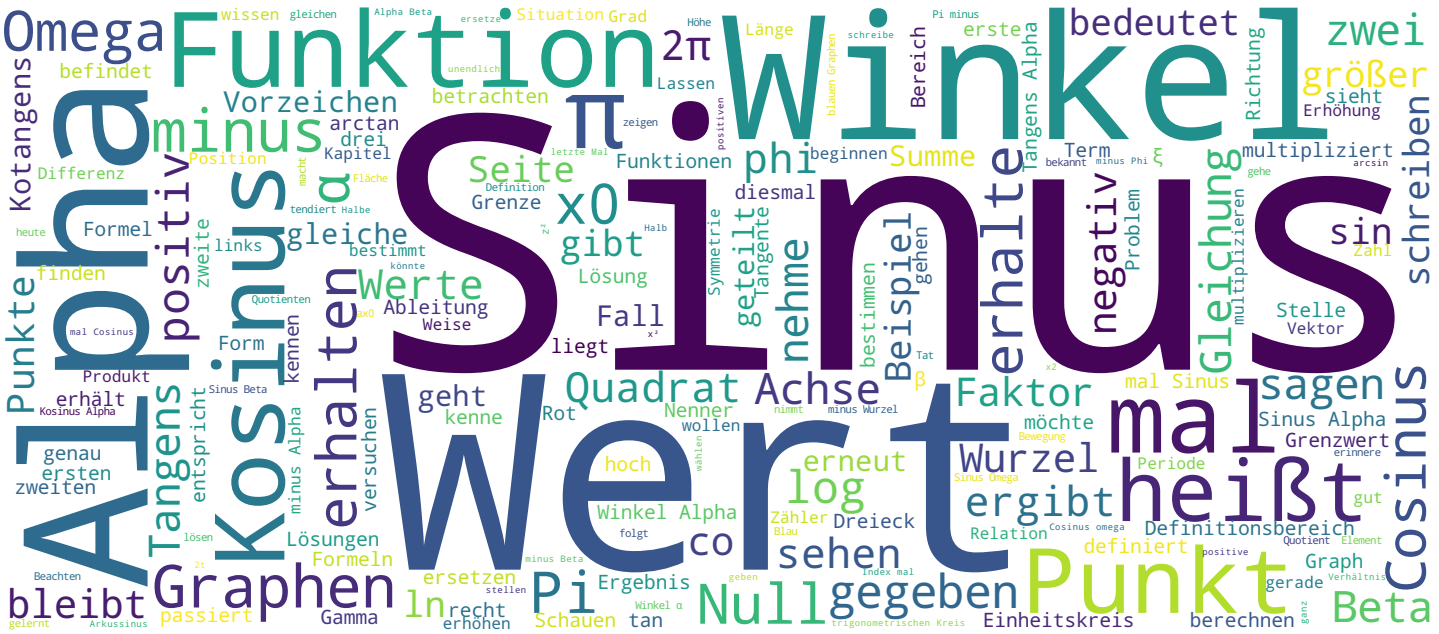
ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Oscillations harmoniques

5.3 Le graphe d'une oscillation harmonique

Fonctions trigonométriques, logarithmiques et exponentielles

Prof Hans-Jörg Ruppen


Sinus
Wert
Winkel
Funktion
Alpha
Omega
Kosinus
Tangens
Graphen
Punkt
Nullgegeben
Pi
Quadrat
Achse
Faktor
Gleichung
Wurzel
heißt
ergibt
mal
sagen
Cosinus
Beta
Seite
x0
gibt
Lösung
Fall
Werte
erhalten
gleiche
Vorzeichen
minus
positiv
Kotangens
Punkte
Formel
Differenz
Position
Kapitel
arctan
drei
Lassen
Grenze
Definition
Funktionen
phi
beginnen
Summe
diesmal
geteilt
Tangente
Symmetrie
nehme
Beispiel
gehen
bestimmen
erhalte
negativ
Problem
multiplizieren
multipliziert
Term
Tangens Alpha
bedeutet
zwei
größer
sieht
Erhöhung
Richtung
schreiben
sin
Zahl
Stelle
Vektor
Sinus Alpha
Grenzwert
Periode
definiert
Definitionsbereich
Graph
Einheitskreis
berechnen
Relation
Ergebnis
Schauen
tan
Winkel Alpha
Dreieck
Zähler
sehen
erneut
log
co
hoch
Rot
Nenner
wollen
möchte
Bewegung
Lösungen
Formeln
ersetzen
ln
recht
erhöhen
Gamma
passiert
bleibt
Arkussinus
Produkt
erhält
Kosinus Alpha
Sinus Beta
Form
kennen
Quotienten
Ableitung
Weise
geht
kenne
versuchen
entspricht
zweiten
ersten
genau
finden
heute
links
zweite
Werte
Kapitel
Fläche
tendiert Halbe
Position
Seite
Lassen
Situation
Grad
Höhe
Länge
Pi minus
erste
Bereich
Tangens Alpha
Term
Summe
Funktionen
Grenze
Definition
Symmetrie
Tangente
Beispiel
Faktor
Achse
Quadrat
Wurzel
Punkt
Graph
Beta
Einheitskreis
Nullgegeben
Pi
Ergebnis
Schauen
tan
Winkel Alpha
Dreieck
Zähler
sehen
erneut
log
co
Relation
Definitionsbereich
Periode
definiert
Graph
Beta
berechnen

La multiplication d'une fonction par une constante

Considérons une fonction

$$f : x \mapsto f(x),$$

définie sur son domaine de définition $\mathbf{D}_f$, et son graphe

$$\mathcal{G}_f := \{(x, f(x)) \mid x \in \mathbf{D}_f\}.$$

Comment peut-on en déduire le domaine de définition et le graphe de la fonction

$$a \cdot f : x \mapsto af(x),$$

a étant un réel non nul ?

Guten Tag. das letzte Mal haben wir über harmonische Schwingungen gesprochen, das heißt über die Funktion, die in der Form der Sinuskonstante oder Cosinuskonstante ausgedrückt wird und die Phase in der Form Omega t plus phi (ωt + φ). Heute werden wir uns dem Graphen der harmonischen Schwingung zuwenden. Wir werden dies in einem allgemeinen Rahmen machen, das heißt wir betrachten zunächst eine Funktion *f*, die *x* in *f(x)* umwandelt. Diese Funktion ist definiert im Bereich *Df*, wie üblich und ich betrachte den Graphen dieser Funktion, also die Gesamtheit der Punkte mit den Koordinaten *xy*. Das *x* muss im Definitionsbereich liegen, wenn der Wert *y* durch den Funktionswert *f* am Punkt *x* bestimmt ist. Wir nehmen an, dass der Graph für die Funktion *f* gegeben ist und wir folgendes Problem haben: wie kann man den Definitionsbereich und den Graphen *a f* herleiten? *a* ist eine reelle Konstante ungleich Null, die Funktion *a f* wandelt *x* nicht in *f(x)* um, sondern *a* mal *f(x)*.

Notes

Summary

0m 03s

La multiplication d'une fonction par une constante

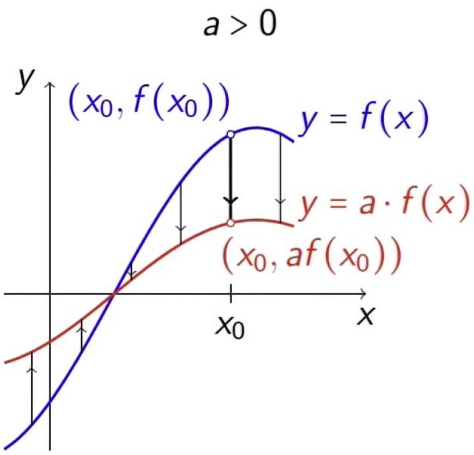
La fonction $a \cdot f$ est définie comme suit :

1. on choisit un x_0
2. on prend son image par f : $f(x_0)$
3. on multiplie celle-ci par a : $af(x_0)$.

Remarquons que x_0 doit appartenir à $\mathbf{D}_f$.

On en déduit que

- $\mathbf{D}_{a \cdot f} = \mathbf{D}_f$
- $\mathcal{G}_{a \cdot f}$ s'obtient par amplification par a de $\mathcal{G}_f$ selon l'axe des y .



Die Lösung dieses Problems ist diese hier:- der Graph der Funktion *f(x)* in Blau gezeichnet. Als erstes wähle ich einen Punkt *x0*, der ist hier. Als zweites betrachte ich zum Wert *f(x0)* den Wert von *x0*, der durch den Wert *y* über diesem Punkt bestimmt ist. Diesen Wert muss ich mit der Konstante *a* multiplizieren, für den Graphen hatten wir *a* gleich positiv gewählt, aber *a* befindet sich zwischen Null und Eins. Wenn ich diesen Wert *y* mit *a* multipliziere, erhalte ich *a* mal *y*, also exakt den Wert *a* mal *f(x0)*. Dieser Wert entspricht der Funktion *af* am Punkt *x0*. Die Konstellation ist also die folgende: um den Graphen von *G* von *af* zu erhalten, gehe ich vom blauen Graphen aus und erhöhe diesen blauen Graphen um *a*. Diese Erhöhung nehme ich in Richtung der Achse von *y* vor.

Notes

Summary

1m 15s

La multiplication d'une fonction par une constante

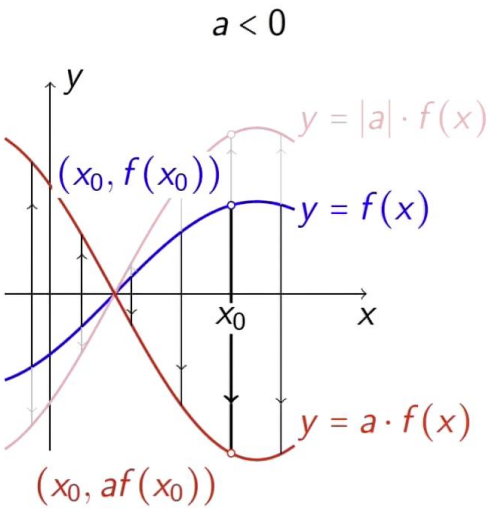
La fonction $a \cdot f$ est définie comme suit :

1. on choisit un x_0
2. on prend son image par f : $f(x_0)$
3. on multiplie celle-ci par a : $af(x_0)$.

Remarquons que x_0 doit appartenir à $\mathbf{D}_f$.

On en déduit que

- $\mathbf{D}_{a \cdot f} = \mathbf{D}_f$
- $\mathcal{G}_{a \cdot f}$ s'obtient par amplification par a de $\mathcal{G}_f$ selon l'axe des y .



Hier sehen Sie, was passiert, wenn *a* negativ ist, man macht genau das gleiche, aber wenn ich hier den Wert von *y* um einen negativen Wert erhöhe, einem negativen Wert, der im vorliegenden Fall der Größe -1,5 entspricht, dieser Wert *y* also multipliziert wird, ergibt dies mal +1,5. Tatsächlich habe ich aber -1,5, ich habe also einen niedrigen Wert, die Konstruktion bleibt aber die Gleiche. Der Graph *Gf* muss um den Faktor *a* erhöht werden; die Erhöhung muss dabei an der Achse von *y* vorgenommen werden. Wenn Sie einen wissenschaftlicheren Ausdruck verwenden wollen, können Sie sagen, dass Sie hier eine Affinität haben, eine Affinitätsachse, die Achse von *y*, mit der Richtung der Achse von *y* und mit dem Faktor, der durch die Konstante *a* vorgegeben wird.

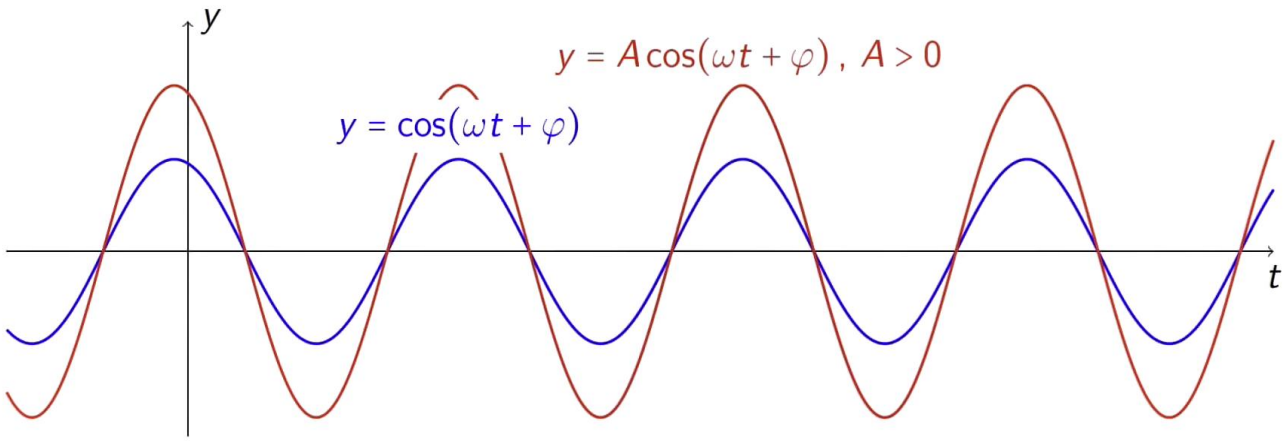
Notes

Summary

2m 31s

Cas d'une fonction harmonique

$$f : t \mapsto \cos(\omega t + \varphi) \qquad A \cdot f : t \mapsto A\cos(\omega t + \varphi)\,,$$



Fonctions trigonométriques, logarithmiques et exponentielles

Betrachten wir, was uns dies über die Harmoniefunktion aussagt. Ich gehe von einer einfachen Harmoniefunktion aus, Cosinus omega t plus phi (ωt + φ), hier sehen Sie den entsprechenden Graphen. Im Augenblick konzentrieren wir uns nicht so sehr darauf, wie genau man diesen Graphen erhält - er ist einfach gegeben. Wir leiten von diesem Graphen den Graphen der Funktion *a* mal Cosinus omega t plus phi ab. Das heißt, wir wollen hier verstehen, was die Amplitude *a* macht. Wenn *a* positiv ist, wird einfach jeder Wert von y multipliziert mit diesem positiven *a*. Hier ist *a* größer als eins, das heißt wir haben faktisch eine vertikale Verlängerung.

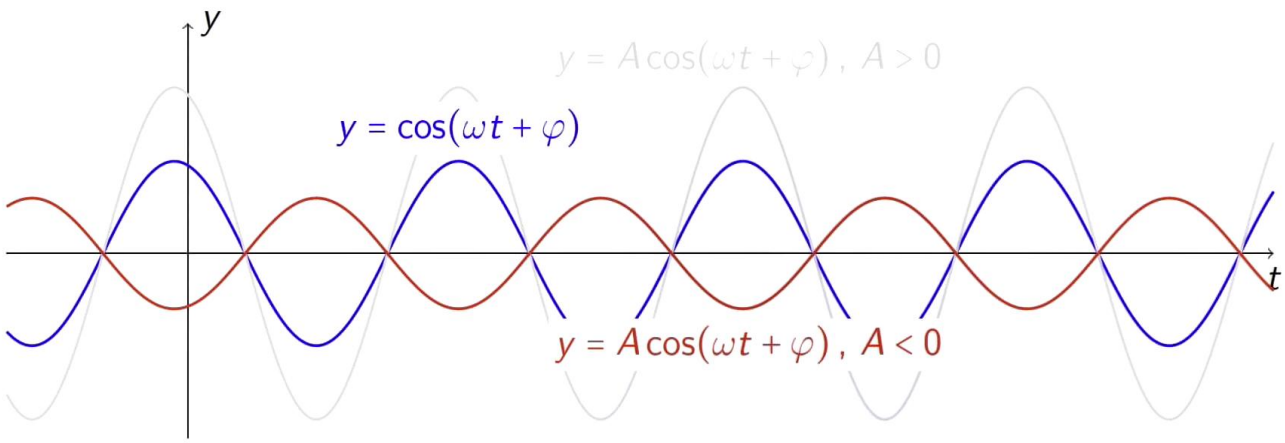
Notes

Summary

3m 24s

Cas d'une fonction harmonique

$$f : t \mapsto \cos(\omega t + \varphi) \qquad A \cdot f : t \mapsto A\cos(\omega t + \varphi)\,,$$



Betrachten wir, was passiert, wenn *a* negativ ist, aber zwischen 0 und -1; vielleicht erhalten wir etwas wie 0,5. Dieses Mal wird der Wert *y* mit dem negativen *a* multipliziert und wir erhalten die in Rot dargestellte Schwingung.

Notes

Summary

4m 04s

La multiplication dans l'argument d'une fonction

Considérons une fonction

$$f : x \mapsto f(x),$$

définie sur son domaine de définition $\mathbf{D}_f$, et son graphe

$$\mathcal{G}_f := \{(x, f(x)) \mid x \in \mathbf{D}_f\}.$$

Comment peut-on en déduire le domaine de définition et le graphe de la fonction

$$f_{\cdot a} : x \mapsto f(ax),$$

a étant un réel non nul ?

Beschäftigen wir uns nun mit einem zweiten Problem: Ausgehend von der beschriebenen Konstellation, also einer Funktion und ihrem Graphen, zeichnen wir den Graphen in Blau ein. Dieses Mal möchte ich aus dem Graphen der Funktion *f* den Graphen einer anderen Funktion herleiten, die ich *f* mit Index mal *a* benenne. Eine Funktion, die *x* nicht in *f(x)* umwandelt, sondern in *f* am Punkt *a* mal *x*. *a* ist erneut eine reelle Konstante ungleich null.

Notes

Summary

4m 22s

La multiplication dans l'argument d'une fonction

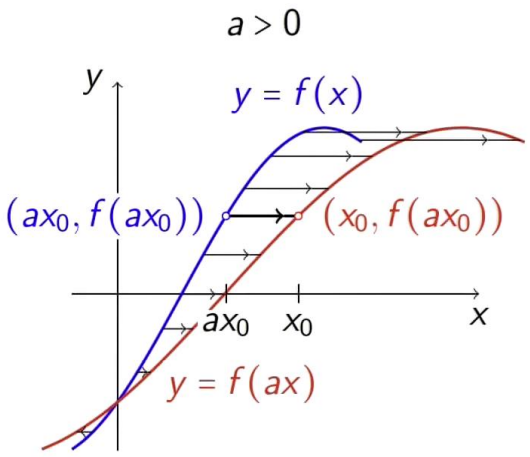
La fonction $f_{.a}$ est définie comme suit :

1. on choisit un x_0
2. on le multiplie par a : ax_0
3. on en prend l'image par f : $f(ax_0)$
4. on associe celle-ci à x_0 : $f(ax_0)$.

Remarquons que ax_0 doit appartenir à $\mathbf{D}_f$.

On en déduit que

- $\mathbf{D}_{f_{.a}} = \{x \mid ax \in \mathbf{D}_f\}$
- $\mathcal{G}_{f_{.a}}$ s'obtient par amplification par $\frac{1}{a}$ de $\mathcal{G}_f$ selon l'axe des x .



Wir gehen genauso vor wie das letzte Mal. Wir nehmen also *x0*, wie hier dargestellt. Wie zuvor, gehen wir vom blauen Graphen für die Funktion *f(x)* aus und nehmen für diesen Graphen an - oder für die Skizze, die ich gerade angefertigt habe - dass *a* positiv ist. Ich gehe also von *x0* aus, also da der Graph der Funktion, die ich suche, *f* amPunkt *a* mal *x* ist, also von *x0* aus interessiere ich mich für den Wert *a* al *x0*. Hier ist *a* im Graphen positiv, aber befindet sich im Bereich zwischen Null und Eins. Ich multipliziere also *x0* mit *a* und befinde mich dann irgendwo hier. Anschließend berechne ich den Wert der Funktion *f* am Punkt *ax0*, das ist hier, am Punkt *ax0* hat die Funktion *f* den Wert *ax0* und *f* am Punkt *ax0* ist der Wert de Funktion *f* mit dem Index mal *a*, also die Funktion in Rot am Punkt *x0*. Es muss dieser Punkt also horizontal über *x0* bewegt werden. Macht man dies für alle Punkte auf dem blauen Graphen, - ich zeichne hier ein paar Pfeile ein, um zu zeigen, was passiert - sieht man, dass die Punkte vom blauen Graphen sich Horizontal fortbewegen, wir haben also einen Effekt entlang der Achse von *x*.

Notes

Summary

4m 51s

La multiplication dans l'argument d'une fonction

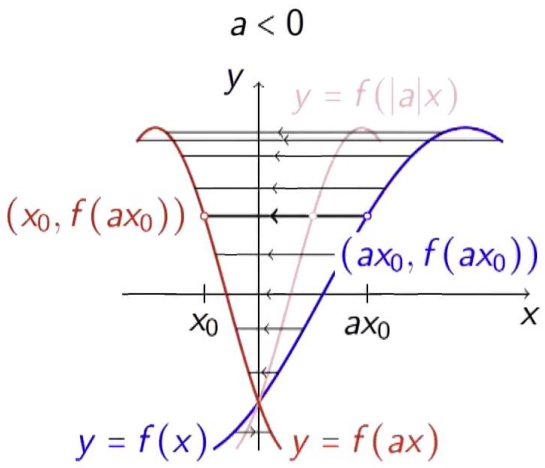
La fonction $f_{.a}$ est définie comme suit :

1. on choisit un x_0
2. on le multiplie par a : ax_0
3. on en prend l'image par f : $f(ax_0)$
4. on associe celle-ci à x_0 : $f(ax_0)$.

Remarquons que ax_0 doit appartenir à $\mathbf{D}_f$.

On en déduit que

- $\mathbf{D}_{f_{.a}} = \{x \mid ax \in \mathbf{D}_f\}$
- $\mathcal{G}_{f_{.a}}$ s'obtient par amplification par $\frac{1}{a}$ de $\mathcal{G}_f$ selon l'axe des x .



Das stellen wir hier fest und wir haben eine Erhöhung, wir multiplizieren dieses Mal also jeden Wert von *x*, wir multiplizieren ihn und den Faktor der Multiplikation sieht man hier am besten - wir müssen irgendwie den Punkt der blauen Kurve auf den Punkt der roten Kurve legen, also *ax0* muss zu *x0* gehen. Wir müssen also um *a* erhöhen, nicht um *a1* zu *a*? Das ist der Wert der Erhöhung, der gewählt werden muss. Ein kleiner Hinweis an dieser Stelle: wenn Sie nicht nur die Punkte der blauen Kurve auf diese Weise umwandeln, sondern alle Punkte auf diese Art verändern und wenn Sie beachten, dass der Definitionsbereich der blauen Funktion *f* auf der Achse von *x* markiert ist, wenn Sie also diese Markierungen verschieben, werden Sie zugleich den Definitionsbereich der Funktion*f* mit dem Index mal *a* erhalten.

Notes

Summary

6m 20s

La multiplication dans l'argument d'une fonction

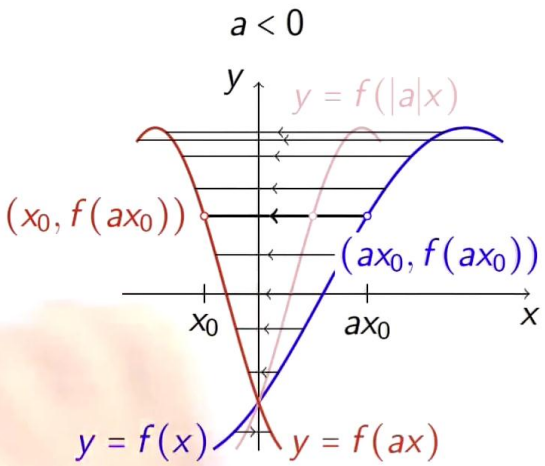
La fonction $f_{.a}$ est définie comme suit :

1. on choisit un x_0
2. on le multiplie par a : ax_0
3. on en prend l'image par f : $f(ax_0)$
4. on associe celle-ci à x_0 : $f(ax_0)$.

Remarquons que ax_0 doit appartenir à $\mathbf{D}_f$.

On en déduit que

- $\mathbf{D}_{f_{.a}} = \{x \mid ax \in \mathbf{D}_f\}$
- $\mathcal{G}_{f_{.a}}$ s'obtient par amplification par $\frac{1}{a}$ de $\mathcal{G}_f$ selon l'axe des x .



Fonctions trigonométriques, logarithmiques et exponentielles

Hier haben Sie die Konstellation, wenn *a* negativ ist. Ist *a* negativ, gehen wir von einem Wert *x0* aus, der hier negativ* ist. *a* mal *x0* wird positiv sein. Wir nehmen der Wert der Funktion und führen diesen Wert über *x0* zurück. Dies machen wir für alle Punkte des Graphen und sehen, dass die Regel die gleiche bleibt: Der Graph von *f* Index mal *a* entsteht durch Erhöhung, der Faktor ist der gleiche - eins zu *a*, auf der Achse von *x*.

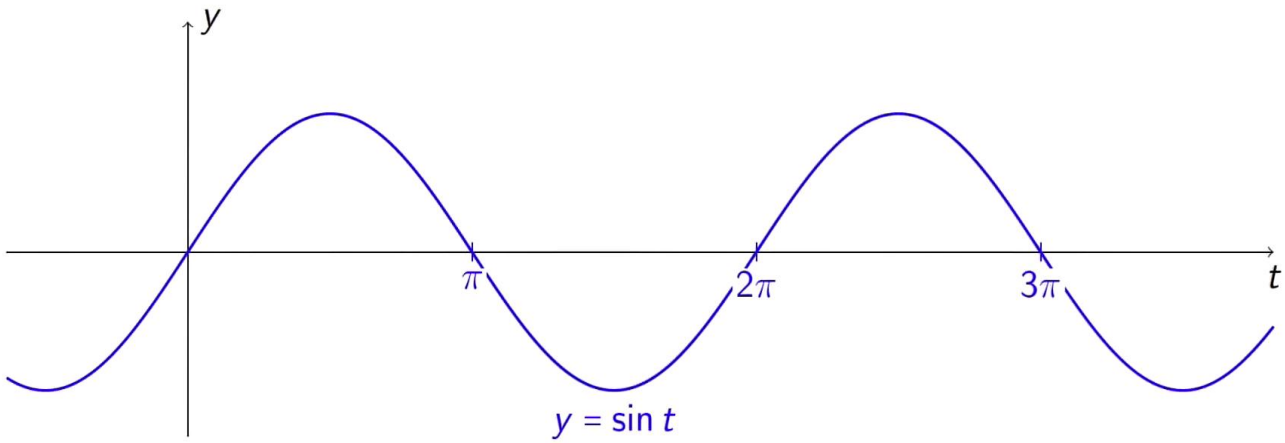
Notes

Summary

7m 15s

Cas d'une fonction harmonique

$$f : t \mapsto \sin t \qquad f_{.\omega} : t \mapsto \sin \omega t \,,$$



Fonctions trigonométriques, logarithmiques et exponentielles

Schauen wir uns also an, was dies für eine Harmoniefunktion bedeutet. Nehmen wir dieses Mal eine sehr einfache Harmoniefunktion, von der wir den Graphen kennen. Das heißt, eine Funktion, die *t* in Sinus *t* umwandelt. Hier sehen Sie den Graphen, der erste Null, Pi, der Zweite, 2 Pi, der Höchstwert: eins, der niedrigste Wert: minus eins. Nun versuchen wir, aus diesem Graphen den Graphen der Funktion Sinus omega mal *t* abzuleiten.

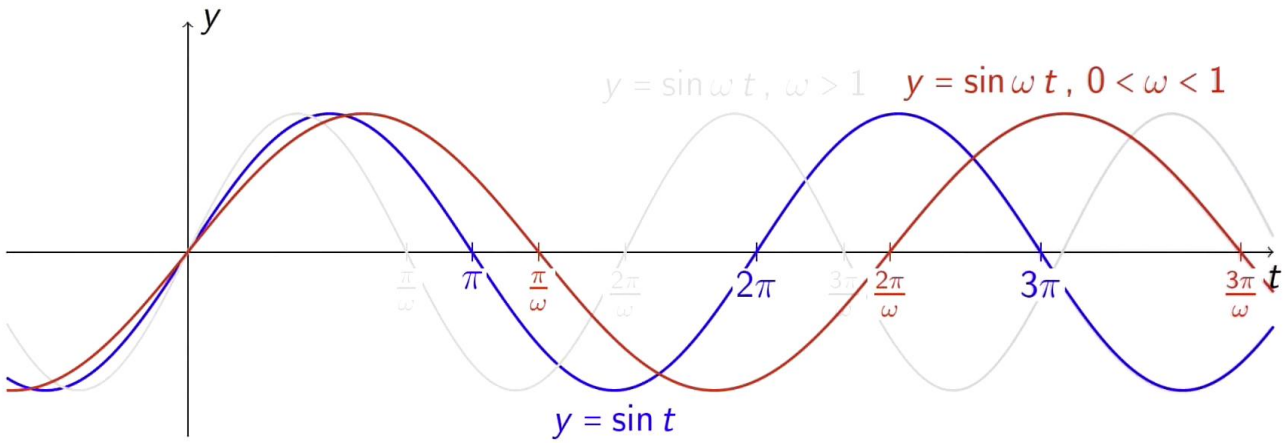
Notes

Summary

7m 48s

Cas d'une fonction harmonique

$$f : t \mapsto \sin t \qquad f_\omega : t \mapsto \sin \omega t ,$$



Fonctions trigonométriques, logarithmiques et exponentielles

Wir beginnen also damit, einen Wert für omega zu wählen, der größer als eins ist, wir erhöhen also entlang der Achse von *x* mit dem Faktor eins zu Omega, der kleiner als eins sein wird. Wir haben also gewissermaßen die blaue Kurve verdichtet, um die rote Kurve zu erhalten. Der Wert *x* von Pi wird zu Pi über Omega, der Erhöhungsfaktor ist eins über Omega, dies sieht man hier. 2 Pi wird zu 2 Pi über Omega usw. Man sieht ebenfalls, dass die Periodenlänge der blauen Funktion 2 Pi beträgt und nun zur Periodenlänge 2 Pi über Omega annimmt. Lassen Sie uns untersuchen, was passiert, wenn Omega zwischen Null und Eins liegt. Omega muss um den Faktor eins erweitert werden, eins über Omega ist größer als eins, dieses Mal wird also horizontal gestreckt. Das heißt zum Beispiel, dieser Punkt Pi hier, in dem sich die Funktion aufhebt, ist zur Rechten bewegt worden und ist am Punkt Pi über Omega mit Omega nur ein bisschen kleiner als Eins. Pi über Omega ist also größer als Pi. Hier haben wir also eine horizontale Ausdehnung des Graphen.

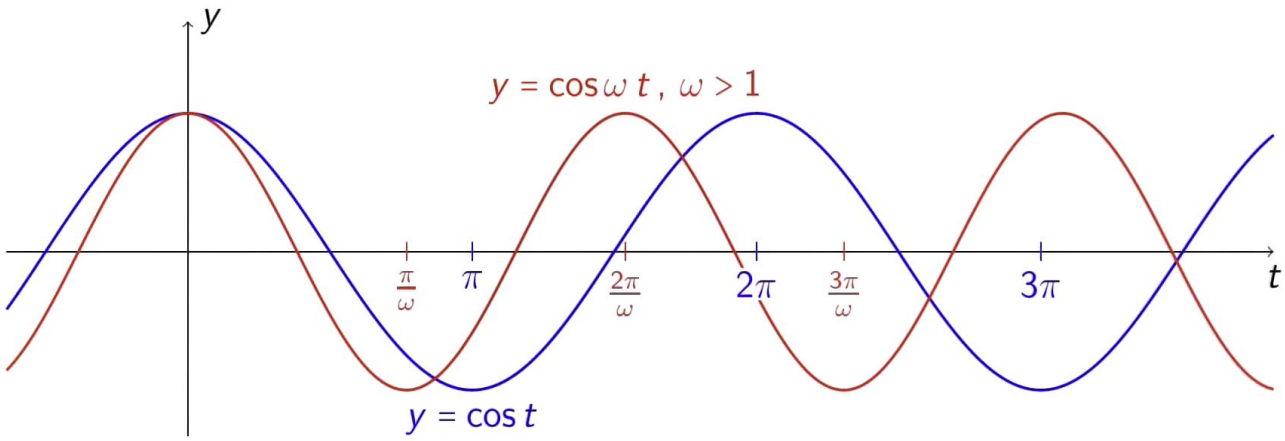
Notes

Summary

8m 13s

Cas d'une fonction harmonique

$$f : t \mapsto \cos t \qquad f_\omega : t \mapsto \cos \omega t ,$$



Für den Kosinus können wir das absolut gleiche Phänomen beobachten, hier haben Sie den Cosinus, der beim Wert Eins seinen Ursprung hat und der eine Periode ebenfalls im Punkt 2Pi beendet. Wählt man Omega größer als Eins, muss es mit dem Faktor Eins über Omega erhöht werden, der zwischen Null und Eins entlang der Achse von *x* liegt.

Notes

Summary

9m 24s

L'addition dans l'argument d'une fonction

Considérons une fonction

$$f : x \mapsto f(x),$$

définie sur son domaine de définition $\mathbf{D}_f$, et son graphe

$$\mathcal{G}_f := \{(x, f(x)) \mid x \in \mathbf{D}_f\}.$$

Comment peut-on en déduire le domaine de définition et le graphe de la fonction

$$f_{+a} : x \mapsto f(x + a),$$

a étant un réel non nul ?

Es gibt also eine Stauung dieser Bewegung und wenn Omega zwischen Null und Eins liegt, gibt es eine Verlängerung dieser Bewegung. Das gleiche Ergebnis gilt für Sinus. Kehren wir also nun zu einem dritten Problem zurück: Wir gehen wieder von einer Konstellation aus, bei der die Funktion *f*, ihr Definitionsbereich und ihr Graph vorgegeben sind und wir wollen nun den Graphen einer Funktion ableiten, die da lautet: *f* mit einem Index größer als *a*. Diese Funktion formt *x* nicht in *f(x), sondern in *f* am Punkt *x* größer *a* um. *a* ist erneut eine reelle Konstante ungleich Null.

Notes

Summary

9m 43s

L'addition dans l'argument d'une fonction

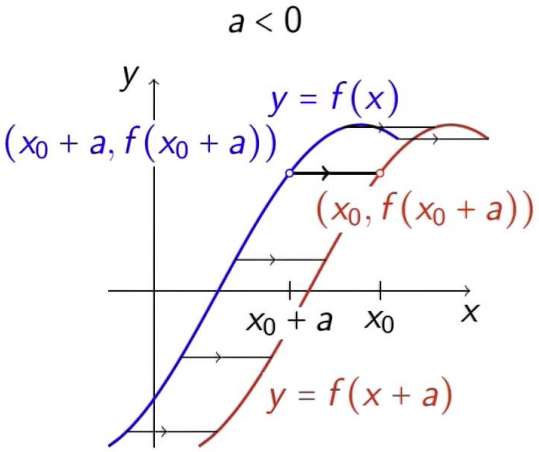
La fonction f_{+a} est définie comme suit :

1. on choisit un x_0
2. on lui ajoute a : $x_0 + a$
3. on en prend l'image par f : $f(x_0 + a)$
4. on associe celle-ci à x_0 : $f(x_0 + a)$.

Remarquons que $x_0 + a$ doit être dans $\mathbf{D}_f$.

On en déduit que

- $\mathbf{D}_{f_{+a}} = \{x \mid x + a \in \mathbf{D}_f\}$
- $\mathcal{G}_{f_{+a}}$ s'obtient par translation de $-a$ de $\mathcal{G}_f$ selon l'axe des x.



Diese Konstellation folgt den Gedanken, die wir zuvor entwickelt haben. Ich muss also beobachten, was sich mit *f* am Punkt *x0* plus *a* ereignet, wenn *x0* ein fester Punkt ist. Ich nehme also ein *x0*, dies ist der erste Schritt, ich füge hinzu *a*, dies soll zwischen *x0* plus *a* liegen. Ich berechnet dann den Wert der Funktion *f* in Blau, der Graph ist gegeben, also der Graph von *f* ist gegeben, ich habe also hier den Wert der Funktion *f* am Pult *x0* plus *a* und dies ist der Wert der roten Funktion, gemessen am Punkt *x0*, weder bei *x0* noch bei *a*. Ich muss diesen Punkt also Horizontal versetzen, in Richtung des Punktes *x0* plus *a*. Wenn ich dies für mehrere Punkte mache, erhalte ich den Graphen der Funktion *f* Index plus *a*. Die Schlussfolgerung ist sehr simpel: Ein horizontales Versetzen reicht aus und die Mehrheit der Übertragung ist durch die Größe minus *a* bestimmt. Das heißt, wenn *a* positiv ist, verschiebt sich alles nach links. Wenn *a* negativ ist, verschiebt sich alles nach rechts.

Notes

Summary

10m 16s

Remarque

Que dire alors du domaine de définition et du graphe de la fonction

$$x \mapsto f(ax+b)\,, \qquad a, b \in \mathbb{R}^* \quad ?$$

L'addition $+b$ dans l'argument de f donne une translation de $-b$ à l'échelle ax et donc une translation de $-\frac{b}{a}$ selon l'axe des x. En effet,

$$ax + b = a\left(x + \tfrac{b}{a}\right).$$

Wir werden nun die drei Effekte zusammentragen, die wir erarbeitet haben. Ein kleiner Hinweis zu den beiden letzten Schritten: Wenn ich eine Funktion im Punkt *ax + b* betrachte, mache ich, statt den Punkt *x* zu nehmen, das Folgende: Ich schreibe *ax + b* als *a* mal *x + b* über *a - a* (*x # b/a*) und wir können sofort erkennen, dass der eigentlich horizontale Verschiebungseffekt nicht durch minus *b* gegeben wird, wie man hier vielleicht denken könnte, sondern durch minus *b* über *a*.

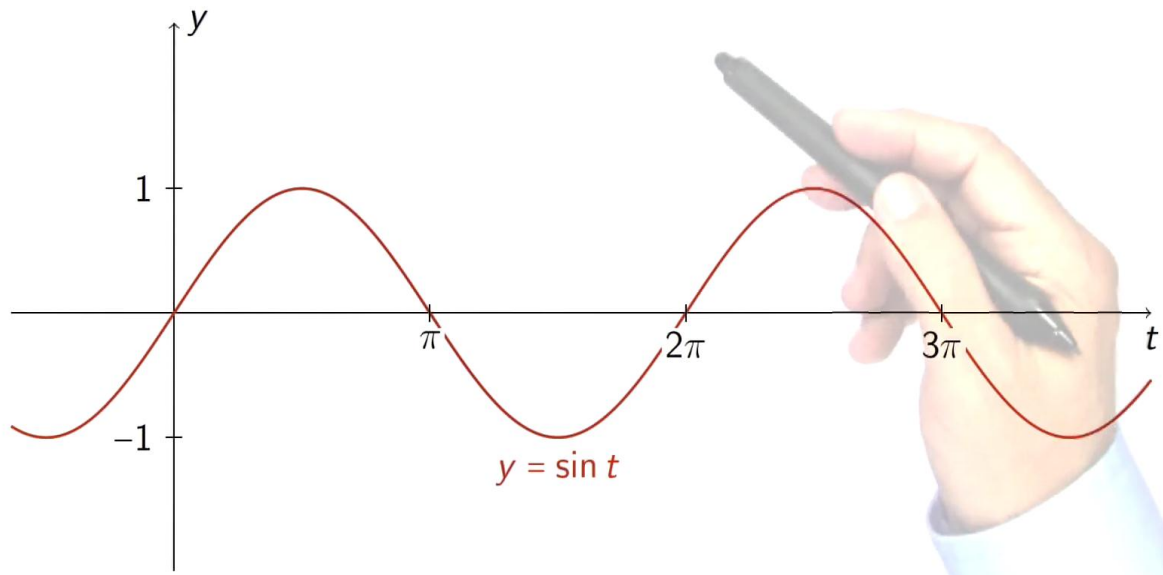
Notes

Summary

11m 21s

Exemple

Donnons le graphe de la fonction $f : t \mapsto 2\sin(2t - 1)$ à partir de celui de $\sin t$.



Fonctions trigonométriques, logarithmiques et exponentielles

Lassen Sie uns dies anhand eines Problems betrachten, das um die harmonischen Schwingungen konstruiert wurde. Ich möchte nun den Graphen dieser harmonischen Schwingungen zeichnen, dieser befindet sich hier, das heißt ich habe eine Erhöhung um zwei, außerdem auch eine Winkelgeschwindigkeit von zwei und eine Phasenverschiebung von minus Eins. Wir gehen nun vom Sinus von *t*, den wir kennen, aus, hier in Rot. Dieser Sinus, der Höchstwert und der niedrigste Wert, die Periode, die im Punkt Zwei Pi endet.

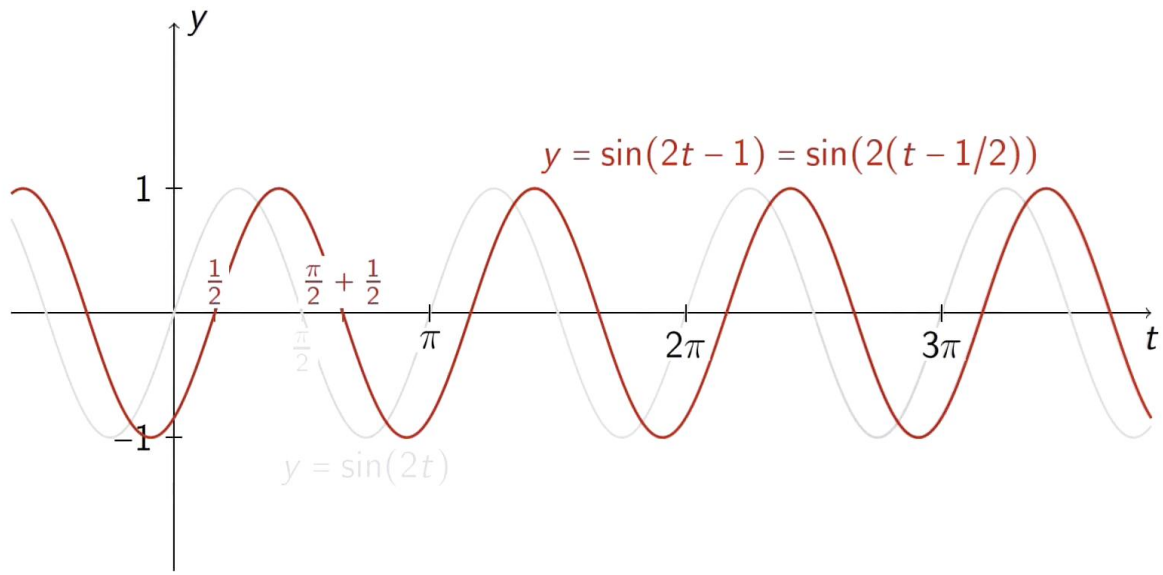
Notes

Summary

11m 56s

Exemple

Donnons le graphe de la fonction $f : t \mapsto 2\sin(2t-1)$ à partir de celui de $\sin t$.



Wir gehen Schritt für Schritt vor: Der erste Schritt besteht darin, nicht den Sinus von *t*, sondern den Sinus von *2t* zu nehmen. Die beiden kommen hier vor, mit dieser Winkelgeschwindigkeit. Das bedeutet, es gibt hier eine Stauchung Omega ist gleich Zwei, es ist also ein Faktor über Omega nötig, also ein Halb. Eine Stauchung, der Punkt von Pi geht durch Pi/2, der Punkt 2Pi durch Pi, liegt hier vor. Dieses Mal erfolgt also eine komplette Periode in Pi. Gehen wir nun zum folgenden Schritt über: wir beschäftigen uns nun also mit dem minus eins, wie gesagt, stellen wir die beiden heraus, so sieht man nun, in Bezug auf den Sinus von *2t*, dass ich nur das *t* eingangs mit *t* minus ein Halb ersetzen muss, das heißt, dieses Mal habe ich eine horizontale Verschiebung nach rechts von ein Halb, nicht von eins, aber von ein Halb.

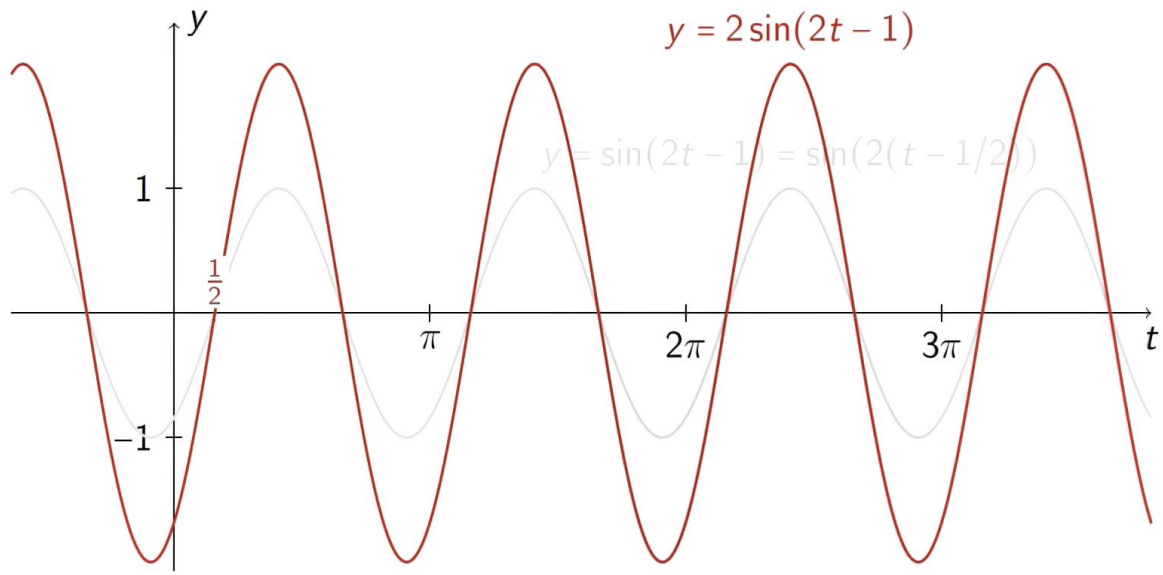
Notes

Summary

12m 24s

Exemple

Donnons le graphe de la fonction $f : t \mapsto 2\sin(2t-1)$ à partir de celui de $\sin t$.



Abschließend sehen wir uns noch an, was passiert, wenn ich einen Faktor *2* hier als Erhöhung voranstelle. Nun, ausgehend von der Kurve, die wir erhalten werden, erhöhen wir um den Faktor *2* im Sinne der Achse von *y* und so haben wir das Problem gelöst.

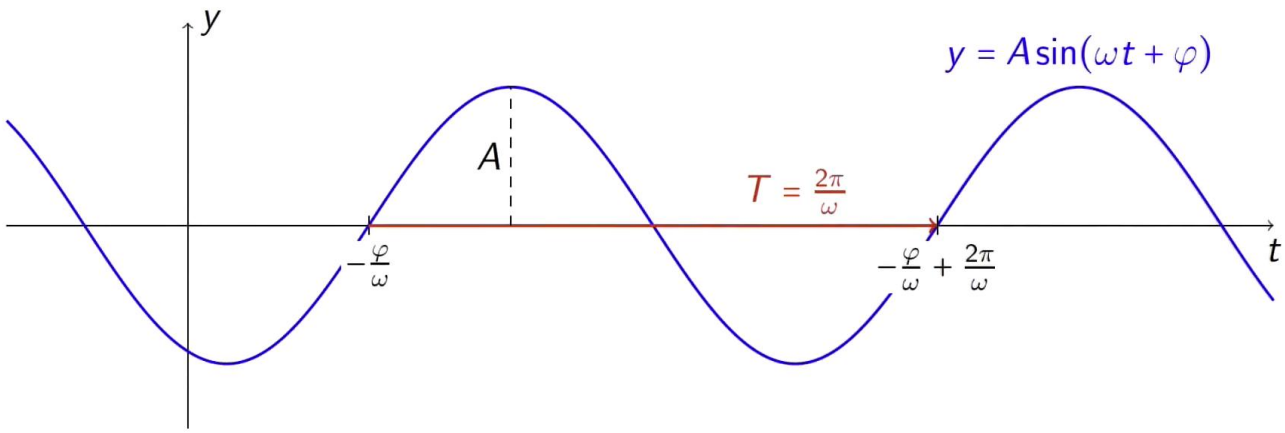
Notes

Summary

13m 15s

Graphe d'une oscillation harmonique

Le graphe de la fonction $f(t) = A\sin(\omega t + \varphi)$, $t \in \mathbb{R}$, a l'allure suivante (pour $A, \omega > 0$ et $\varphi < 0$) :



Fonctions trigonométriques, logarithmiques et exponentielles

Wir können also auf allgemeinere Art erkennen, wenn ich den Graphen der Funktion *A* mal Sinus Omega t plus Phi - A sin (ωt + φ) suche, um diese Idee festzuhalten, nehmen wir *A* gleich positiv, Omega gleich positiv und Phi gleich positiv, was uns zu der Feststellung führt, dass es im vorherigen Beispiel wie folgt war: der Sinus, statt hier am Punkt *t* gleich Null auszugehen, nach oben, geht nach rechts. Phi ist negativ, bis zu minus Phi über Omega, haben wir eine Periode, die nicht bei 2Pi, sondern bei 2Pi über Omega ist. Die Periodenlänge beträgt also 2Pi über Omega und hier ist der Punkt 2Pi über Omega und ich füge den Ausgangspunkt, also minus Phi über Omega hinzu. Außerdem liegt eine vertikale Erhöhung vor, die durch den maßgeblichen Faktor *A*, der sich hier befindet, bestimmt wird und ein bisschen besser die Erhöhung zeigt, welche tatsächlich die größtmögliche Erhöhung ist. Die Antwort dieser Funktion *f(t)* nach oben. Für den Cosinus haben wir eine sehr ähnliche Konstellation: Statt vom Wert Eins auszugehen, geht der Cosinus hier wieder herunter, dieser Ausgangspunkt ist also mit Phi gleich negativ umgeformt worden zum Punkt minus Phi über Omega, der sich hier befindet.

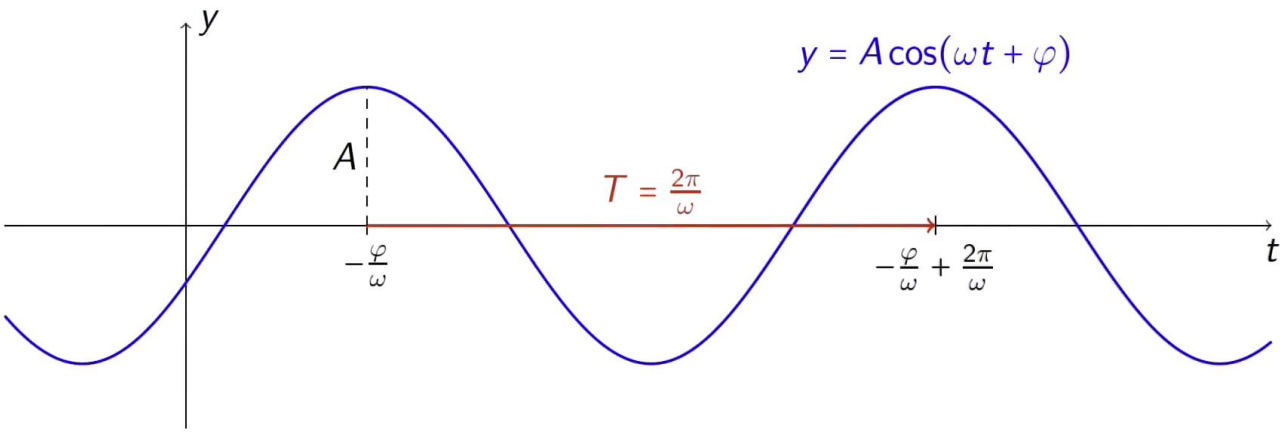
Notes

Summary

13m 32s

Graphe d'une oscillation harmonique

Le graphe de la fonction $f(t) = A\cos(\omega t + \varphi)$, $t \in \mathbb{R}$, a l'allure suivante (pour $A, \omega > 0$ et $\varphi < 0$) :



Die Periode hat diesen Stauchungsfaktor eins über Omega und befindet sich hier im Punkt von 2Pi über Omega minus dem Ausgangspunkt. Die Erhöhung spielt die gleiche Rolle wie zuvor, es liegt eine Erhöhung im Sinne der Achsen von *y* um den Faktor *a* vor.

Notes

Summary

14m 55s

Le graphe d'une oscillation harmonique

Ce que nous avons appris :

- Construction du graphe d'une oscillation harmonique
  - amplification d'une fonction,
  - amplification de l'argument d'une fonction,
  - translation de l'argument d'une fonction.

Prochain Chapitre :

- la résolution des équations trigonométriques.

Was haben Sie heute gelernt? Sie haben gelernt, Funktionen zu erhöhen. Sie haben außerdem gelernt, was passiert, wenn der Beweis einer erhöhten Funktion oder der Beweis einer Funktion übertragen werden. Im folgenden Kapitel werden wir uns mit trigonometrischen Gleichungen befassen und wie man diese löst - ein sehr umfassendes Kapitel.

Notes

Summary

15m 14s

Les oscillations harmoniques

Un grand merci d'avoir suivi ce cinquième chapitre.

Un grand merci à mes collaborateurs qui soutiennent ce projet :

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

Ich möchte das Ende dieses Kapitel nutzen, um mich für die Aufmerksamkeit, die Sie diesem Kurs geschenkt haben, zu bedanken. Ich möchte Ihnen außerdem gratulieren zu Ihrer Disziplin und für Ihr Interesse. Ein sehr herzliches Dankeschön möchte ich an meine Mitarbeiter richten: Guido Burmeister, Roger Sauser und Olivier Woringer, die mich regelmäßig unterstützen und mir helfen, diesen Kurs hier abzuhalten. Danke!

Notes

Summary

15m 33s