

# 非接触志向型授業の 効果的かつ効率的の方法の模索

高遠節夫 (KeTCindy センター)

濱口直樹 (長野高専)

北本卓也 (山口大)

2022-3-5

# コロナ以前の授業

## 授業の流れ

- (1) 説明スライド PDF を  $\text{T}_\text{E}\text{X}$  で作成
  - ・ 段階的表示
  - ・ パラパラ動画も適宜挿入
- (2) ノートをとることを指導
- (3) 印刷課題用紙の配付と回収

## 例：重積分と極座標

- 説明スライド
- パラパラ動画
- 印刷配付課題

# 重積分と極座標

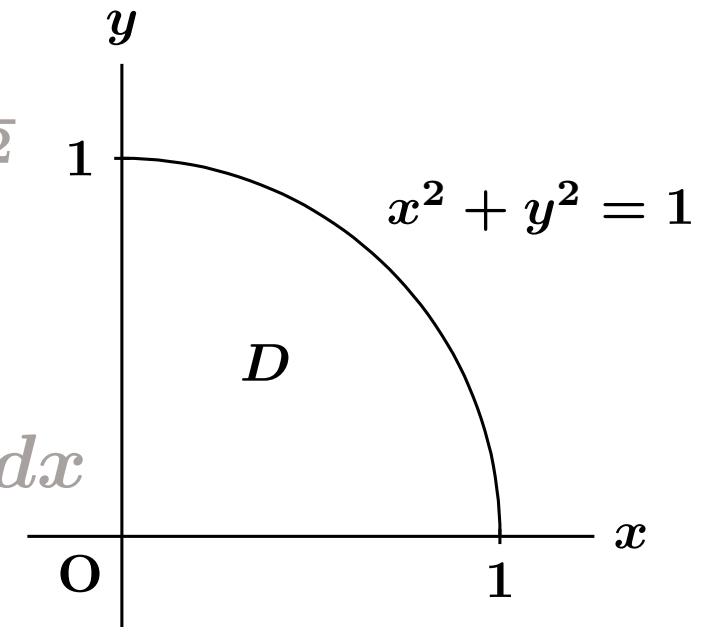
$$I = \iint_D (e^{-(x^2+y^2)} + 1) dx dy \quad (D \text{ は右図})$$

- $D$  は次の不等式で表される

$$0 \leq x \leq 1, \quad 0 \leq y \leq \sqrt{1-x^2}$$

- $I = \int_0^1 \left( \int_0^{\sqrt{1-x^2}} (e^{-(x^2+y^2)} + 1) dy \right) dx$

- しかし、この積分ができない



定義復習

## 重積分と極座標

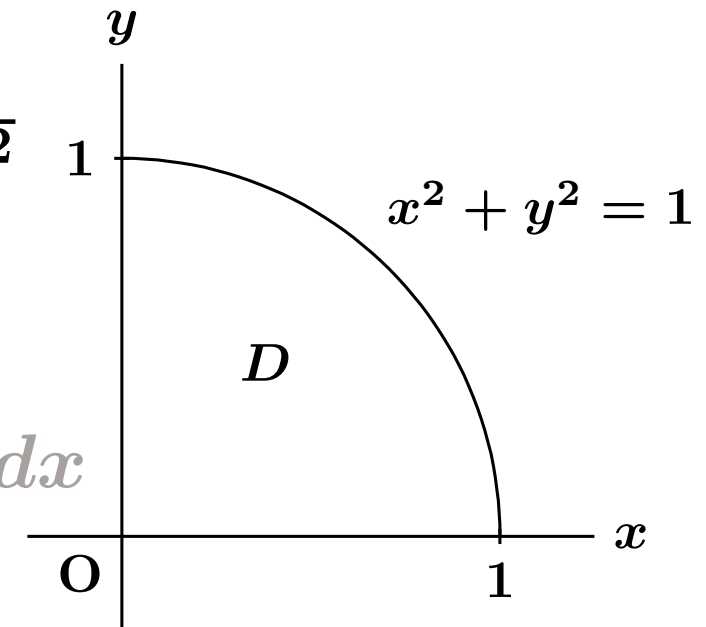
$$I = \iint_D (e^{-(x^2+y^2)} + 1) dx dy \quad (D \text{ は右図})$$

- $D$  は次の不等式で表される

$$0 \leq x \leq 1, \quad 0 \leq y \leq \sqrt{1-x^2}$$

- $I = \int_0^1 \left( \int_0^{\sqrt{1-x^2}} (e^{-(x^2+y^2)} + 1) dy \right) dx$

- しかし、この積分ができない



定義復習

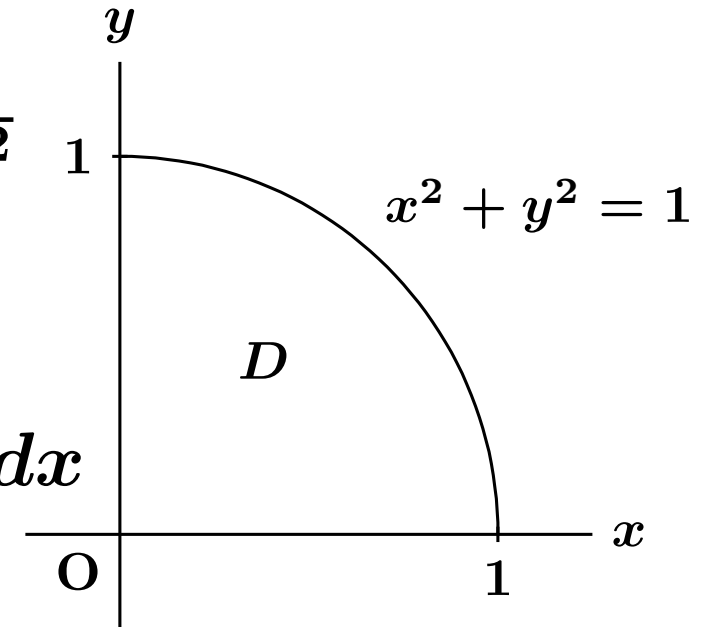
## 重積分と極座標

$$I = \iint_D (e^{-(x^2+y^2)} + 1) dx dy \quad (D \text{ は右図})$$

- $D$  は次の不等式で表される

$$0 \leq x \leq 1, \quad 0 \leq y \leq \sqrt{1-x^2}$$

- $I = \int_0^1 \left( \int_0^{\sqrt{1-x^2}} (e^{-(x^2+y^2)} + 1) dy \right) dx$



- しかし、この積分ができない

定義復習

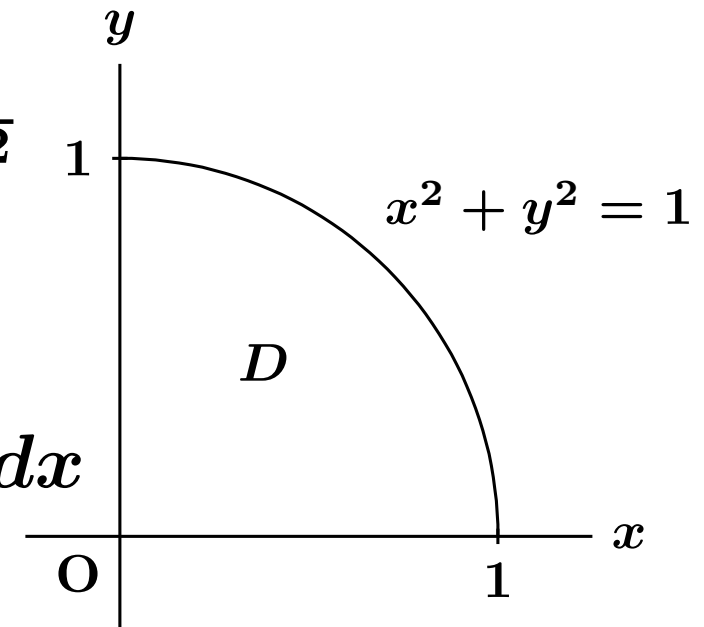
## 重積分と極座標

$$I = \iint_D (e^{-(x^2+y^2)} + 1) dx dy \quad (D \text{ は右図})$$

- $D$  は次の不等式で表される

$$0 \leq x \leq 1, \quad 0 \leq y \leq \sqrt{1-x^2}$$

- $I = \int_0^1 \left( \int_0^{\sqrt{1-x^2}} (e^{-(x^2+y^2)} + 1) dy \right) dx$



- しかし，この積分ができない

定義復習



## 重積分と極座標

$$I = \iint_D (e^{-(x^2+y^2)} + 1) dx dy \quad (D \text{ は右図})$$

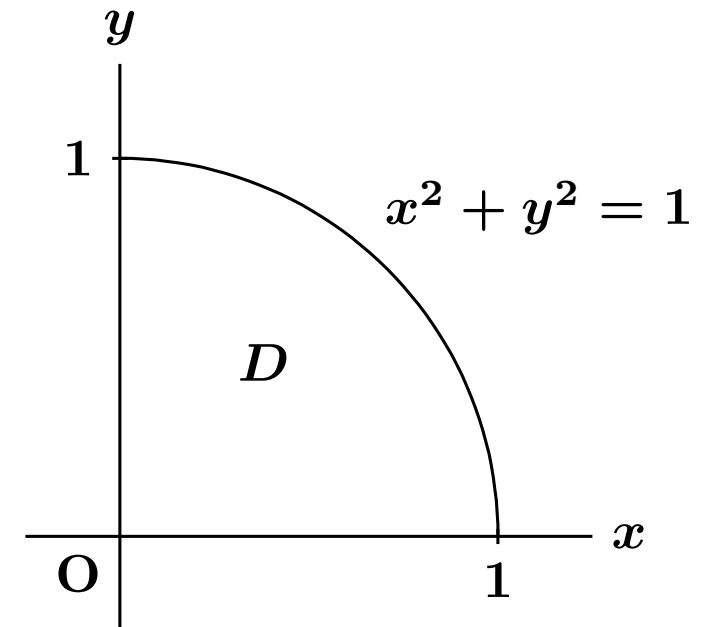
- 極座標では

$$D : 0 \leq r \leq 1, 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$$

- 被積分関数も

$$e^{-(x^2+y^2)} + 1 = e^{-r^2} + 1$$

- 極座標で計算できないか



## 重積分と極座標

$$I = \iint_D (e^{-(x^2+y^2)} + 1) dx dy \quad (D \text{ は右図})$$

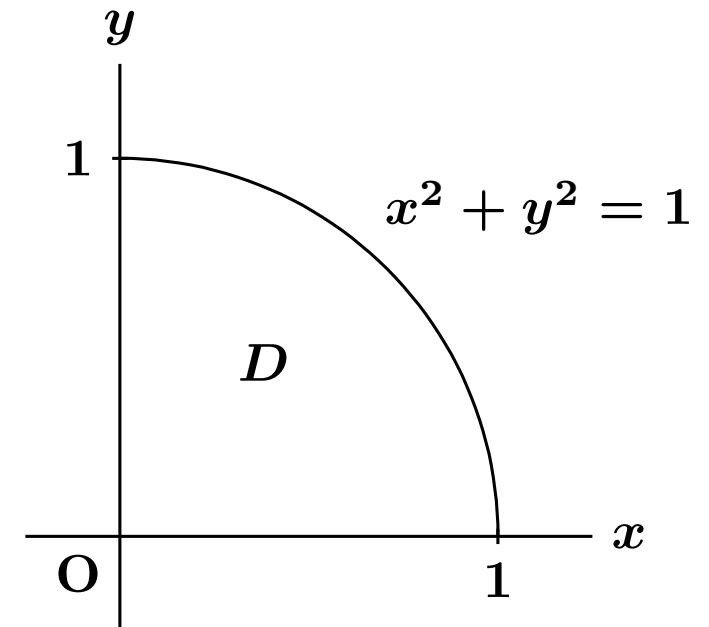
- 極座標では

$$D : 0 \leq r \leq 1, \quad 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$$

- 被積分関数も

$$e^{-(x^2+y^2)} + 1 = e^{-r^2} + 1$$

- 極座標で計算できないか



## 重積分と極座標

$$I = \iint_D (e^{-(x^2+y^2)} + 1) dx dy \quad (D \text{ は右図})$$

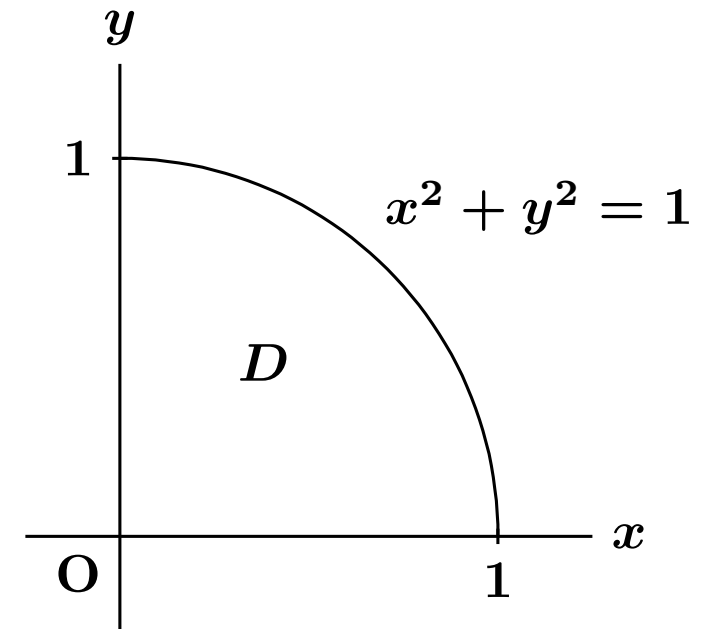
- 極座標では

$$D : 0 \leq r \leq 1, \quad 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$$

- 被積分関数も

$$e^{-(x^2+y^2)} + 1 = e^{-r^2} + 1$$

- 極座標で計算できないか



## 重積分と極座標

$$I = \iint_D (e^{-(x^2+y^2)} + 1) dx dy \quad (D \text{ は右図})$$

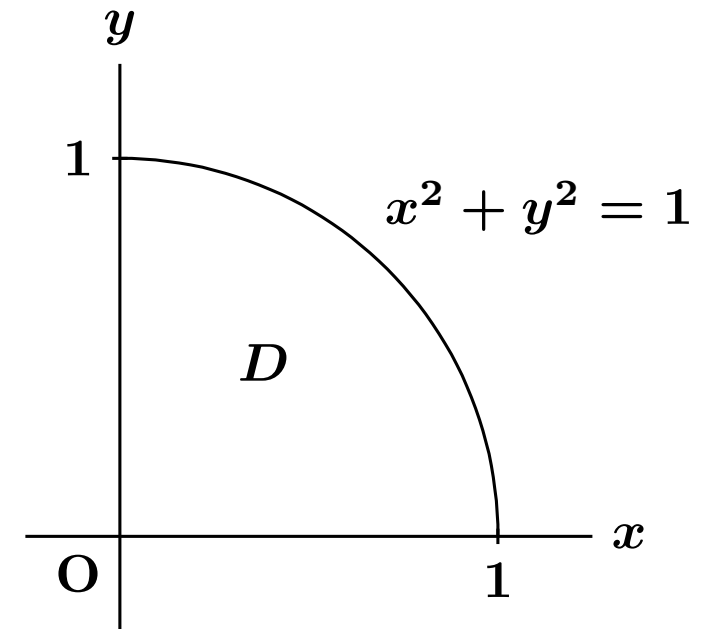
- 極座標では

$$D : 0 \leq r \leq 1, \quad 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$$

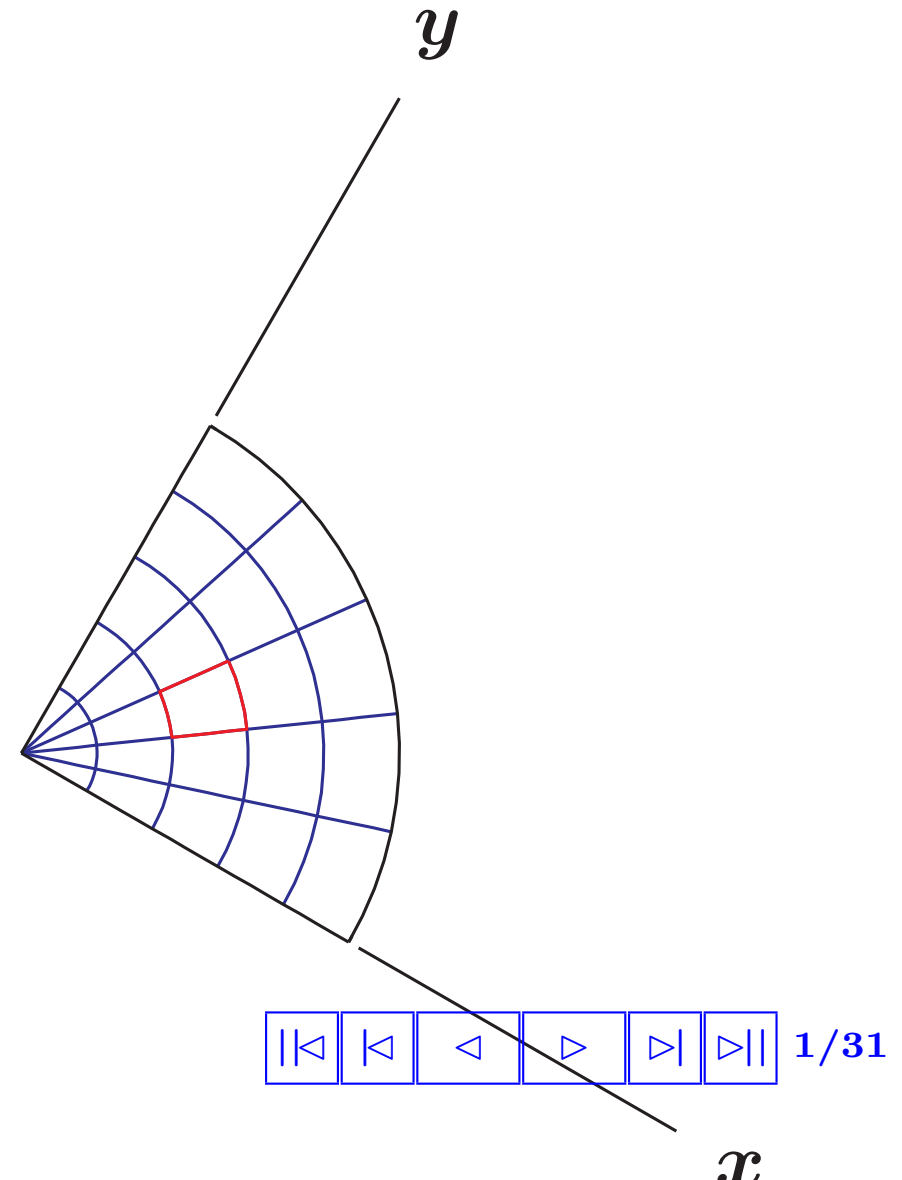
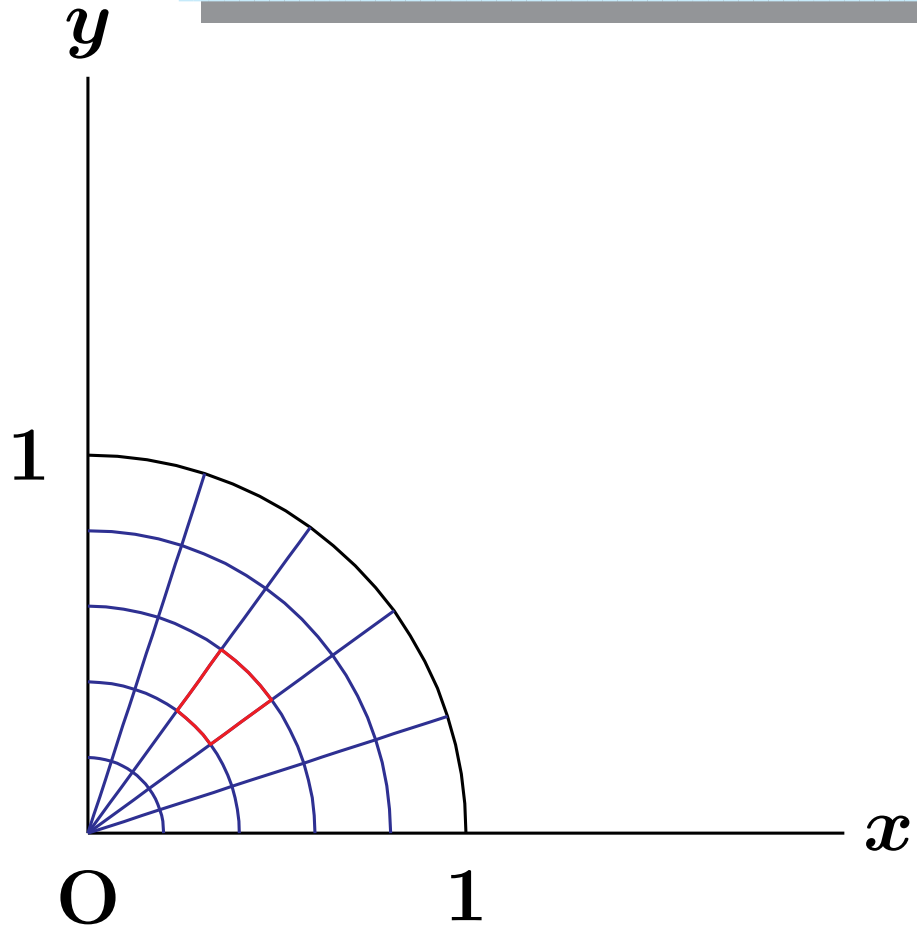
- 被積分関数も

$$e^{-(x^2+y^2)} + 1 = e^{-r^2} + 1$$

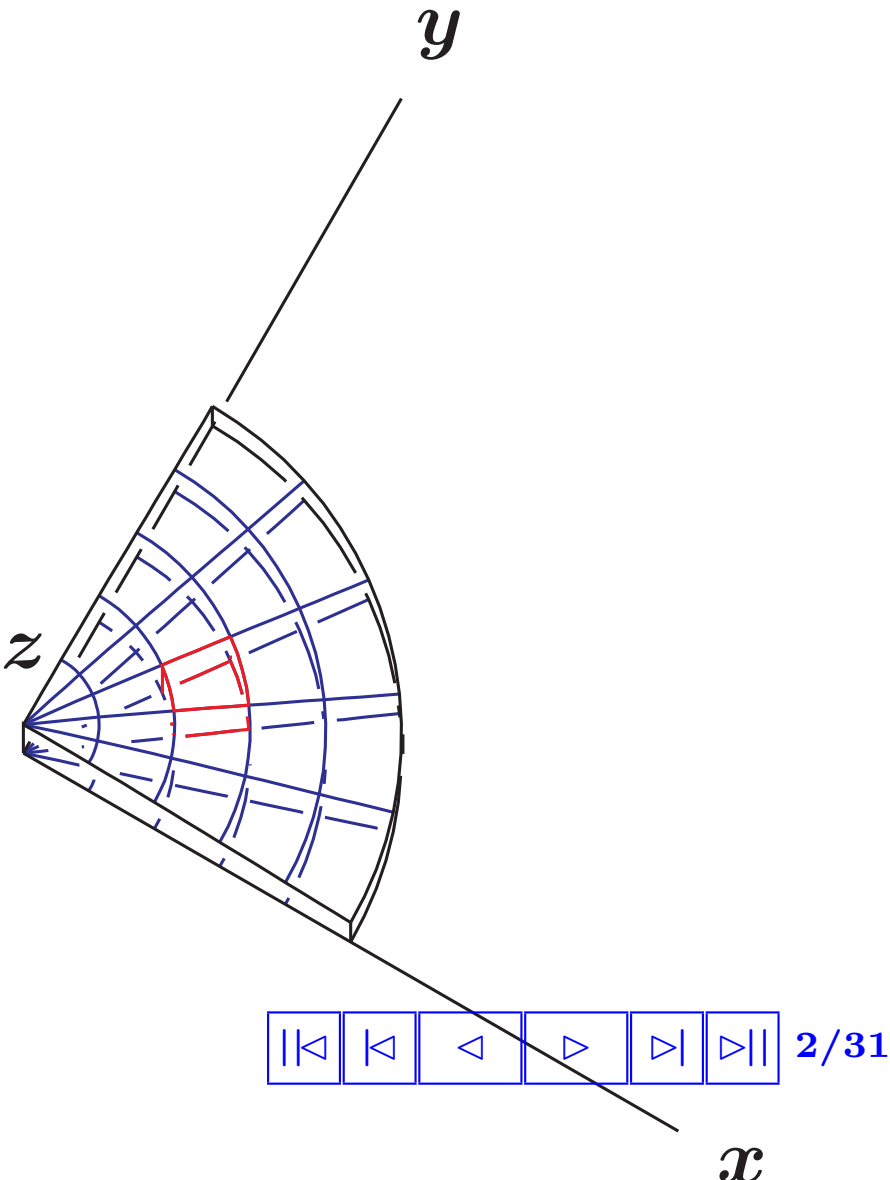
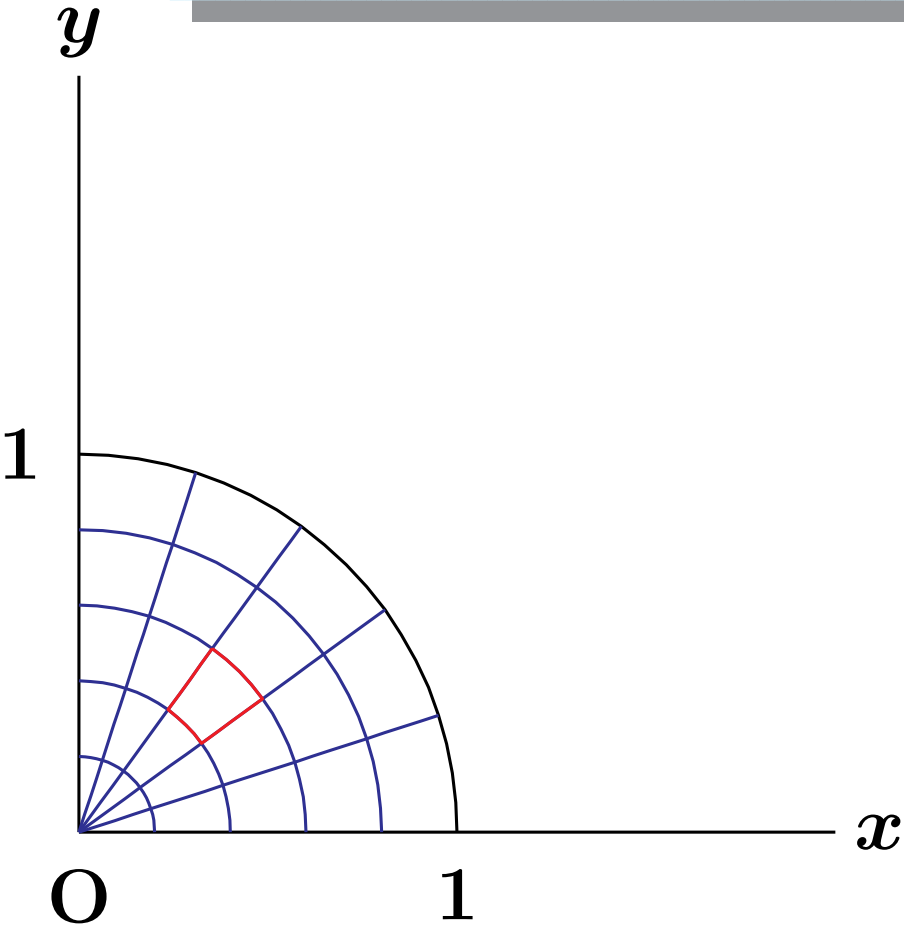
- 極座標で計算できないか



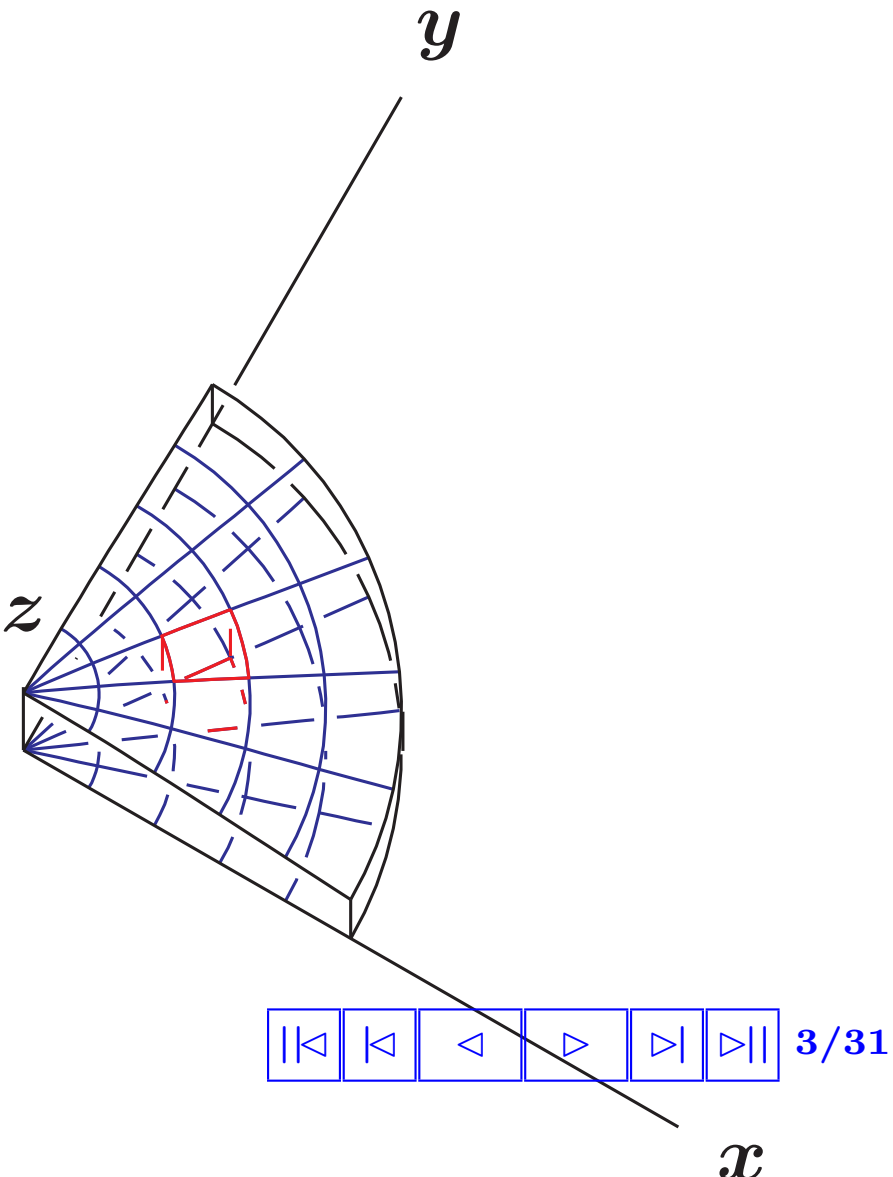
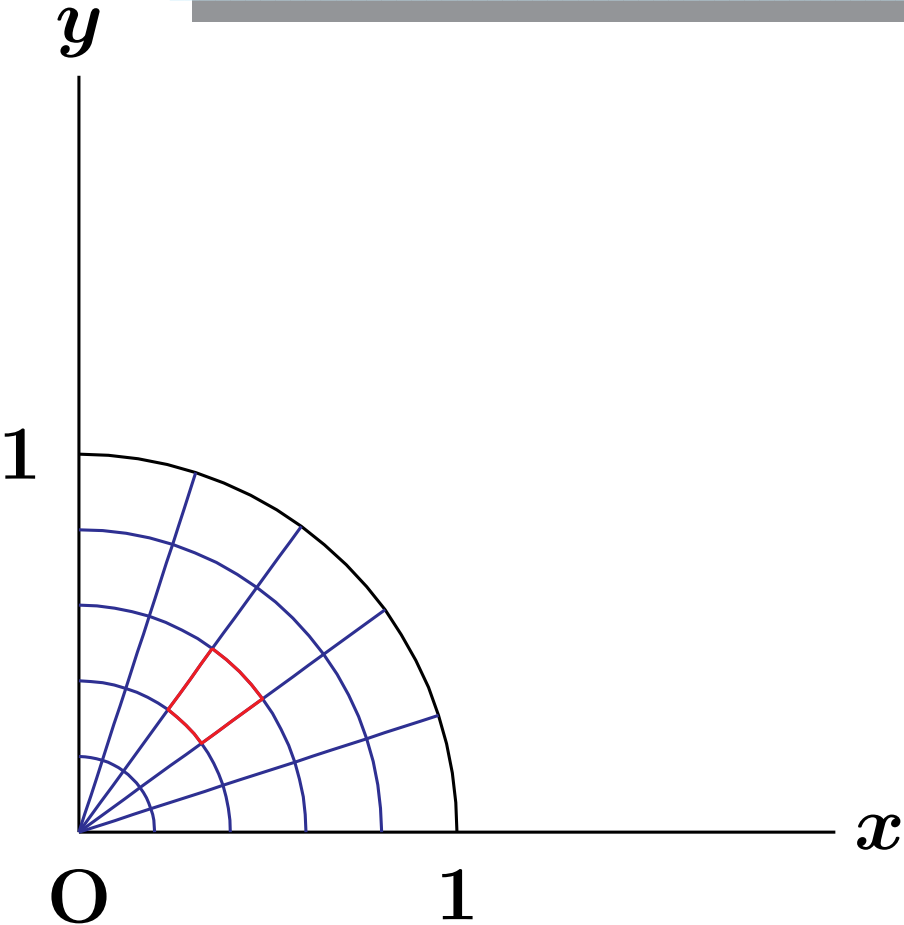
# 極座標による重積分



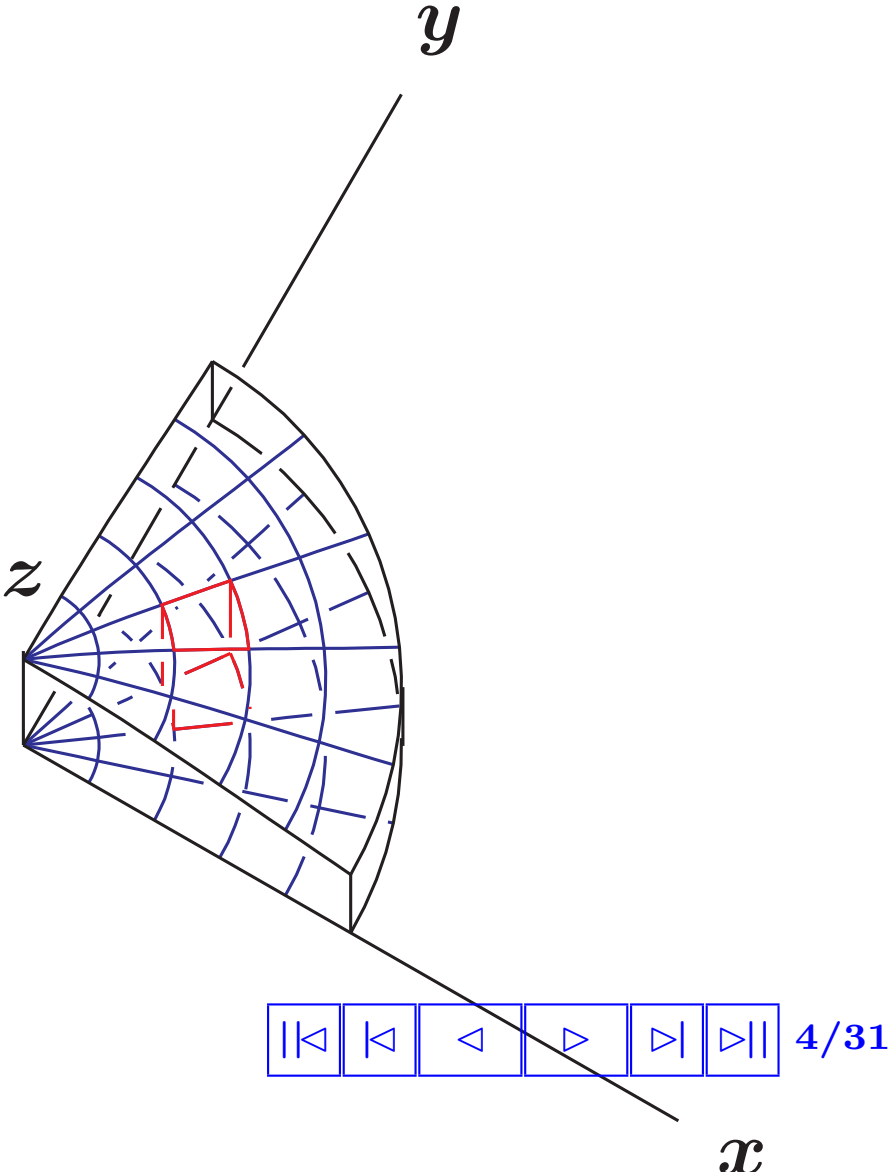
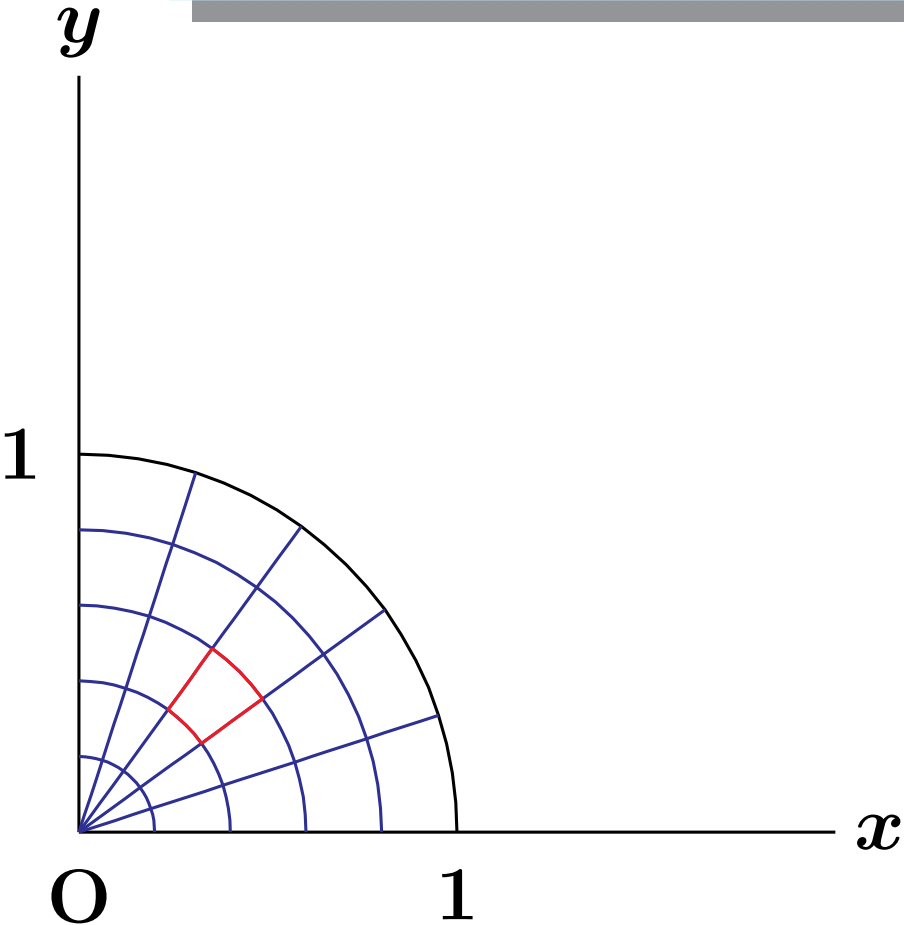
# 極座標による重積分



# 極座標による重積分

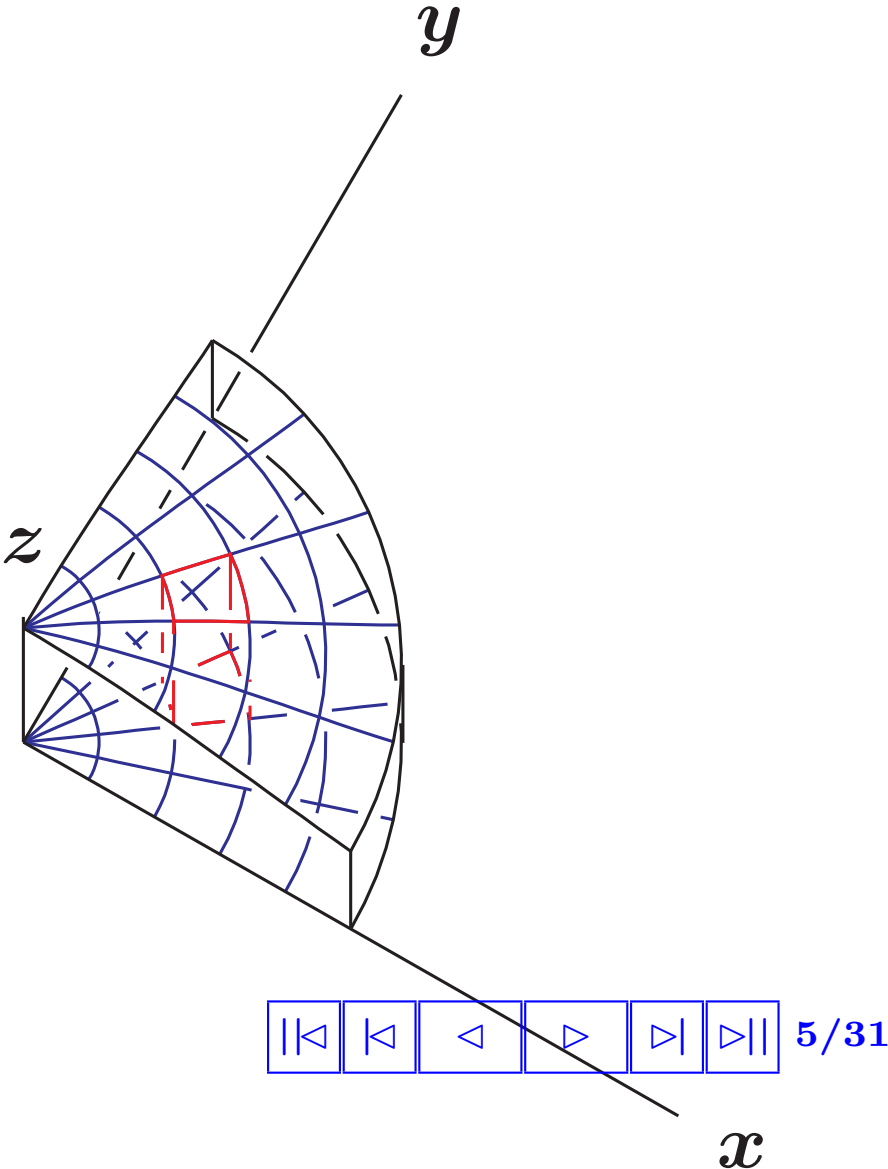
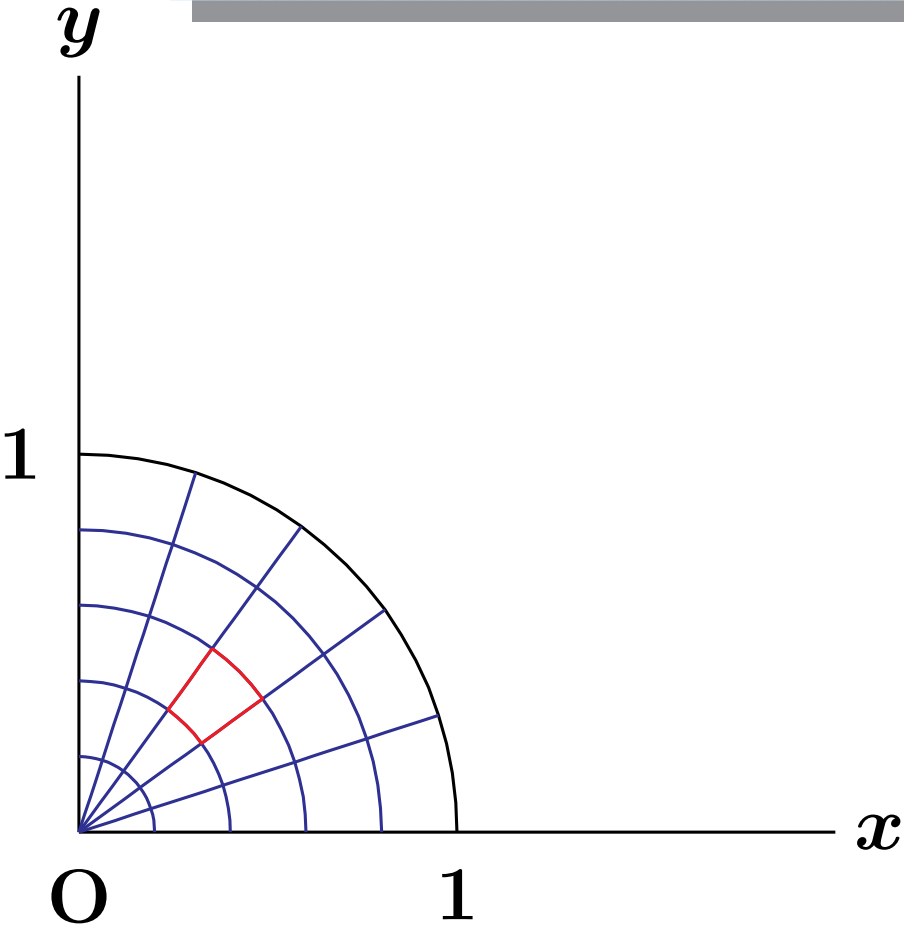


# 極座標による重積分

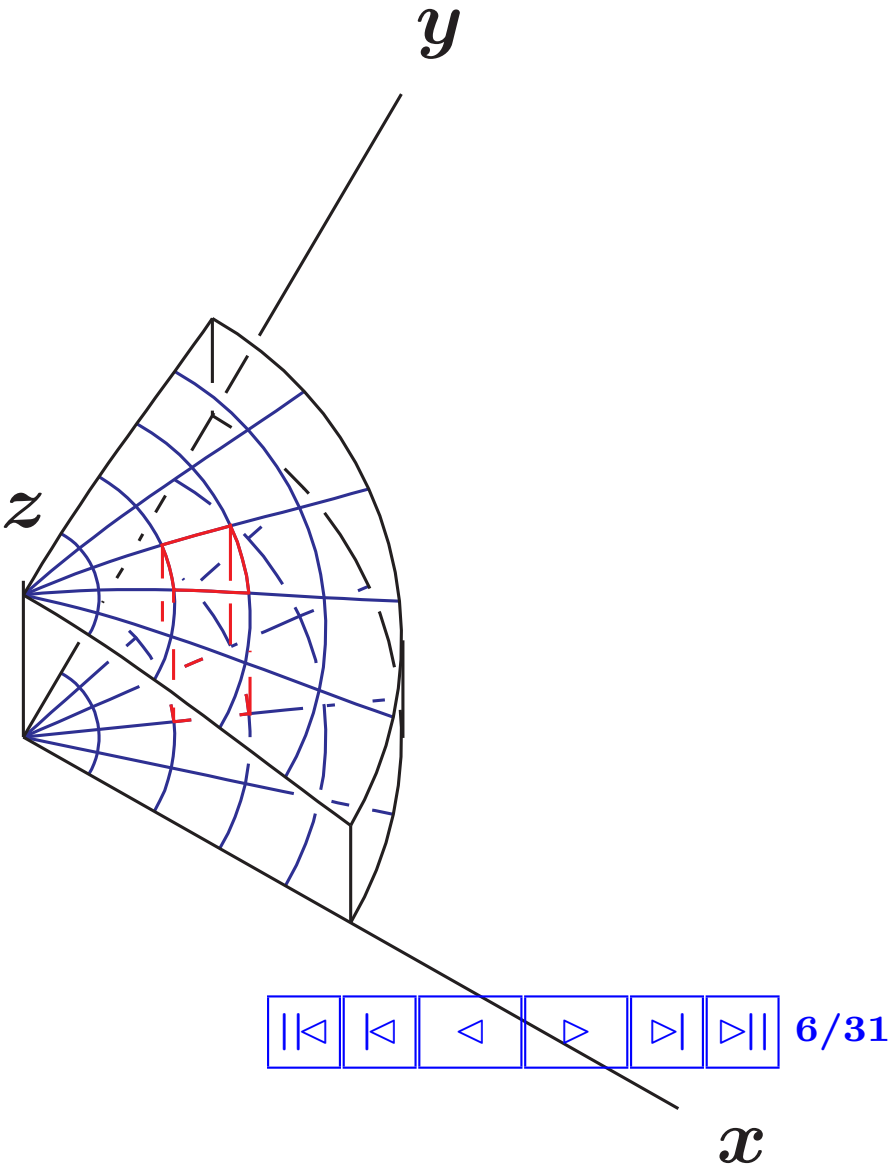
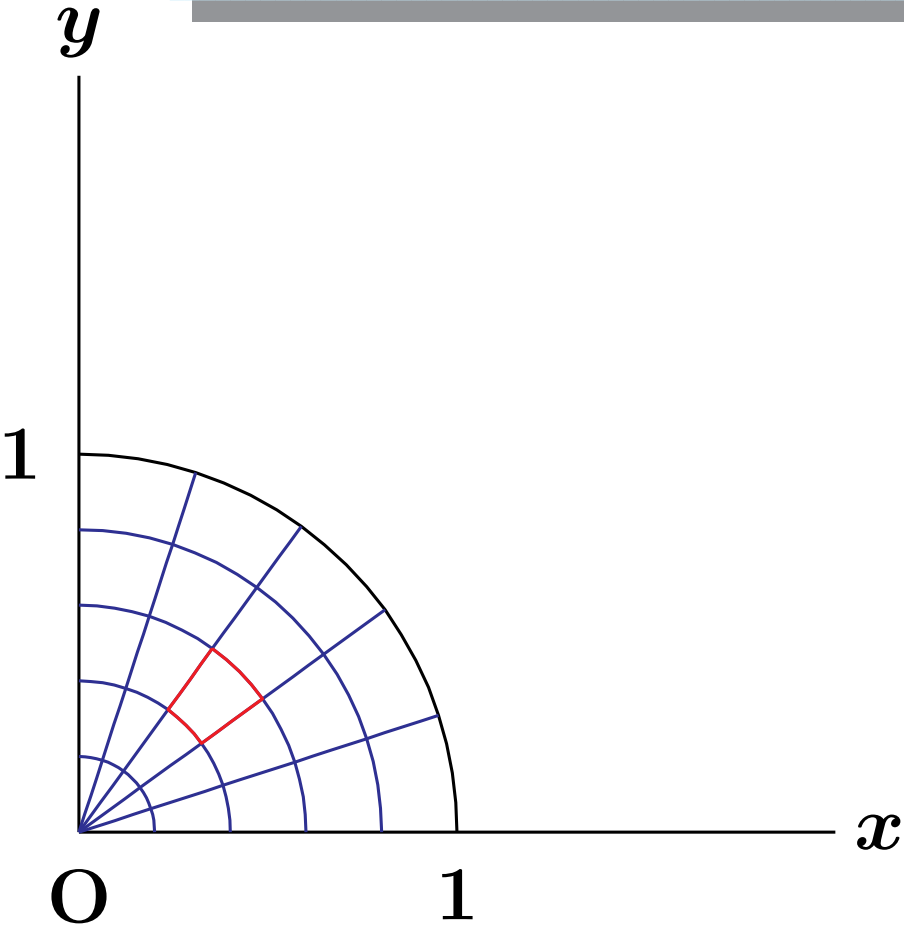




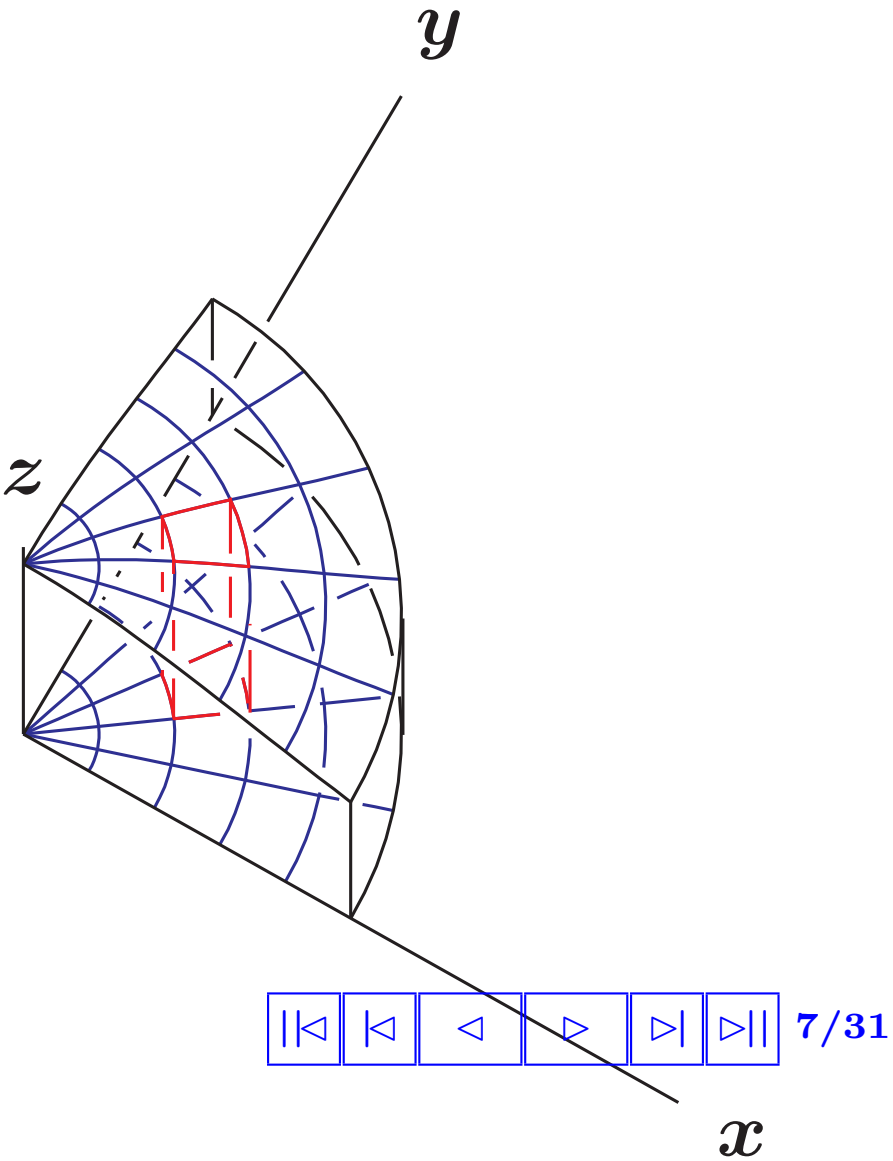
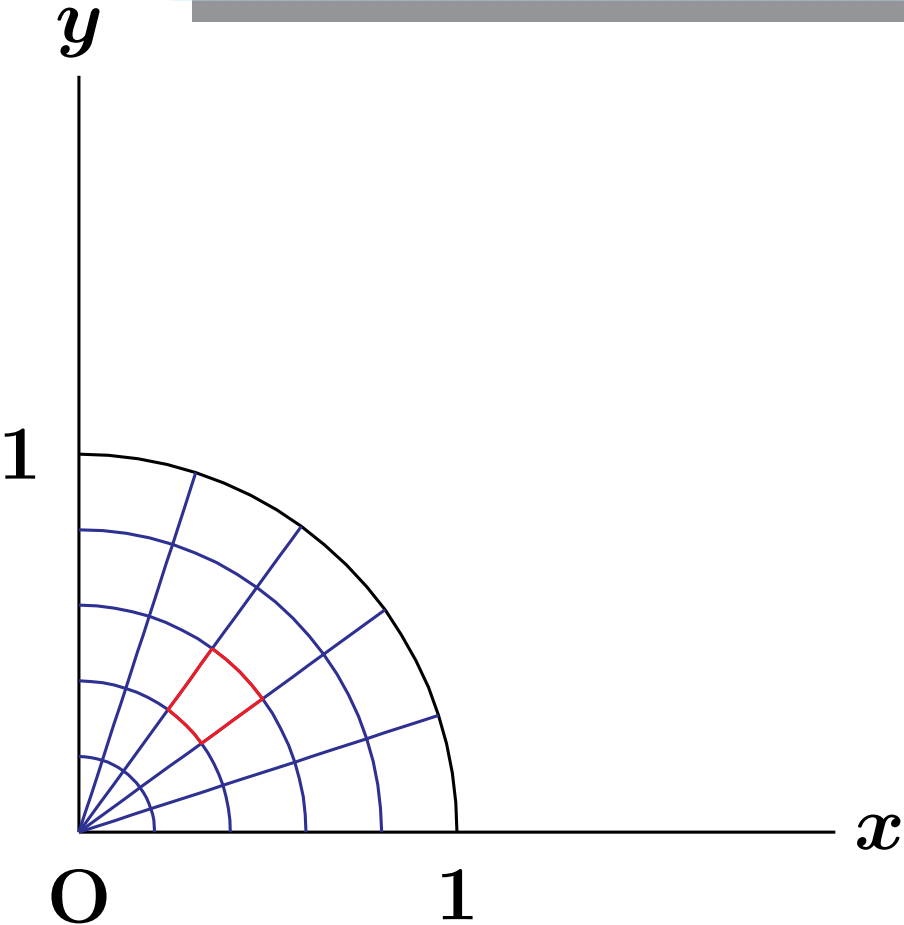
# 極座標による重積分



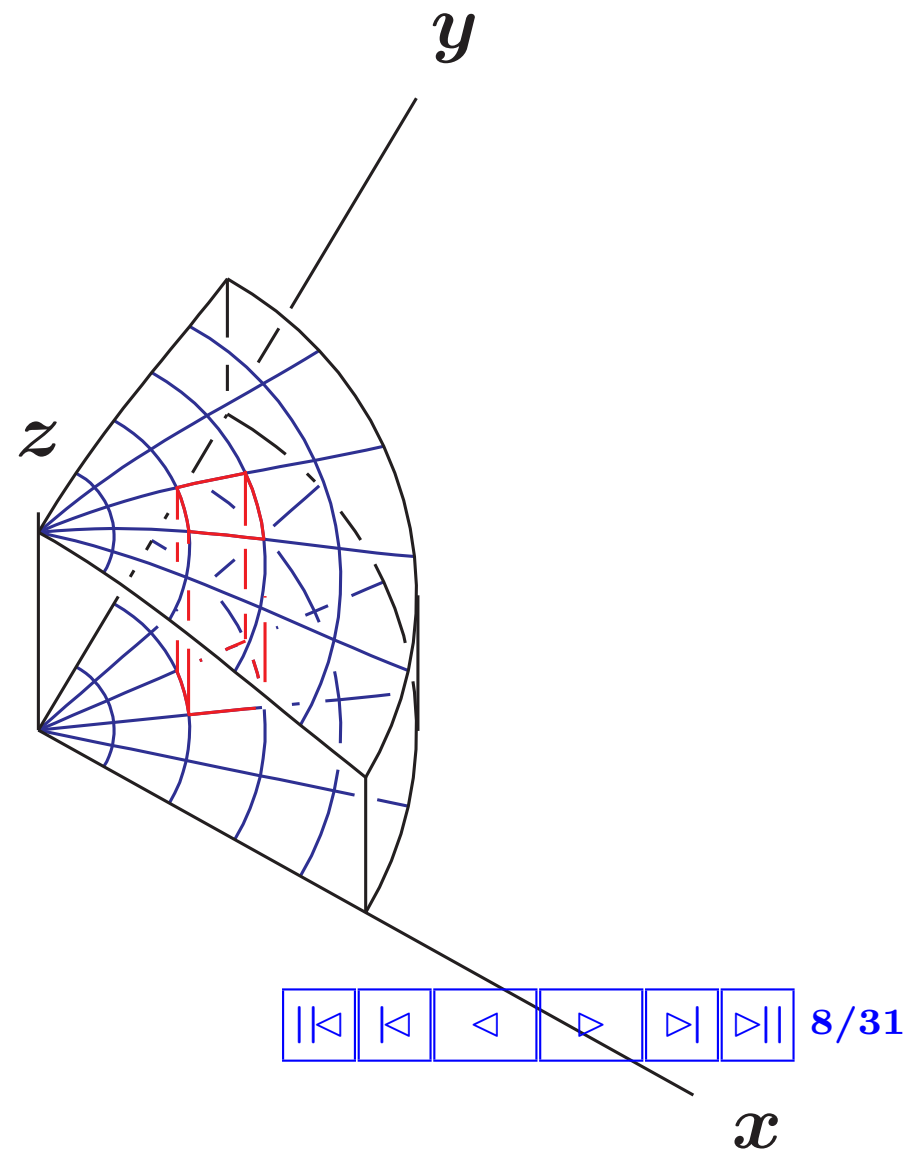
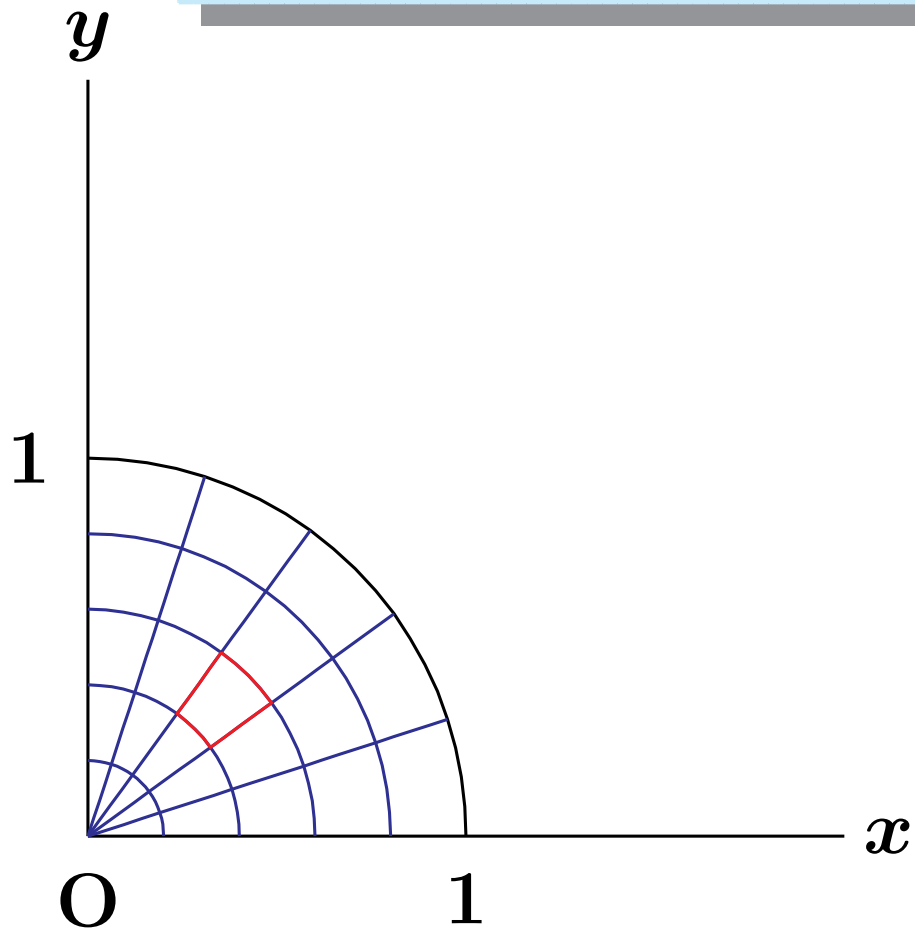
# 極座標による重積分



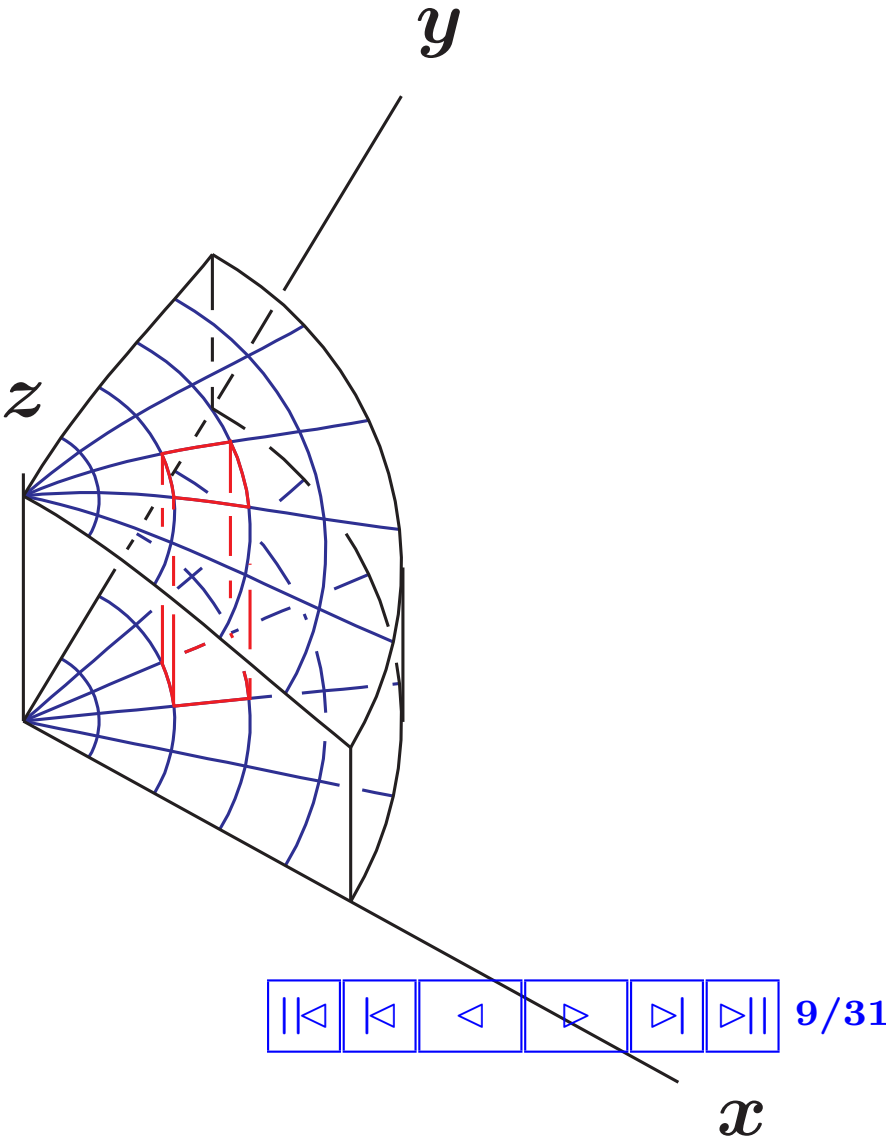
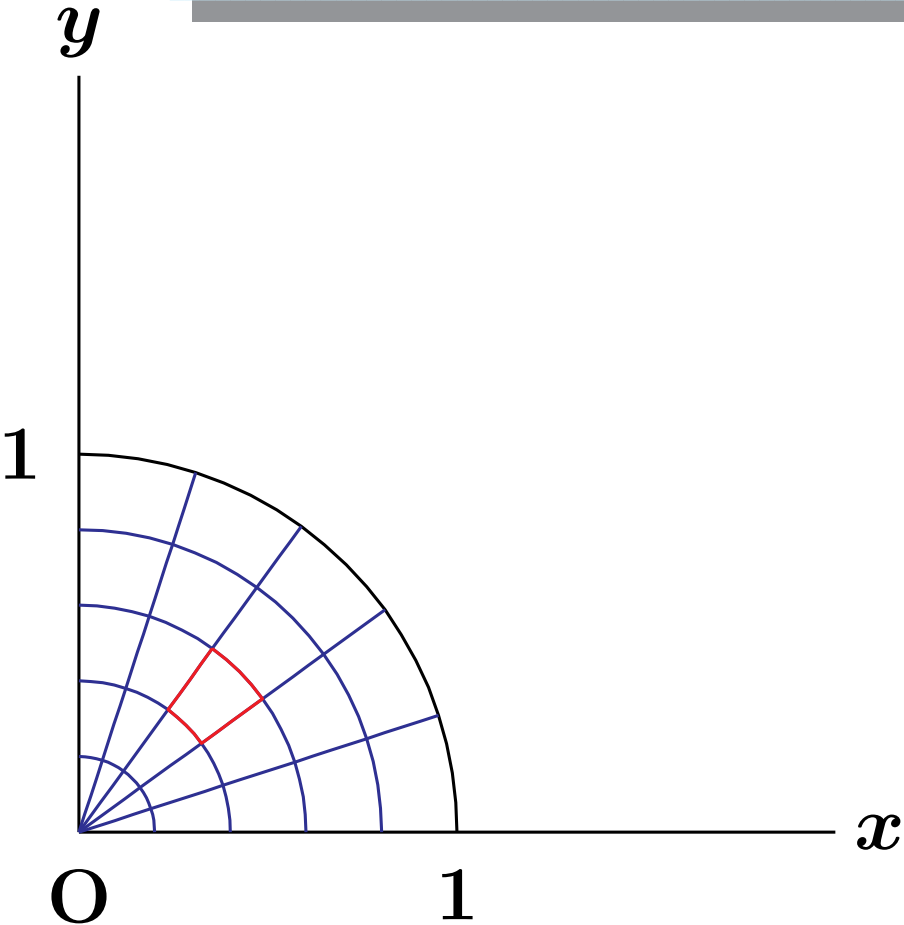
# 極座標による重積分



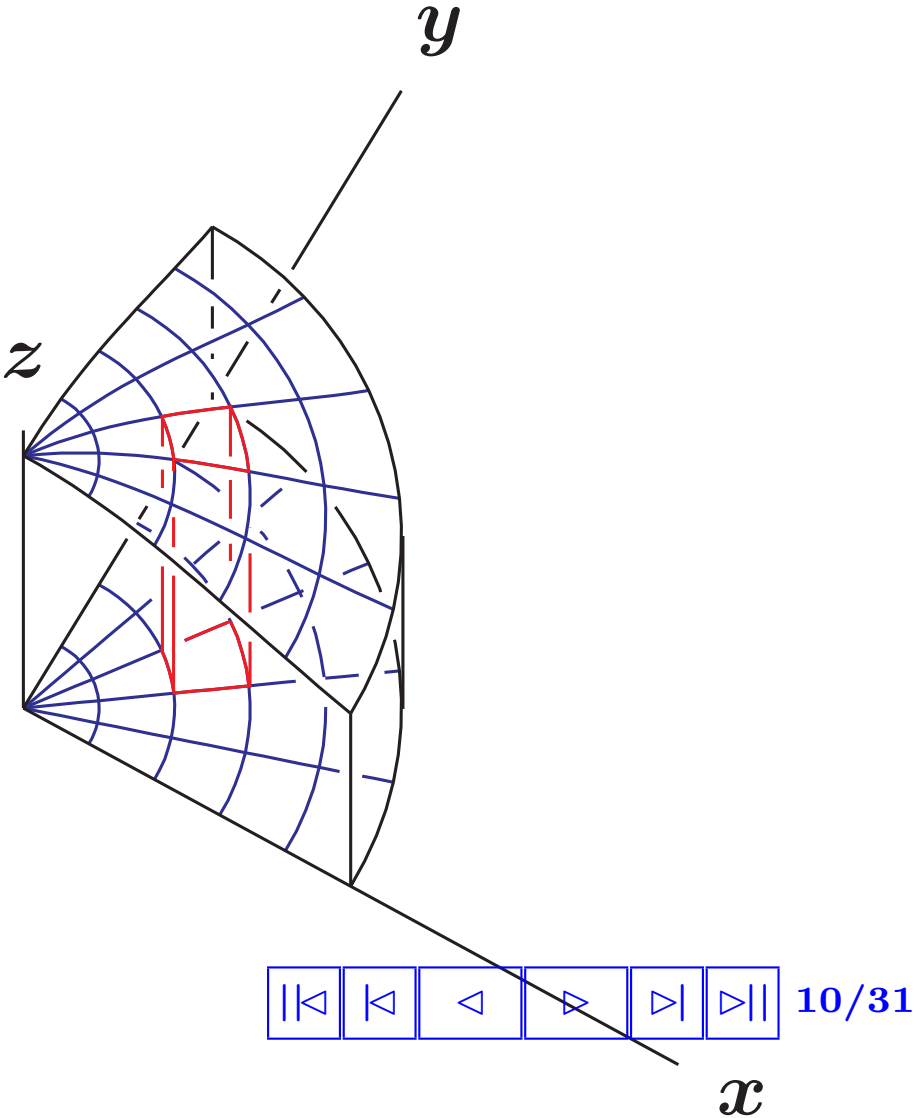
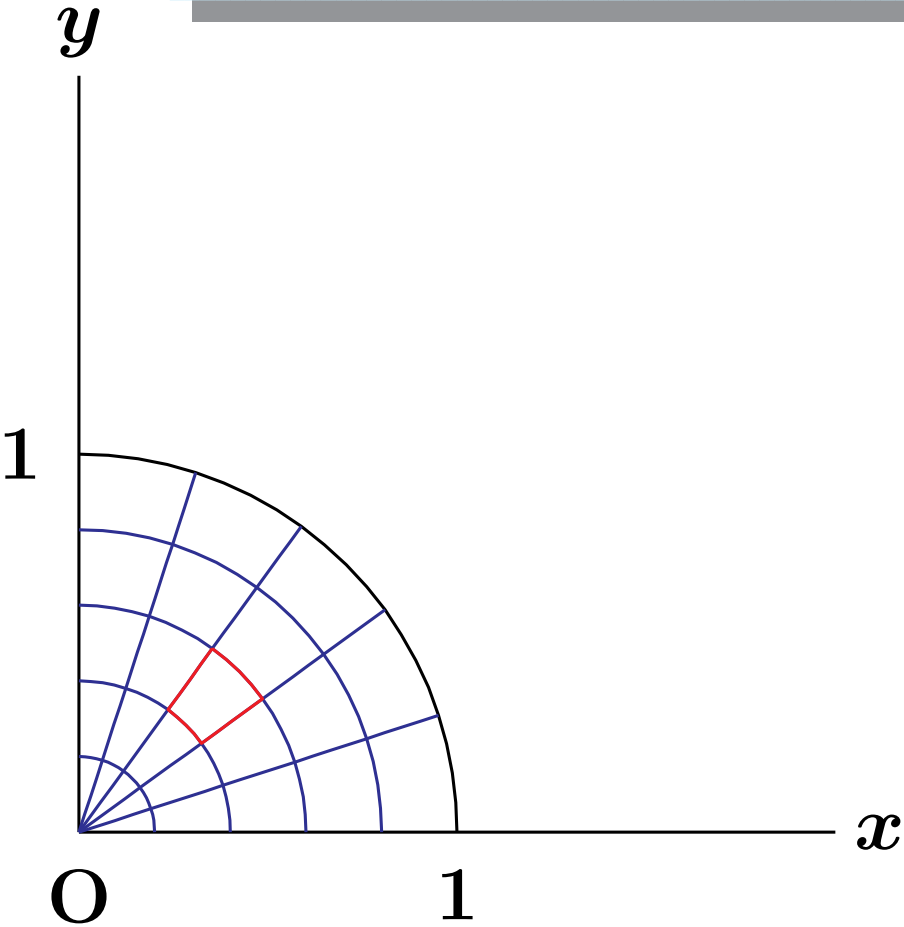
# 極座標による重積分



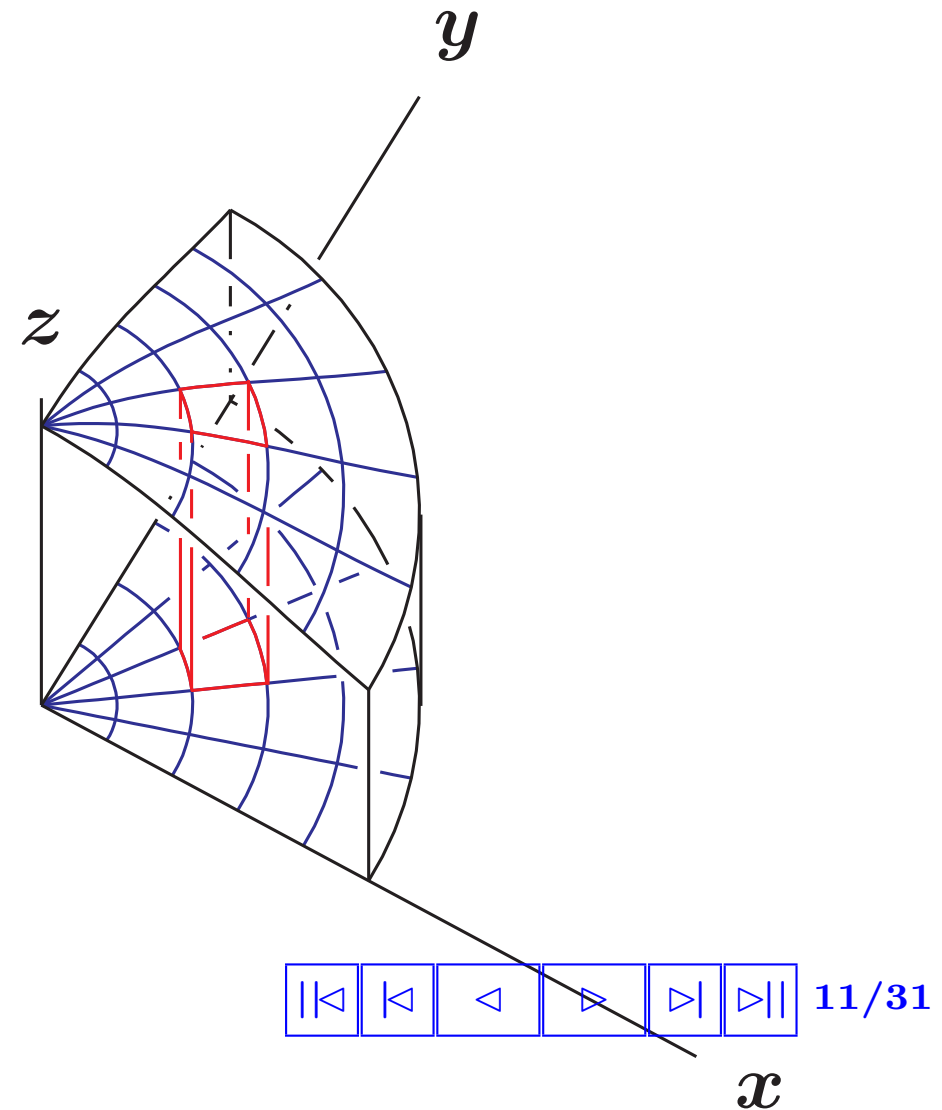
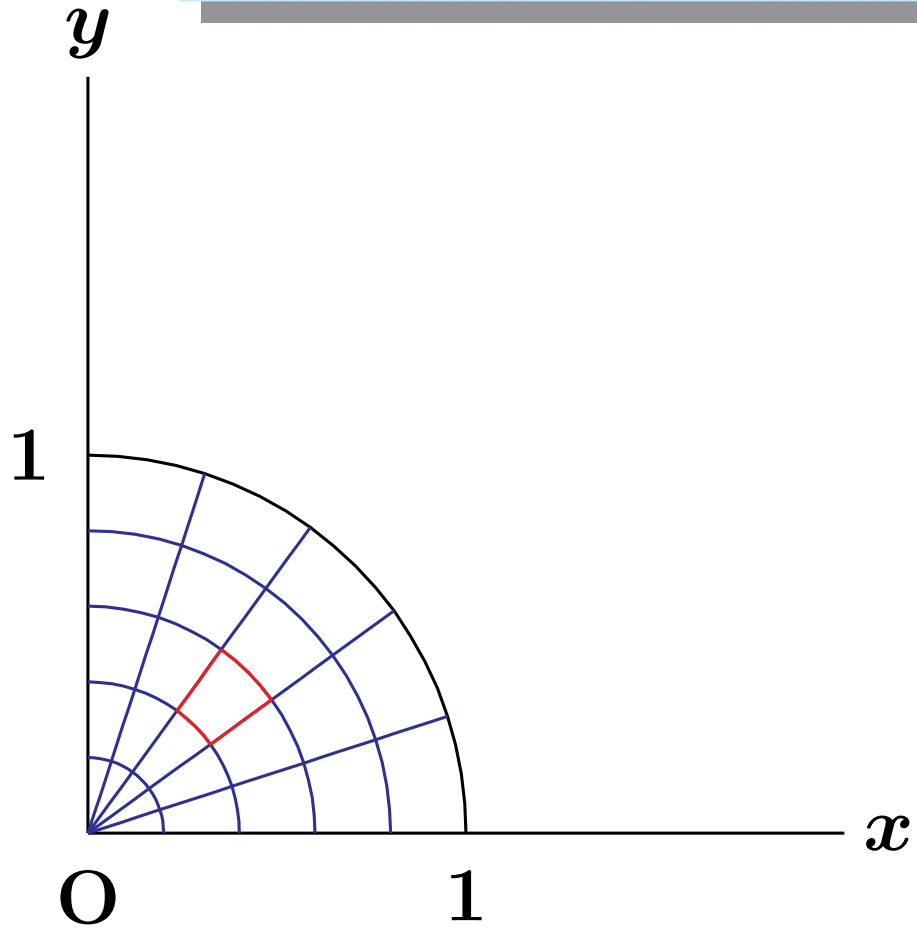
# 極座標による重積分



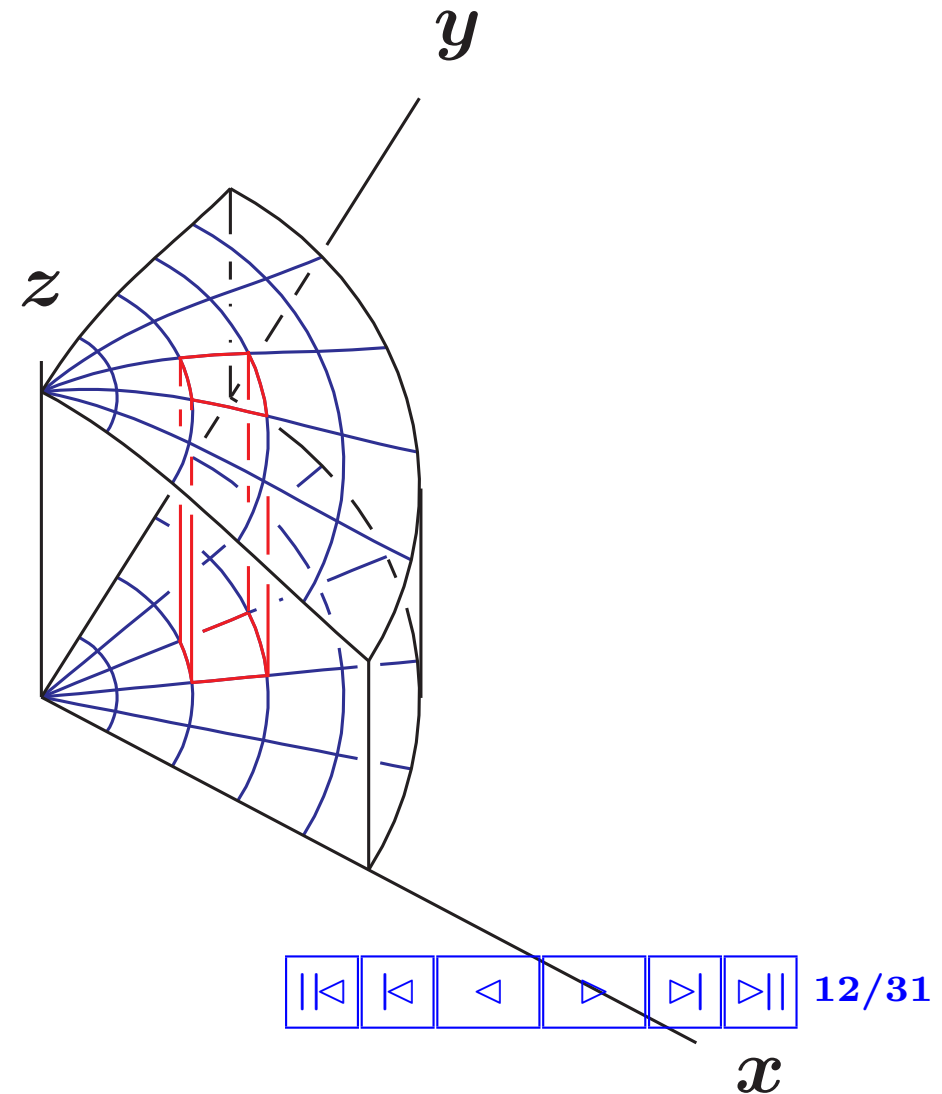
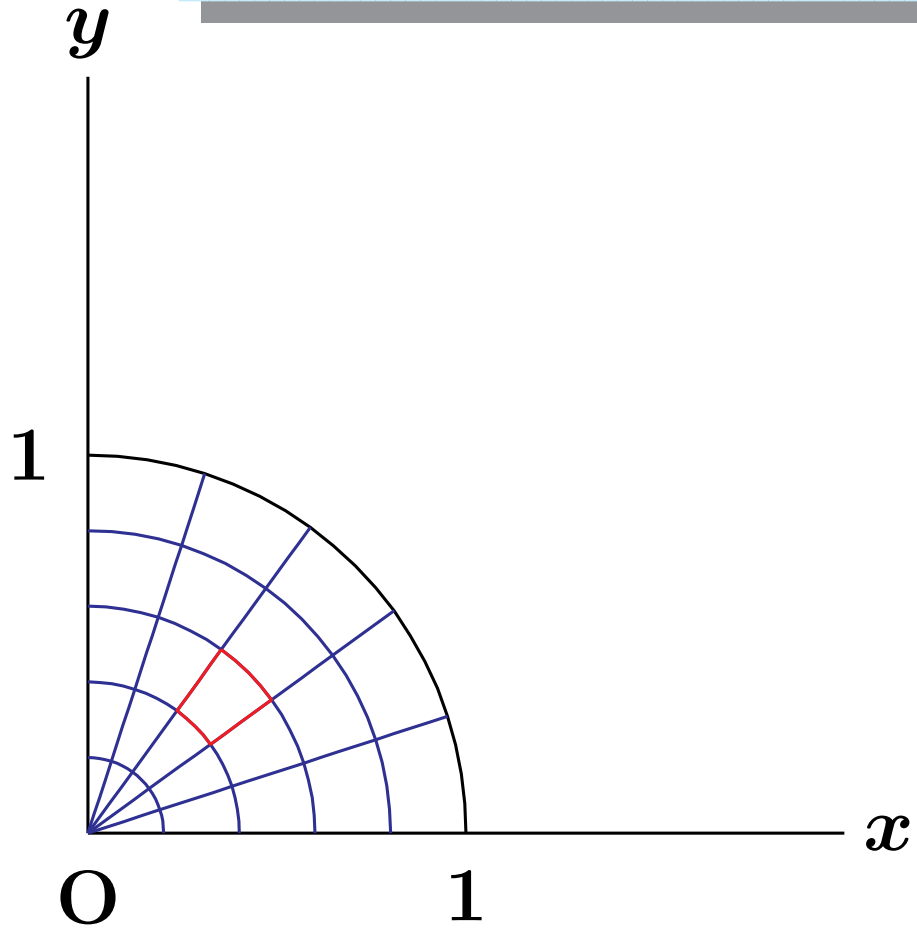
# 極座標による重積分



# 極座標による重積分

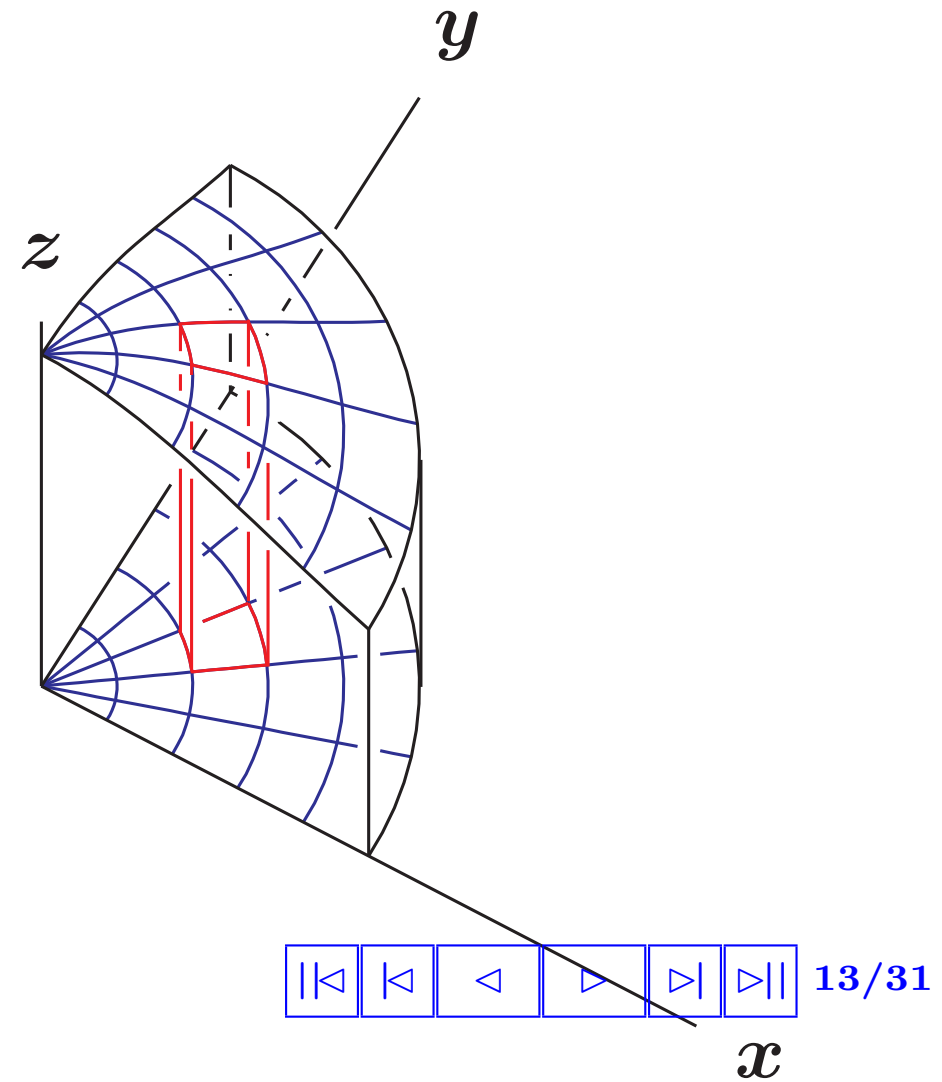
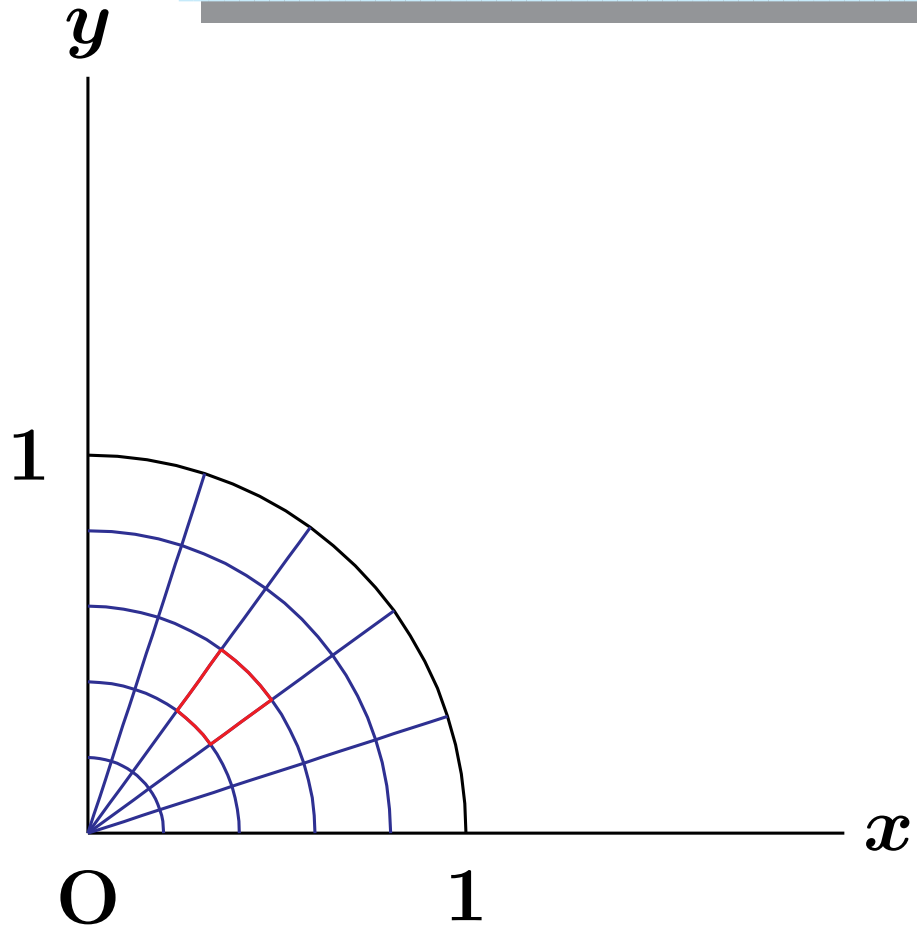


# 極座標による重積分

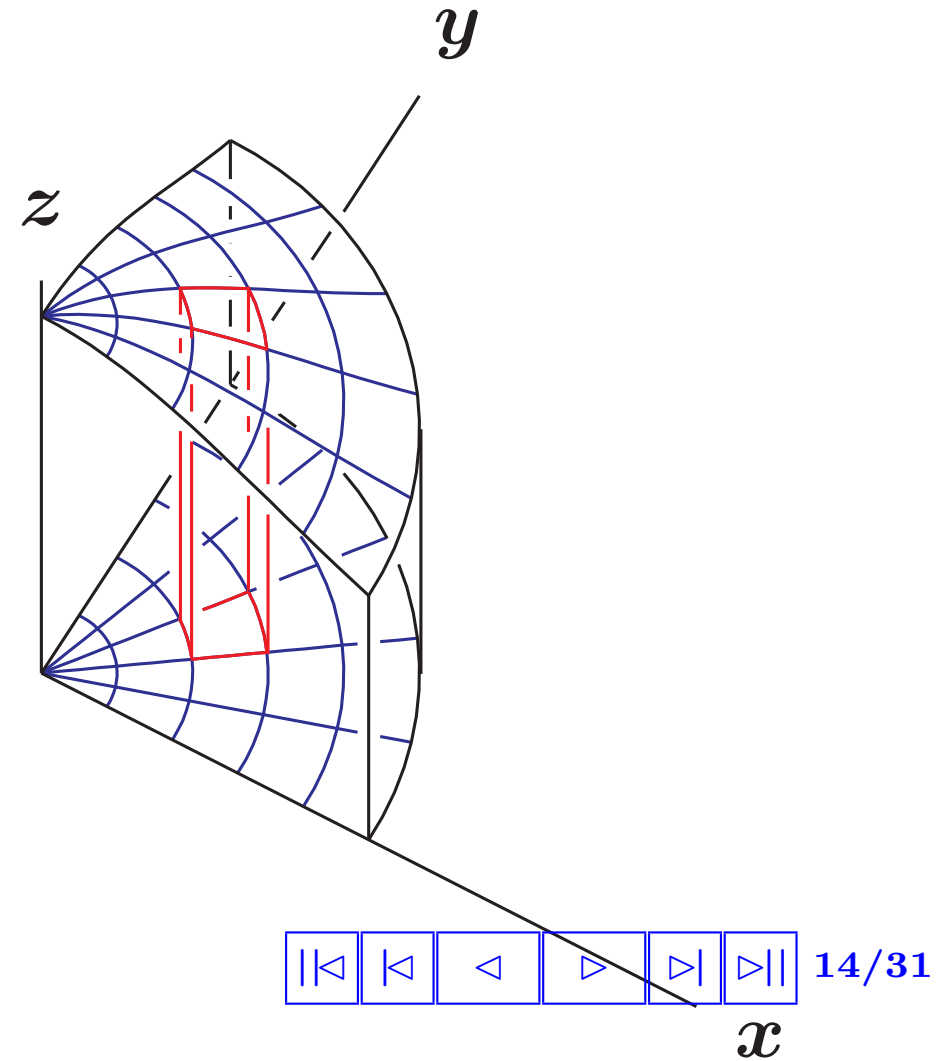
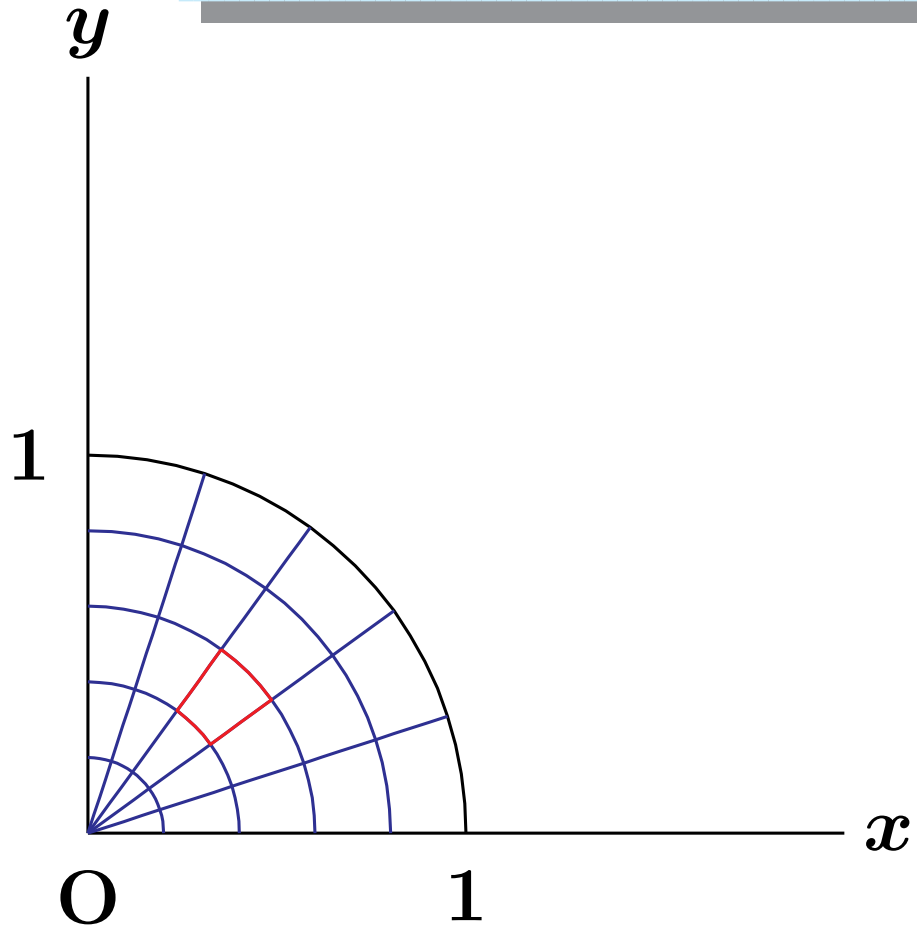




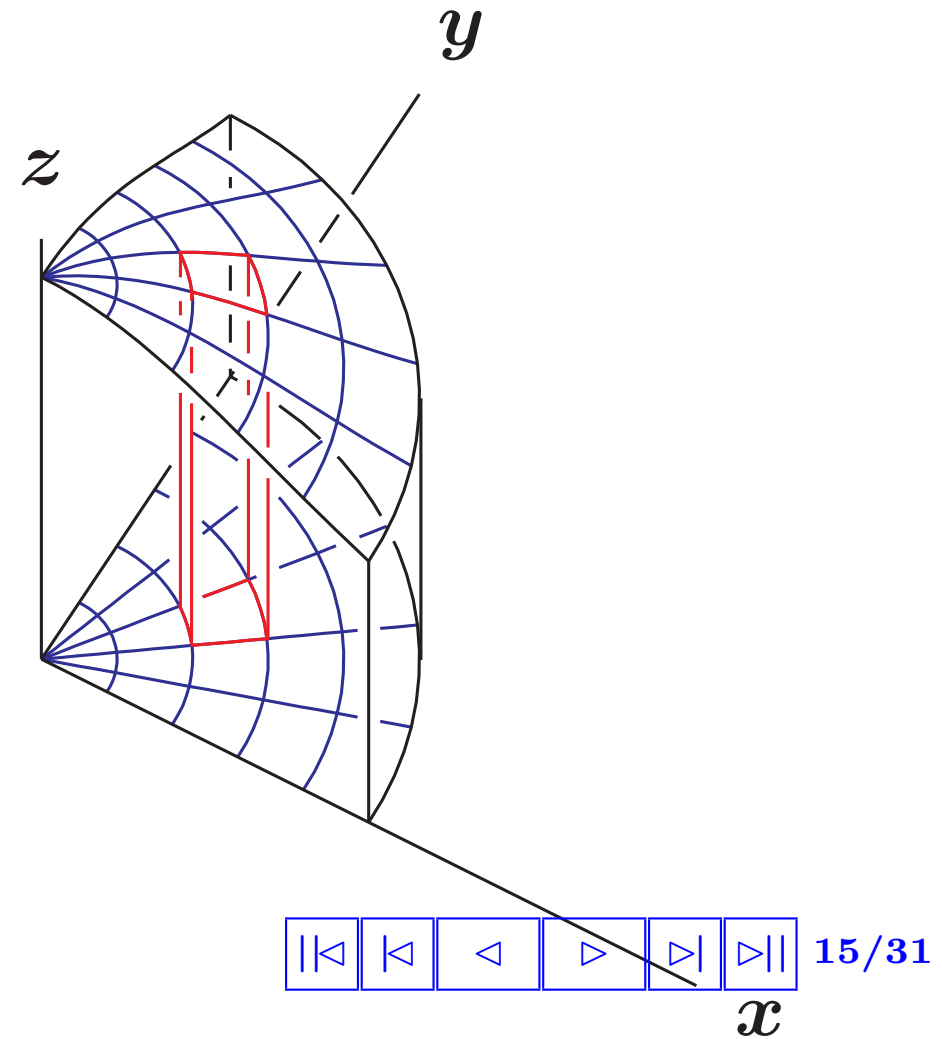
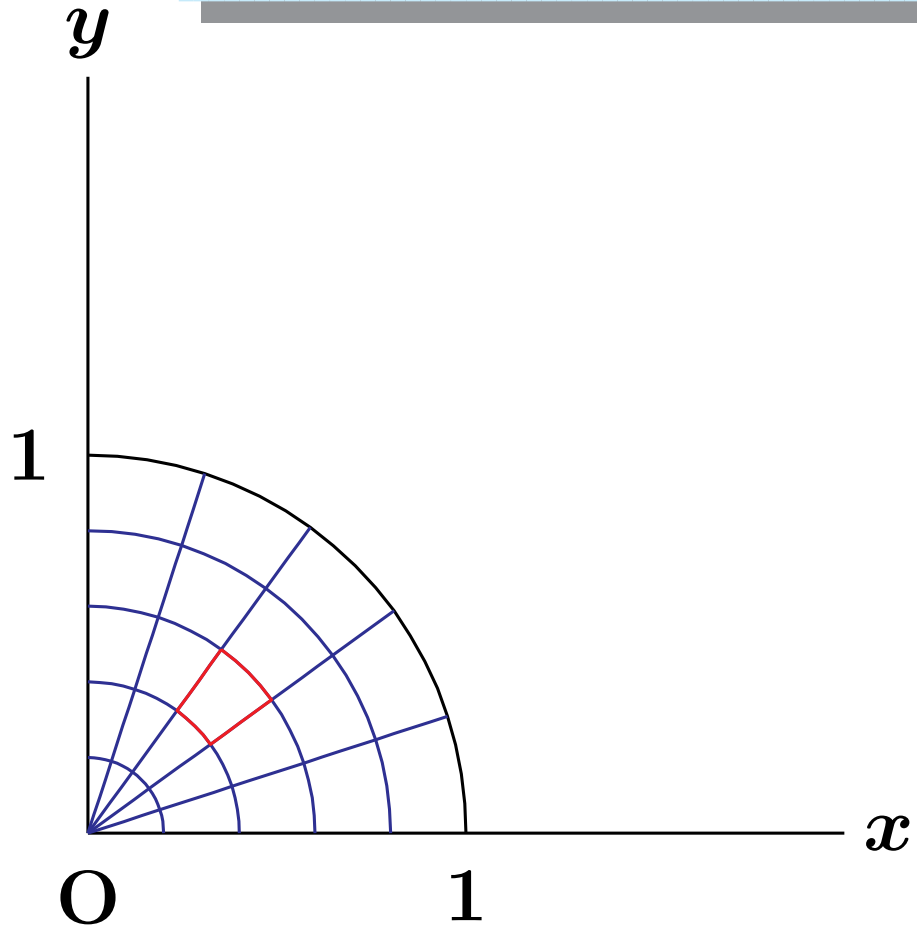
# 極座標による重積分



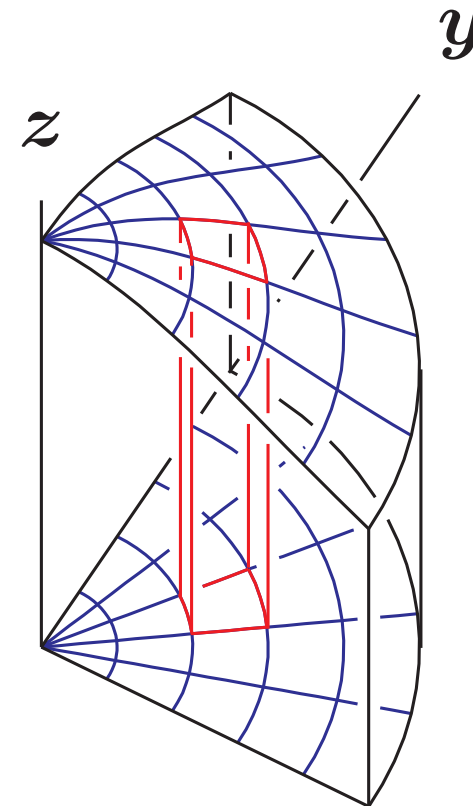
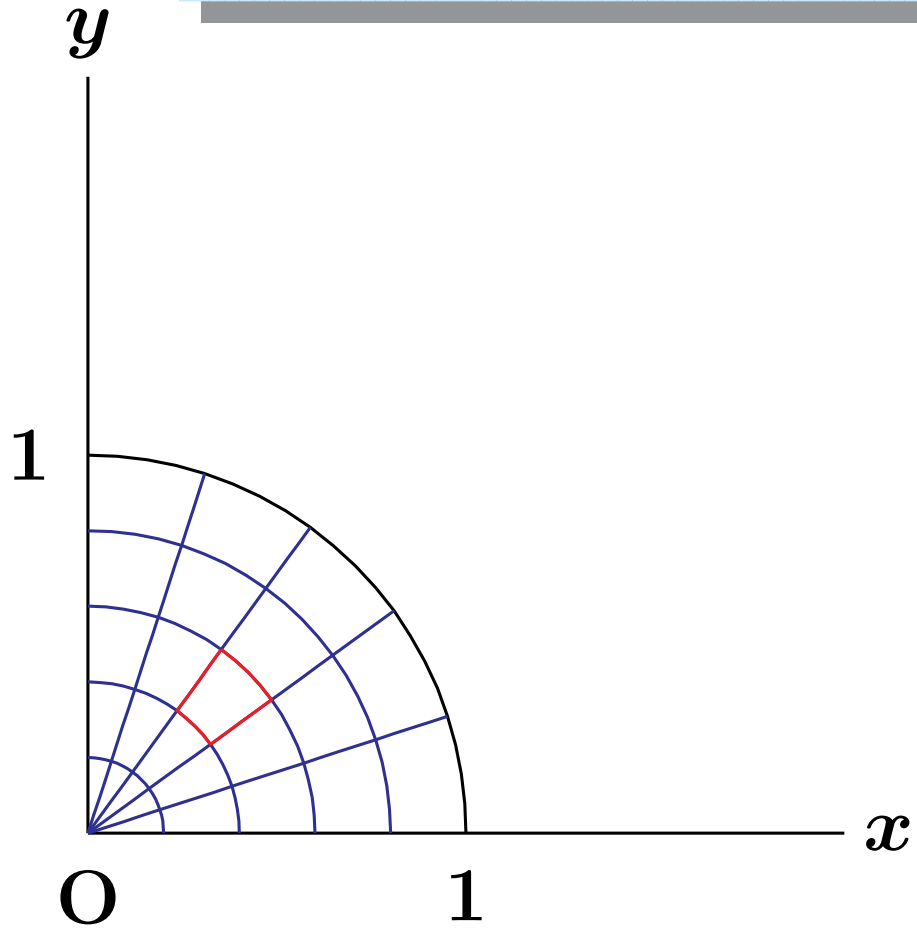
# 極座標による重積分



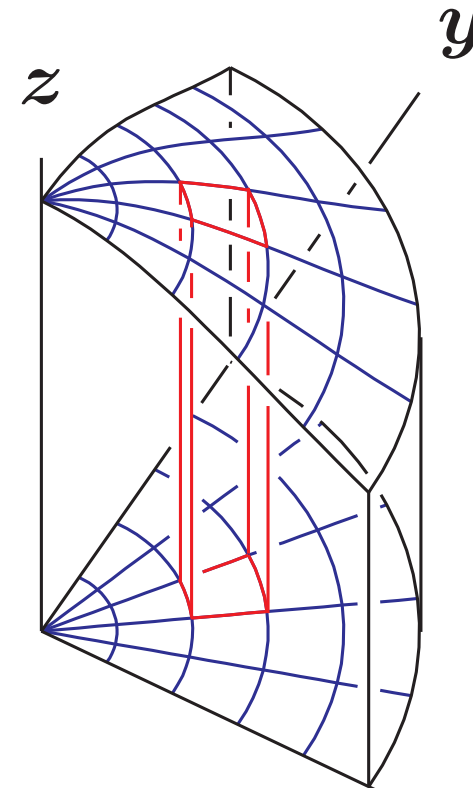
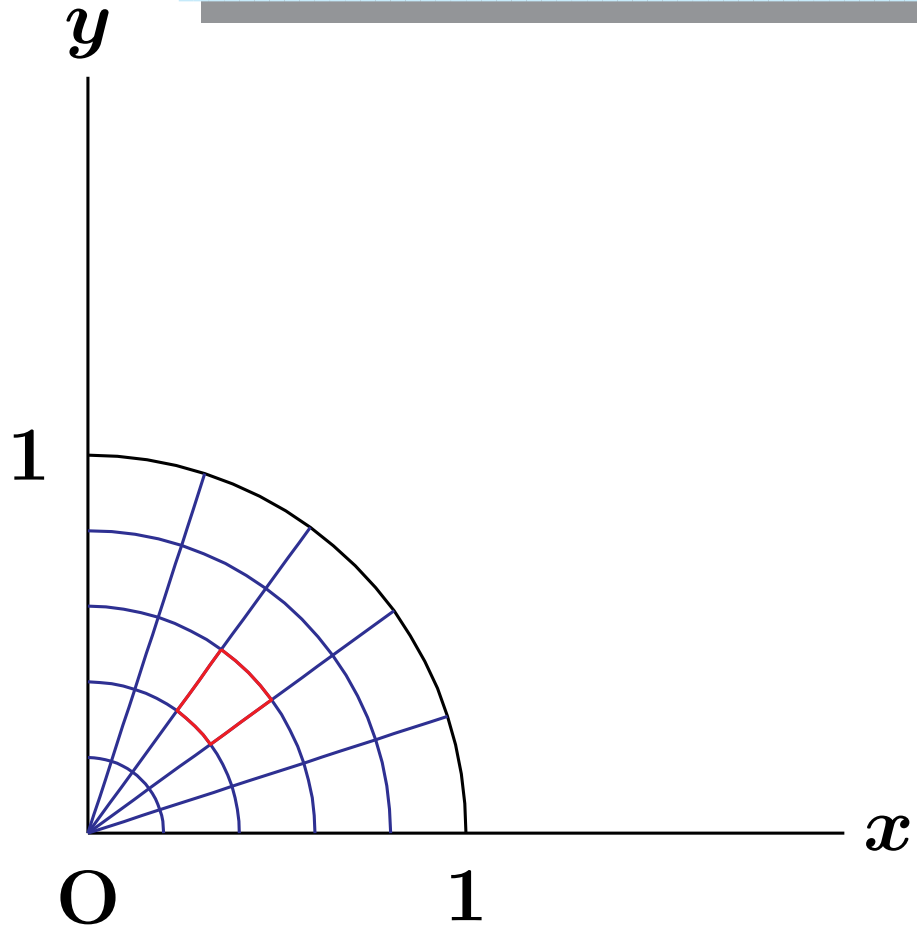
# 極座標による重積分



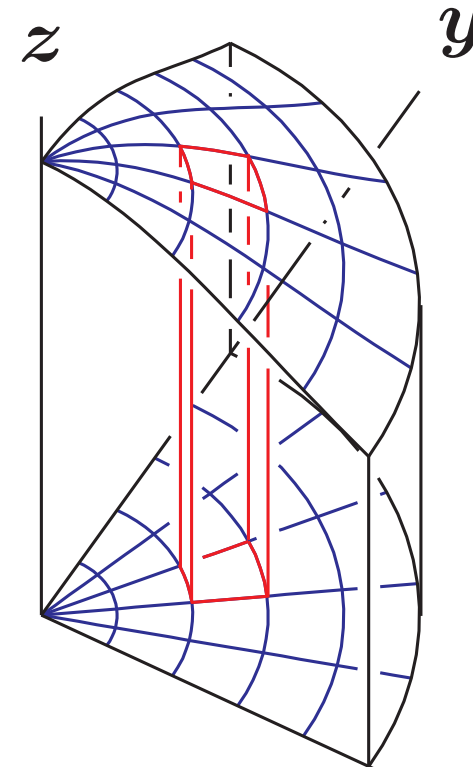
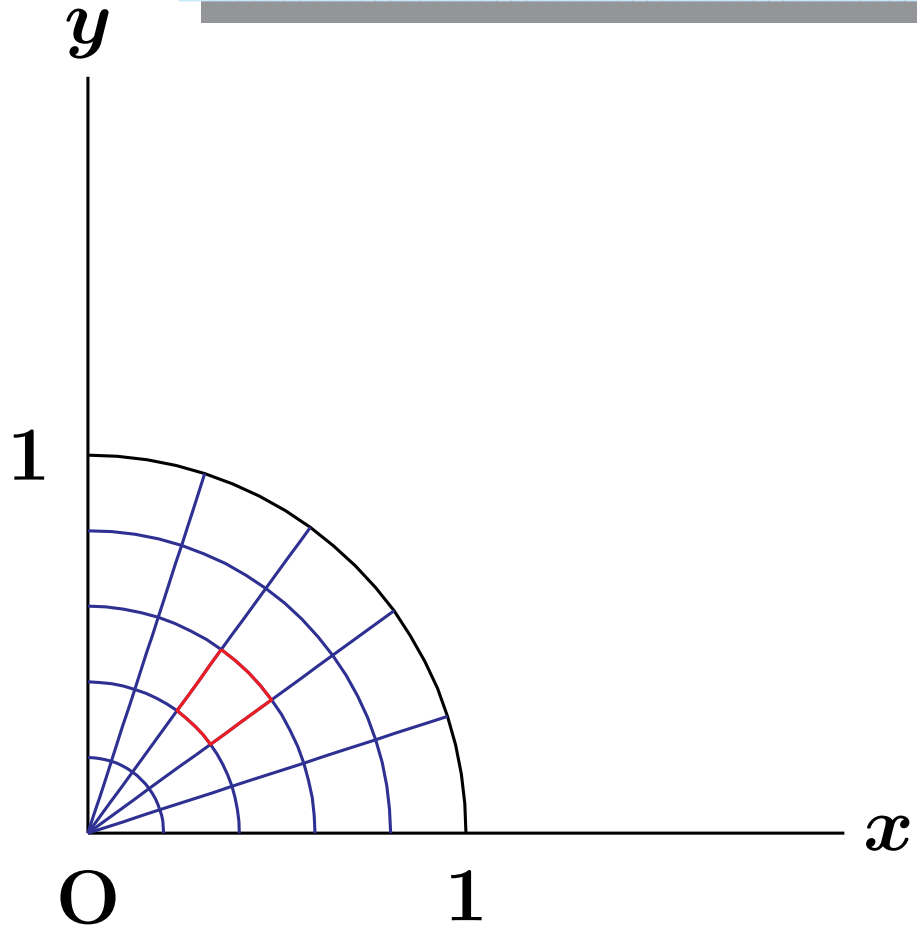
# 極座標による重積分



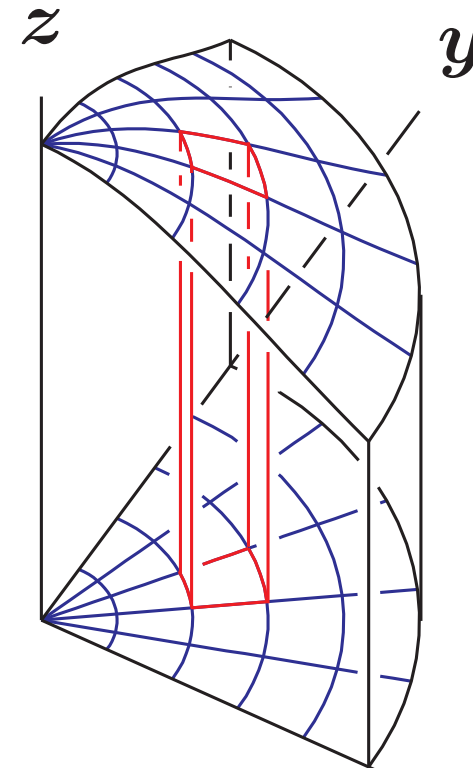
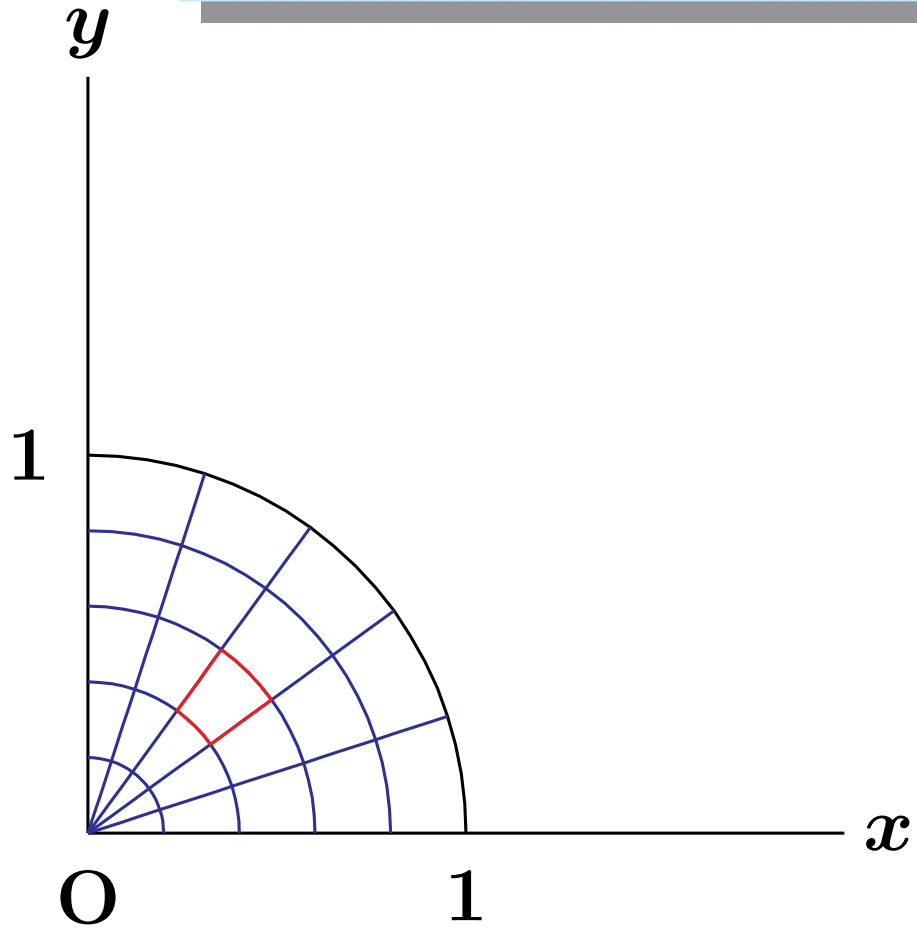
# 極座標による重積分



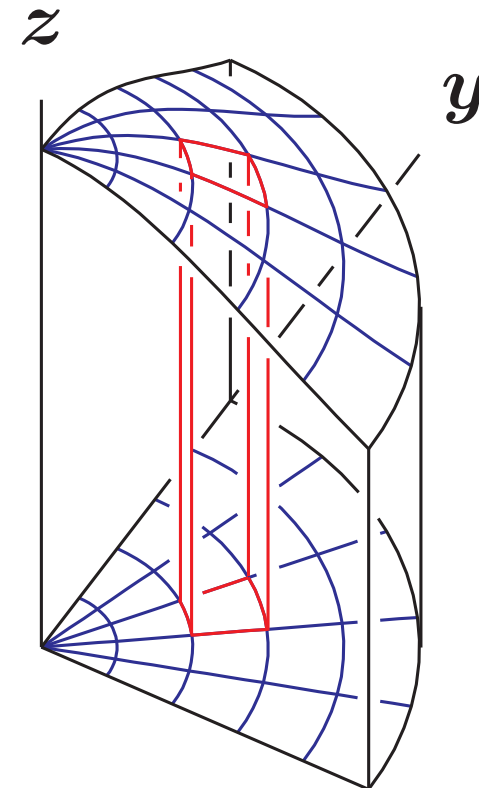
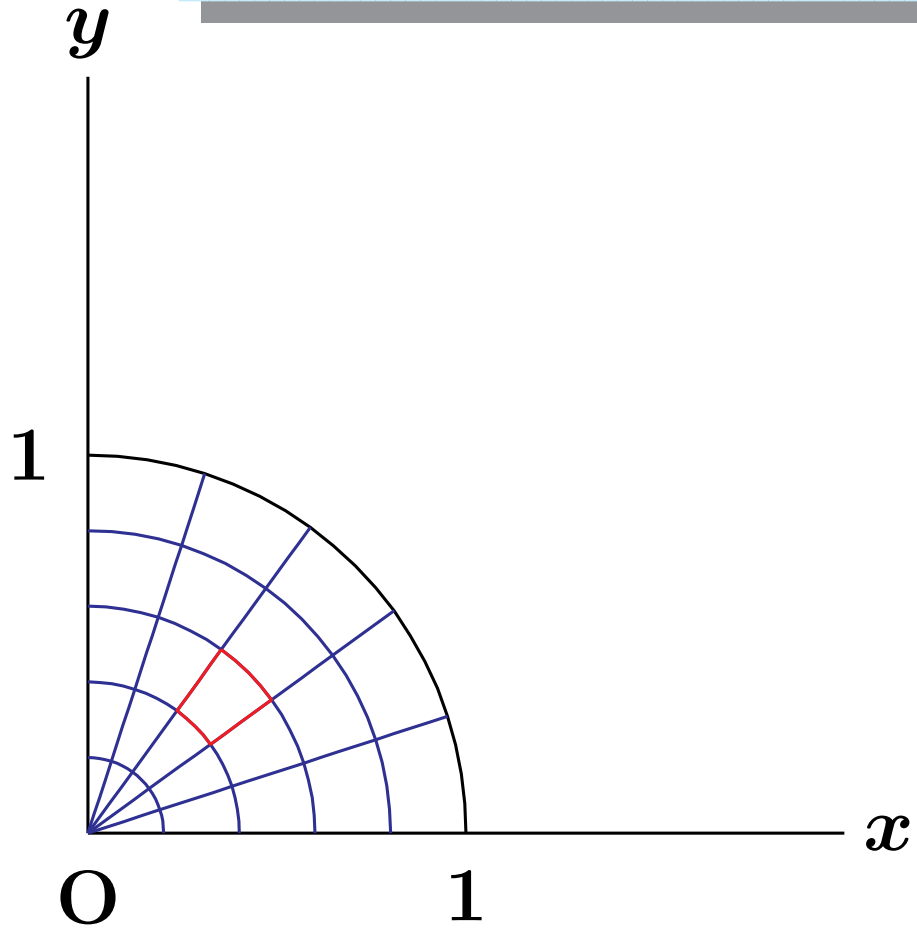
# 極座標による重積分



# 極座標による重積分

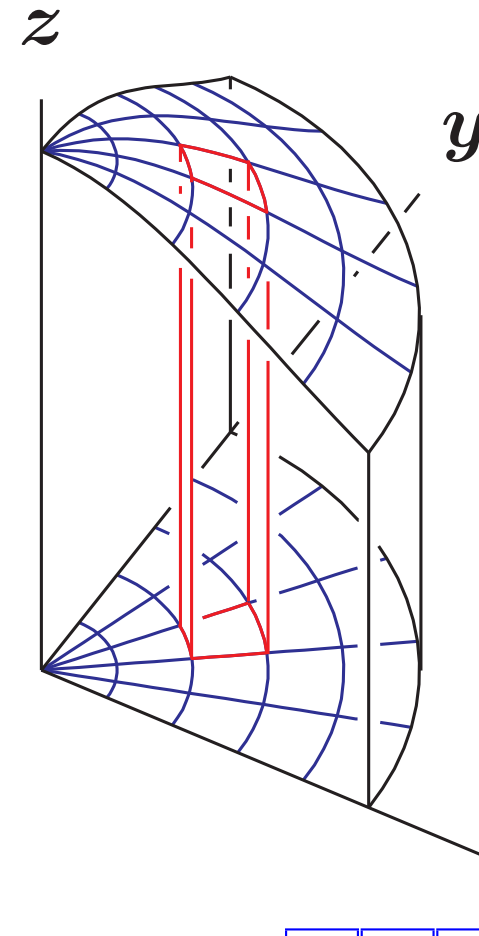
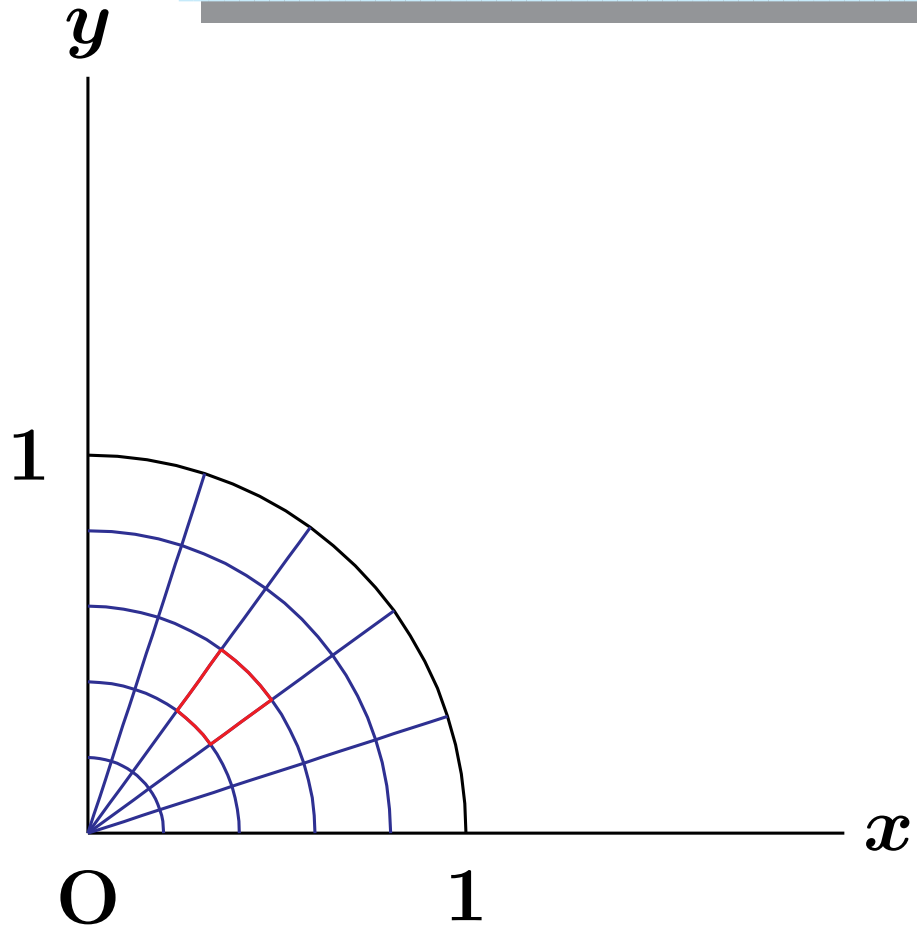


# 極座標による重積分

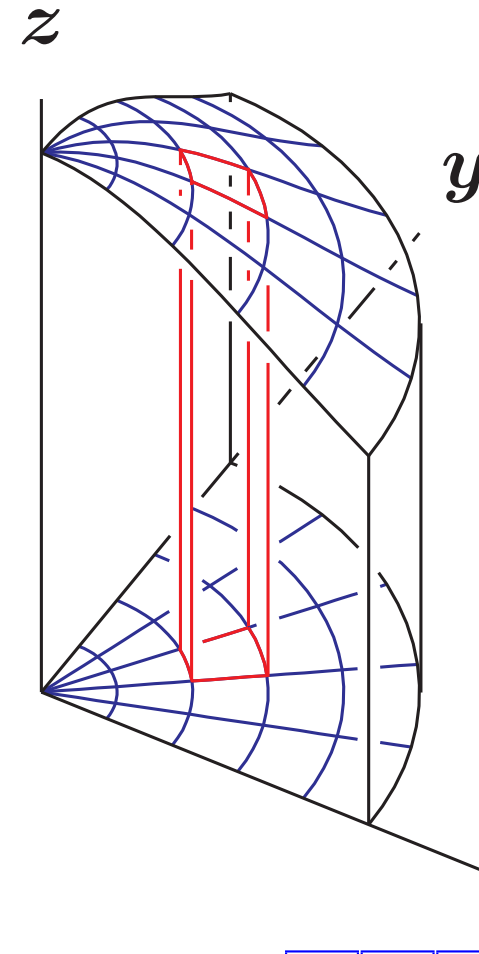
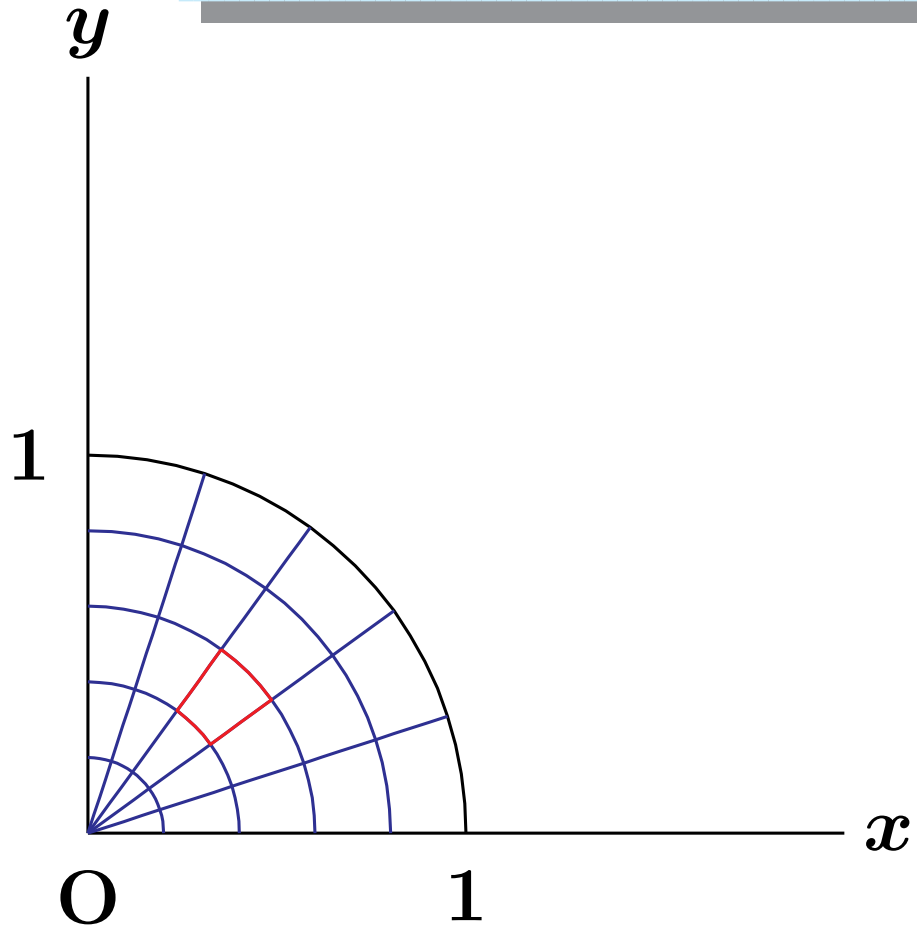




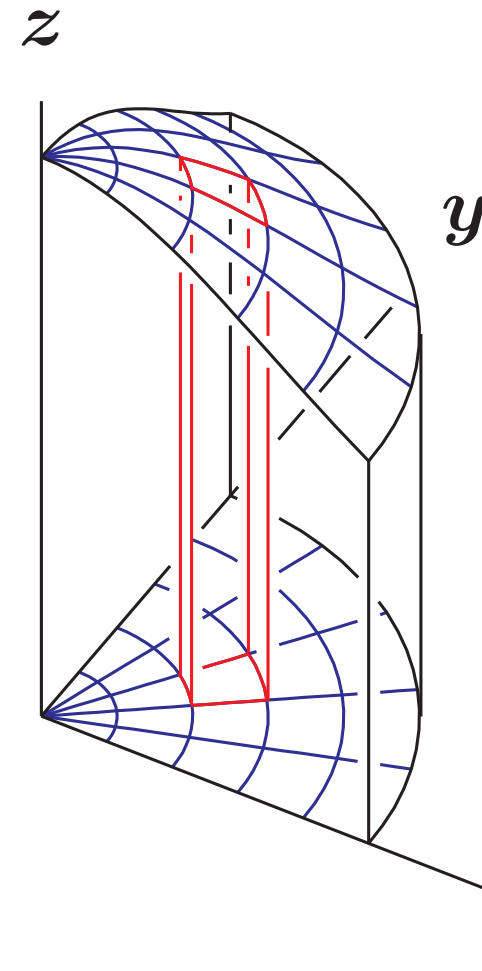
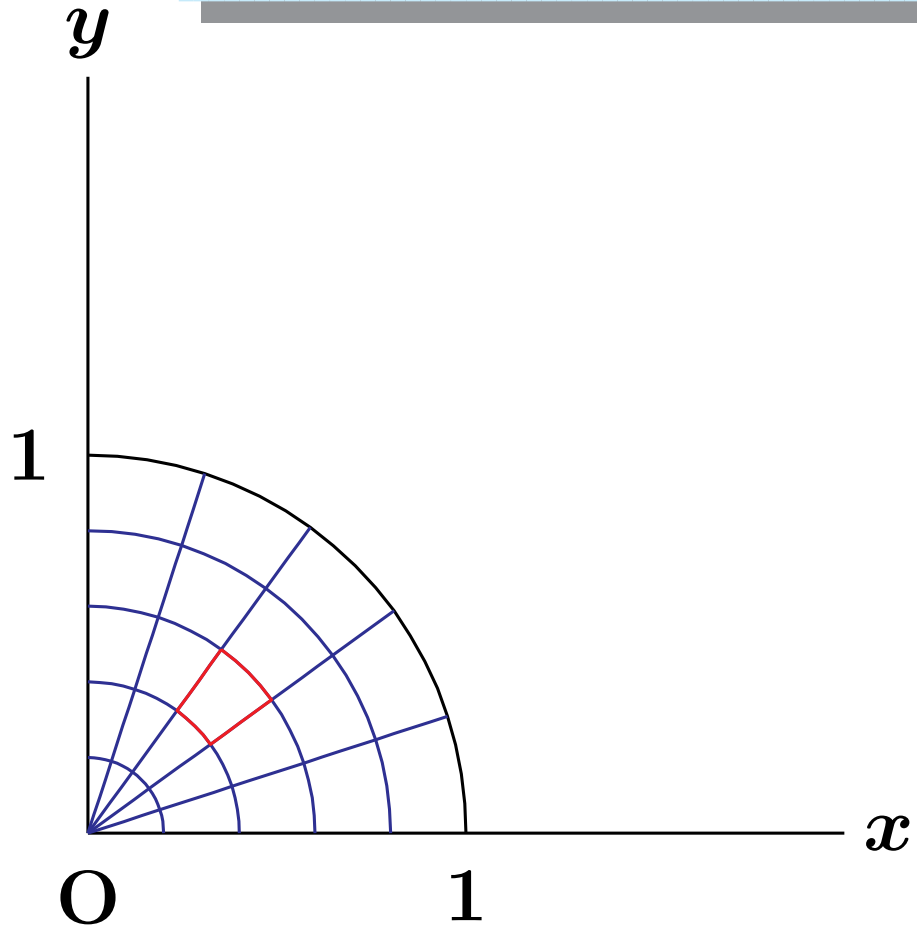
# 極座標による重積分



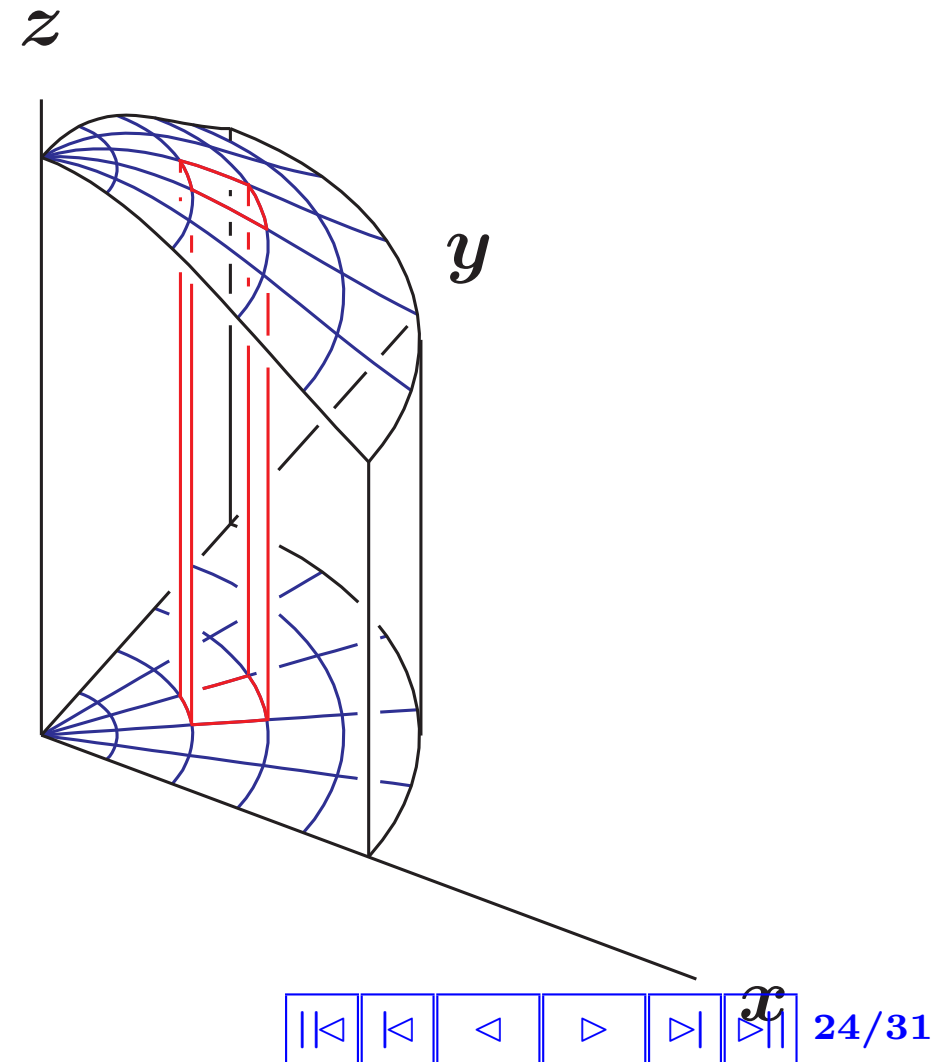
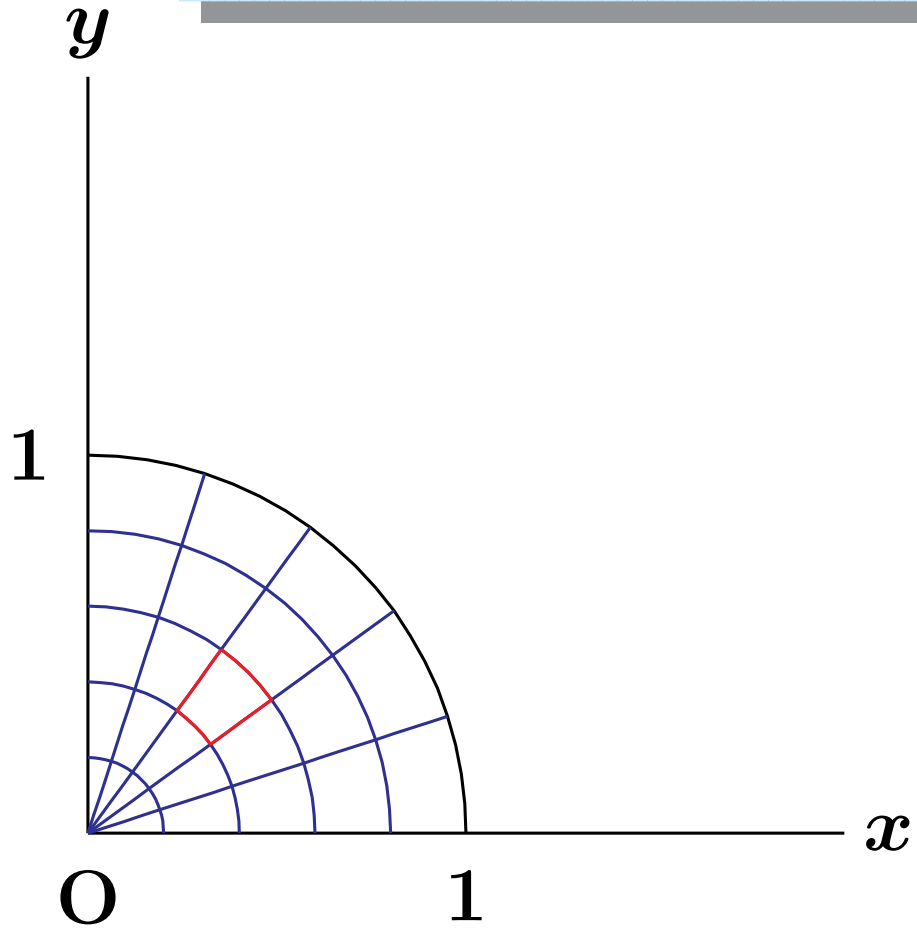
# 極座標による重積分



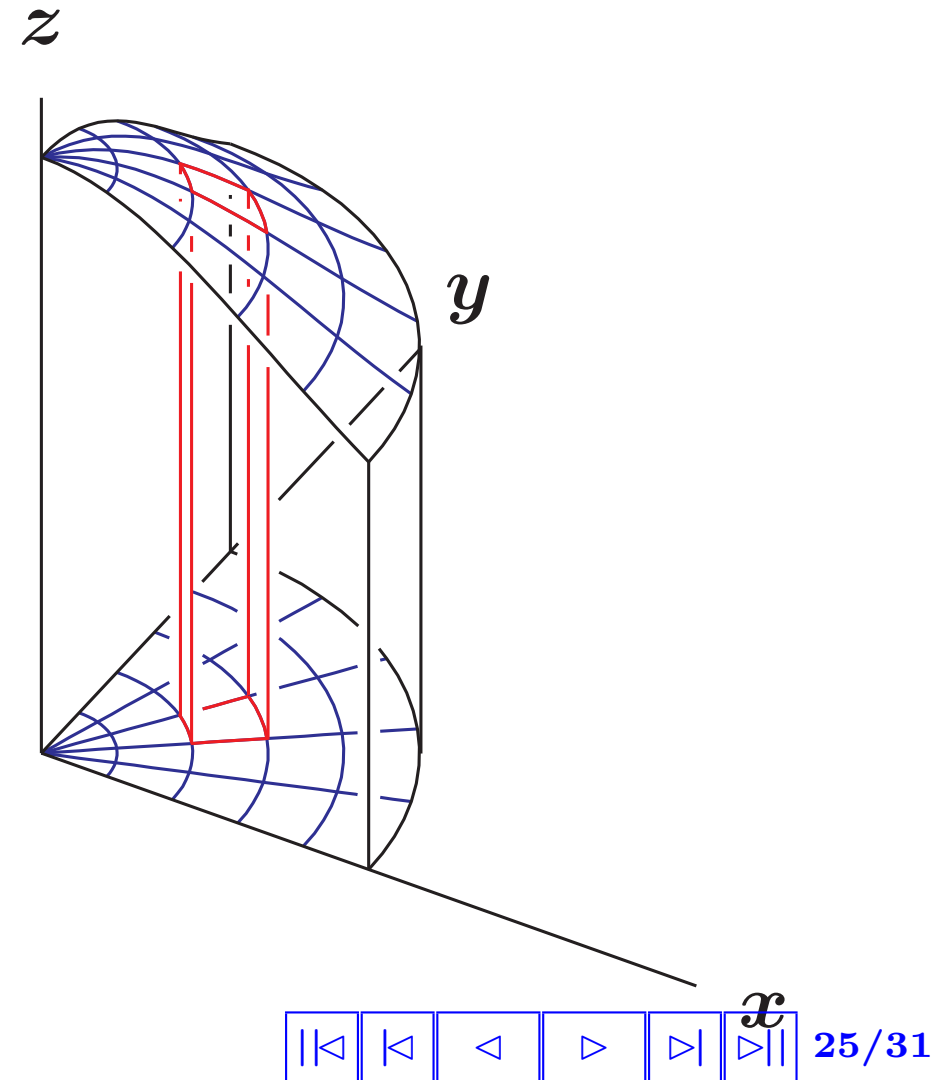
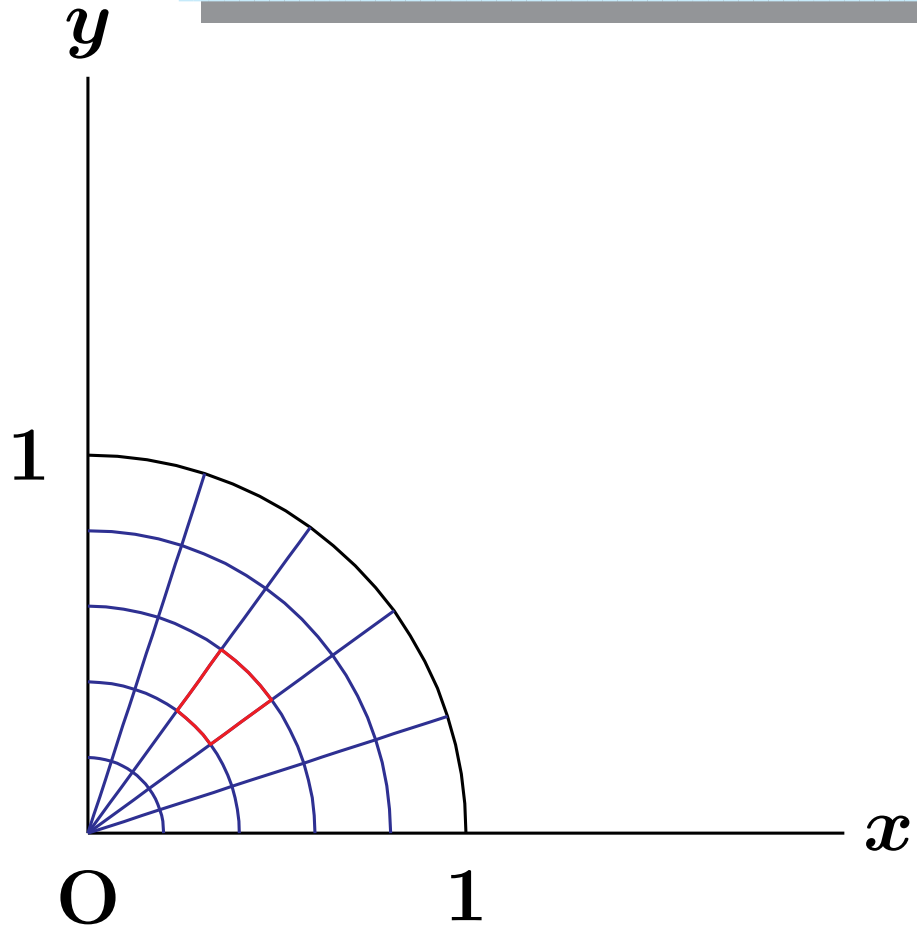
# 極座標による重積分



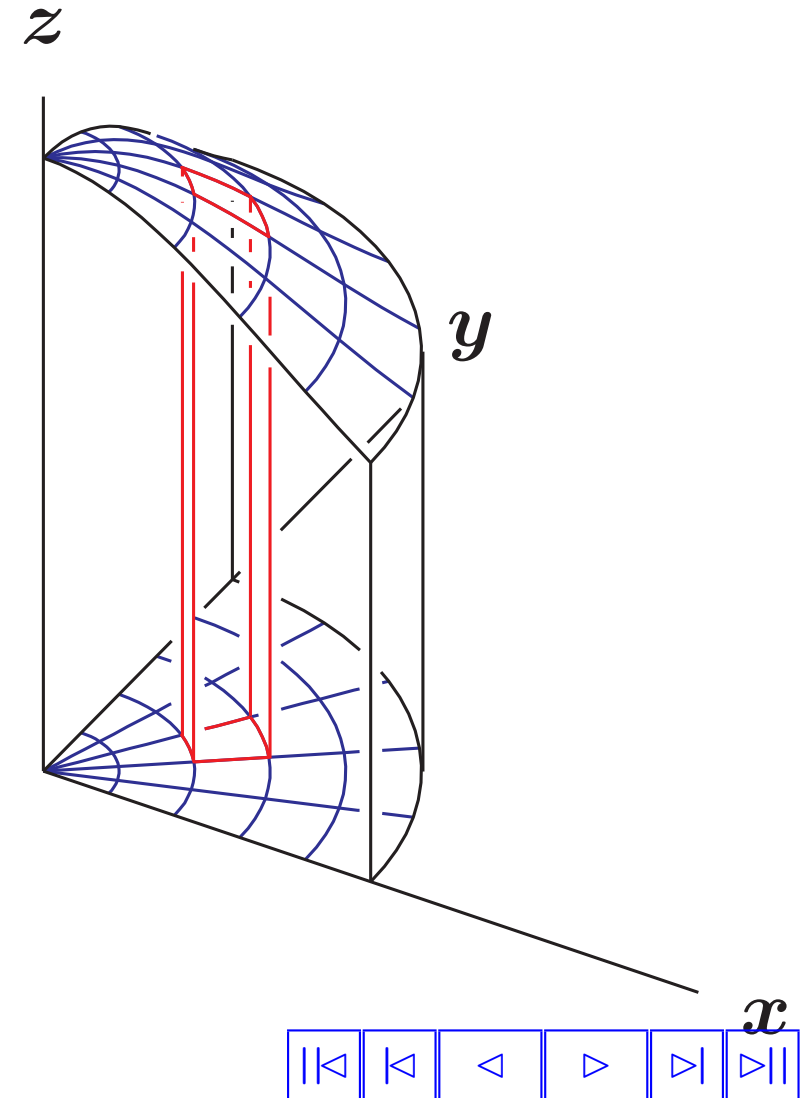
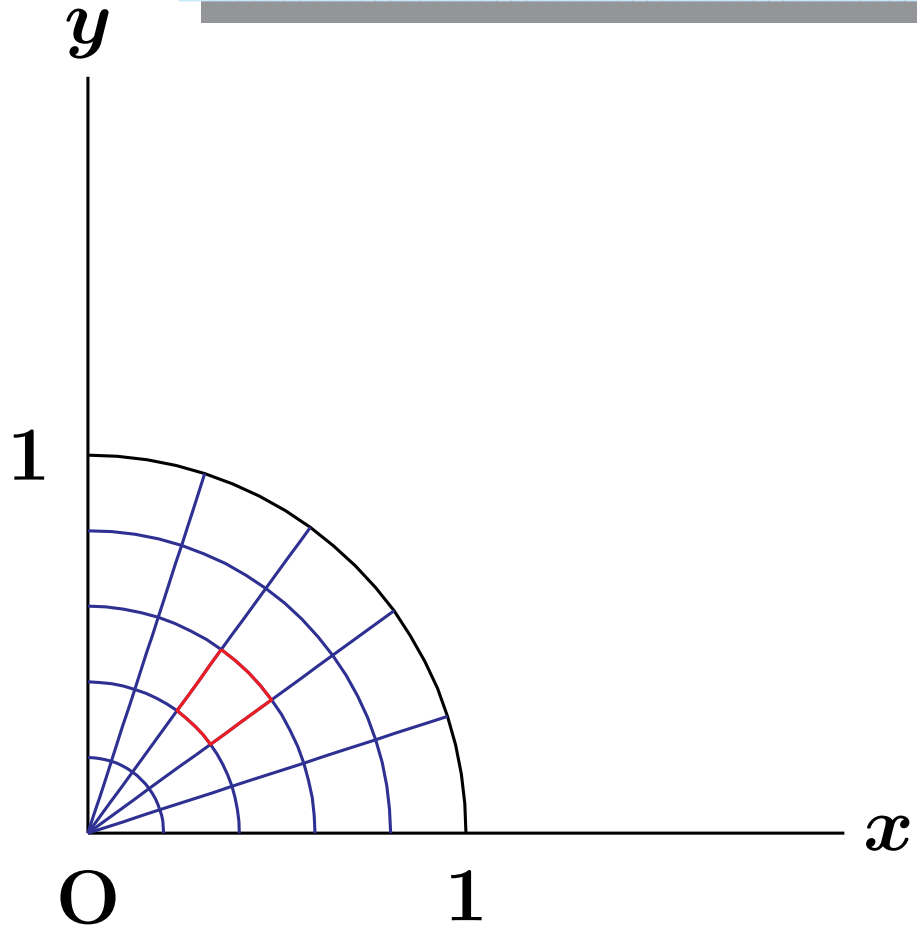
# 極座標による重積分



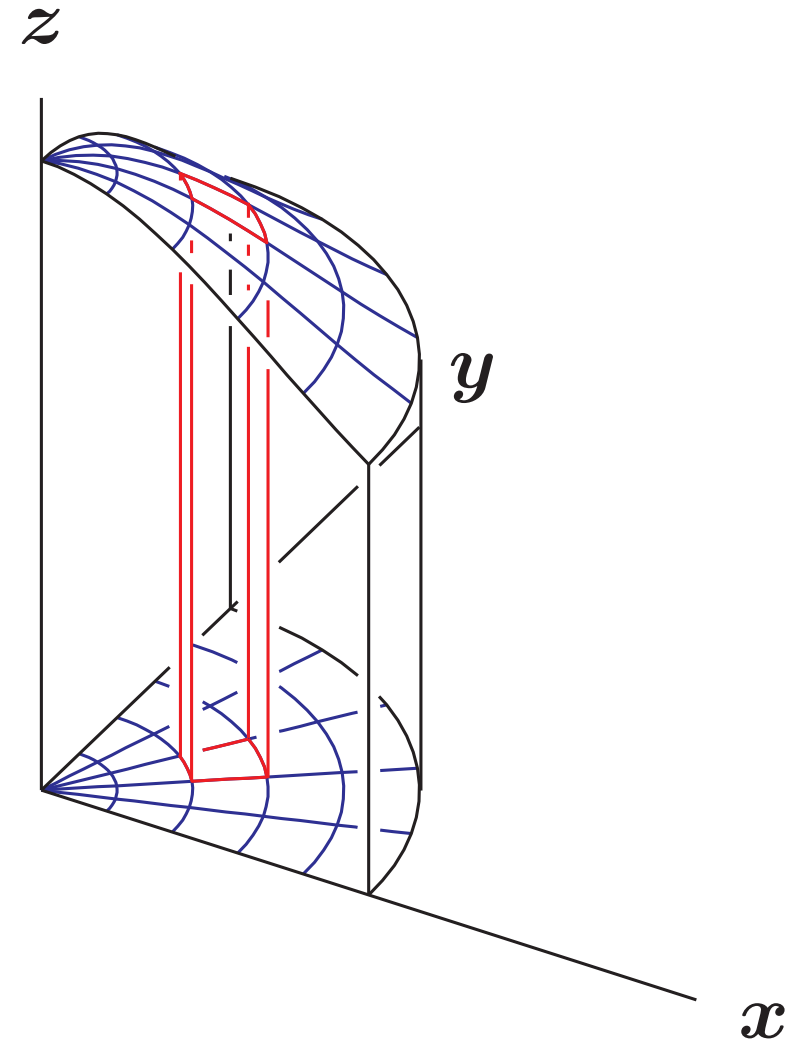
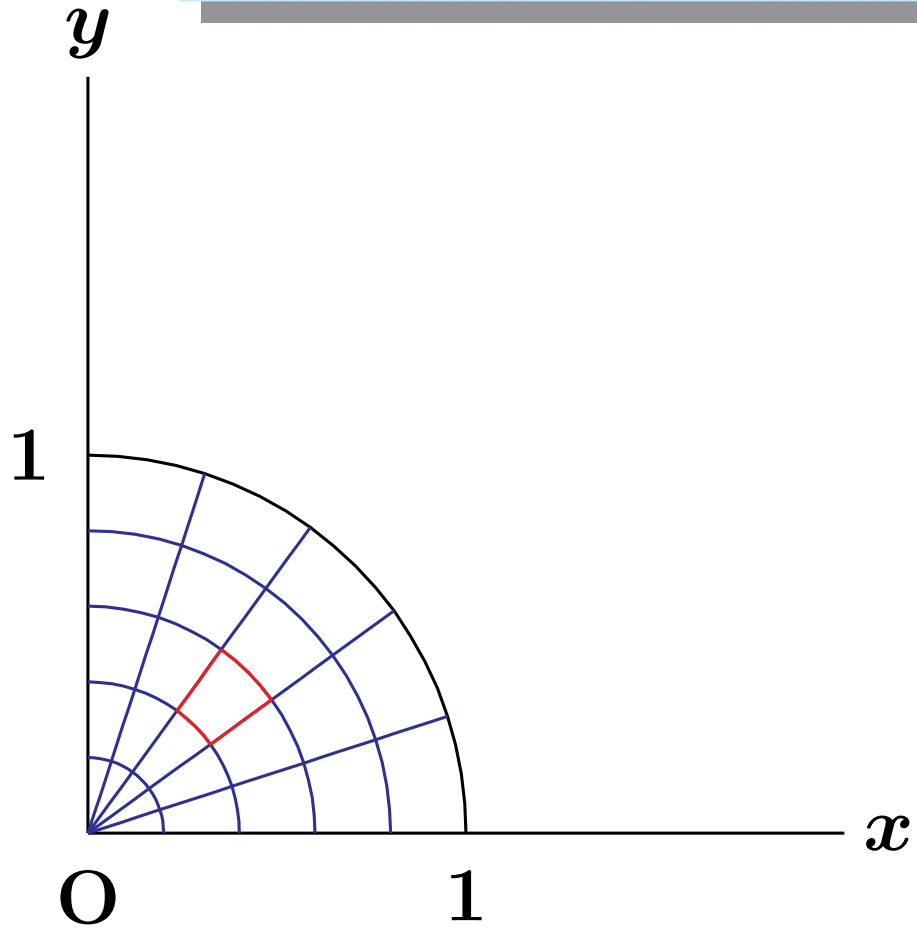
# 極座標による重積分



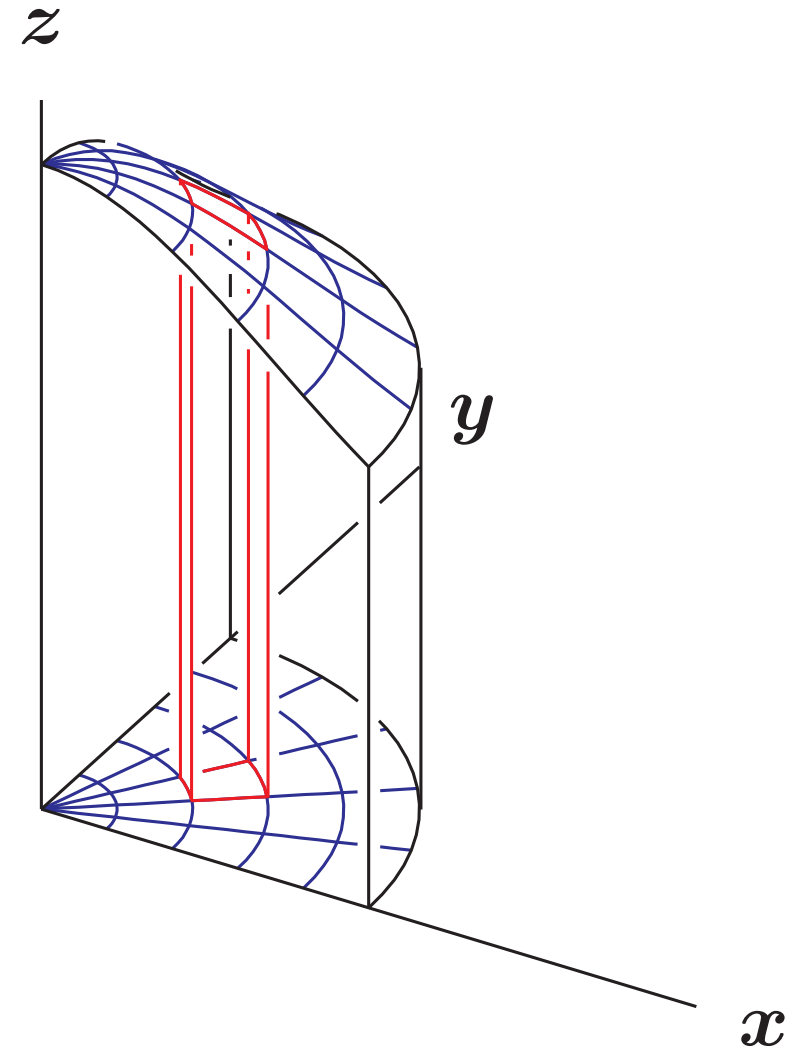
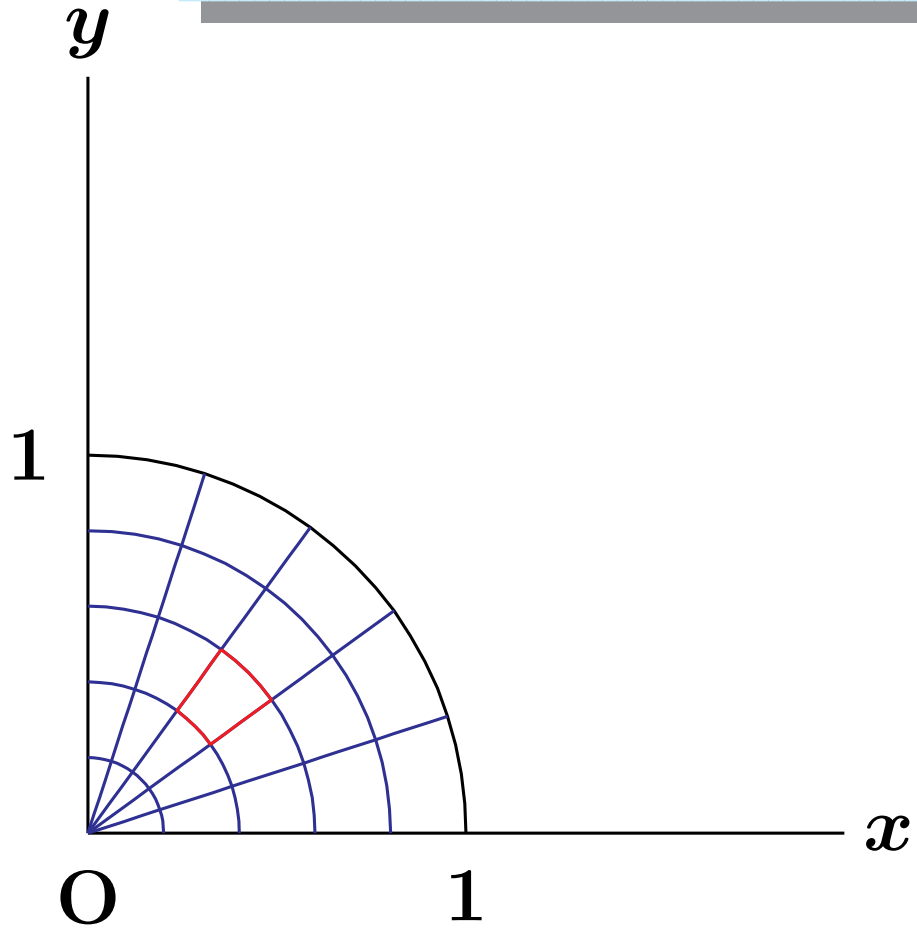
# 極座標による重積分



# 極座標による重積分

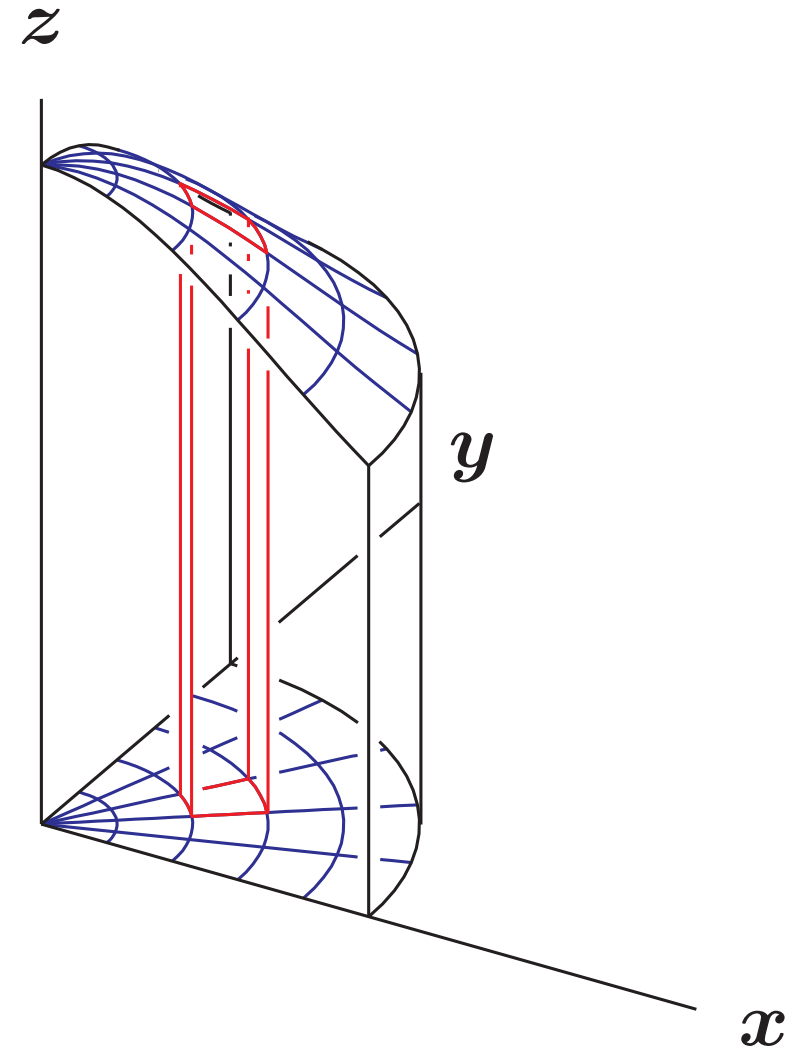
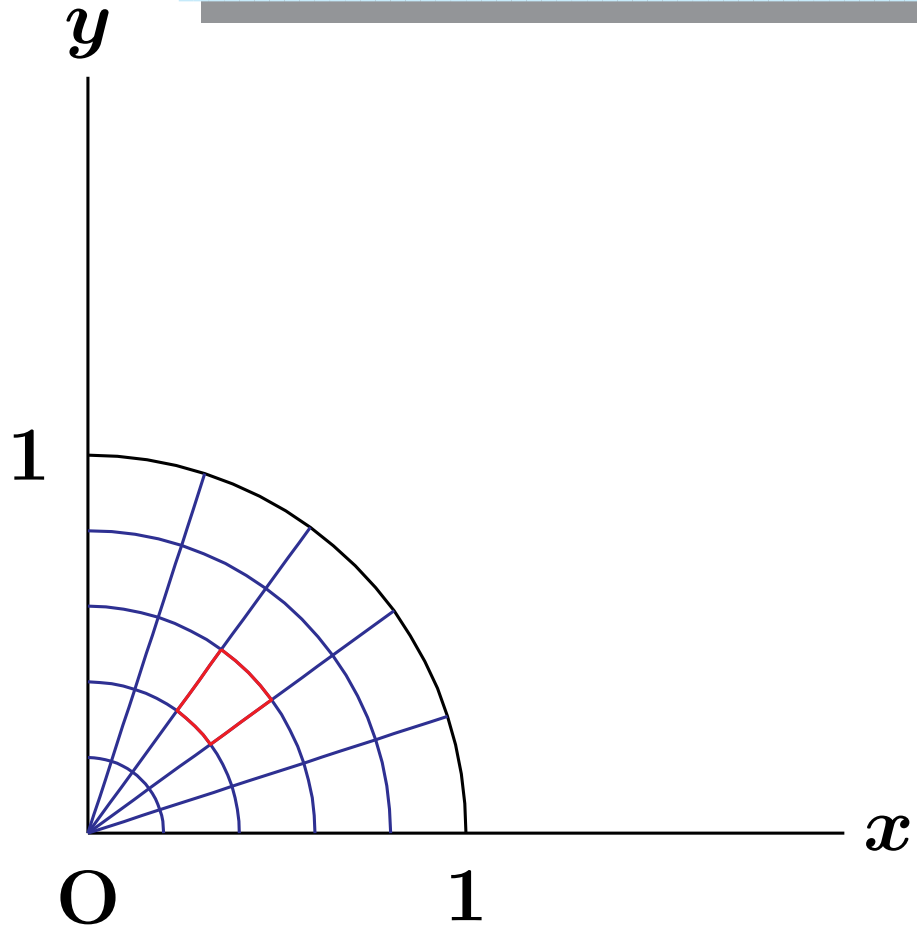


# 極座標による重積分

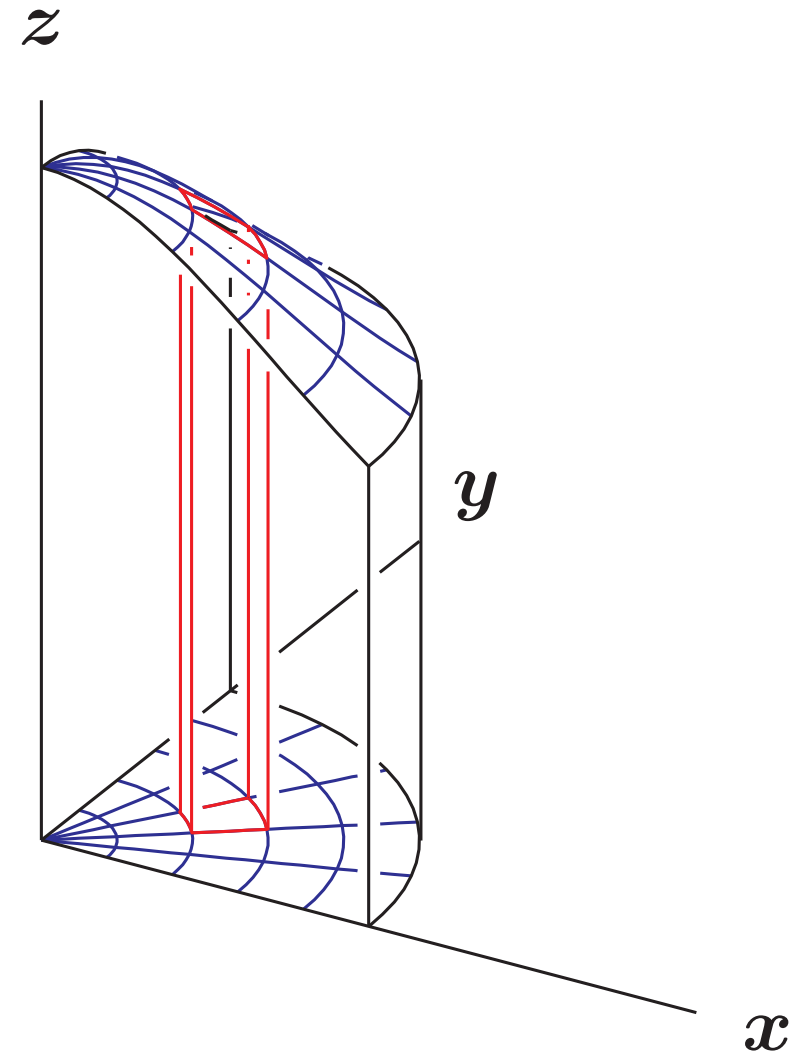
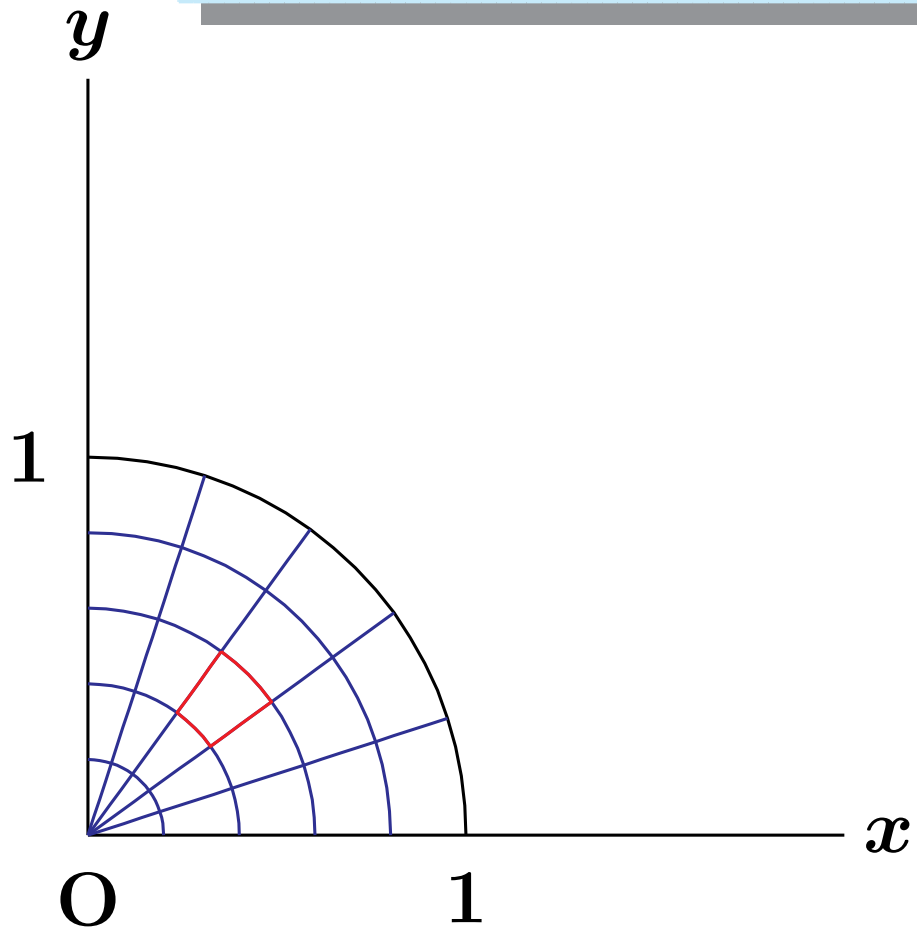




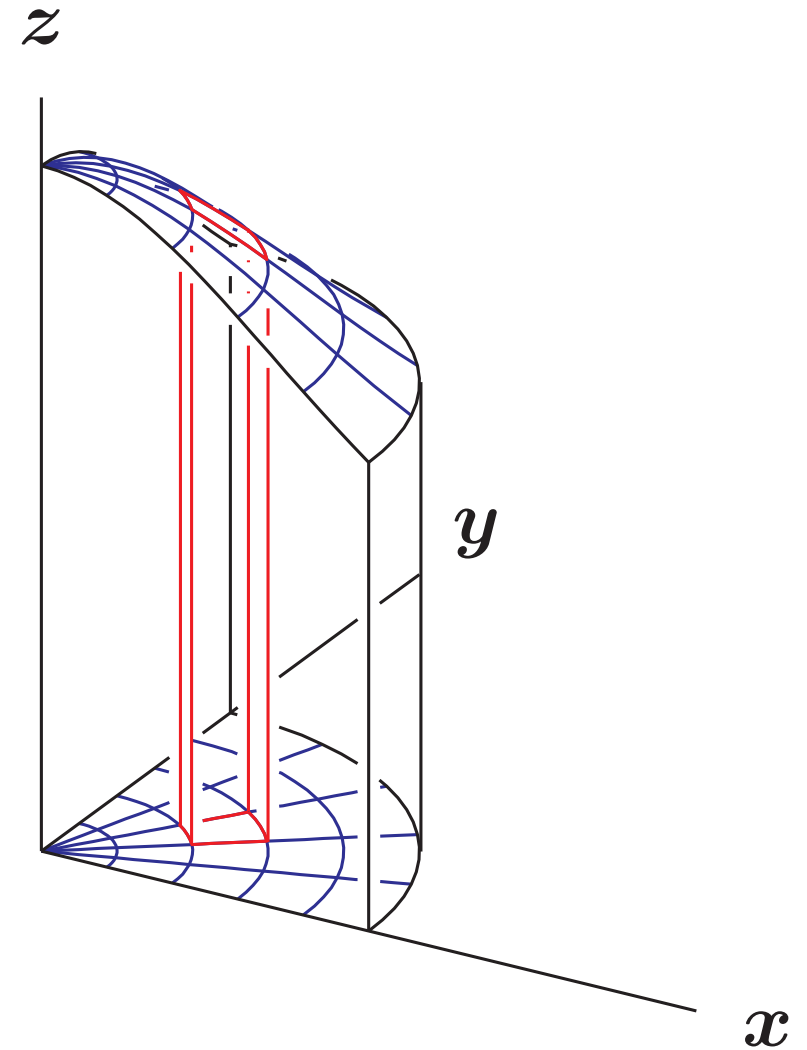
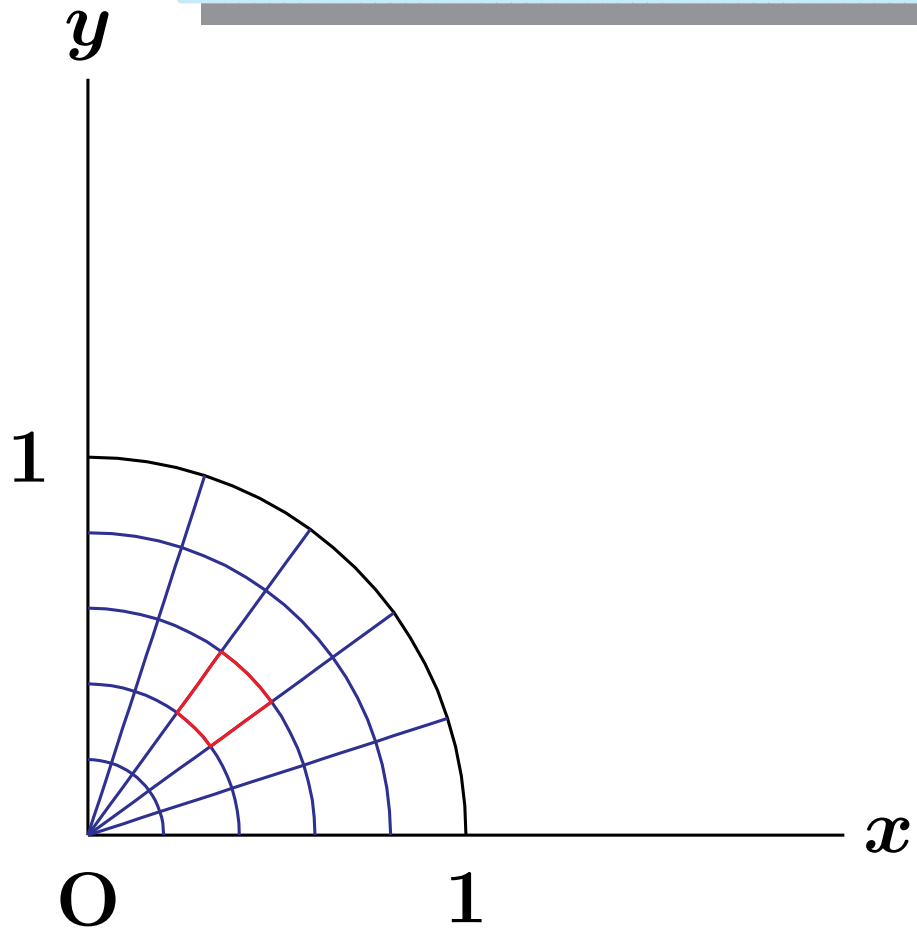
# 極座標による重積分



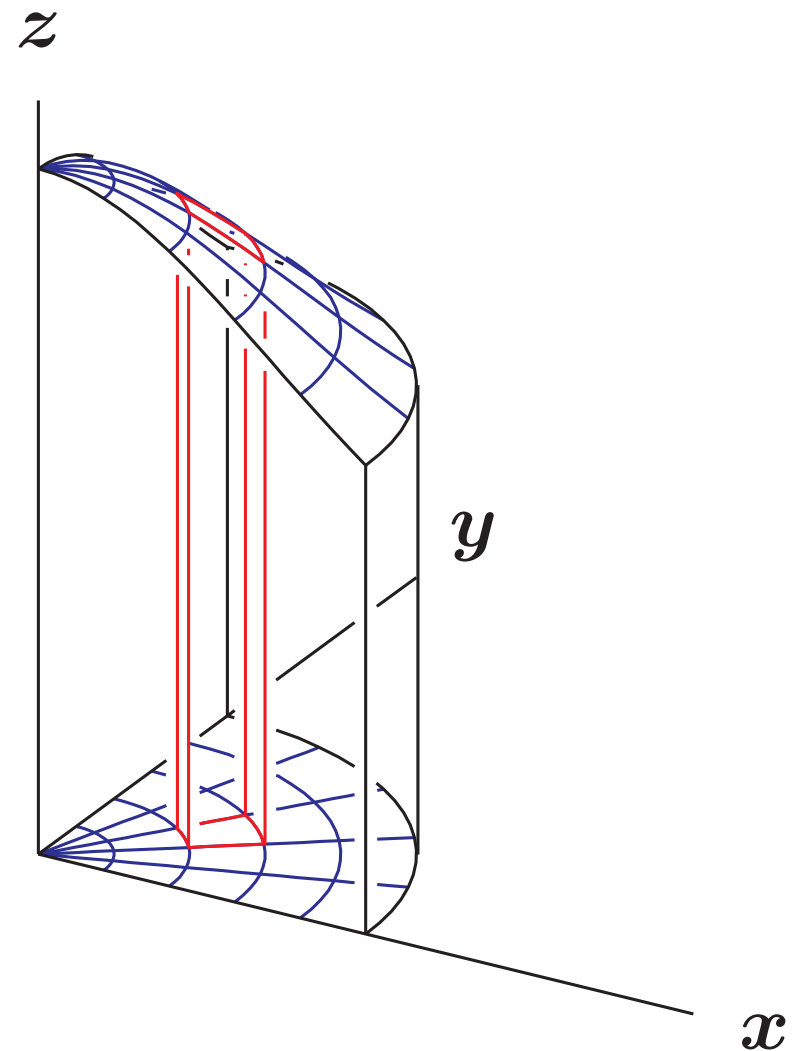
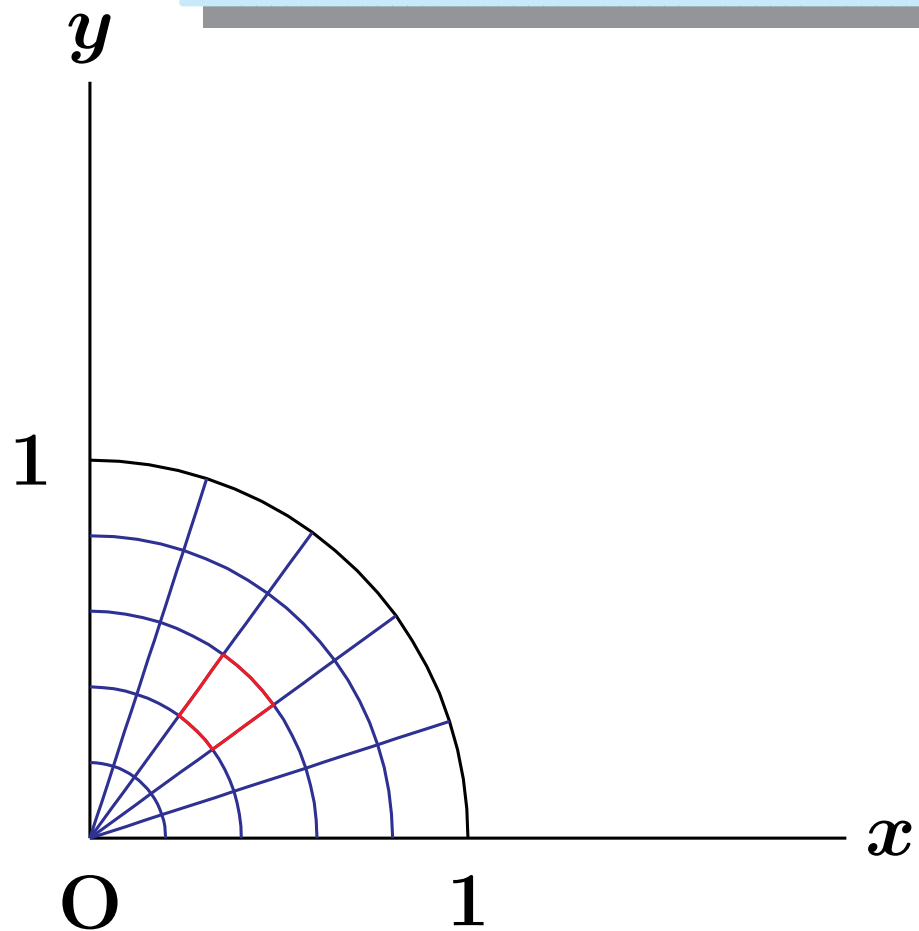
# 極座標による重積分



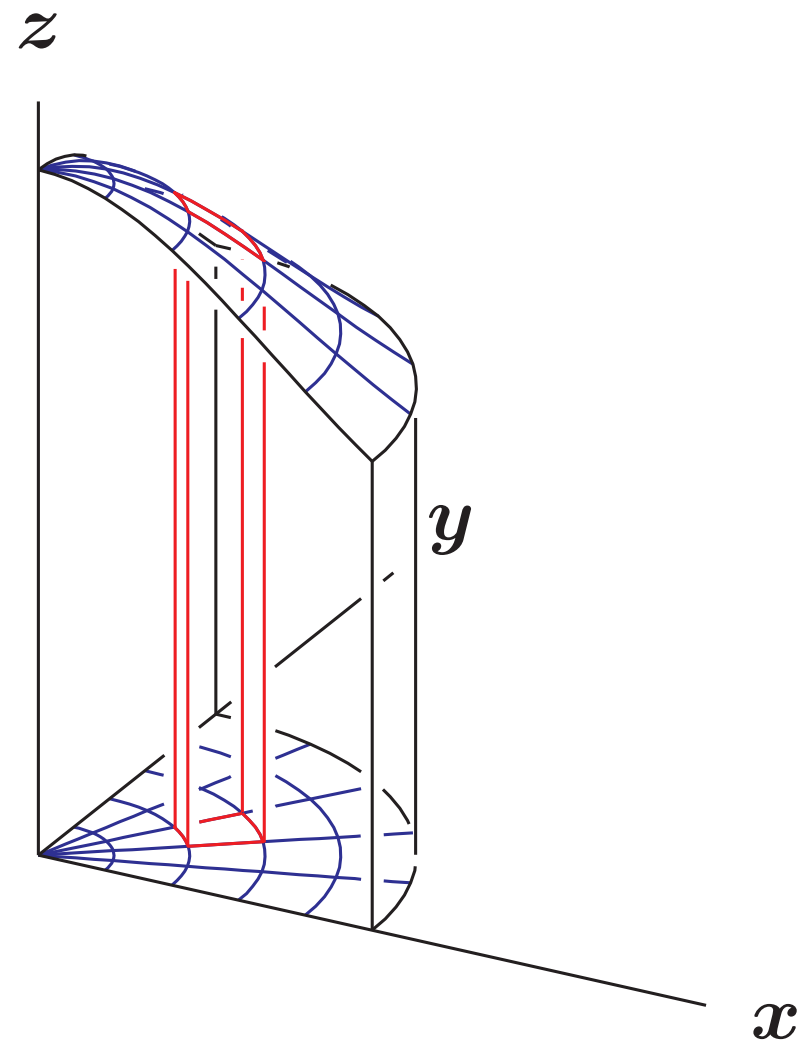
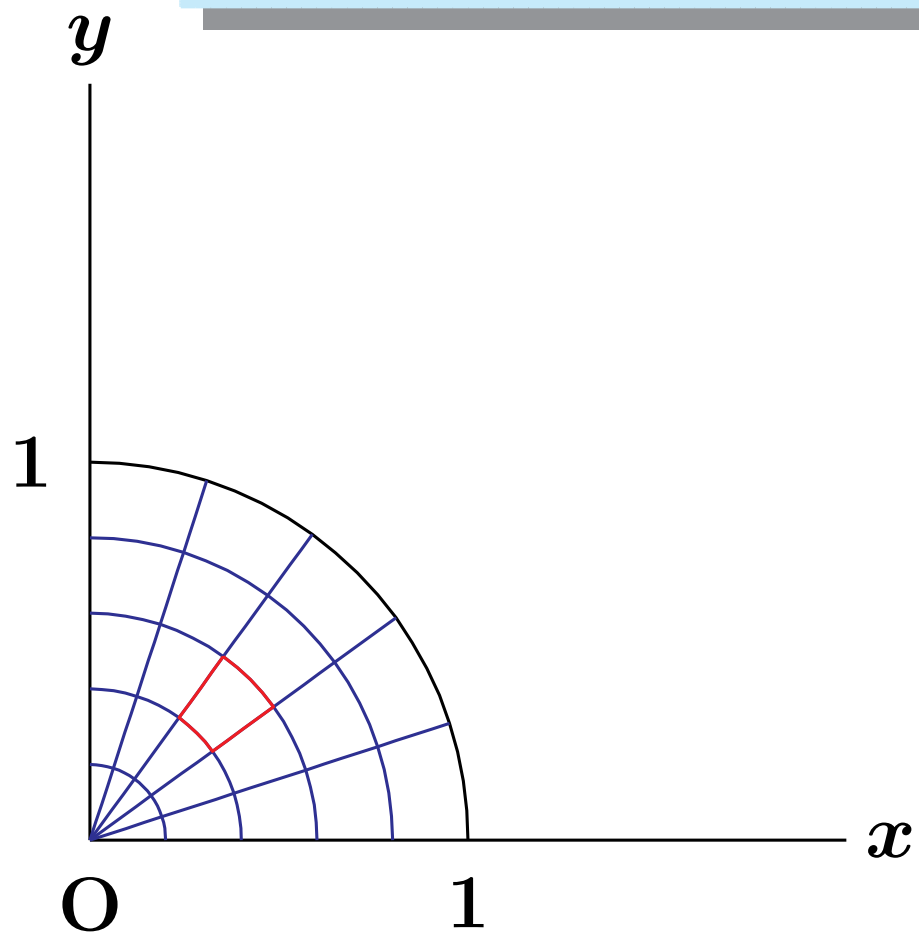
# 極座標による重積分



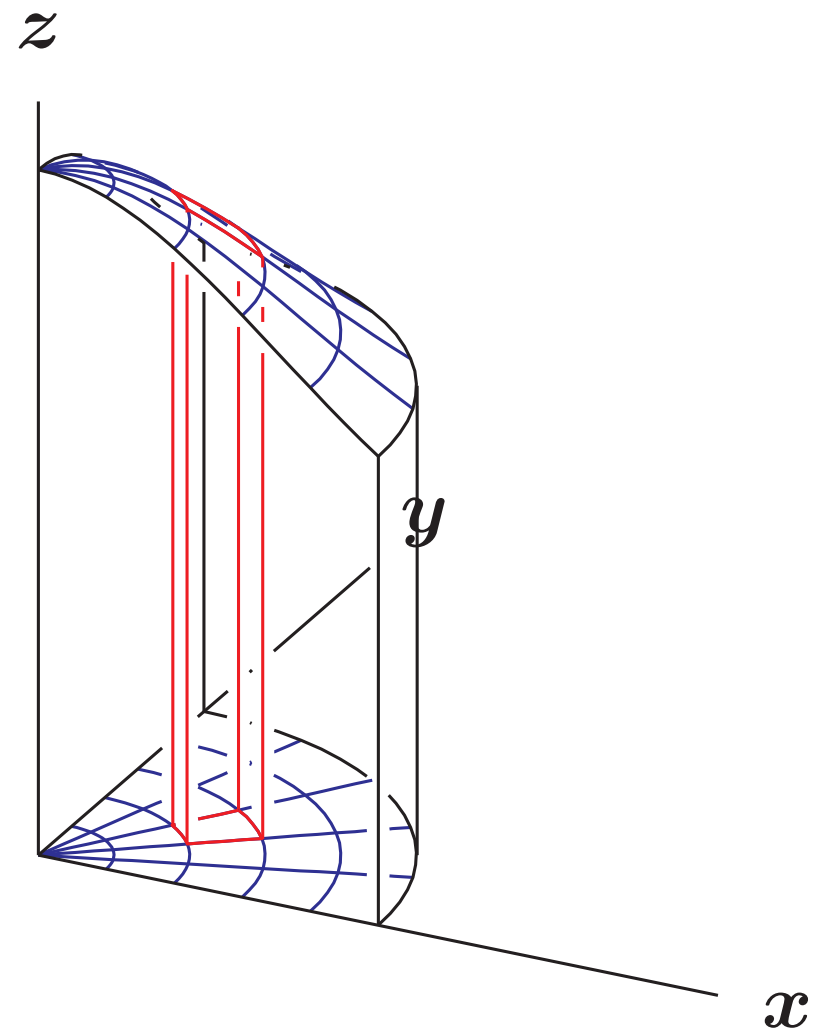
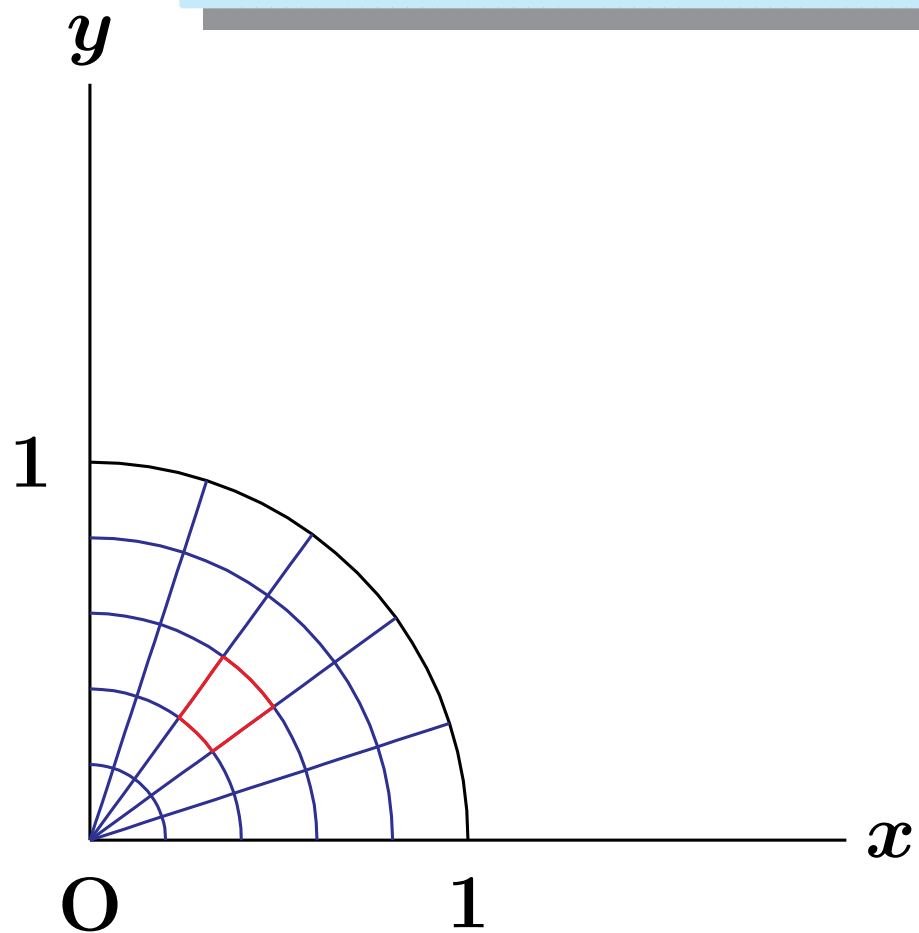
# 極座標による重積分



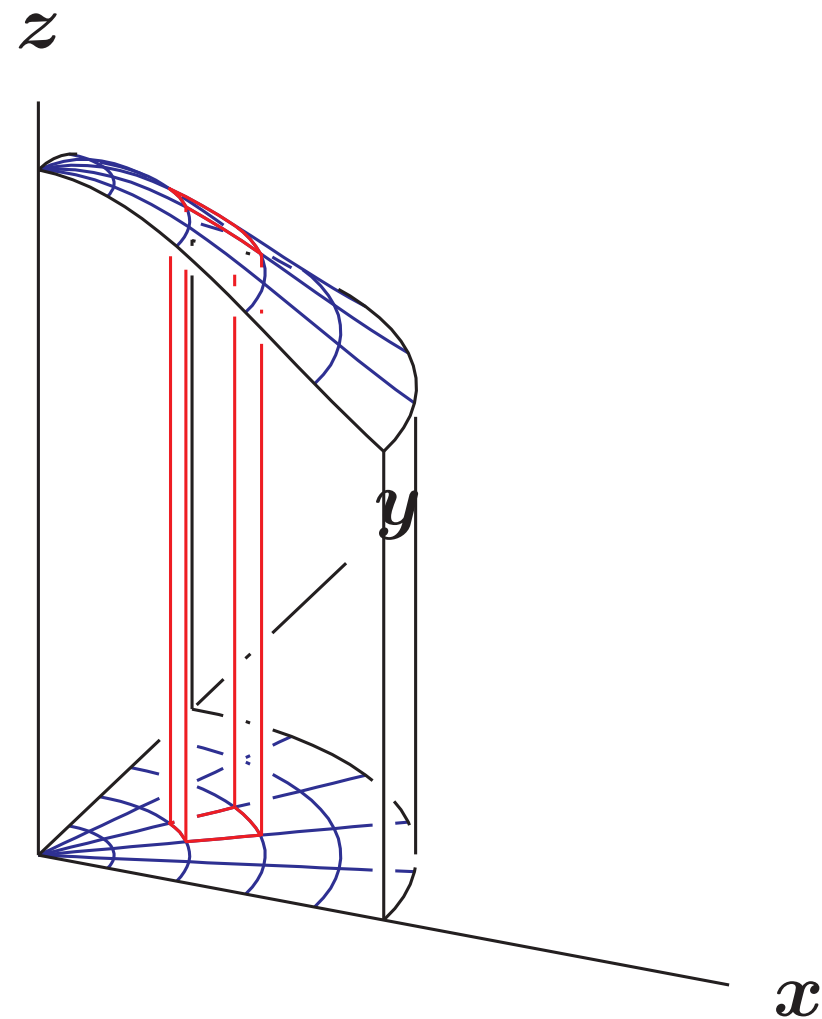
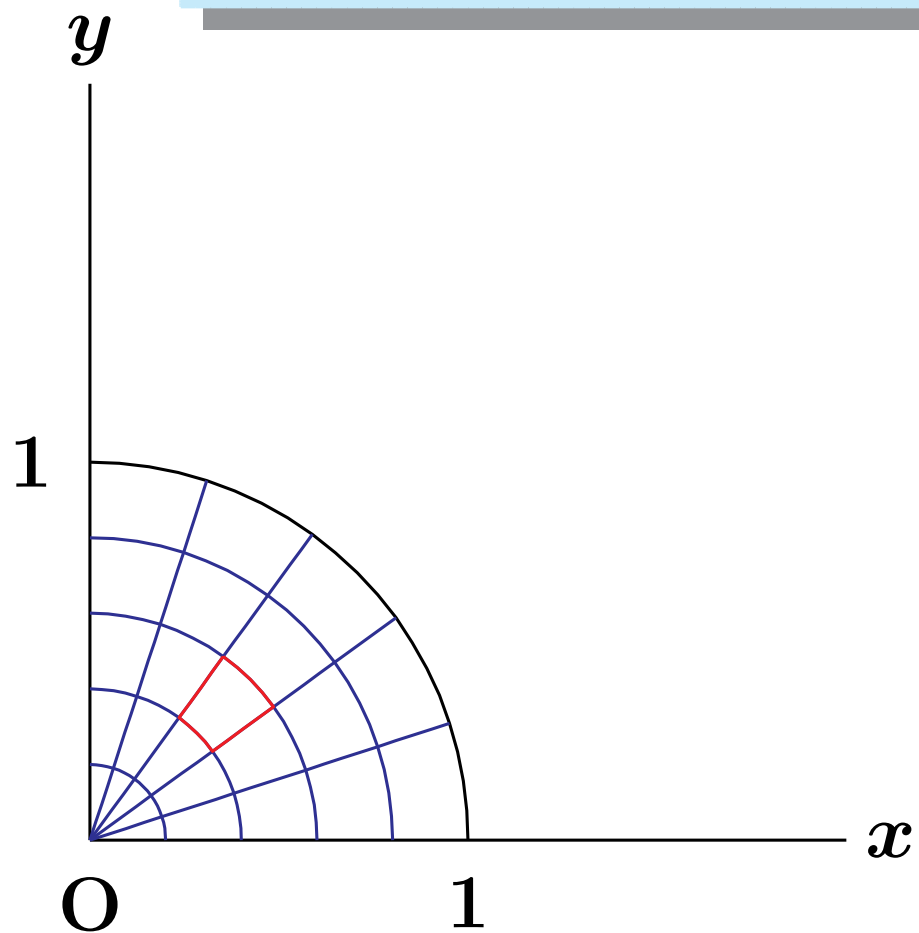
# 極座標による重積分



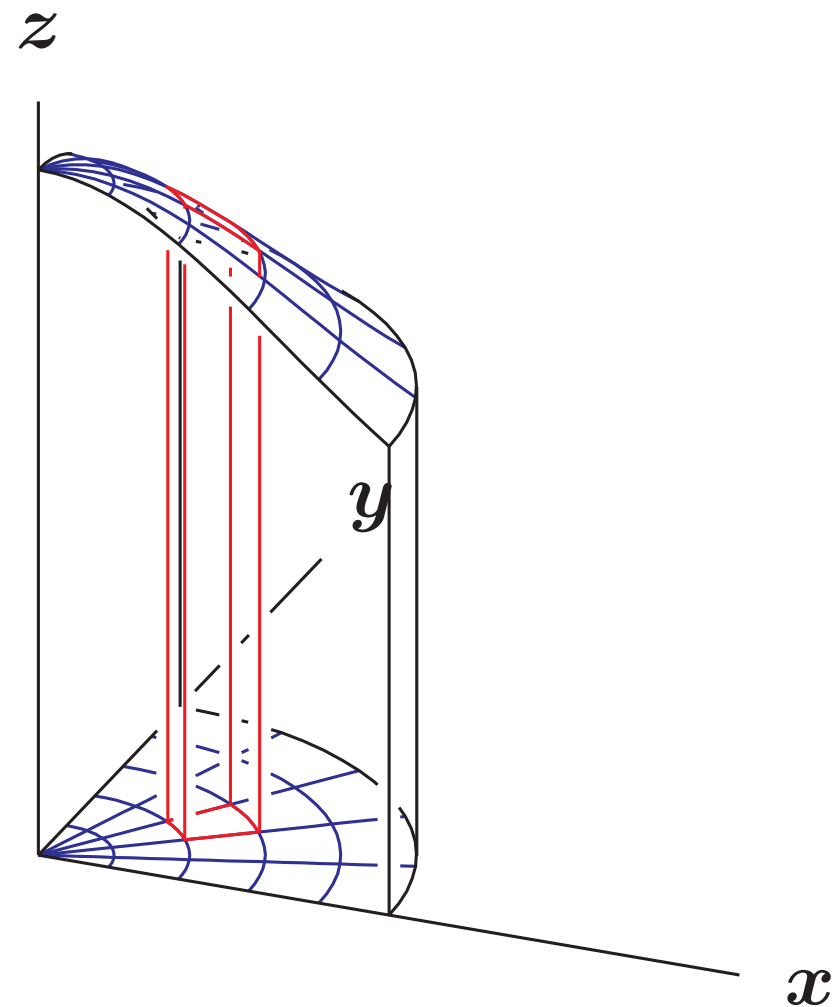
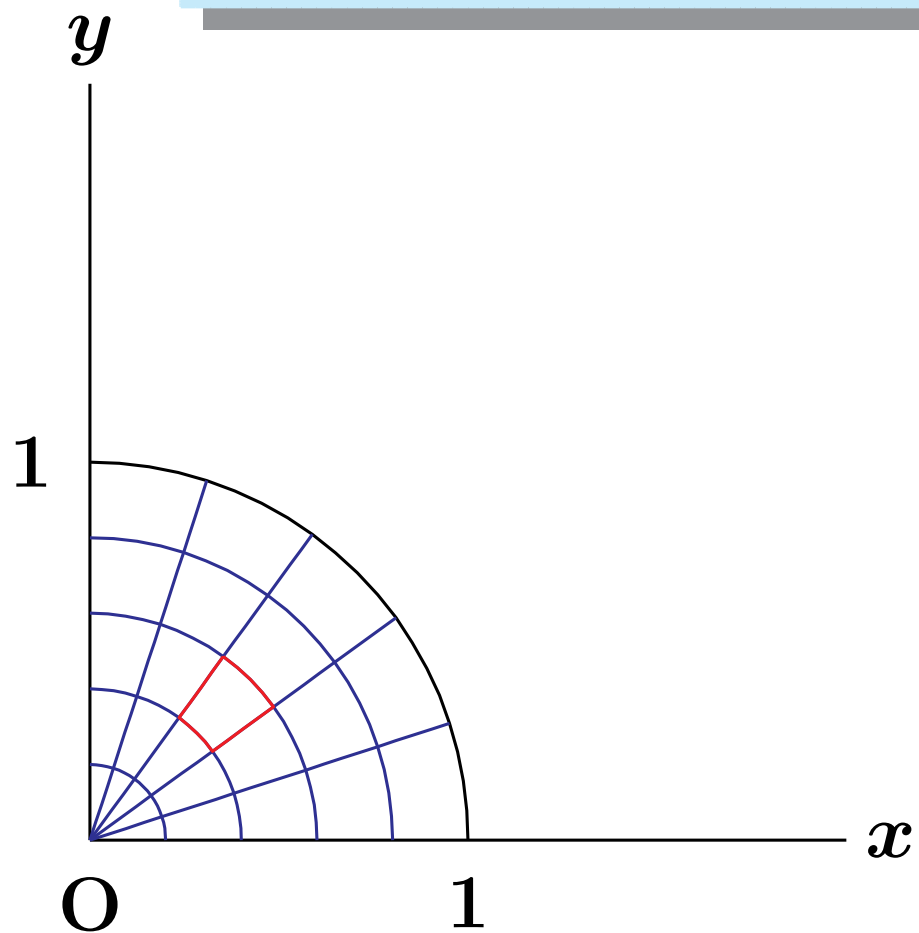
# 極座標による重積分



# 極座標による重積分

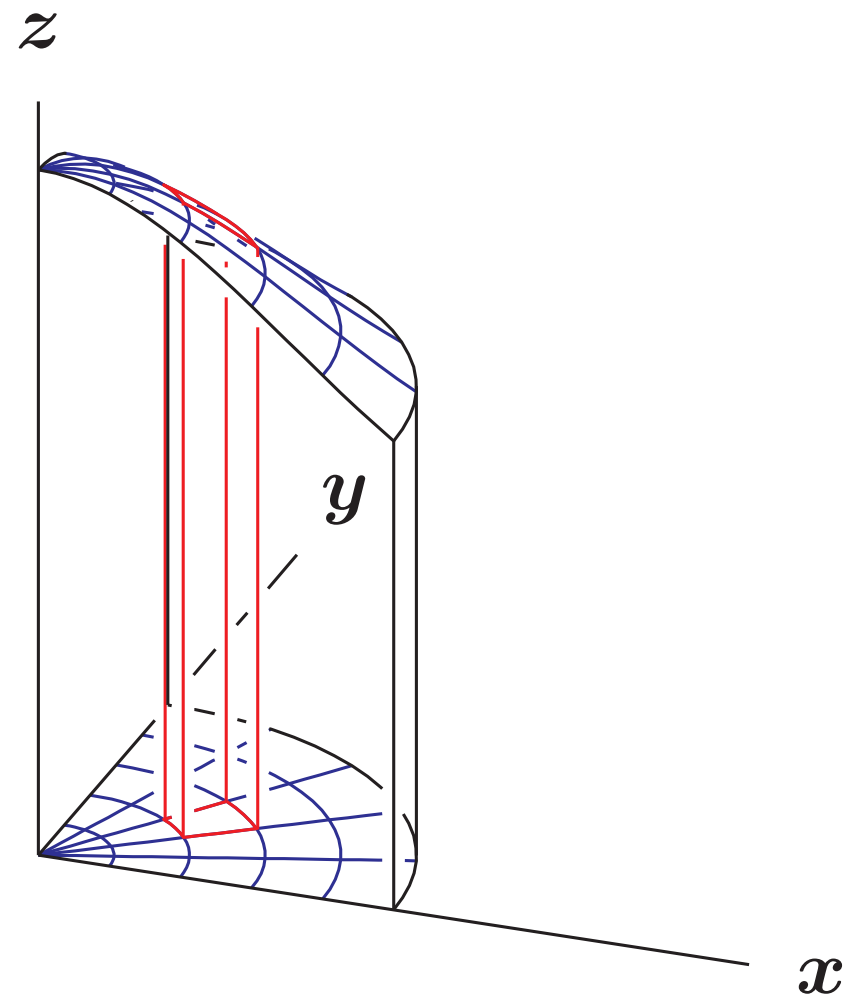
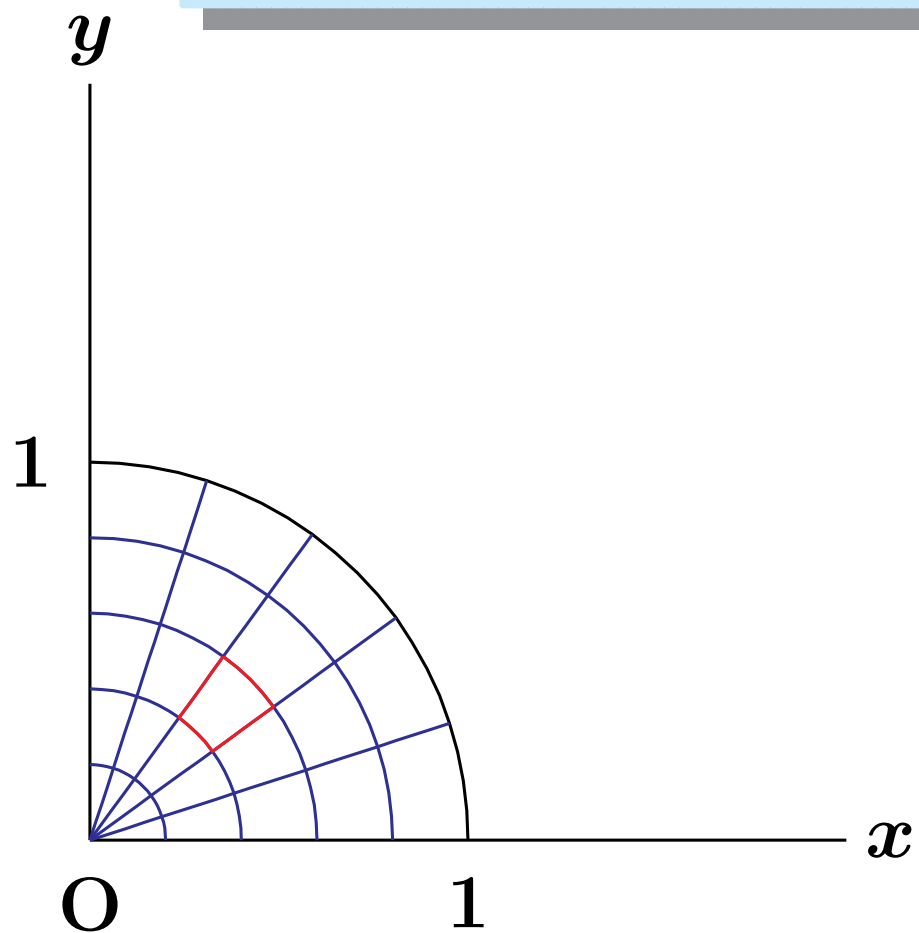


# 極座標による重積分

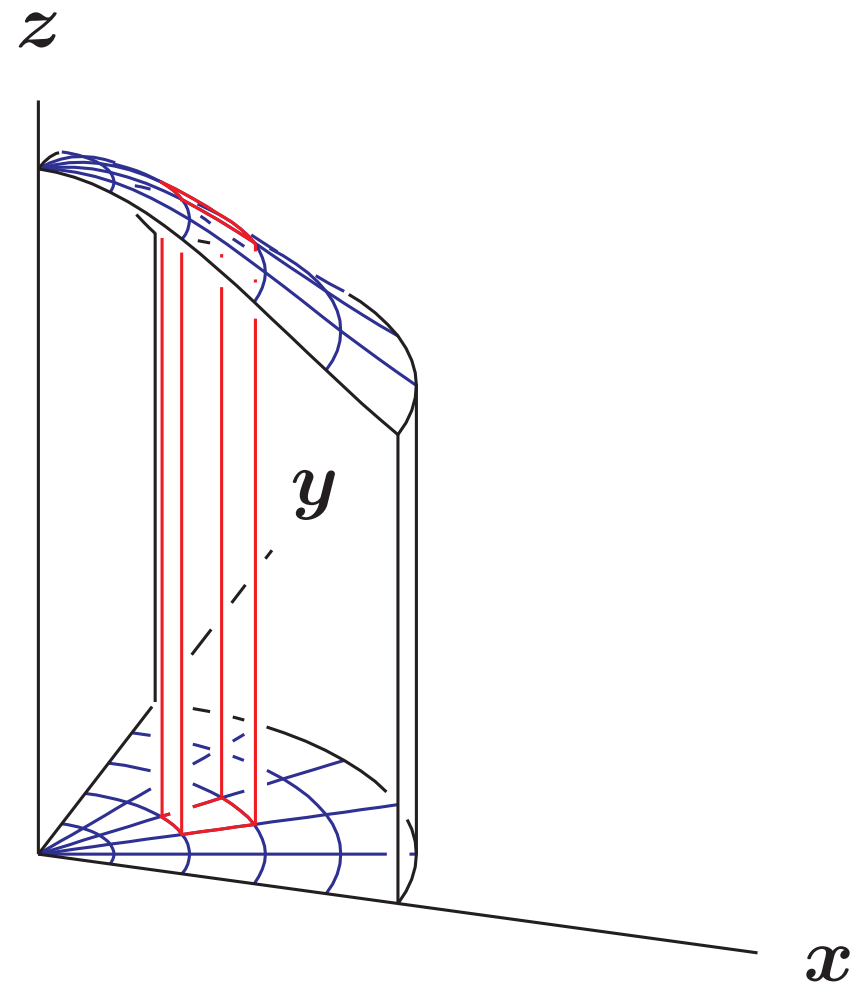
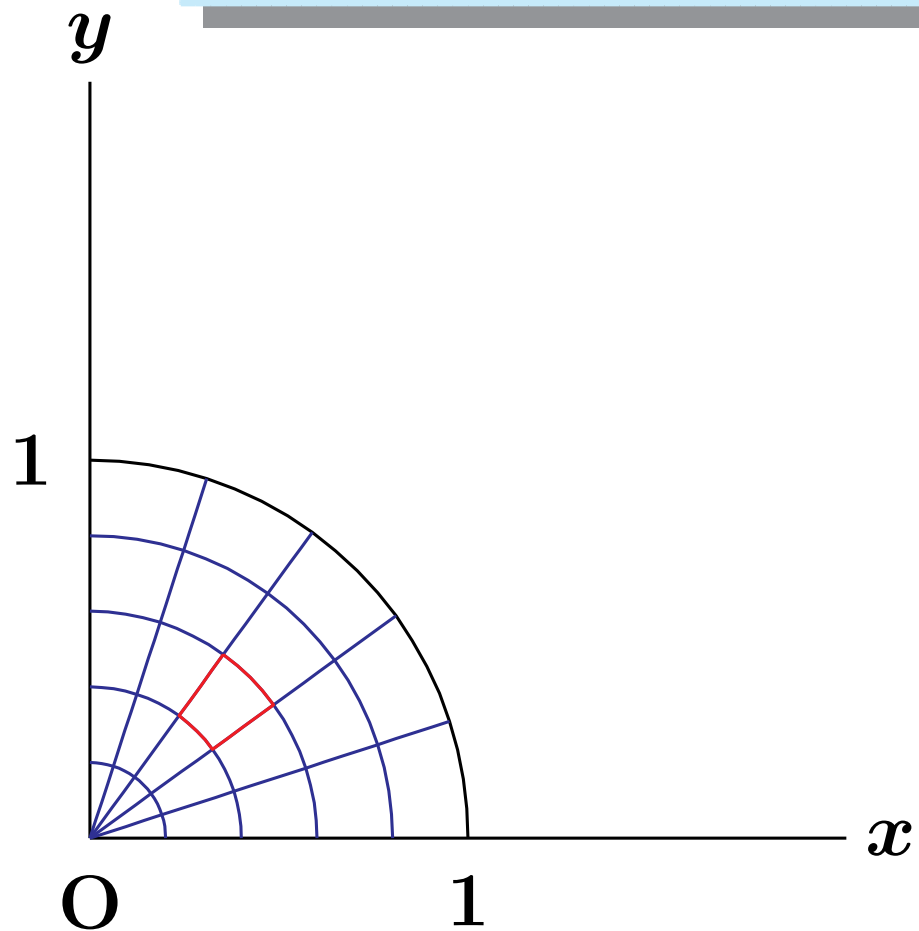




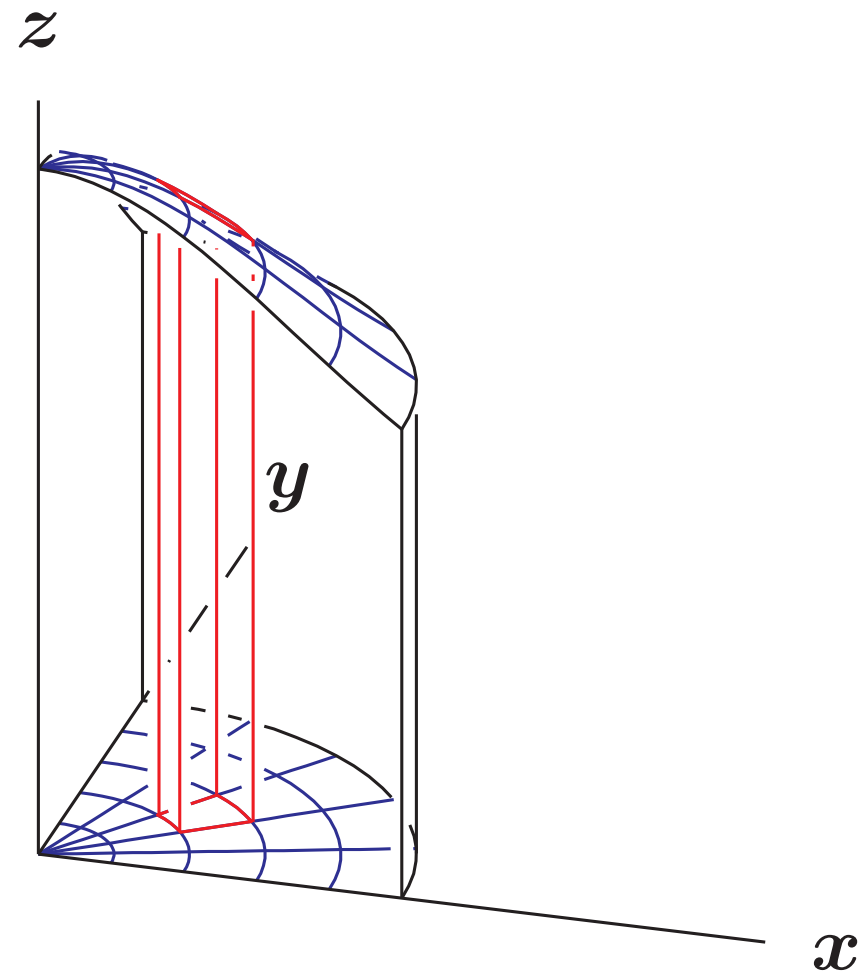
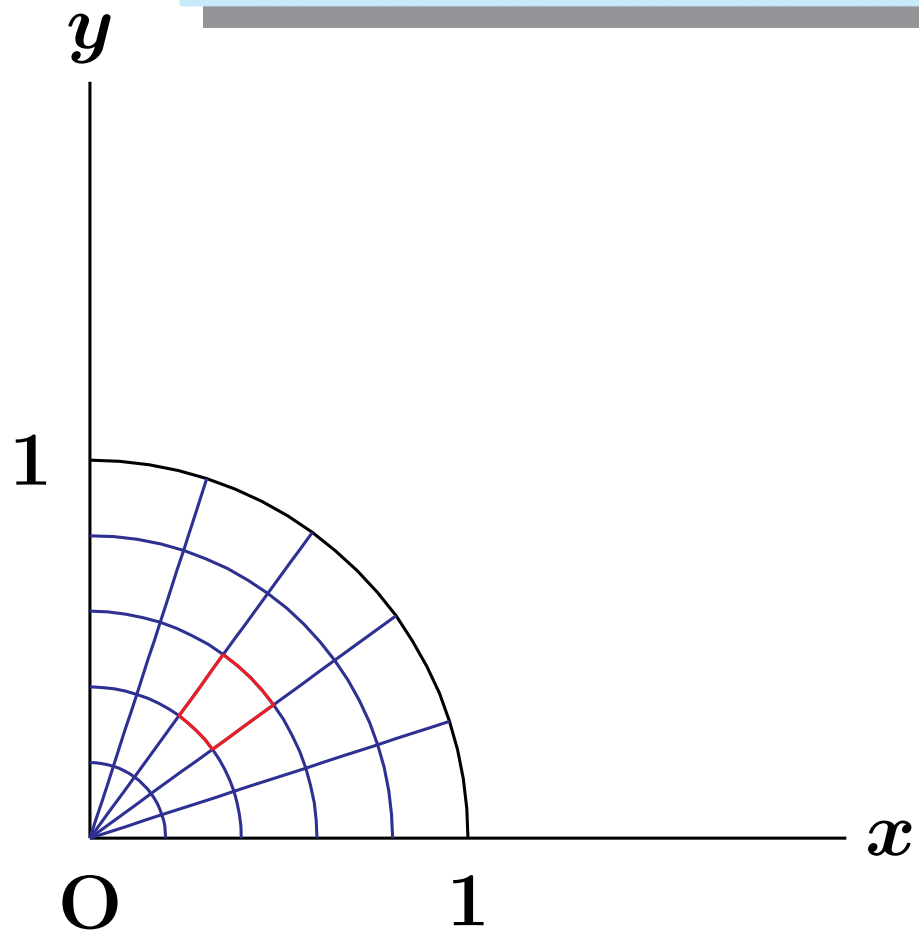
# 極座標による重積分



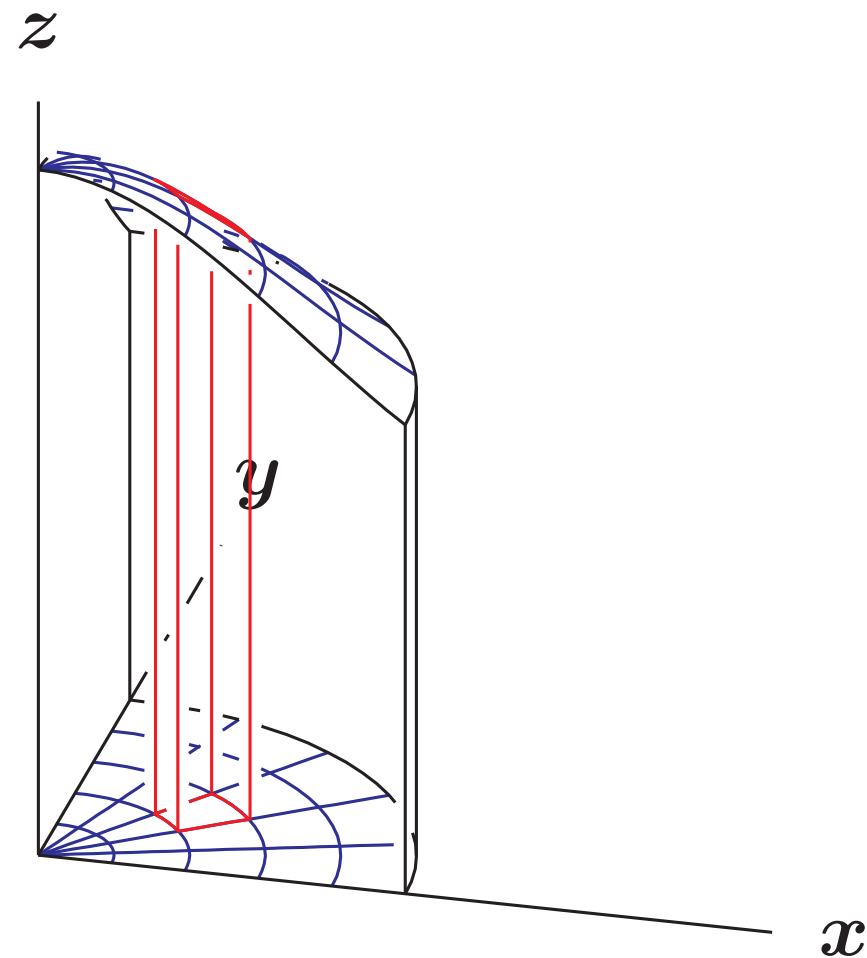
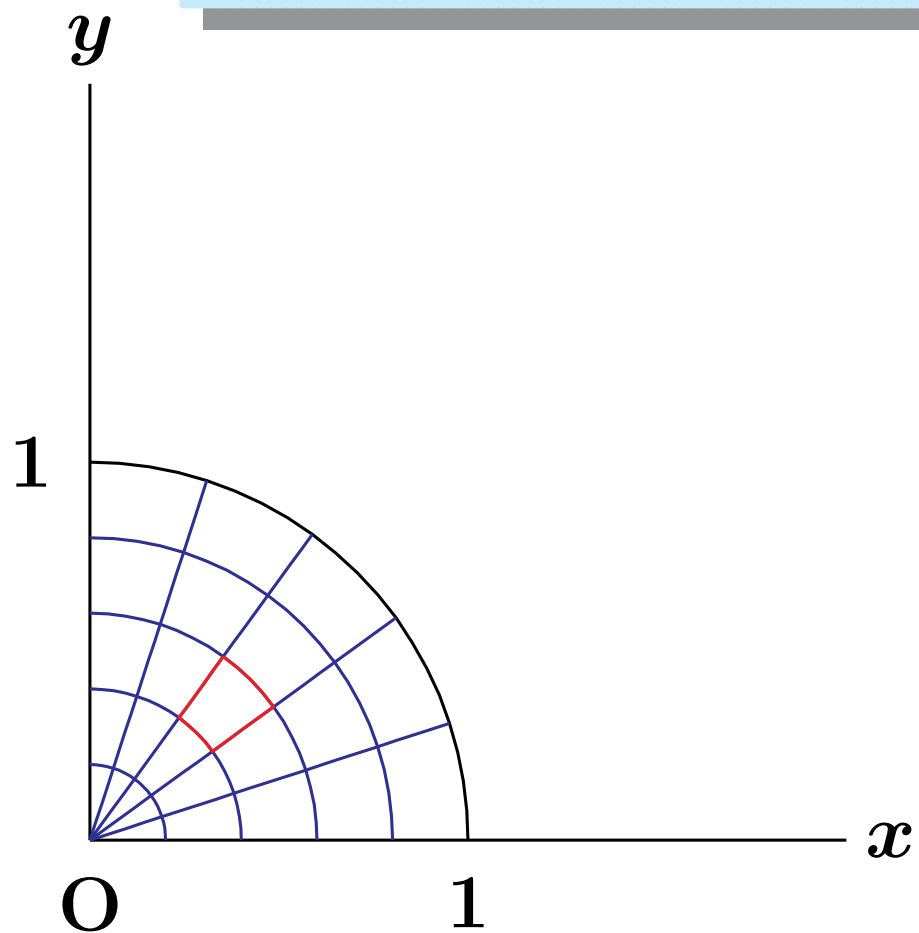
# 極座標による重積分



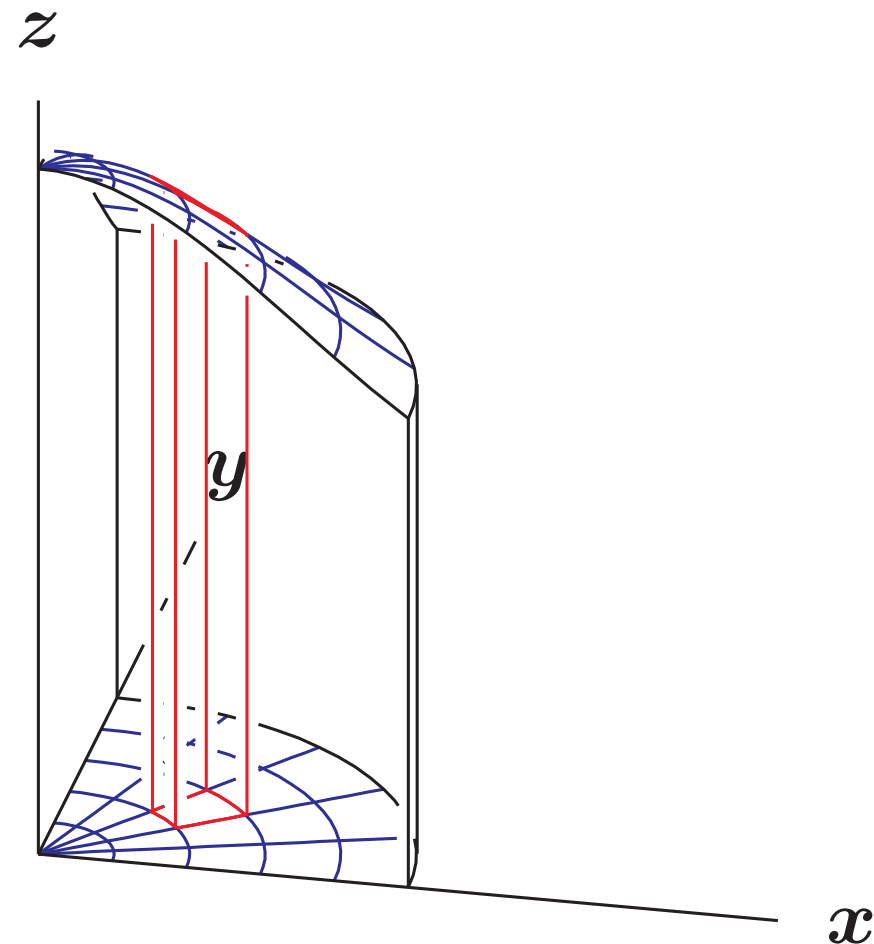
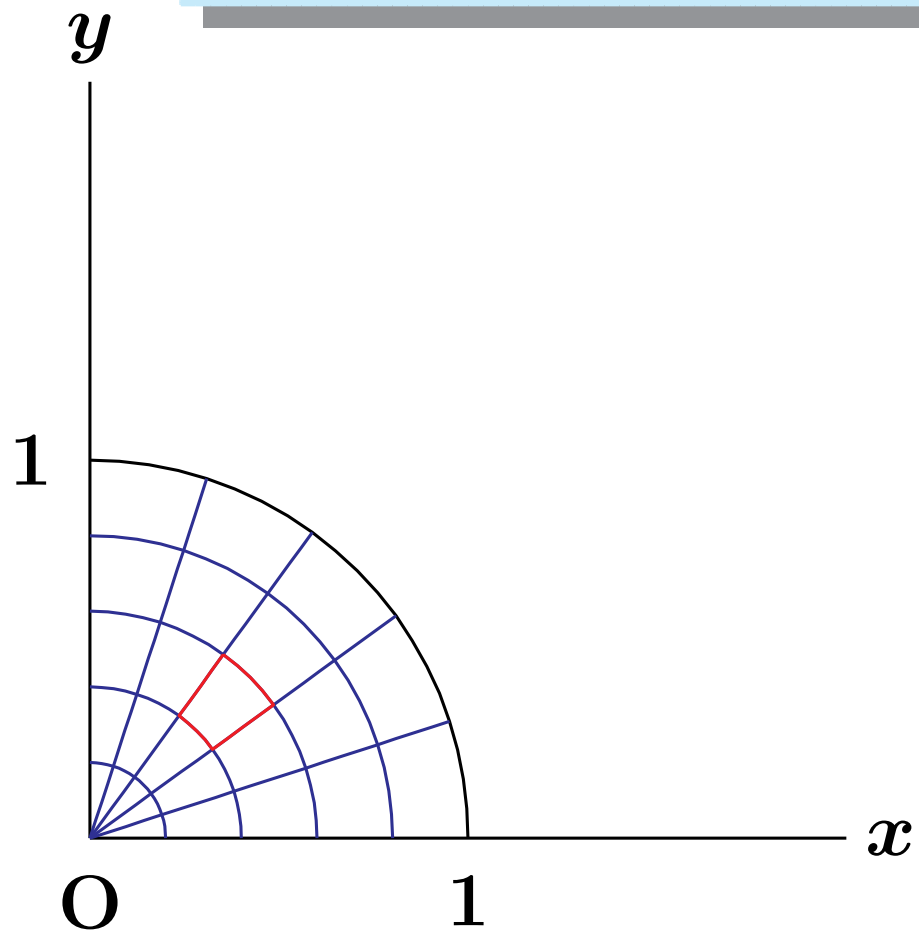
# 極座標による重積分



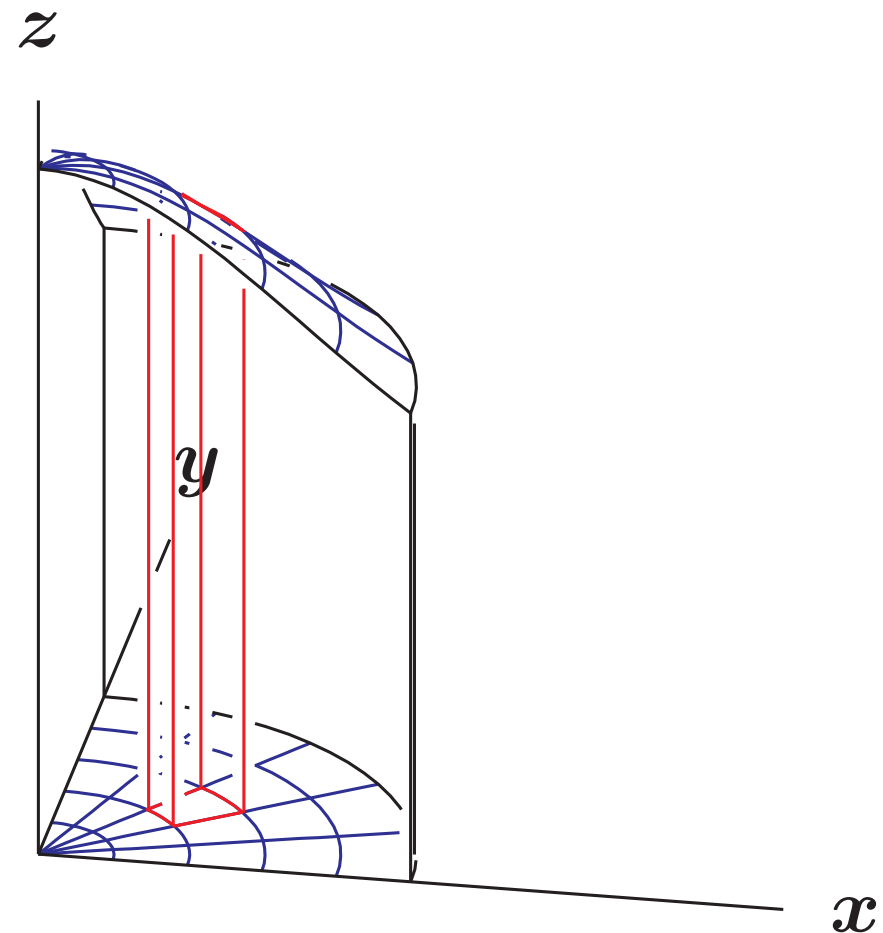
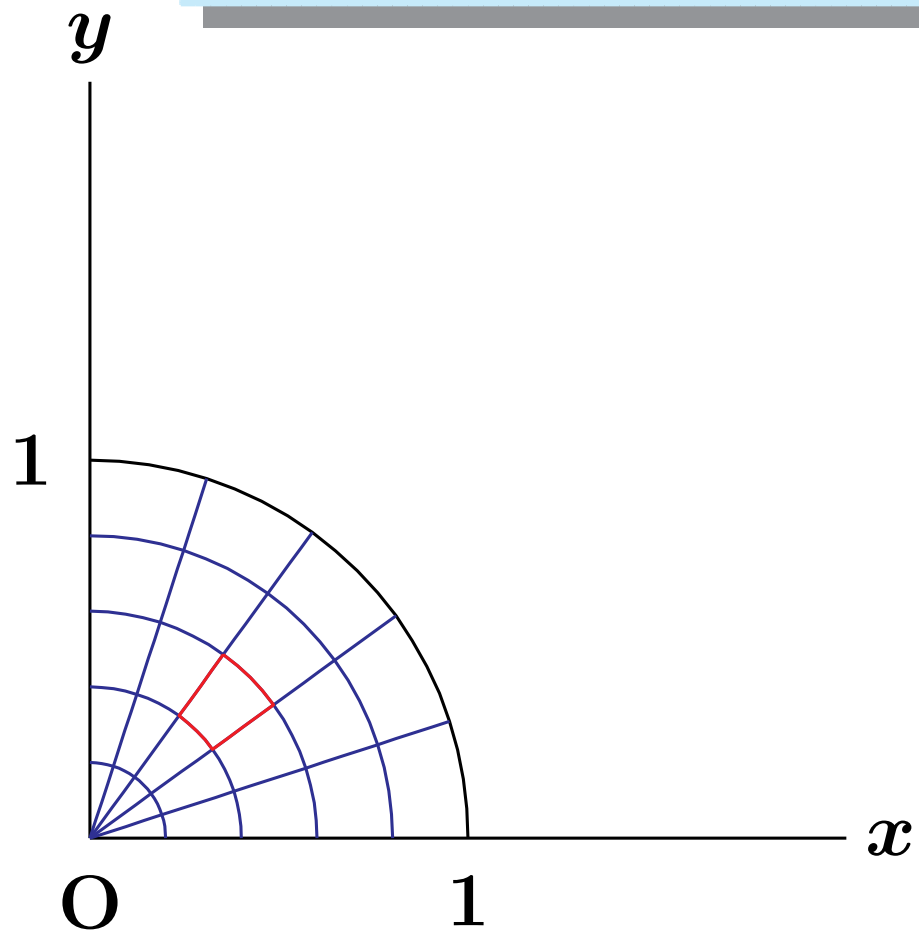
# 極座標による重積分



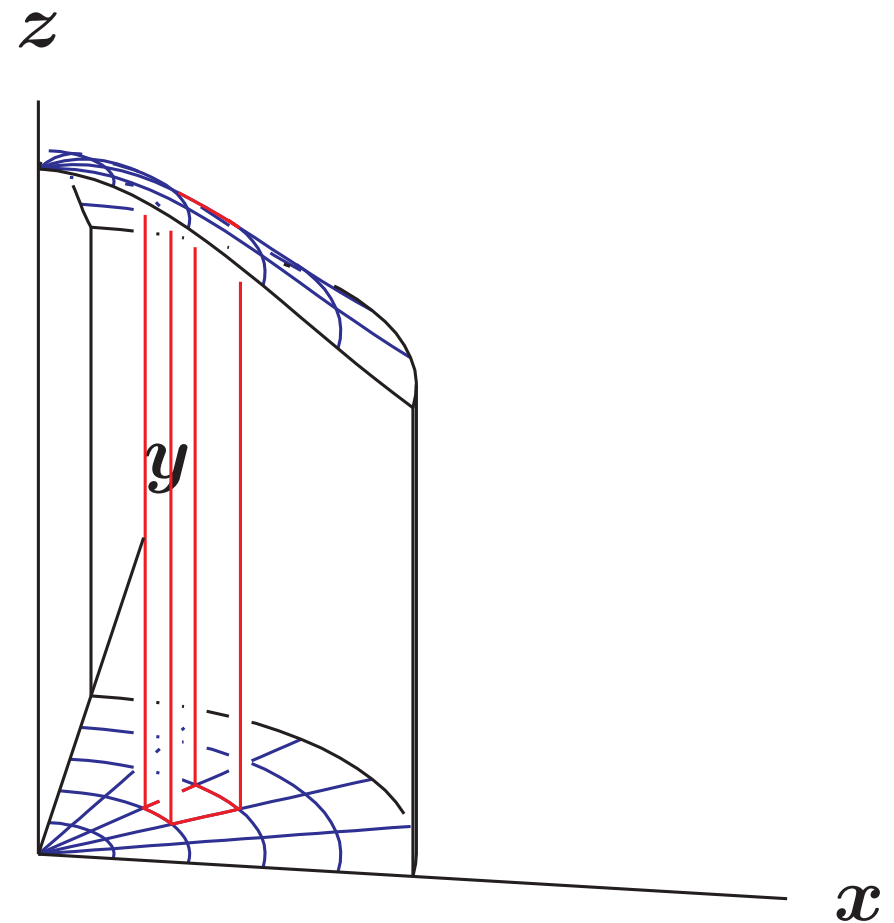
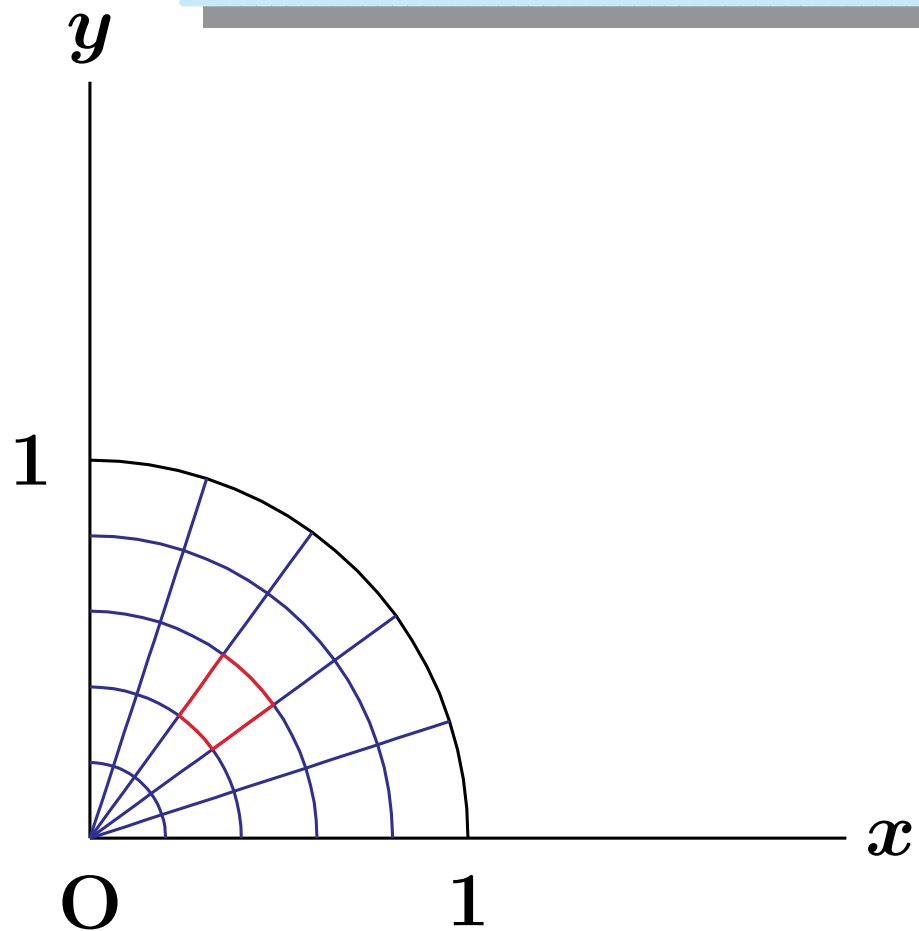
# 極座標による重積分



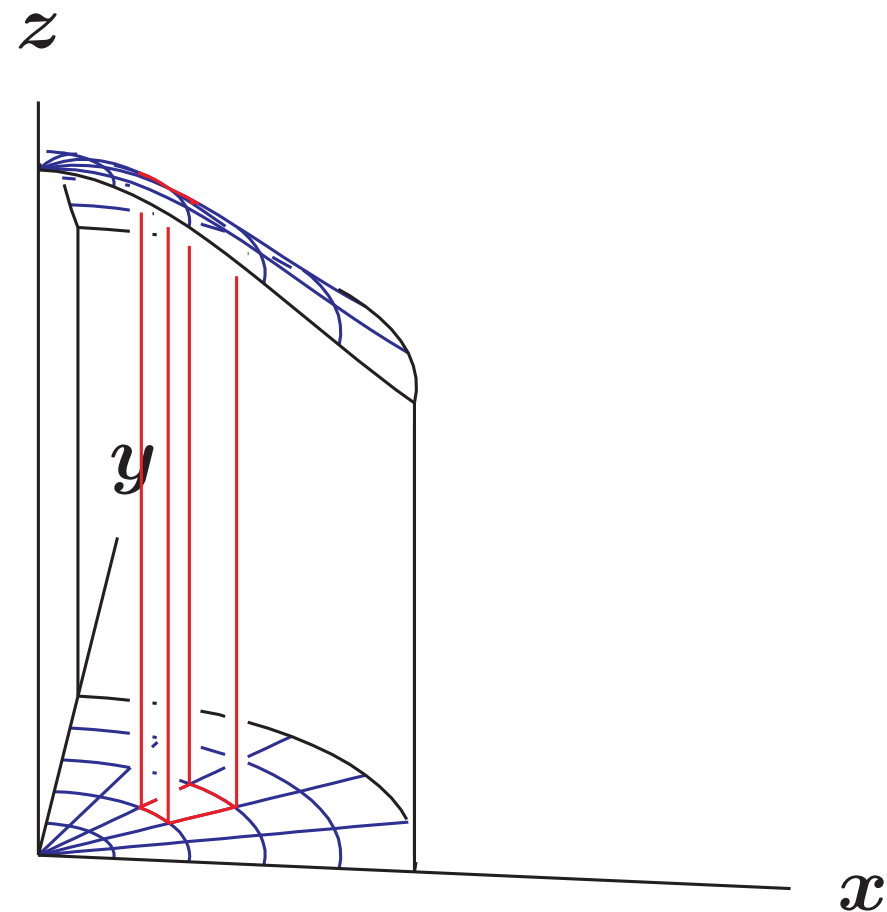
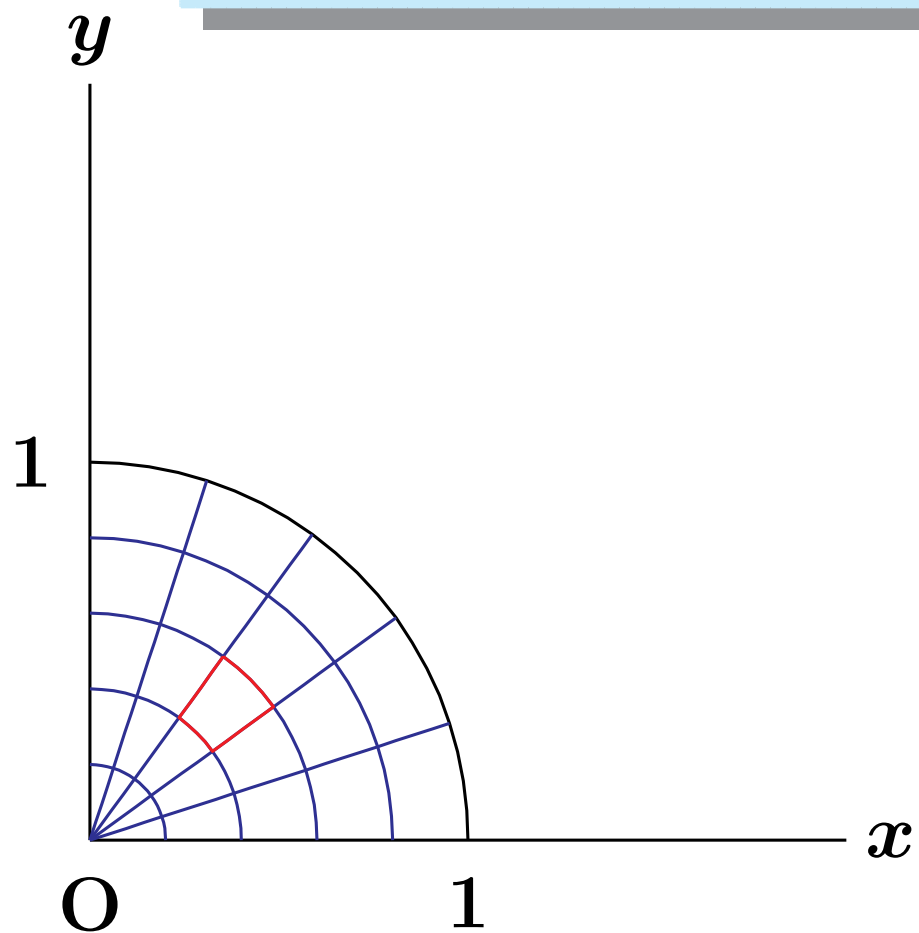
# 極座標による重積分



# 極座標による重積分

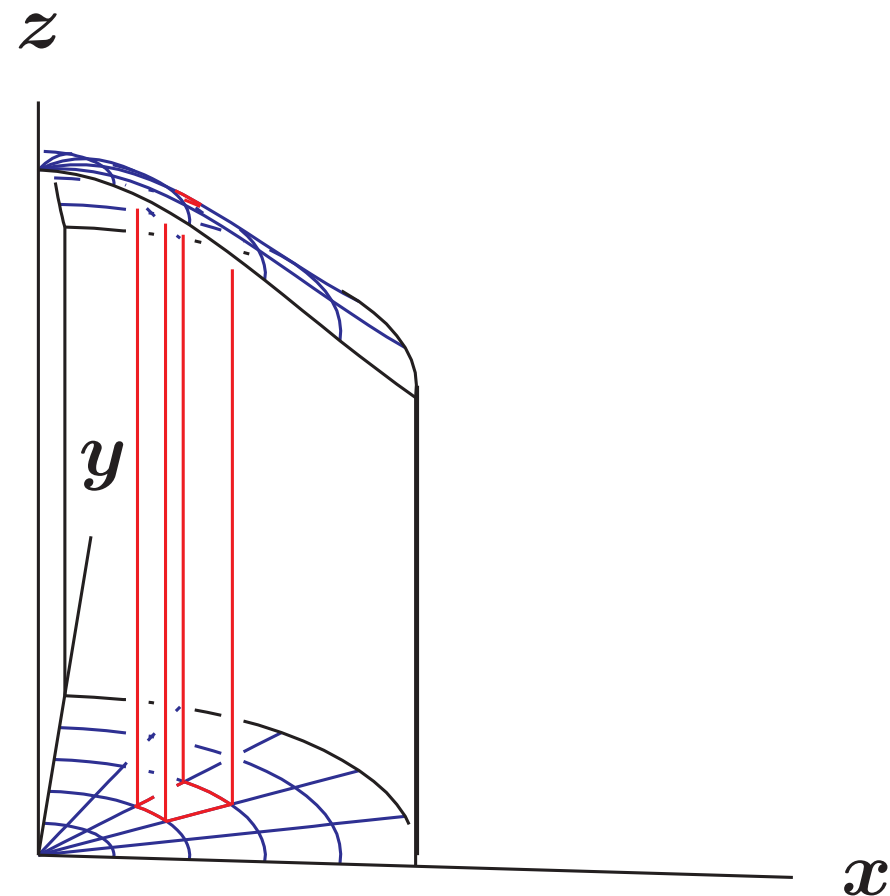
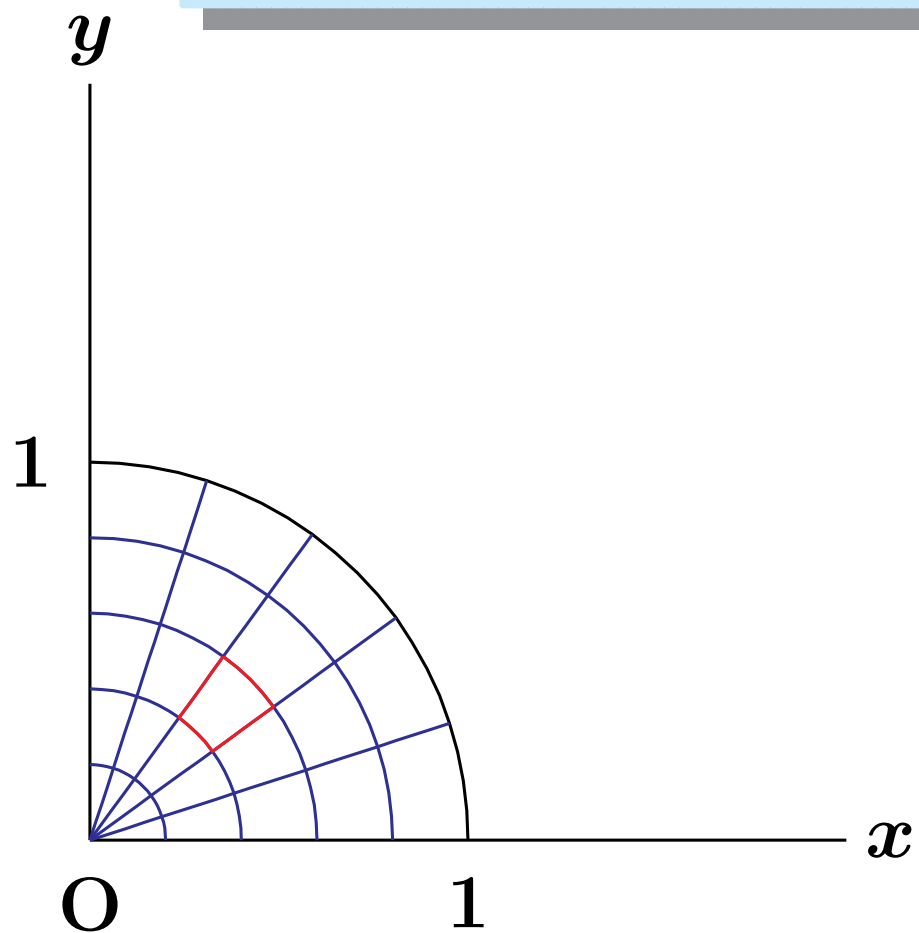


# 極座標による重積分

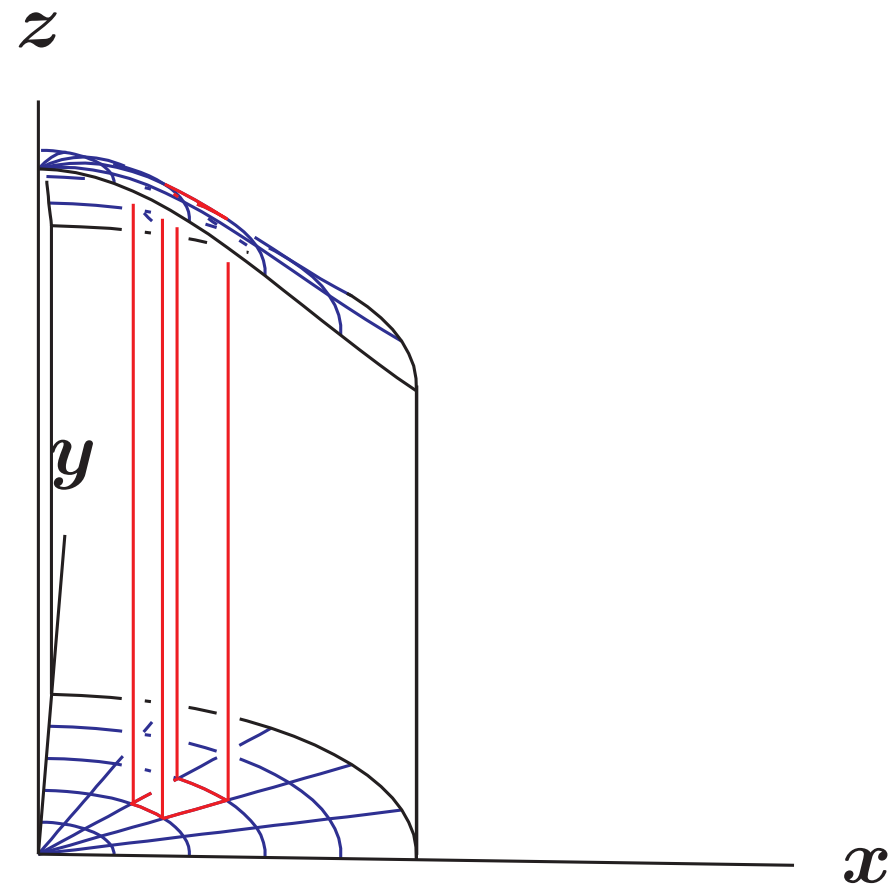
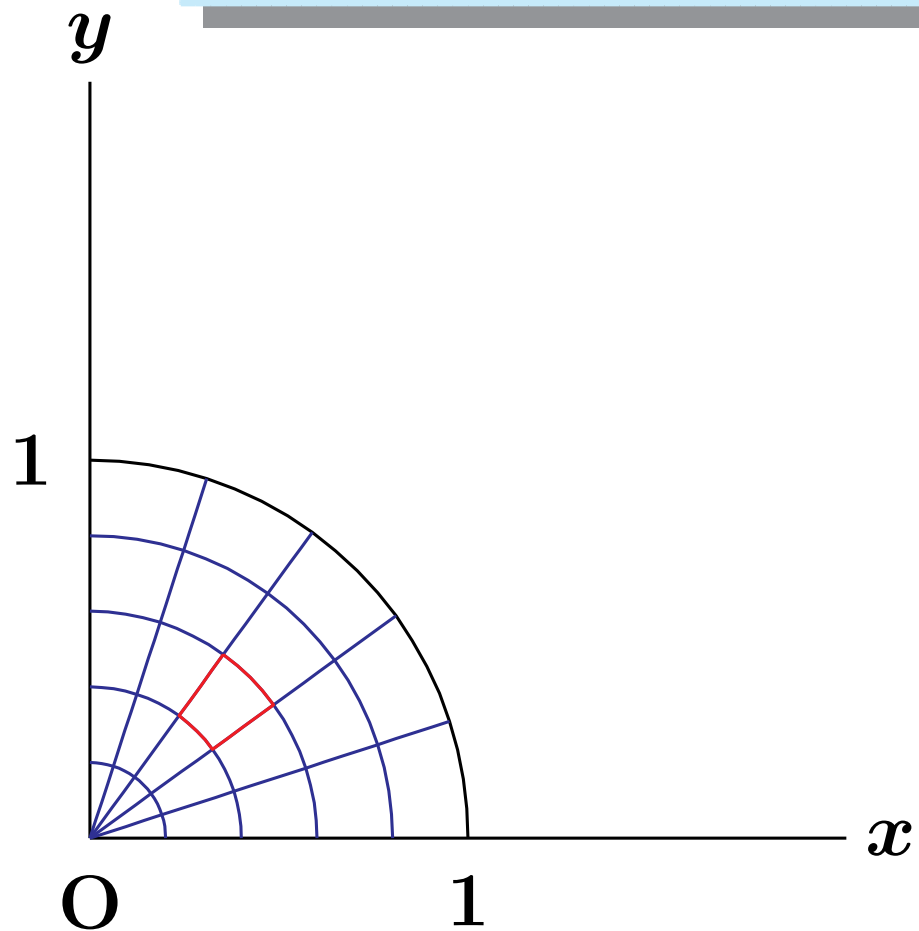




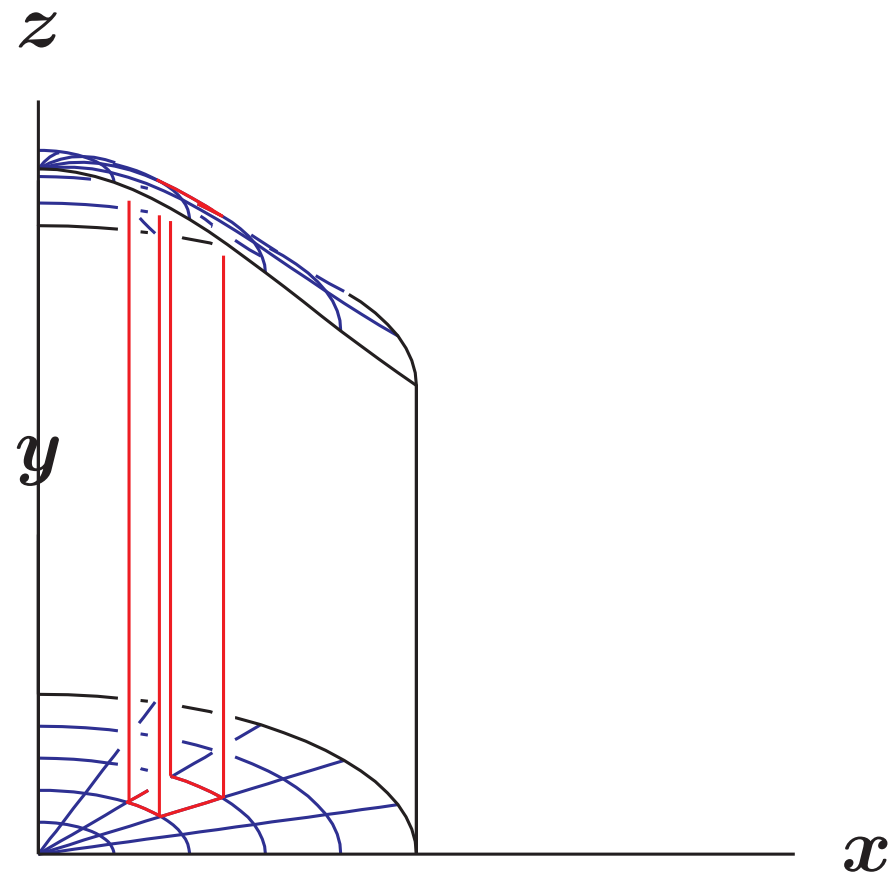
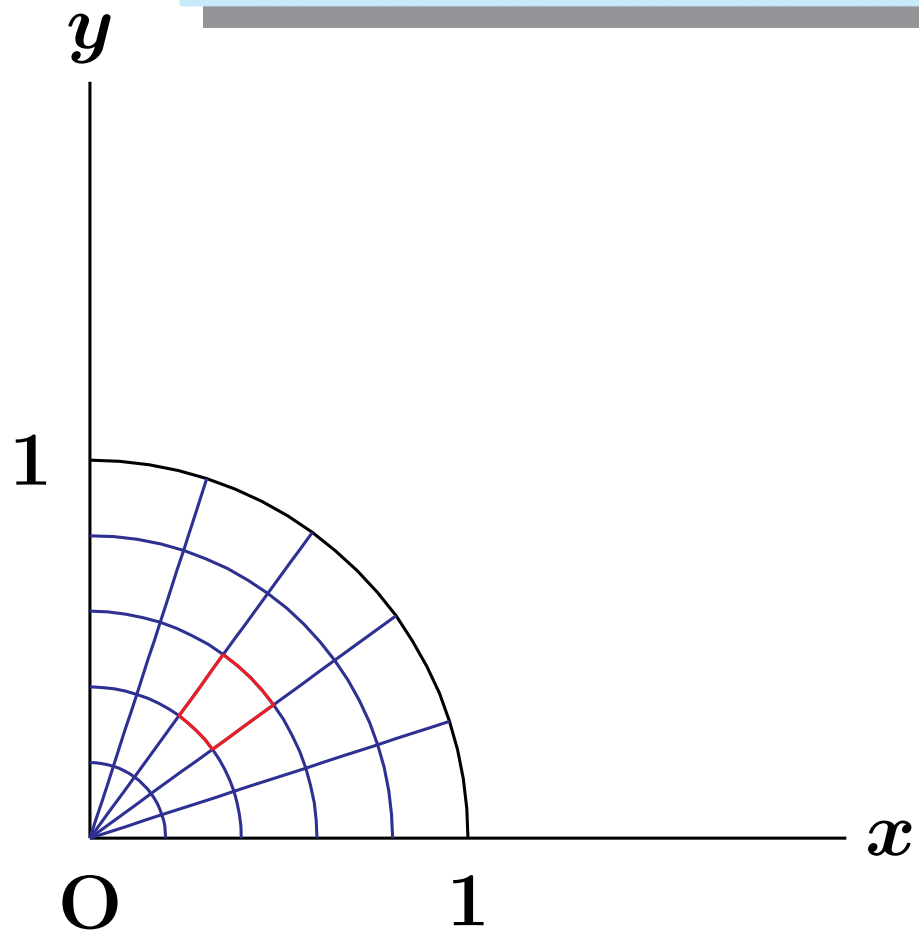
# 極座標による重積分



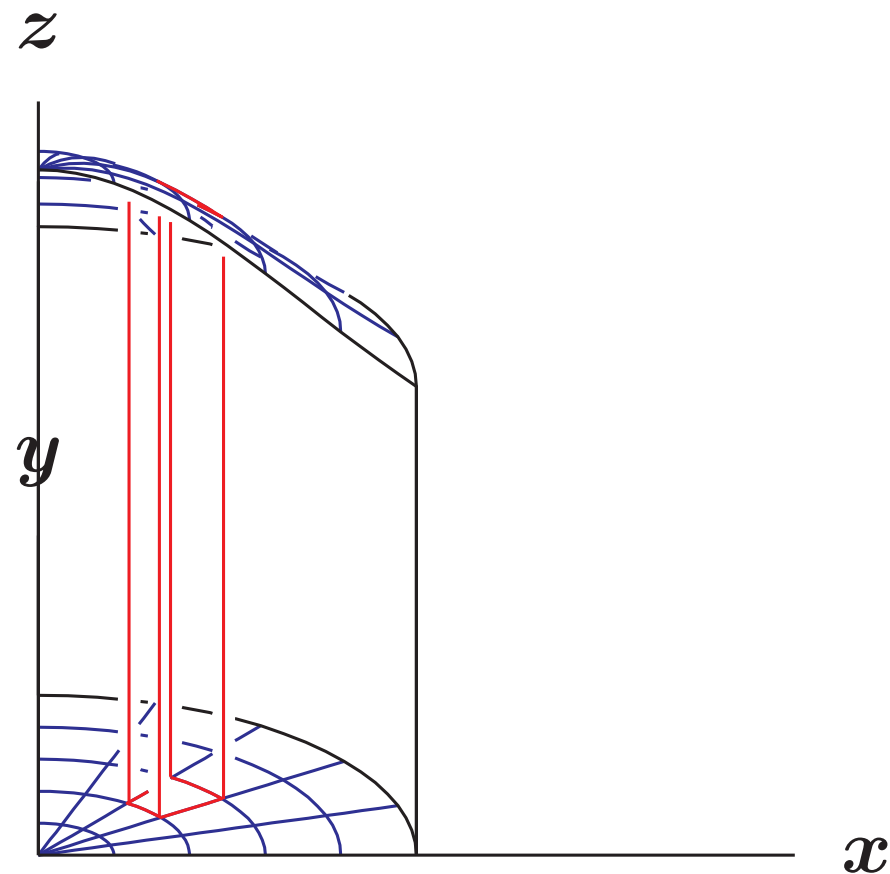
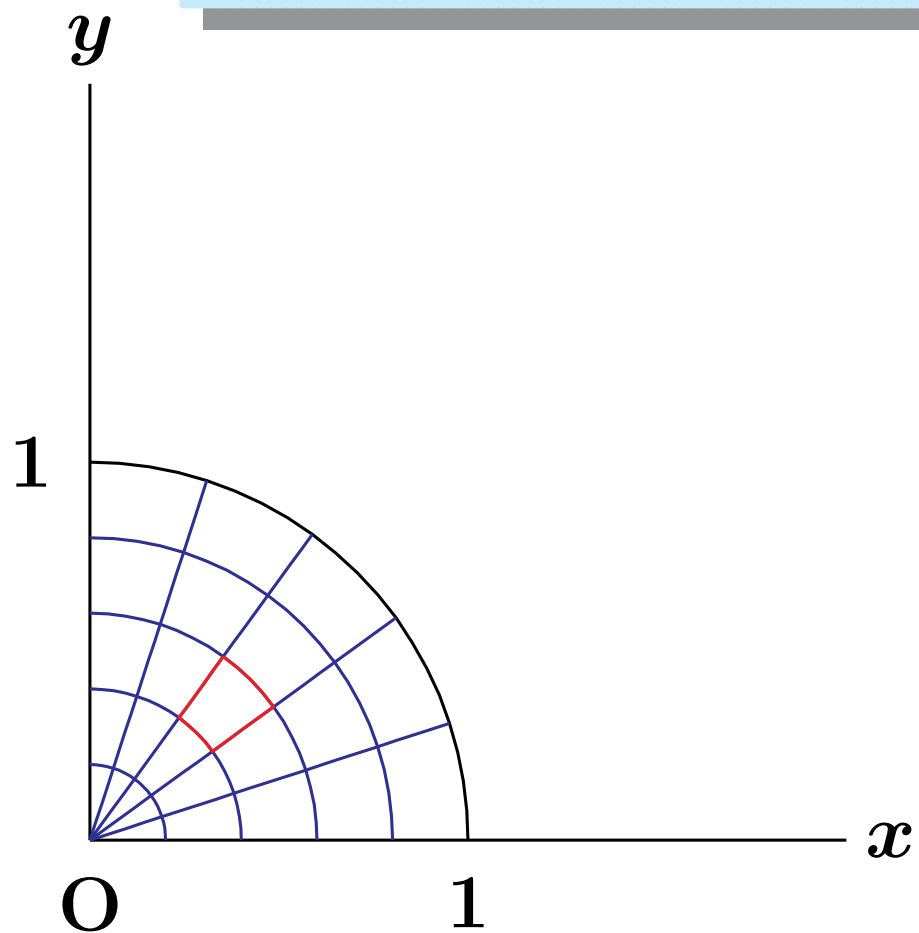
# 極座標による重積分



# 極座標による重積分



# 極座標による重積分



# 配付課題 PDF

[https://s-takato.github.io/talks/tex220305/e1\\_170111.pdf](https://s-takato.github.io/talks/tex220305/e1_170111.pdf)

## 授業のようす

- オフライン
- ノートを取り終えるのを待つ  
かなりの時間が必要
- 課題の取り組みではグループで教えあい

コロナ以後

## 2020 年の授業

- 授業開始は 6 月 (対面方式)
- スライドは利用 (脇の教卓から座って操作)
- 机間巡視はしない
- 印刷物の配付回収も休止



## 2020 年の授業

- 授業開始は 6 月 (対面方式)
- スライドは利用 (脇の教卓から座って操作)
- 机間巡視はしない
- 印刷物の配付回収も休止
  - ・ 代替手法が必要

## 2020 年の授業

- 授業開始は 6 月 (対面方式)
- スライドは利用 (脇の教卓から座って操作)
- 机間巡視はしない
- 印刷物の配付回収も休止
  - ・ 代替手法が必要
    - ⇒ ネットの利用
    - 学生はほとんどスマホを利用

# GoogleClassroom(GC) の利用

## 課題の回収と採点処理に便利

ストリーム	授業	メンバー	採点
n102			
	関数のグラフ		投稿日: 2020/06/05
	課題1 (関数のグラフ)		投稿日: 2020/06/05
	鋭角の三角比		投稿日: 2020/06/05
	課題2 (鋭角の三角比)		最終編集: 2020/06/05
	鈍角の三角比の定義		投稿日: 2020/06/05
	課題3 (鈍角の三角比)		投稿日: 2020/06/06
	一般角		投稿日: 2020/06/06
	スライド		投稿日: 2020/06/06

# GoogleClassroom(GC) の利用

## 課題の回収と採点処理に便利

	ストリーム	授業	メンバー	採点
	n102			⋮
1. 資料	📄	関数のグラフ	投稿日: 2020/06/05	
	📖	課題1 (関数のグラフ)	投稿日: 2020/06/05	
1. 資料	📄	鋭角の三角比	投稿日: 2020/06/05	
	❓	課題2 (鋭角の三角比)	最終編集: 2020/06/05	
1. 資料	📄	鈍角の三角比の定義	投稿日: 2020/06/05	
	❓	課題3 (鈍角の三角比)	投稿日: 2020/06/06	
1. 資料	📄	一般角	投稿日: 2020/06/06	
1. 資料	📄	スライド	投稿日: 2020/06/06	

# Google Classroom(GC) の利用

## 課題の回収と採点処理に便利

	ストリーム	授業	メンバー	採点
	n102			
1. 資料	関数のグラフ			
2. 課題	課題 1 (関数のグラフ)			
1. 資料	鋭角の三角比			
	課題 2 (鋭角の三角比)			
1. 資料	鈍角の三角比の定義			
	課題 3 (鈍角の三角比)			
1. 資料	一般角			
1. 資料	スライド			

# Google Classroom(GC) の利用

## 課題の回収と採点処理に便利

	ストリーム	授業	メンバー	採点
	n102 <span>⋮</span>			
1. 資料		関数のグラフ		投稿日: 2020/06/05
2. 課題		課題 1 (関数のグラフ)		投稿日: 2020/06/05
1. 資料		鋭角の三角比		投稿日: 2020/06/05
3. 質問		課題 2 (鋭角の三角比)		最終編集: 2020/06/05
1. 資料		鈍角の三角比の定義		投稿日: 2020/06/05
3. 質問		課題 3 (鈍角の三角比)		投稿日: 2020/06/06
1. 資料		一般角		投稿日: 2020/06/06
1. 資料		スライド		投稿日: 2020/06/06

## 「資料」の利用

- スライド
  - ・ スマホでは段階的表示やパラパラができない。

## 「資料」の利用

- スライド
  - ・ スマホでは段階的表示やパラパラができない.  
=> 縮約版を配付



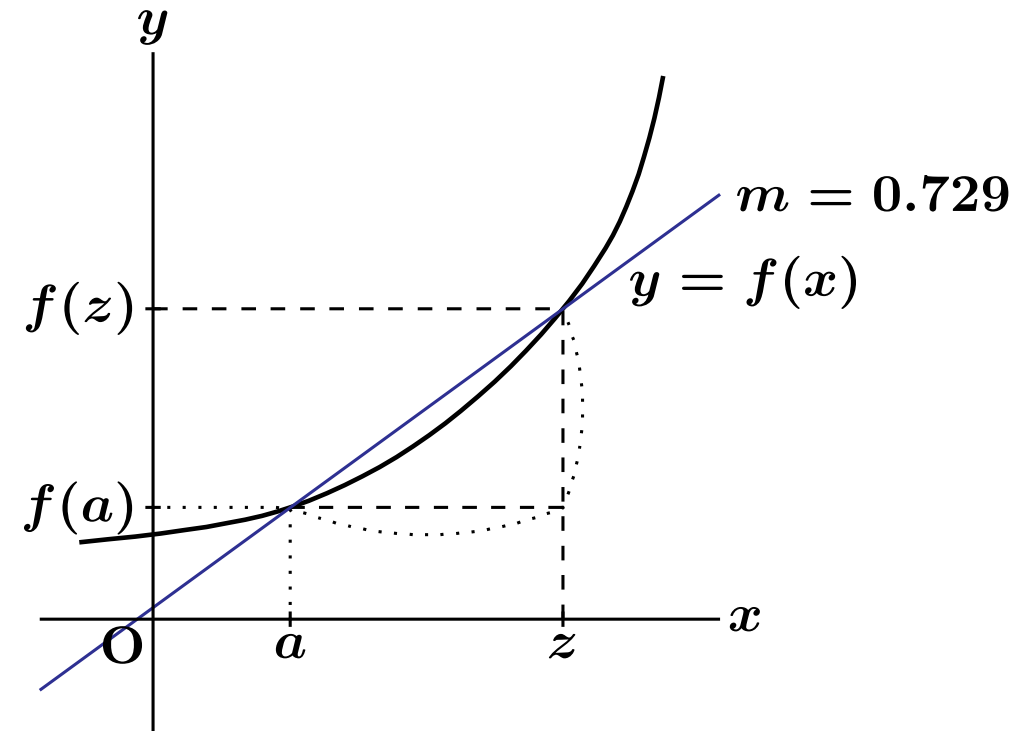
## 「資料」の利用

- スライド
  - ・ スマホでは段階的表示やパラパラができない。  
=> 縮約版を配付
- K<sub>E</sub>TCindyJS で作成した動的な HTML 教材が使える

GC 資料

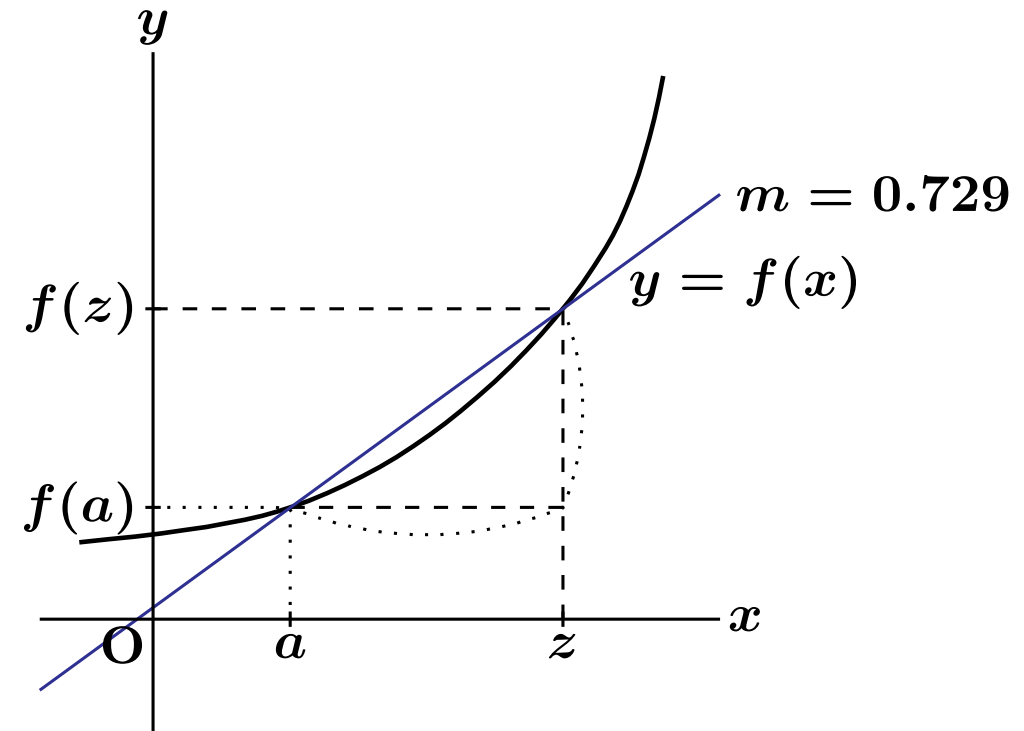
## 例：微分係数

- $a$  の近くに  $z$  をとる



## 例：微分係数

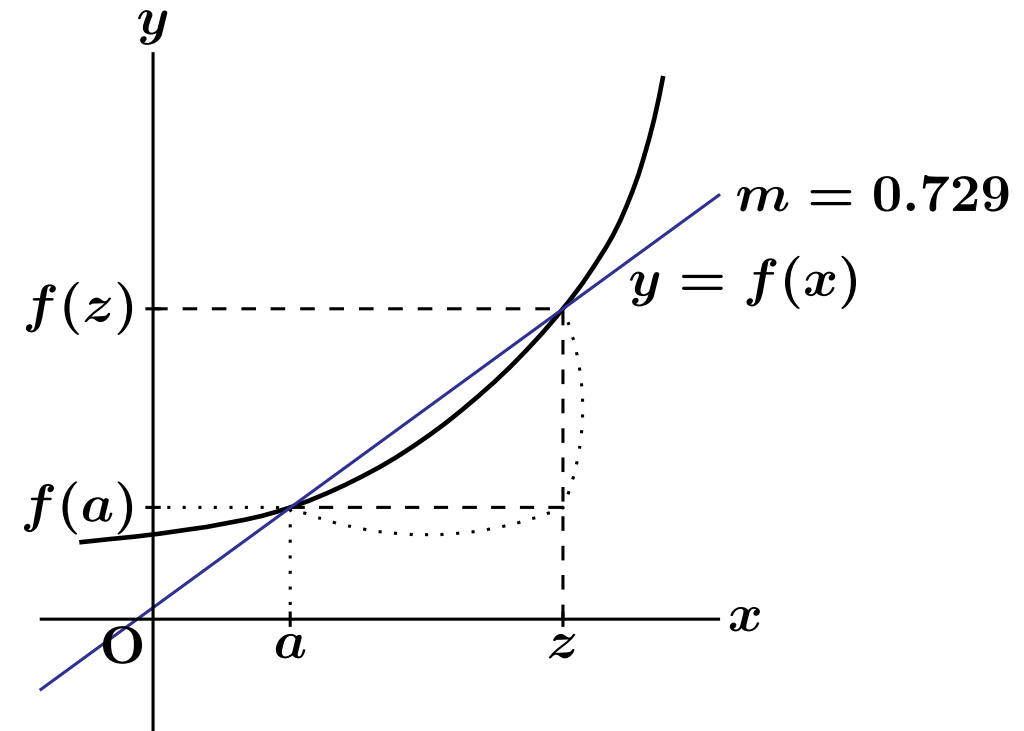
- $a$  の近くに  $z$  をとる
- $[a, z]$  での平均変化率は



## 例：微分係数

- $a$  の近くに  $z$  をとる
- $[a, z]$  での平均変化率は  

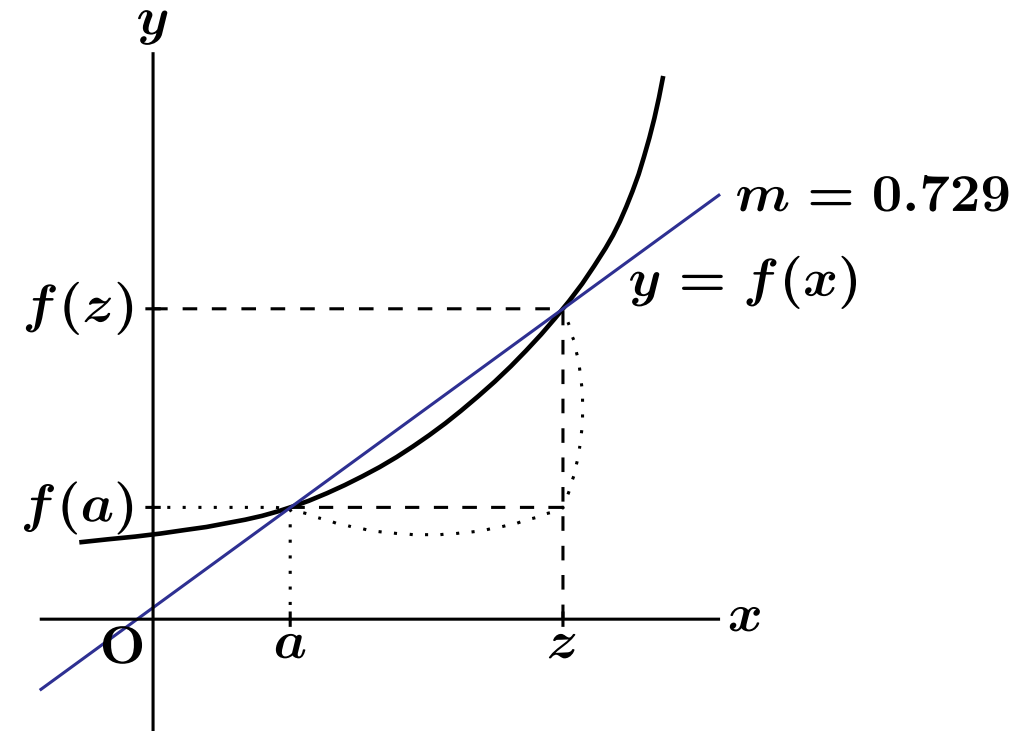
$$\frac{f(z) - f(a)}{z - a}$$



## 例：微分係数

- $a$  の近くに  $z$  をとる
- $[a, z]$  での平均変化率は  

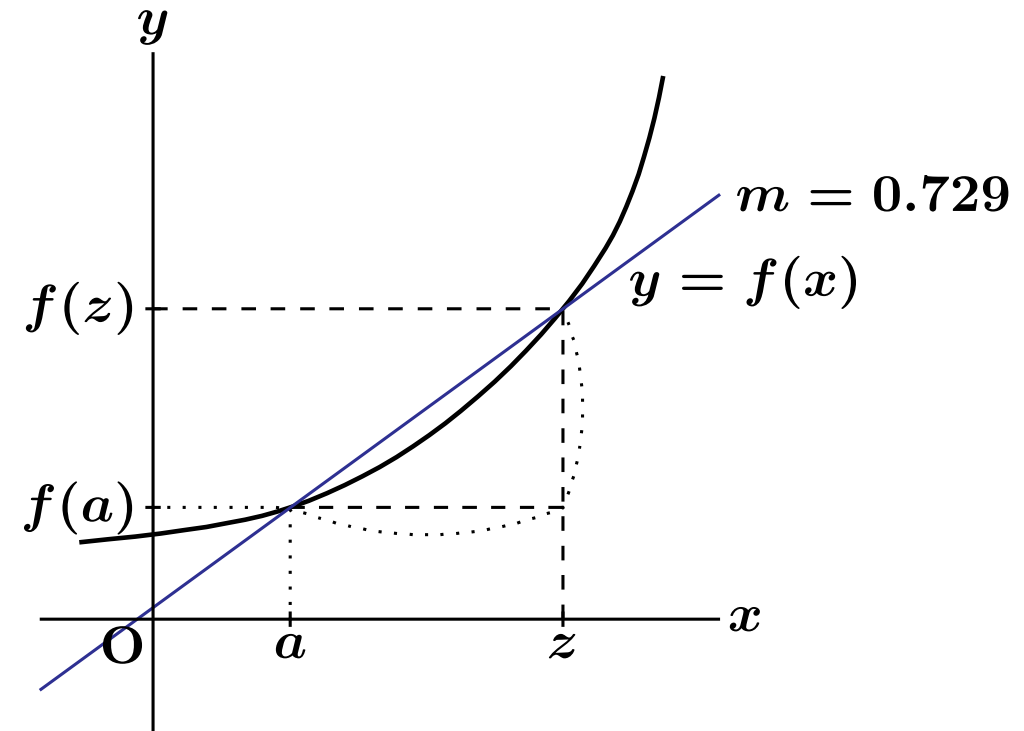
$$\frac{f(z) - f(a)}{z - a}$$
- $z \rightarrow a$  の極限值



## 例：微分係数

- $a$  の近くに  $z$  をとる
- $[a, z]$  での平均変化率は  

$$\frac{f(z) - f(a)}{z - a}$$



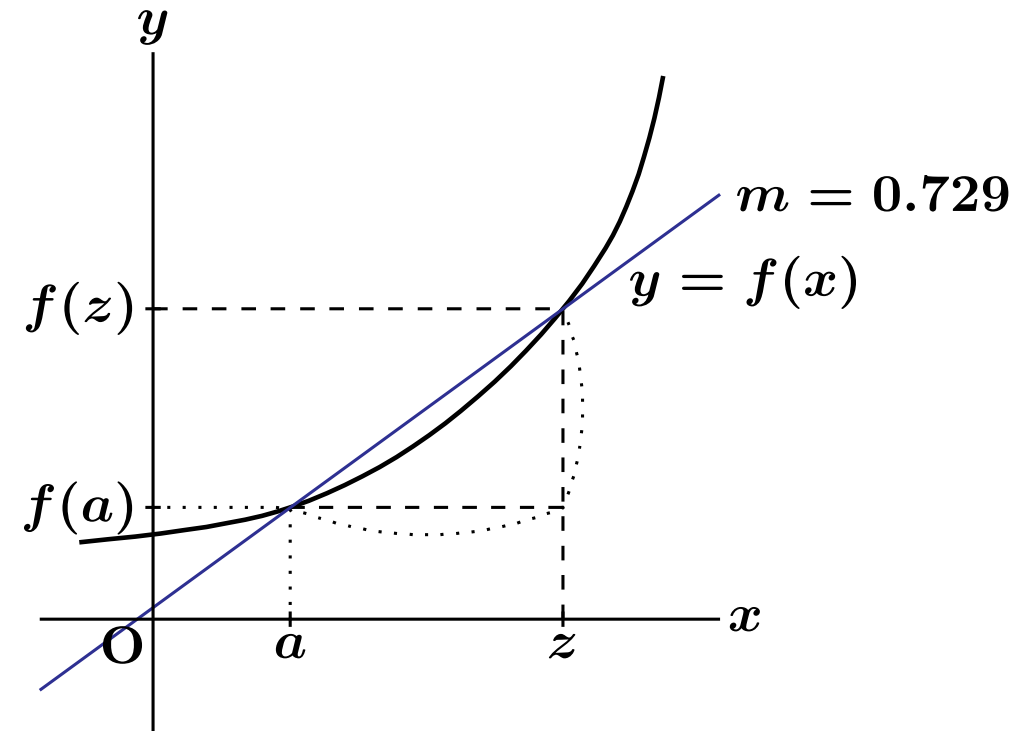
- $z \rightarrow a$  の極限值  

$$f'(a) = \lim_{z \rightarrow a} \frac{f(z) - f(a)}{z - a}$$

## 例：微分係数

- $a$  の近くに  $z$  をとる
- $[a, z]$  での平均変化率は  

$$\frac{f(z) - f(a)}{z - a}$$



- $z \rightarrow a$  の極限值

$$f'(a) = \lim_{z \rightarrow a} \frac{f(z) - f(a)}{z - a}$$

$a$  における微分係数

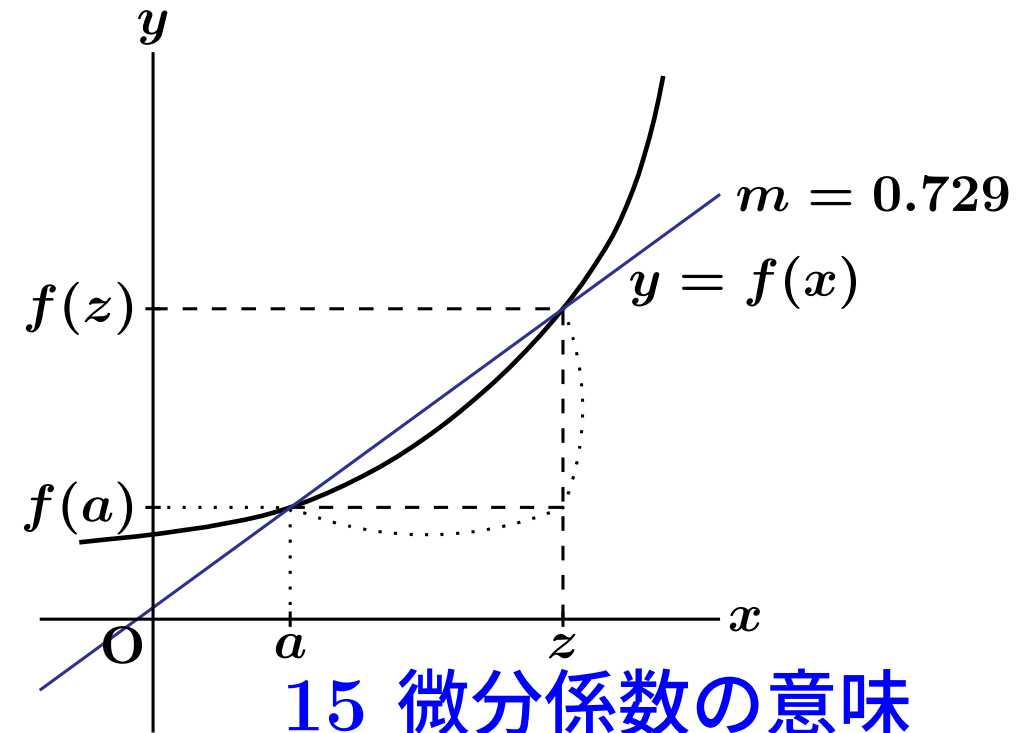
## 例：微分係数

- $a$  の近くに  $z$  をとる
- $[a, z]$  での平均変化率は  

$$\frac{f(z) - f(a)}{z - a}$$

- $z \rightarrow a$  の極限值

$$f'(a) = \lim_{z \rightarrow a} \frac{f(z) - f(a)}{z - a}$$



15 微分係数の意味

$a$  における微分係数



## 例：微分係数

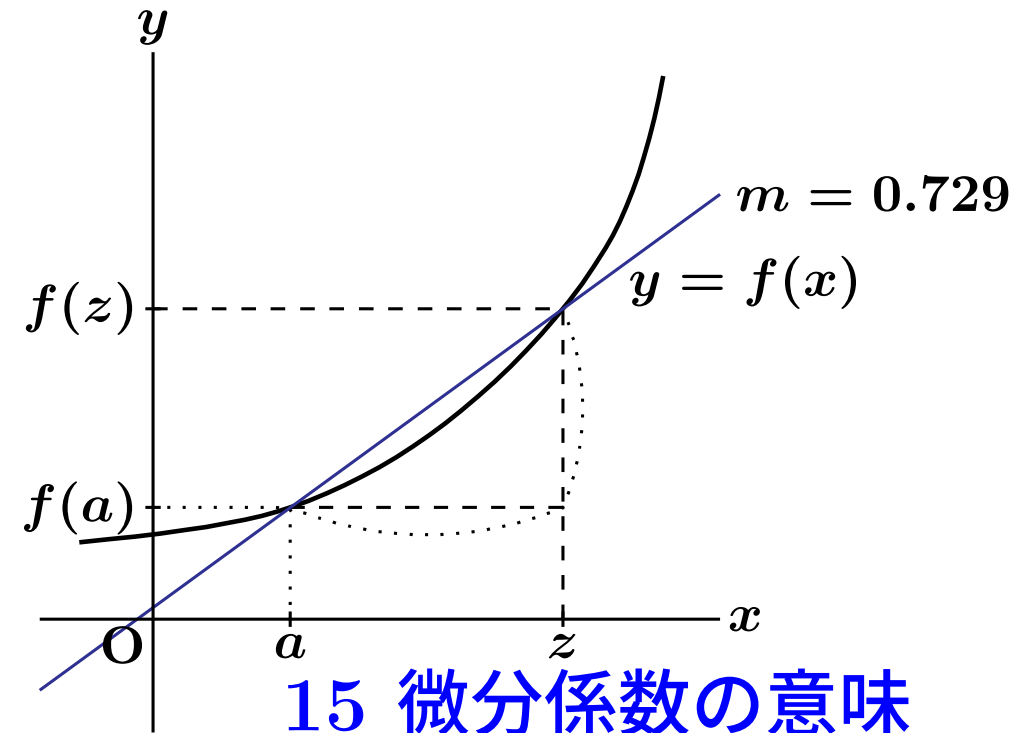
- $a$  の近くに  $z$  をとる
- $[a, z]$  での平均変化率は  

$$\frac{f(z) - f(a)}{z - a}$$

- $z \rightarrow a$  の極限值

$$f'(a) = \lim_{z \rightarrow a} \frac{f(z) - f(a)}{z - a}$$

$f'(a)$  は  $a$  における接線の傾き



$a$  における微分係数

## 例：微分係数

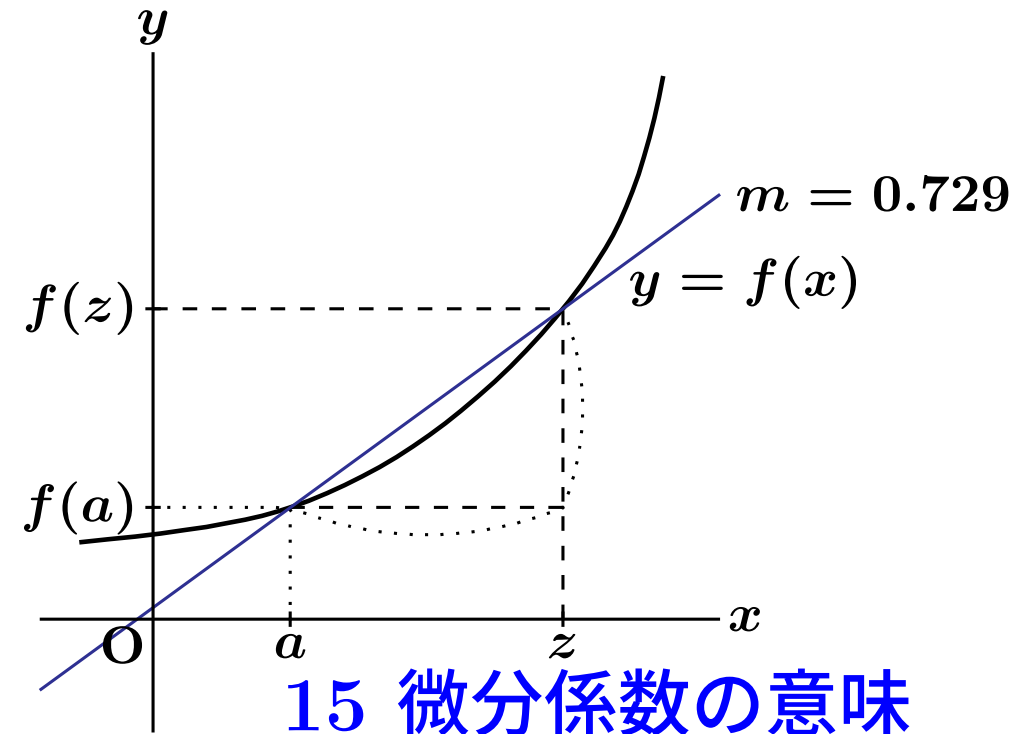
- $a$  の近くに  $z$  をとる
- $[a, z]$  での平均変化率は  

$$\frac{f(z) - f(a)}{z - a}$$

- $z \rightarrow a$  の極限值

$$f'(a) = \lim_{z \rightarrow a} \frac{f(z) - f(a)}{z - a}$$

$f'(a)$  は  $a$  における接線の傾き



$a$  における微分係数

課題 0305-1 15 の図で  $f'(a)$  は？

# 「課題」と「質問」

- 課題

- 質問

## 「課題」と「質問」

- 課題

課題を Google フォームで作成  
提出は一般的に添付ファイル形式  
ファイルが大きく，返送ミスも多い

- 質問

## 「課題」と「質問」

- 課題

課題を Google フォームで作成  
提出は一般的に添付ファイル形式  
ファイルが大きく，返送ミスも多い

- 質問

テキスト記述式  
サイズが小さく，送受のミスもない。

## 「課題」と「質問」

- 課題

課題を Google フォームで作成  
提出は一般的に添付ファイル形式  
ファイルが大きく，返送ミスも多い

- 質問

テキスト記述式  
サイズが小さく，送受のミスもない。  
数式のやりとりが難しい

## KeTMath version 1

- $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  をベースとした 1 次元数式ルールを作成  
 $\text{fr}(a,b)$ ,  $\text{sq}(n,a)$ ,  $\sin(x)$ ,  $\cos(n,x)$ ,  $\text{pi}, \dots$

## KeTMath version 1

- $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  をベースとした 1 次元数式ルールを作成  
 $\text{fr}(a,b), \text{sq}(n,a), \sin(x), \cos(n,x), \text{pi}, \dots$
- 入力すると即時に 2 次元数式を表示  
 $\frac{a}{b}, \sqrt[n]{a}, \sin x, \cos^2 x, \pi$



## KeTMath version 1

- $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  をベースとした 1 次元数式ルールを作成  
 $\text{fr}(a,b), \text{sq}(n,a), \sin(x), \cos(n,x), \text{pi}, \dots$
- 入力すると即時に 2 次元数式を表示  
 $\frac{a}{b}, \sqrt[n]{a}, \sin x, \cos^2 x, \pi$
- 確認してから, GC の回答にペースト

# KeTMath version 1

- $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  をベースとした 1 次元数式ルールを作成  
 $\text{fr}(a,b), \text{sq}(n,a), \sin(x), \cos(n,x), \text{pi}, \dots$
- 入力すると即時に 2 次元数式を表示  
 $\frac{a}{b}, \sqrt[n]{a}, \sin x, \cos^2 x, \pi$
- 確認してから, GC の回答にペースト
- KeTMath 初期バージョン

## 問題点と改良版

- $\sin(x)$  を  $\sin x$  と書く間違い
- 分数の間違い ( $1/a+b$  など)
- スマホのキーボードの問題
  - iPhone と Andoroid の違い
  - 入力キーの種類が多すぎる
  - 特殊記号 ( $\sqrt{\quad}$  など) を選んで入力してしまう

## 問題点と改良版

- $\sin(x)$  を  $\sin x$  と書く間違い
- 分数の間違い ( $1/a+b$  など)
- スマホのキーボードの問題
  - iPhone と Andoroid の違い
  - 入力キーの種類が多すぎる
  - 特殊記号 ( $\sqrt{\quad}$  など) を選んで入力してしまう
- KeTMath にキーボードをつけた改良版作成

改良版

## 2021 年の授業

- 授業開始は 4 月 (対面方式)
- 3 回/18 回をオンラインの予定
- 実際は、後半 9 回がすべてオンライン
- 期末試験もオンラインになった

# KeTMath の改良

- キーボードの整理
- スマホ用縦型版を作成
  - (1) [ketcindy samples](#) で検索  
または, [ketcindy home](#) で検索
  - (2) [ketmath\(Japanese\)](#) を選択
  - (3) [ketmath 縦型](#) を選択

# GC 質問でのやりとり



## Q1 次の関数を微分せよ.



Project KeTCindy • 2021/11/16

10 点

[1]  $y=\sin(x)$

[2]  $y=\log(x)$

自分の解答

提出済み

[1]

再提出するまで、先生には以前の解答が表示されます。

提出

# GC 回収と採点

[illegible]



# GC 回収と採点

17

提出済み

3

割り当て済み

すべて ▼



guri don 2021/09/06

$$\frac{x^4+x^2}{2}-\frac{x^3}{3}-5x+c$$

$$3\ln(x)+2e^x+c$$

$$-\frac{\cos(3x+4)}{3}+c$$

$$\frac{e^{2x}-1}{2}+c$$



okafu 2021/09/06

$$\frac{x^4}{2}-\frac{x^3}{3}+\frac{x^2}{2}-5x+C$$

$$2xe^z+3\ln(|x|)+C$$

$$-\cos(3x+4)/3+c$$

## GC 質問 + KeTMath の流れと弱点

- (1) GC の質問をコピー
- (2) KeTMath を立ち上げて入力欄にペースト
- (3) 2次元表示を見て，課題をノートで解く
- (4) KeTMath に入力して2次元表示で確認
- (5) 入力欄をコピー
- (6) GC を立ち上げて解答欄にペースト

## GC 質問 + KeTMath の流れと弱点

- (1) GC の質問をコピー
- (2) KeTMath を立ち上げて入力欄にペースト
- (3) 2次元表示を見て，課題をノートで解く
- (4) KeTMath に入力して2次元表示で確認
- (5) 入力欄をコピー
- (6) GC を立ち上げて解答欄にペースト

スマホの場合，(2) と (6) でソフトを立ち上げ直す必要

## 課題組み込み HTML

- (1) 課題組み込みの HTML を作成するようにした
  - kettask.html としてリンク先を GC 質問で配付

<https://s-takato.github.io/talks/tex220305/kettask0305v.html>

- (2) 学生は kettask.html を立ち上げ，課題を解いて入力
- (3) GC 質問の解答欄にペーストして提出
- (4) 教員用の ketscore.html を用いて採点
- (5) 成績表の作成もできる

# Toolkitmath.cdy の開発

課題と学生リストのファイルから html などを作成する



## 授業での実施報告

濱口さんが長野高専で行った授業について報告

## まとめと今後の課題

- 新 KeTMath でミスが減り，解答・採点効率が改善
- Maxima による選択的採点も可能
- 数式の表現には改良の余地
  - ( ) の付け方  $\sin(2x^2) \Rightarrow \sin 2x^2$  or  $\sin(2x^2)$  ?
  - 積分の表現  $\text{int}(a,b,f(x),x) \Rightarrow \text{int}(a,b,f(x),dx)$  ?
- 多様な出題形式への対応 (図要素の挿入と解答など)
- 課題の配付や答案の収集を GC 以外のサーバーで？
- 協働学習で用いる数式入り文書用アプリの開発

## まとめと今後の課題

- 新 KeTMath でミスが減り，解答・採点効率が改善
- Maxima による選択的採点も可能
- 数式の表現には改良の余地

( ) の付け方  $\sin(2x^2) \Rightarrow \sin 2x^2$  or  $\sin(2x^2)$  ?

積分の表現  $\text{int}(a,b,f(x),x) \Rightarrow \text{int}(a,b,f(x),dx)$  ?

- 多様な出題形式への対応 (図要素の挿入と解答など)
- 課題の配付や答案の収集を GC 以外のサーバーで？
- 協働学習で用いる数式入り文書用アプリの開発



## まとめと今後の課題

- 新 KeTMath でミスが減り，解答・採点効率が改善
- Maxima による選択的採点も可能
- 数式の表現には改良の余地

( ) の付け方  $\sin(2x^2) \Rightarrow \sin 2x^2$  or  $\sin(2x^2)$  ?

積分の表現  $\text{int}(a,b,f(x),x) \Rightarrow \text{int}(a,b,f(x),dx)$  ?

- 多様な出題形式への対応 (図要素の挿入と解答など)
- 課題の配付や答案の収集を GC 以外のサーバーで？
- 協働学習で用いる数式入り文書用アプリの開発

## まとめと今後の課題

- 新 KeTMath でミスが減り，解答・採点効率が改善
- Maxima による選択的採点も可能
- 数式の表現には改良の余地
  - ( ) の付け方  $\sin(2x^2) \Rightarrow \sin 2x^2$  or  $\sin(2x^2)$  ?
  - 積分の表現  $\text{int}(a,b,f(x),x) \Rightarrow \text{int}(a,b,f(x),dx)$  ?
- 多様な出題形式への対応 (図要素の挿入と解答など)
- 課題の配付や答案の収集を GC 以外のサーバーで？
- 協働学習で用いる数式入り文書用アプリの開発

## まとめと今後の課題

- 新 KeTMath でミスが減り，解答・採点効率が改善
- Maxima による選択的採点も可能
- 数式の表現には改良の余地
  - ( ) の付け方  $\sin(2x^2) \Rightarrow \sin 2x^2$  or  $\sin(2x^2)$  ?
  - 積分の表現  $\text{int}(a,b,f(x),x) \Rightarrow \text{int}(a,b,f(x),dx)$  ?
- 多様な出題形式への対応 (図要素の挿入と解答など)
- 課題の配付や答案の収集を GC 以外のサーバーで？
- 協働学習で用いる数式入り文書用アプリの開発

## まとめと今後の課題

- 新 KeTMath でミスが減り，解答・採点効率が改善
- Maxima による選択的採点も可能
- 数式の表現には改良の余地
  - ( ) の付け方  $\sin(2x^2) \Rightarrow \sin 2x^2$  or  $\sin(2x^2)$  ?
  - 積分の表現  $\text{int}(a,b,f(x),x) \Rightarrow \text{int}(a,b,f(x),dx)$  ?
- 多様な出題形式への対応 (図要素の挿入と解答など)
- 課題の配付や答案の収集を GC 以外のサーバーで？
- 協働学習で用いる数式入り文書用アプリの開発

## まとめと今後の課題

- 新 KeTMath でミスが減り，解答・採点効率が改善
- Maxima による選択的採点も可能
- 数式の表現には改良の余地
  - ( ) の付け方  $\sin(2x^2) \Rightarrow \sin 2x^2$  or  $\sin(2x^2)$  ?
  - 積分の表現  $\text{int}(a,b,f(x),x) \Rightarrow \text{int}(a,b,f(x),dx)$  ?
- 多様な出題形式への対応 (図要素の挿入と解答など)
- 課題の配付や答案の収集を GC 以外のサーバーで？
- 協働学習で用いる数式入り文書用アプリの開発