$ auf der linken Seite, die Wurzel² stelle ich ebenfalls auf die linke Seite, und so habe ich hier ein 1 minus $z^2$, und auf der rechten Seite bleibt $z^2$. Man kann diese Implikation nicht von rechts nach links umkehren, denn wenn Sie hier diese Gleichung durch y ist gleich -z geteilt durch die gleiche Wurzel ersetzen, wenn sie die beiden Glieder ins Quadrat ziehen, fallen Sie hier in ebendiese Gleichung. Man kann also nicht zurück. Lassen Sie uns trotzdem fortfahren. Diese Relation hier kann man lösen im Vergleich zu $z^2$.

Notes

Summary

6m 01s

# Exemple 2 (solution)




Fonctions trigonométriques, logarithmiques et exponentielles

Um dies zu tun, stellen wir einfach $z^2$ auf die rechte Seite, und wir lösen gegenüber $z^2$ auf, um $y^2$ geteilt durch 1 plus $y^2$ zu finden. Hier habe ich ein 1 plus $y^2$, das positiv ist, das ist überhaupt gar kein Problem, und hier habe ich ein $z^2y^2$. Das bedeutet eigentlich, dass z so sein muss: y geteilt durch die Wurzel von 1 plus $y^2$. Ich kann diese Wurzel ziehen, das ist auch kein Problem. Ich ziehe die Wurzel einer Zahl, die größer ist als 1, aber wenn ich hier von links aus nach rechts gehe, muss ich das hier mit einem Vorzeichen plus oder minus versehen. In der Tat, kommen die zwei Gleichungen z ist gleich plus y von Wurzel und z ist gleich -y von der Wurzel aus dieser Relation. Man weiß ganz genau, dass eine Gleichung der Art $z^2$ ist gleich eine Konstante mit zwei Lösungen plus oder minus Wurzel ist. Aber hier können wir trotzdem eine Anmerkung machen: Man sieht sofort, wenn man sich diese Gleichung anschaut, dass y gleich Sinus Alpha ist, also haben y und z hier das gleiche Vorzeichen. Wenn sie das gleiche Vorzeichen haben, bedeutet dies, dass ich eine der beiden Möglichkeiten hier ausschließen muss. Wenn ich ein Minus hätte, hätten z und y ein unterschiedliches Vorzeichen, weil die Wurzel immer positiv ist.

Notes

Summary

7m 30s

# Exemple 2 (solution)

Pour résoudre l'équation $\frac{\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = y$ par rapport à $\sin\alpha$,

on pose $z := \sin\alpha$ (avec $-1 < z < 1$)

Alors $y = \frac{z}{\sqrt{1-z^2}} \Rightarrow y^2(1-z^2) = z^2 \Rightarrow z^2 = \frac{y^2}{1+y^2} \Rightarrow z = \pm\frac{y}{\sqrt{1+y^2}}$

$y$ et $z$ sont de même signe

Donc $\sin\alpha = z = \frac{y}{\sqrt{1+y^2}}$

et $\sin(\arctan y) = \frac{y}{\sqrt{1+y^2}}$ $(y \in \mathbb{R})$



Also kann ich schreiben, dass dieser Sinus von Alpha, den ich gesucht habe, und der tatsächlich z ist, z ist durch y gegeben auf der Wurzel von 1 plus y². Und dies führt uns zu folgendem Ergebnis: Wenn ich den Sinus von Arkustangens y berechne, kann dies in der Form ausgedrückt sein von y auf der Wurzel von 1 plus y², und diese Relation ist wahr für alle y in R. Also haben wir unser Problem gelöst. Eine kleine Anmerkung an dieser Stelle: Es ist vielleicht zu bemerken, dass diese Kombination von trigonometrischen Funktionen in der Tat durch eine algebraische Kombination ausgedrückt werden kann.

Notes

Summary

9m 11s

# Exemple 2 (solution)

On peut faire mieux !

On pose $\alpha := \arctan y \in \left]-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right[$ comme ci-dessus.

Mais $1 + \tan^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}$, donc $1 - \sin^2\alpha = \frac{1}{1+\tan^2\alpha}$, si bien que

$$\sin^2\alpha = 1 - \frac{1}{1+\tan^2\alpha} = \frac{\tan^2\alpha}{1+\tan^2\alpha}$$



Trotzdem gibt es bessere Methoden. Wie vorhin, legen wir fest, dass Alpha gleich Arkustangens y ist. Das Problem ist, dass ich also Tangens von Alpha kenne, der den Wert von y hat, aber ich muss Sinus festlegen. Diesmal jedoch, werde ich nicht nach einer Brücke des Typus Tangens Alpha ist gegeben durch einen Quotienten Sinus Alpha auf Cosinus Alpha suchen. Nein, ich fahre mit einer anderen Relation fort. Die Relation, die ich aussuche, ist die Relation, dass 1 plus Tangens² von Alpha gegeben ist durch 1 auf Kosinus² Alpha. Ich erinnere Sie daran, dass Kosinus nicht gleich Null sein kann, das haben wir vorhin bereits angegeben. Kosinus ist absolut positiv. Wenn ich also diese Relation nehme, und diesen Kosinus² durch 1 minus Sinus² ersetze, erhalte ich die Relation, dass 1 minus Sinus² gegeben ist durch den Quotienten 1 auf 1 plus Tangens² von Alpha. Man kann dies lösen im Vergleich zu Sinus² Alpha. Und wenn ich das alles in den gleichen Nenner stecke, was bleibt mir dann noch? Für die 1 erhalte ich 1 plus Tangens² Alpha minus die 1; es bleibt mir lediglich Tangens² Alpha. Ich habe ein wenig das gleiche Problem wie vorhin. Ich hätte gern Sinus.

Notes

Summary

10m 05s

# Exemple 2 (solution)

On peut faire mieux !

On pose $\alpha := \arctan y \in \left]-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right[$ comme ci-dessus.

Mais $1+\tan^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}$, donc $1-\sin^2\alpha = \frac{1}{1+\tan^2\alpha}$, si bien que

$$\sin^2\alpha = 1 - \frac{1}{1+\tan^2\alpha} = \frac{\tan^2\alpha}{1+\tan^2\alpha}$$

Pour $\alpha \in \left]-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right[$, $\sin\alpha$ et $\tan\alpha$ sont de même signe. Donc

$$\sin\alpha = \frac{\tan\alpha}{\sqrt{1+\tan^2\alpha}} = \frac{y}{\sqrt{1+y^2}}$$

et

$$\sin(\arctan y) = \frac{y}{\sqrt{1+y^2}} \quad (y \in \mathbb{R})$$



Das Problem hier ist, dass ich also eine Unbestimmtheit über das Vorzeichen habe, aber... erinnern wir uns, dass der Winkel Alpha enthalten ist zwischen -π/2 und π/2. In diesem Bereich der Funktionen haben Tangens und Sinus das gleiche Vorzeichen. Ich kann also sagen, dass Sinus von Alpha gegeben ist durch Tangens Alpha auf der Wurzel von 1 plus Tangens² Alpha. Das heißt, da Tangens von Alpha y ist, es ist y auf der Wurzel von 1 plus y², und ich erhalte also das gleiche Ergebnis wie vorher, das heißt, dass Sinus von Arkustangens y immer durch den Quotienten y auf der Wurzel von 1 plus y² gegeben ist. Diese Relation ist wahr für alle Werte von y.

Notes

Summary

11m 55s

# Exemple 3

## Exemple

Déterminer les valeurs des fonctions trigonométriques de l'angle

$$\alpha = \frac{671}{3}\pi.$$



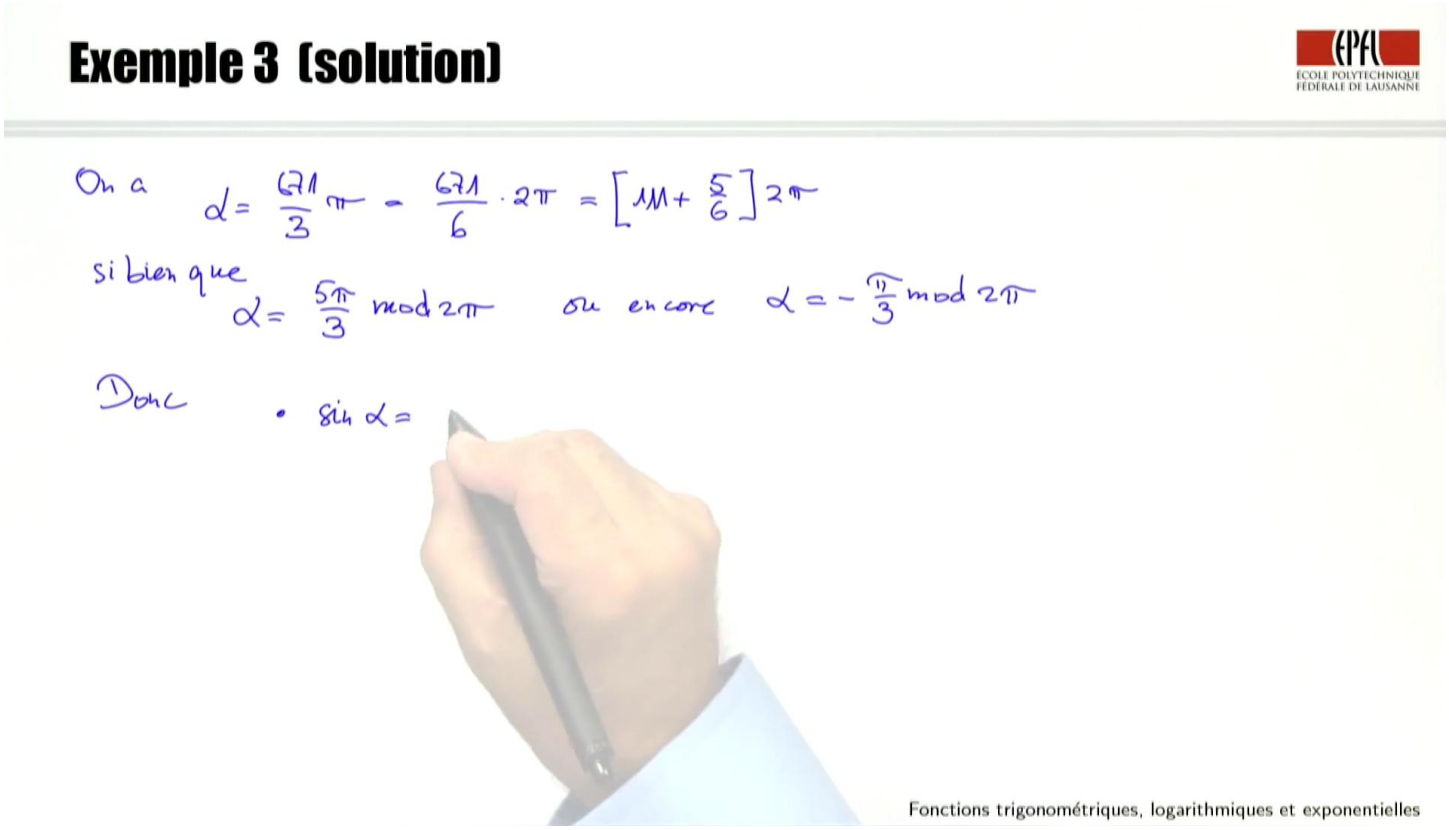
Als drittes Beispiel möchten wir die Werte der trigonometrischen Funktionen festlegen, das heißt von Sinus, von Kosinus, von Tangens und von Kotangens für einen Winkel, der hier gegeben ist, es ist der Winkel 671 Drittel Pi.

Notes

Summary

13m 03s

# Exemple 3 (solution)



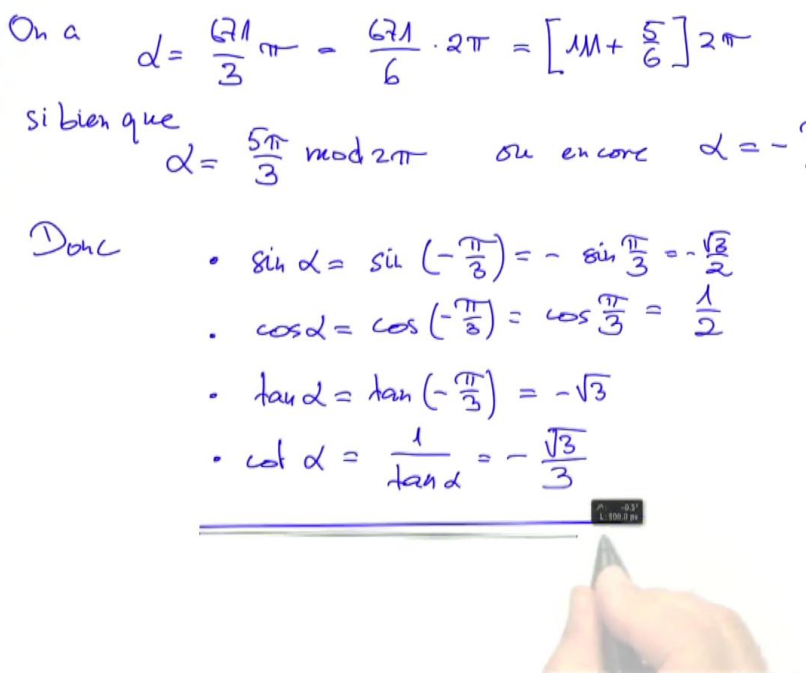

Also, wir haben Alpha gegeben durch 671 Drittel Pi. Ich würde gern die ganzen Türme extrahieren, sie sind in diesen 671 Drittel Pi enthalten. Zu diesem Zweck hätte ich gern etwas in der Art mal 2π. Ich wüsste also gern die Anzahl der Türme irgendwie. Ich schreibe hier 671, und um die 2 zu kompensieren, die ich hier eingesetzt habe, setze ich Sechstel ein. Von diesem Bruch 671 Sechstel aus, werde ich die Ganzen extrahieren. Das macht 111 Ganze, das heißt 666 Sechstel, und es bleiben noch 5 Sechstel mal 2π. Ich kann also die folgende Relation aufschreiben: Alpha ist gleich 5π/3 modulo 2π. Oder aber, wenn anders bevorzugt, Alpha ist gleich ich werde noch einmal 2π substrahieren, was durchaus zulässig ist, da ich modulo 2π berechne, und ich erhalte -π/3 modulo 2π. Der Vorteil von -π/3 ist, dass dies ein bemerkenswerter Winkel ist. Ich kann also sofort schreiben Sinus von Alpha... Ich kann dort einen gegebenen Winkel Alpha ersetzen durch einen Winkel der gleich modulo 2π ist. Ich nehme also dieses -π/3. Ich nehme den Sinus von -π/3, der Sinus, im Übrigen, ist noch eine ungleiche Funktion, ich kann also sagen, dass es der Sinus von π/3 mit dem Vorzeichen Minus ist, und ich erhalte somit minus Wurzel von einem halben 3.

Notes

Summary

13m 17s

# Exemple 3 (solution)






Wenn ich den Kosinus nehme, ersetze ich dort auch einfach den Kosinus Alpha durch den Kosinus von -π/3, der Kosinus selbst ist gerade, also kann ich einfach den Kosinus von π/3 nehmen, und ich erhalte also 1/2. Für Tangens Alpha also könnte ich Alpha sogar durch einen anderen, ihm gleichen Winkel ersetzen modulo π lediglich, aber es ist klar, dass ich hier absolut diesen neuen Winkel -π/3 nehmen kann. Ich erinnere Sie daran, dass die Funktion Tangens periodisch π ist, aber sie ist deshalb auch periodisch 2π. Hier kann man einen bemerkenswerten Wert nutzen, oder man nutzt einfach die Tatsache, dass Tangens der Quotient von Sinus auf Kosinus ist. In beiden Fällen erhält man das gleiche Ergebnis., nämlich minus Wurzel 3, und für Kotangens Alpha werde ich einfach 1 auf Tangens Alpha nehmen, das heißt, ich erhalte minus Wurzel von 3 Drittel, und das löst diese Aufgabe.

Notes

Summary

15m 15s

# Exemple 4

## Exemple

Déterminer la valeur de l'expression

$$\sin\alpha - \frac{1}{\cos\alpha}$$

sachant que

$$\tan\alpha = -\frac{1}{2} \qquad \text{et} \qquad \frac{9\pi}{2} \leq \alpha \leq 5\pi\,.$$



Schauen wir uns noch ein viertes Beispiel an: würden wir gern den Wert festlegen eines Terms, der hier gegeben ist, also von Sinus Alpha minus 1 auf Kosinus Alpha. Und was wissen wir über Alpha? Wir wissen, dass Tangens von Alpha -1/2 wert ist und wir wissen, dass Alpha zwischen 9 π/2 und 5π liegt.

Notes

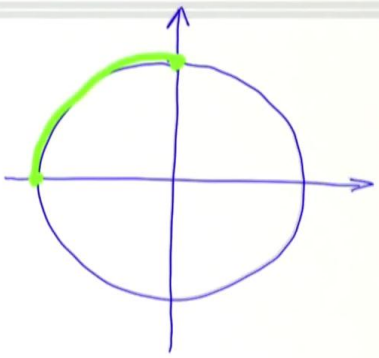
Summary

16m 21s

# Exemple 4 (solution)

On a $\frac{9\pi}{2} \leq \alpha \leq 5\pi$ càd $\left[4+\frac{1}{2}\right]\pi \leq \alpha \leq 5\pi$

Donc $\sin\alpha > 0$ et $\cos\alpha < 0$





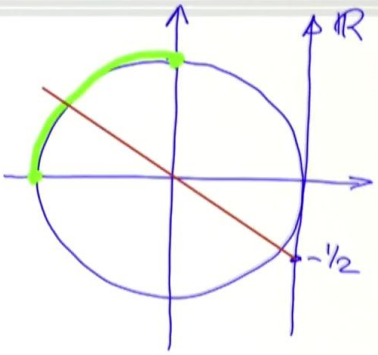
Wir müssen aber damit anfangen, den Bereich der Wert der Werte von Alpha zu klären. Um welchen Bereich handelt es sich? Man sagt, dass Alpha innerhalb von 9 π/2 und 5 π liegt. Ich schreibe das ein wenig anders, ich werde hier die zwei Halbtürme extrahieren diesmal ist es vielleicht ein wenig einfacher in dieser Situation hier. Also habe ich hier 4 Ganze plus 1/2 das sind die 9 Halben mal π, das sind also die Halbtürme und für 5 π habe ich 5 Halbtürme. Wenn ich mir das also auf dem trigonometrischen Kreis anschaue, habe ich folgende Situation: Der Bereich der zulässigen Winkel ist enthalten zwischen... man muss zuerst 4 Halbtürme nehmen 1, 2, 3, 4 und noch die Hälfte, also gehen wir von hier aus und 5 Halbtürme, das ist noch 1/4 Turm mehr, also muss ich hier in diesem Bereich meinen Winkel Alpha wiederfinden. Ich kann sofort den folgenden Schluss ziehen: Ich kann sagen, dass Sinus von Alpha ein Element ist, das in meinem Term ist... Sinus von Alpha ist sicherlich positiv, und ich kann auch sagen, dass Kosinus von Alpha negativ ist. Lassen Sie uns trotzdem hier diese Zeichnung vervollständigen.

Notes

Summary

16m 40s

# Exemple 4 (solution)




On a $\frac{3\pi}{2} \leq \alpha \leq 5\pi$ càd $\left[4+\frac{1}{2}\right]\pi \leq \alpha \leq 5\pi$

Donc $\sin\alpha > 0$ et $\cos\alpha < 0$

Mais

- $\cos^2\alpha = \frac{1}{1+\tan^2\alpha} = \frac{1}{1+(-1/2)^2} = \frac{1}{1+1/4} = \frac{4}{5}$

  $\cos\alpha = -\sqrt{\frac{4}{5}} = -\frac{2}{\sqrt{5}}$

-



Ich weiß, dass Tangens von Alpha -1/2 wert ist, wenn ich hier also die Achse Tangens habe, Tangens -1/2 die Konstruktion für Tangens ist hier, und ich sehe sofort, dass der Winkel, der hier gegeben ist, einen strikt positiven Sinus haben wird, und einen strikt negativen Kosinus. Also kenne ich lediglich den Wert von Tangens. Ich benötige den Wert von Sinus und Kosinus. Ich werde also die Relationen von Pythagoras verwenden. Eine erste Relation erlaubt es, zu sagen, dass Kosinus² gegeben ist durch 1 geteilt durch 1 plus Tangens² Alpha. Wir haben gerade diese Relation genutzt, im vorangehenden Beispiel. Tangens Alpha ist -1/2 wert, also kann ich hier 1 auf 1 plus diesem -1/2² berechnen. Das ergibt 1 auf 1 plus 1/4, et wenn ich hier mit 4 erweitere, erhalte ich 4 auf 5. Kosinus von Alpha, genau genommen, wäre mehr oder weniger die Wurzel 4/5, aber Kosinus ist negativ, also weiß ich, dass ich minus die Wurzel von diesen 4/5 nehmen werde, was mich auf -2 auf Wurzel 5 bringt. Ich werde diesen Term in dieser Form stehen lassen. Ich werde nicht mit Wurzel 5 erhöhen, da das, was mich interessiert, nicht der Kosinus von Alpha ist, aber 1 auf Kosinus von Alpha. Wie bekomme ich jetzt eine Information über den Sinus?

Notes

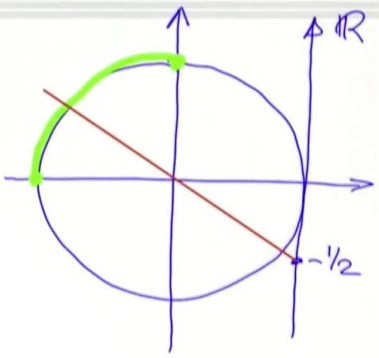
Summary

18m 15s

# Exemple 4 (solution)

On a $\frac{3\pi}{2} \leq \alpha \leq 5\pi$ càd $\left[4+\frac{1}{2}\right]\pi \leq \alpha \leq 5\pi$

Donc $\sin\alpha > 0$ et $\cos\alpha < 0$




Mais

- $\cos^2\alpha = \frac{1}{1+\tan^2\alpha} = \frac{1}{1+(-1/2)^2} = \frac{1}{1+1/4} = \frac{4}{5}$

  $\cos\alpha = -\sqrt{\frac{4}{5}} = -\frac{2}{\sqrt{5}}$

- $\sin\alpha = \tan\alpha \cdot \cos\alpha = \left(-\frac{1}{2}\right)\cdot\left(-\frac{2}{\sqrt{5}}\right) = \frac{1}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{5}}{5}$

Donc $\sin\alpha - \frac{1}{\cos\alpha} = \frac{\sqrt{5}}{5} + \frac{\sqrt{5}}{2} = \frac{2\sqrt{5}+5\sqrt{5}}{10} = \frac{7\sqrt{5}}{10}$



Ich schlage Ihnen die folgende Relation vor: Und zwar kann der Sinus in der Form dieses Tangens Alpha geschrieben werden kann, der Kosinus Alpha multipliziert. In der Tat ist Tangens Alpha der Quotient von Sinus durch Kosinus. Wenn ich mit Kosinus multipliziere, bleibt mir Sinus. Und da kenne ich beide Elemente: Ich kenne Tangens, der -1/2 wert ist, und der Kosinus multipliziert, den wir gerade festgelegt haben als -2 auf Wurzel 5. Wenn ich also hier die Berechnungen durchführe, bleibt mir ein positiver Wert von 1 auf Wurzel 5. Hier kann ich durch Wurzel 5 erhöhen und ich erhalte Wurzel 5/5. Wenn ich also den Term anschaue, den ich suche, den Term, der Sinus Alpha -1 auf Kosinus Alpha ist, stelle ich fest, dass ich den Sinus kenne. Es ist die Wurzel von 5/5. Ich sehe, dass ich Kosinus Alpha kenne, er ist ein negativer Wert, wenn ich also substrahiere, habe ich hier ein Plus und hier die Wurzel von 5/2. Ich setze dies in den gleichen Nenner: 10 also erhalte ich 2 Mal Wurzel 5 plus 5 Mal Wurzel 5, insgesamt führt mich das zu 7 Mal Wurzel 5 geteilt durch 10.

Notes

Summary

20m 00s

# Les fonctions tangente et cotangente et leur inverse

Un grand merci d'avoir suivi ce troisième chapitre.

Un grand merci à mes collaborateurs qui soutiennent ce projet :

- Guido Burmeister,
- Roger Sauser et
- Olivier Woringer.



So! Ich danke Ihnen dafür, dass Sie diesem dritten Kapitel gefolgt sind. Ich beglückwünsche Sie zur Disziplin, die Sie haben, zum Interesse, das Sie diesen Kapiteln entgegenbringen. Ich nutze die Gelegenheit am Ende dieses Kapitels, um auch meinen Mitarbeitern zu danken, die mich unterstützen. Vielen Dank an Guido Burmeister, an Roger Sauser und an Olivier Woringer. Bis zum nächsten Mal.

Notes

Summary

21m 26s