

A large satellite dish antenna is mounted on a mountain peak. The background shows a sunset or sunrise with a warm, orange and yellow glow. The dish is dark and metallic, with a complex support structure. The overall scene is atmospheric and technical.

# Campi Elettromagnetici

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica, Biomedica e delle  
Telecomunicazioni

a.a. 2023–2024 – Laurea “Triennale” – Secondo semestre – Secondo anno

**Università degli Studi di Napoli “Parthenope”**

**Stefano Perna**

# Campi elettromagnetici

# Campi elettromagnetici

# Campi **elettro**magnetici

# Campi elettromagnetici

# Campo elettromagnetico

Perché si parla di campo?

Perché si parla di campo elettromagnetico?

Il campo elettrico che fine ha fatto?

Il campo magnetico che fine ha fatto?

Il campo è una grandezza che dipende dalle coordinate dello spazio o, più generalmente, dello spaziotempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t)$$

Il campo elettrico è un vettore

Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo



# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico è un vettore

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t)$$

# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico è un vettore

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t)$$

$$\vec{e} = e_x \hat{i}_x + e_y \hat{i}_y + e_z \hat{i}_z$$

# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico è un vettore

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t)$$

$$\vec{e} = e_x \hat{i}_x + e_y \hat{i}_y + e_z \hat{i}_z$$

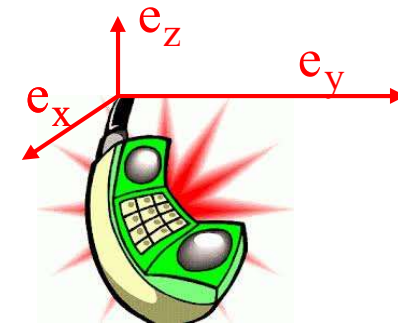


# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico è un vettore

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t)$$

$$\vec{e} = e_x \hat{i}_x + e_y \hat{i}_y + e_z \hat{i}_z$$



# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t)$$

# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$

# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$

# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$





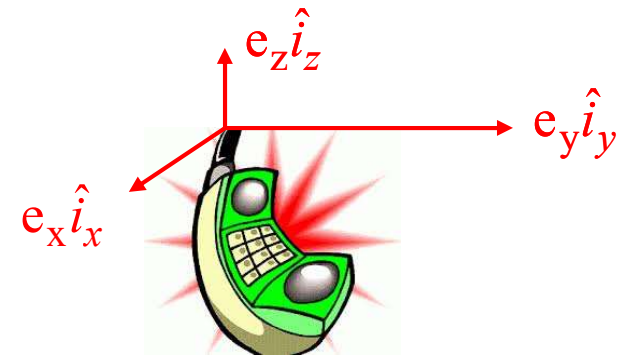
# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$



$$t = t_1$$



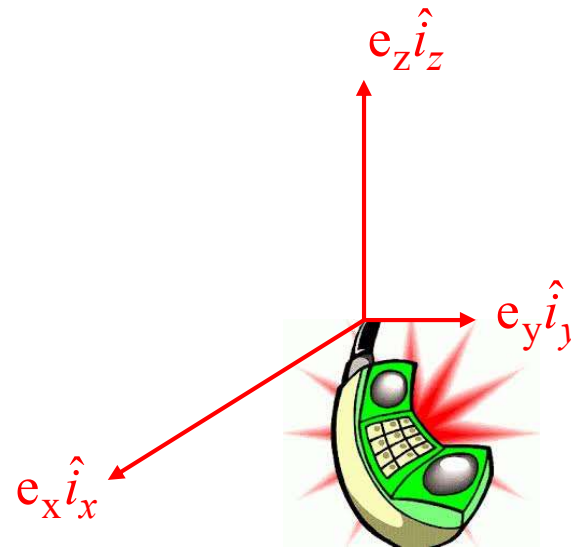
# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$



$$t = t_2$$



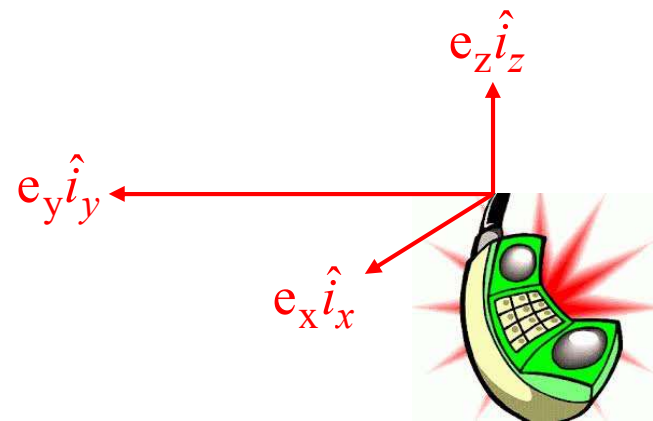
# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$



$$t = t_3$$



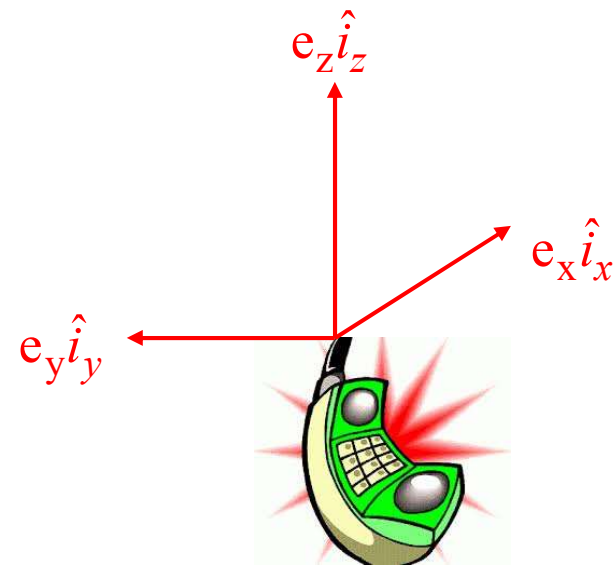
# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$



$$t = t_4$$



# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

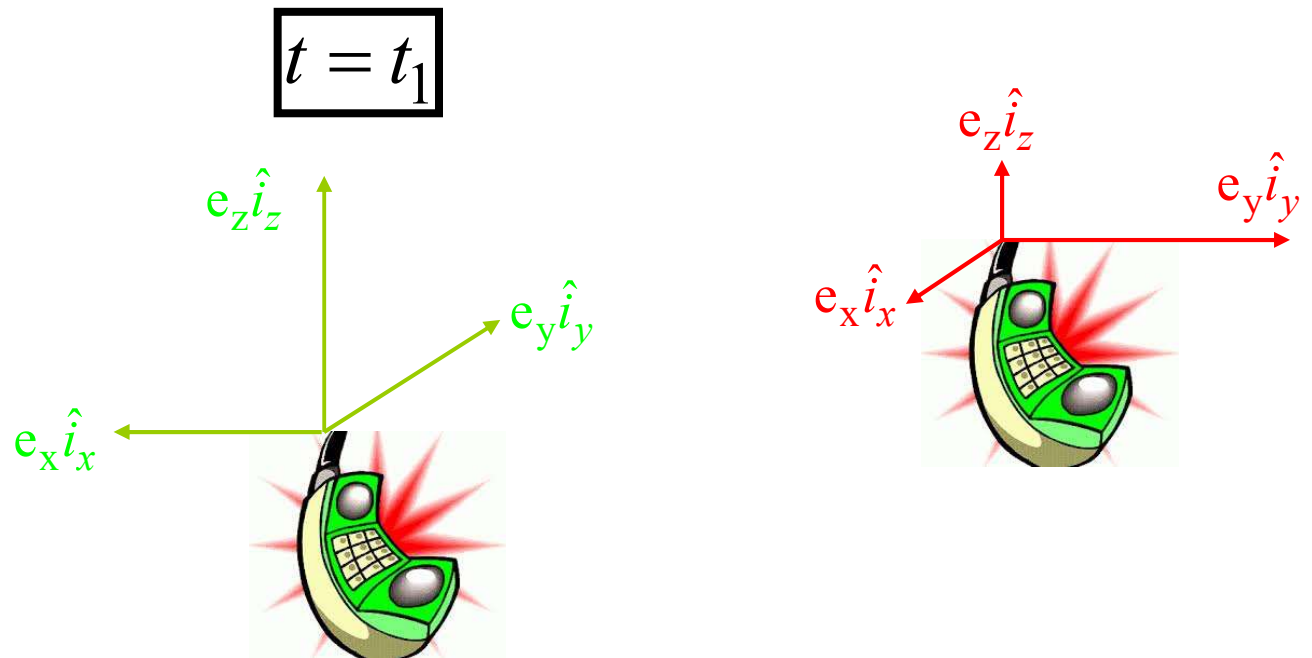
$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$



# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$



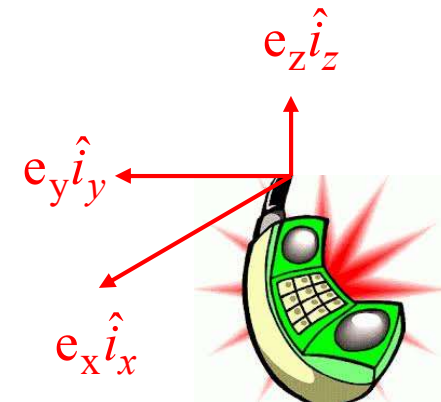
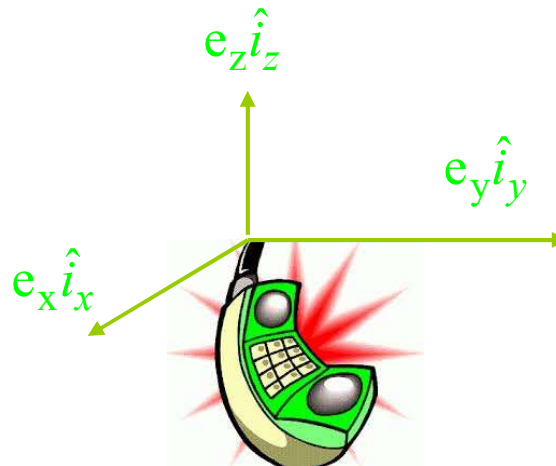
# Campo elettromagnetico

Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$

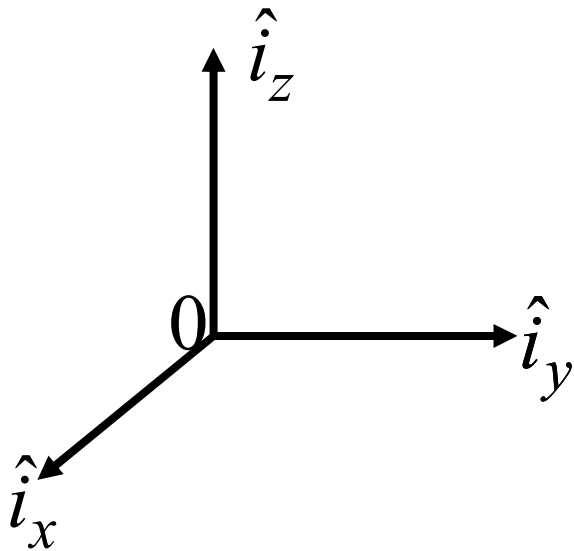


$t = t_2$



Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

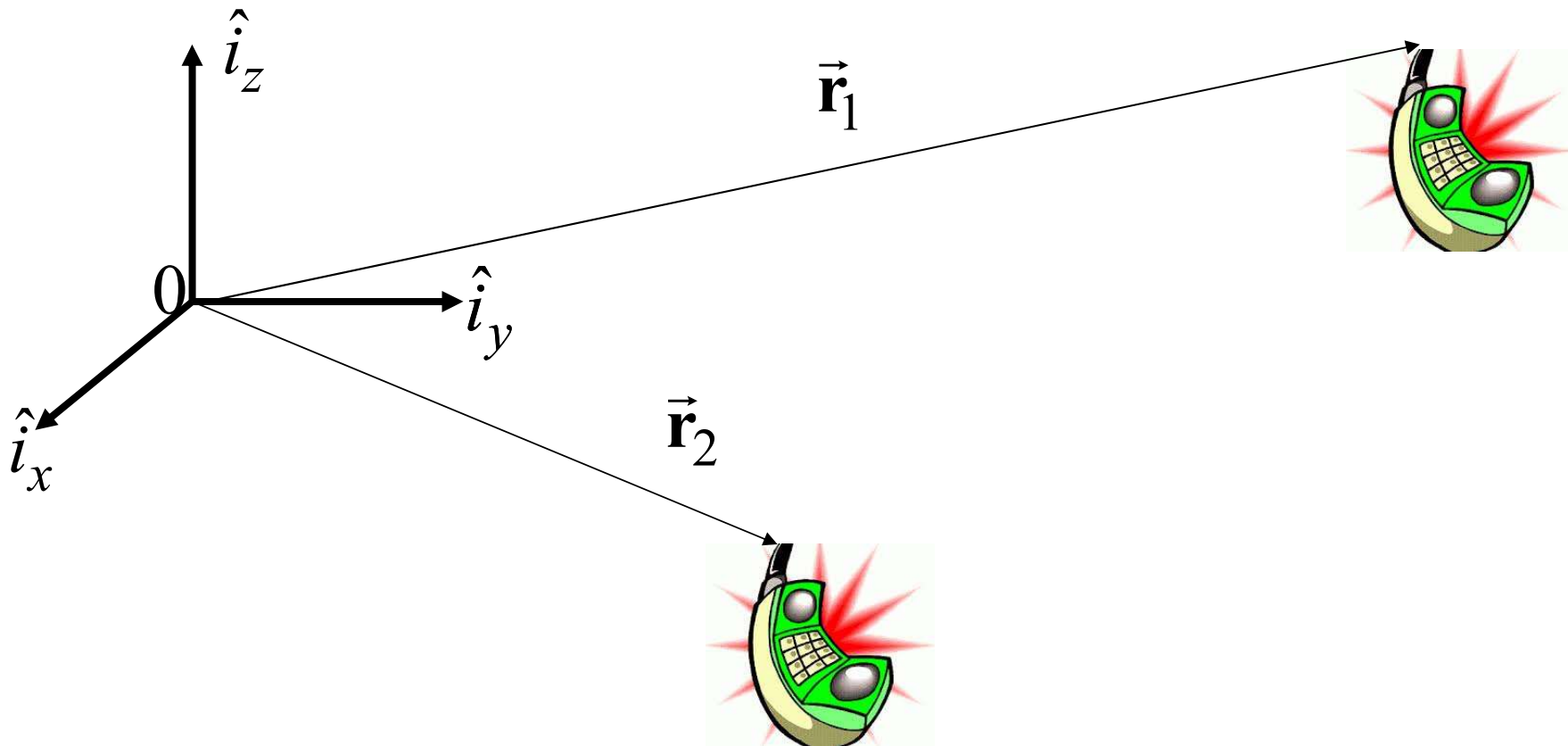
$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$





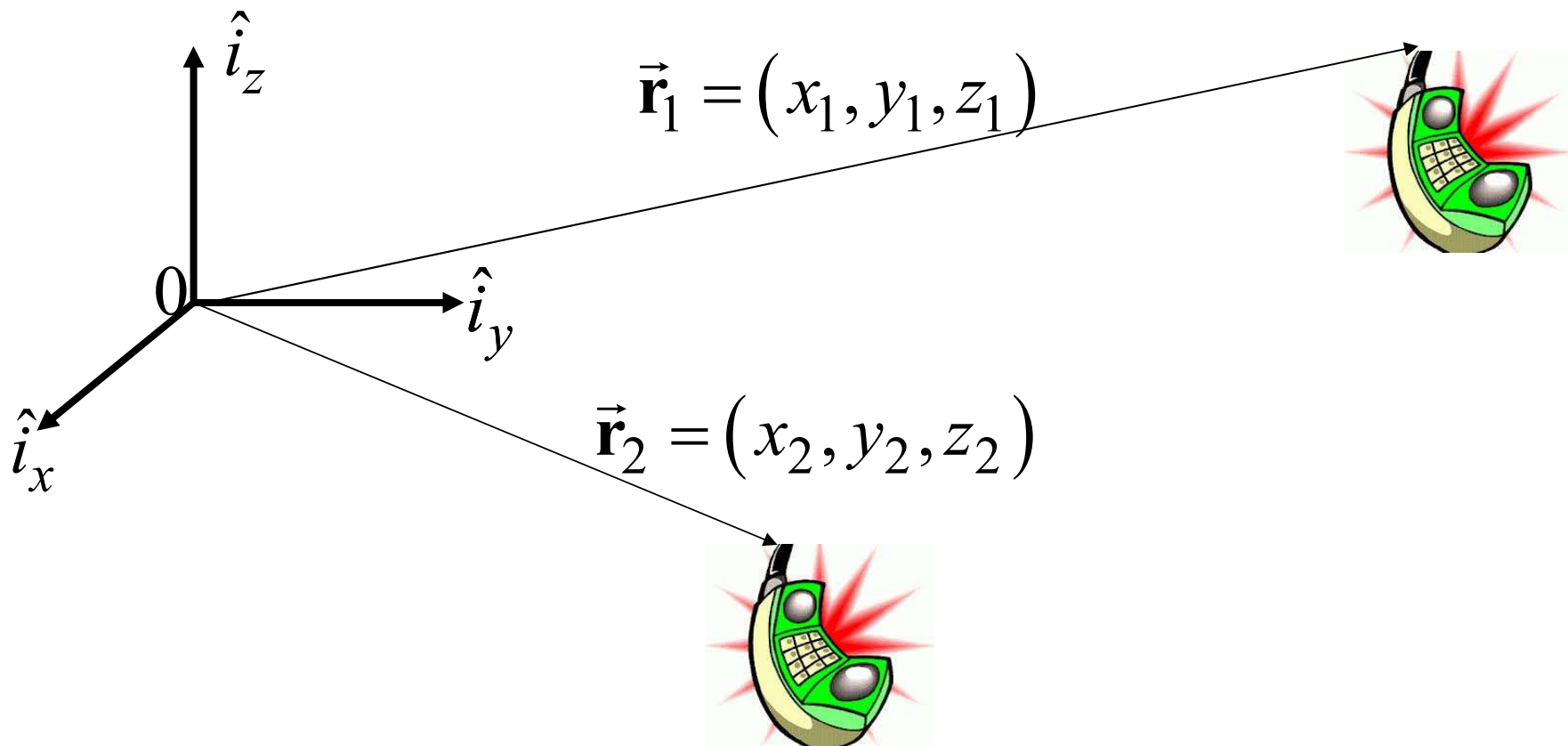
Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$



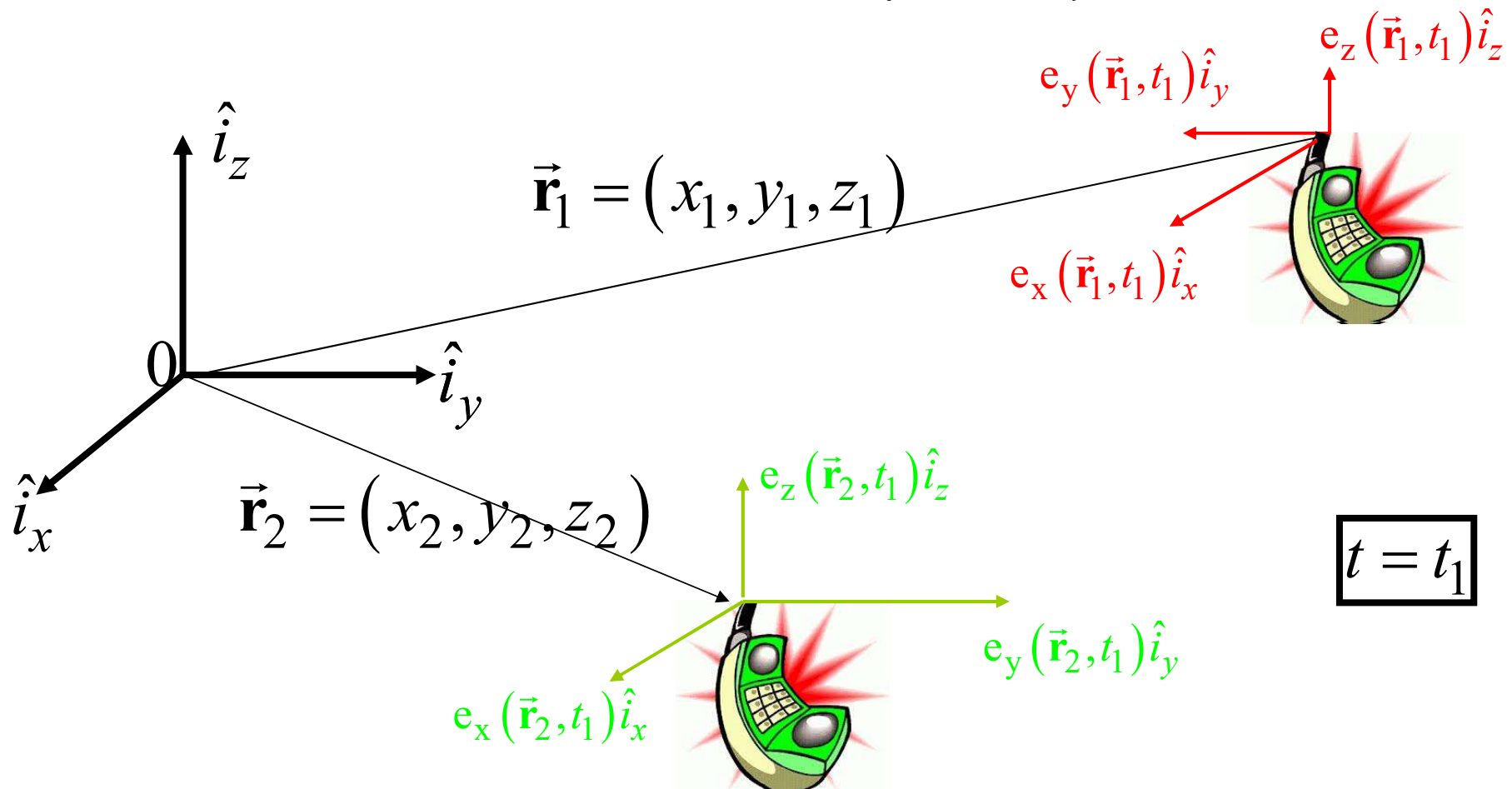
Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$



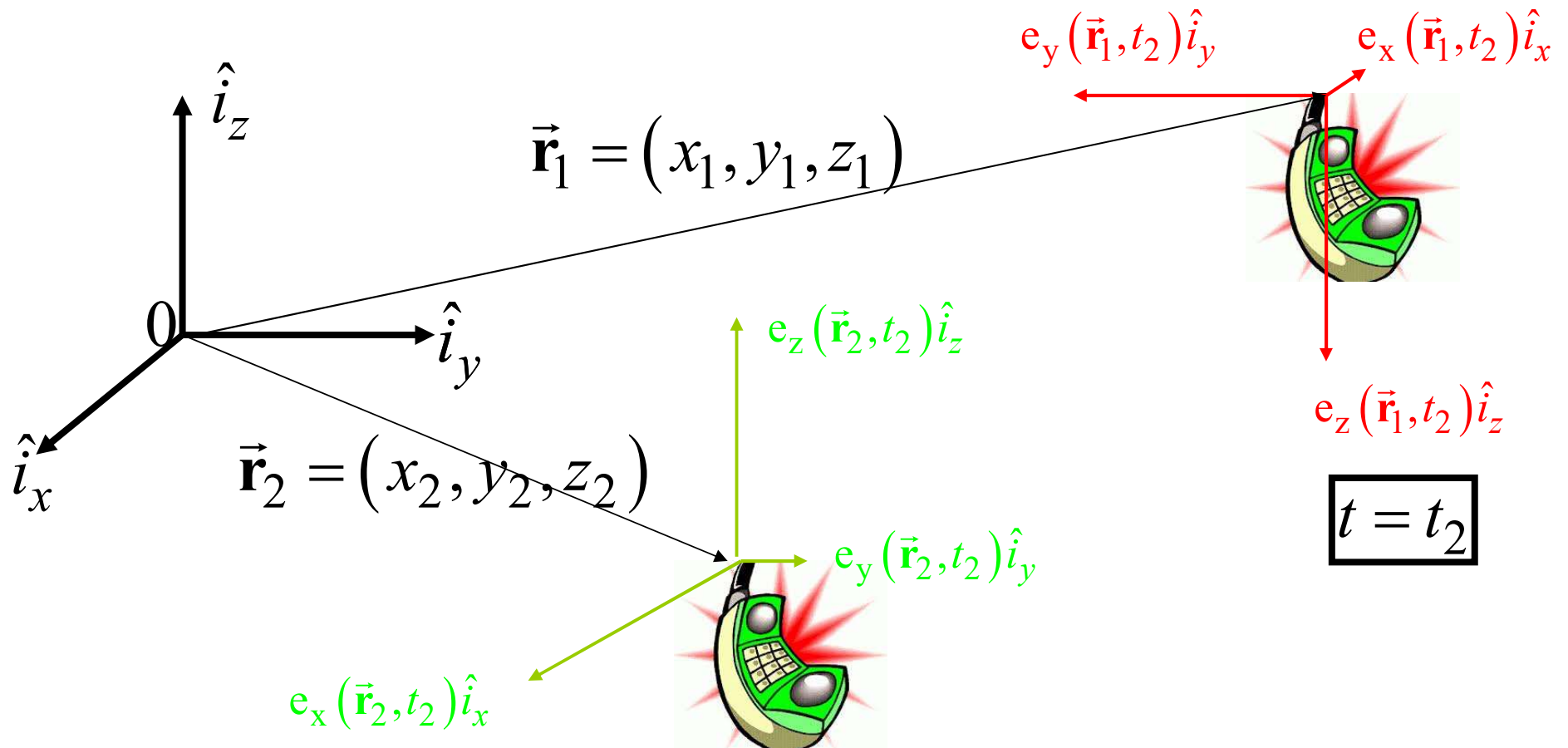
Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$



Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$

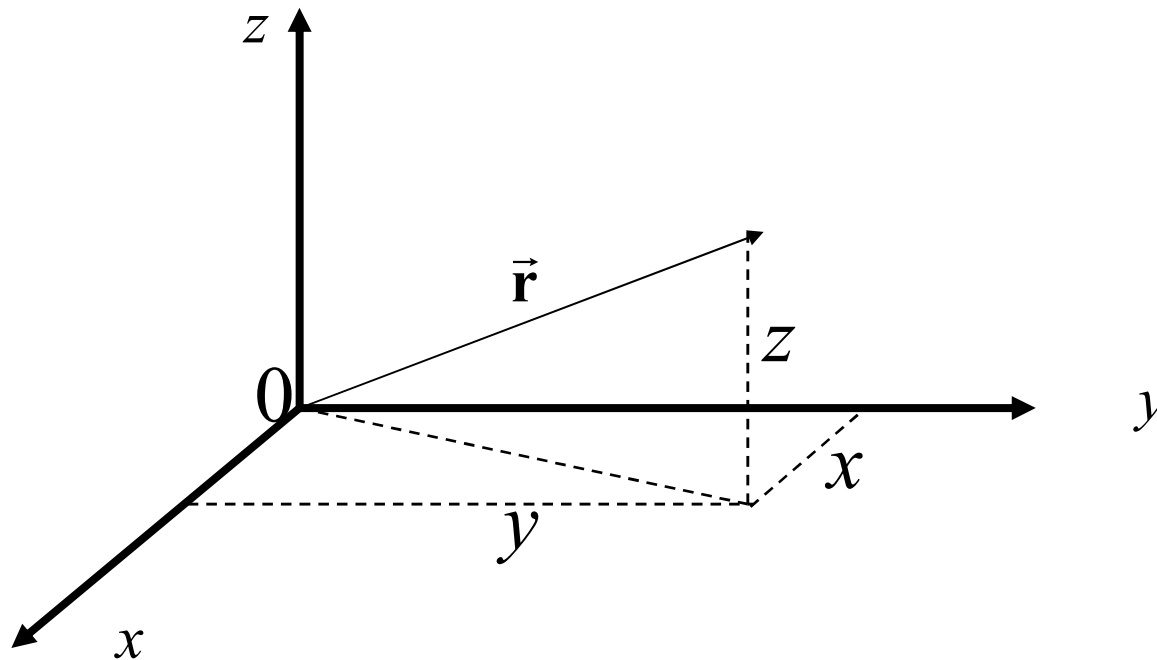


Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$

$$\vec{r} = (x, y, z)$$

Sistema di  
riferimento  
cartesiano

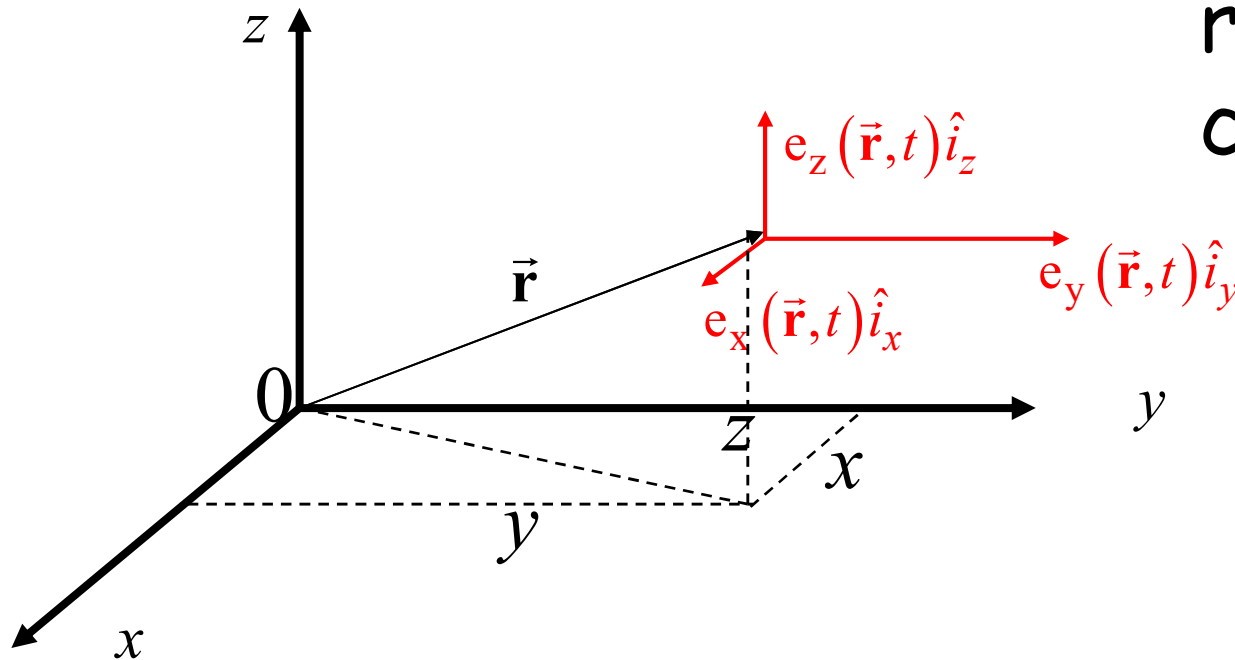


Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$

$$\vec{r} = (x, y, z)$$

Sistema di riferimento cartesiano



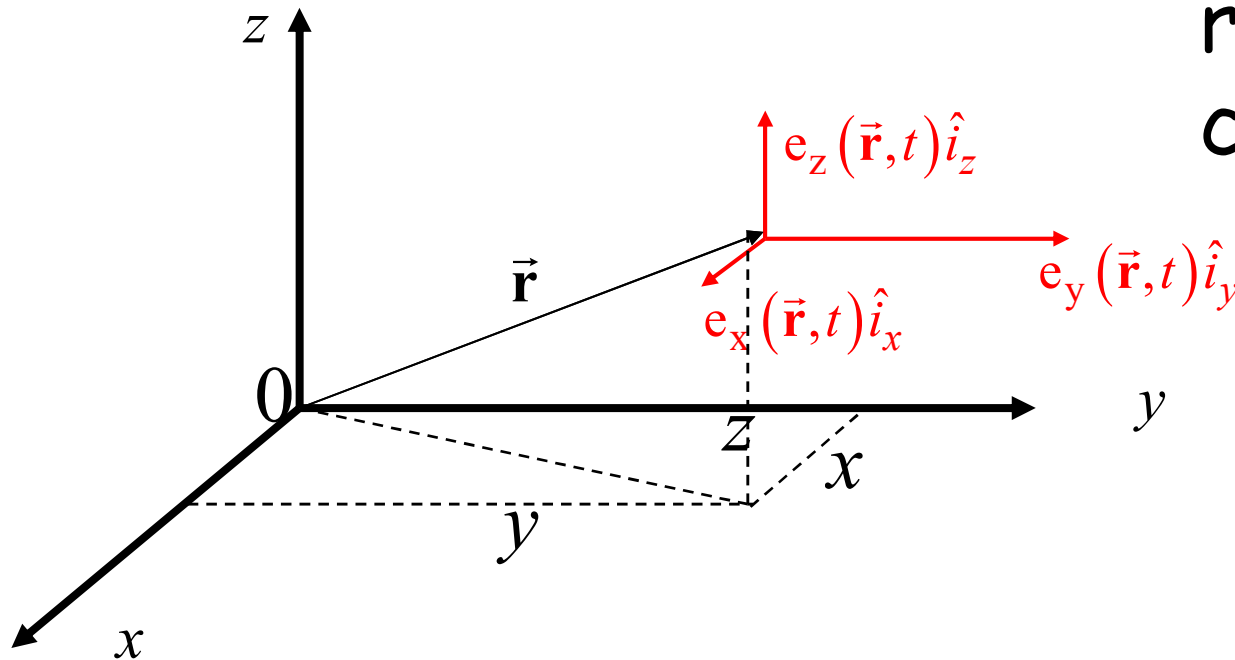
Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$

$$\vec{e} = \vec{e}(x, y, z, t)$$

$$\vec{r} = (x, y, z)$$

Sistema di riferimento cartesiano

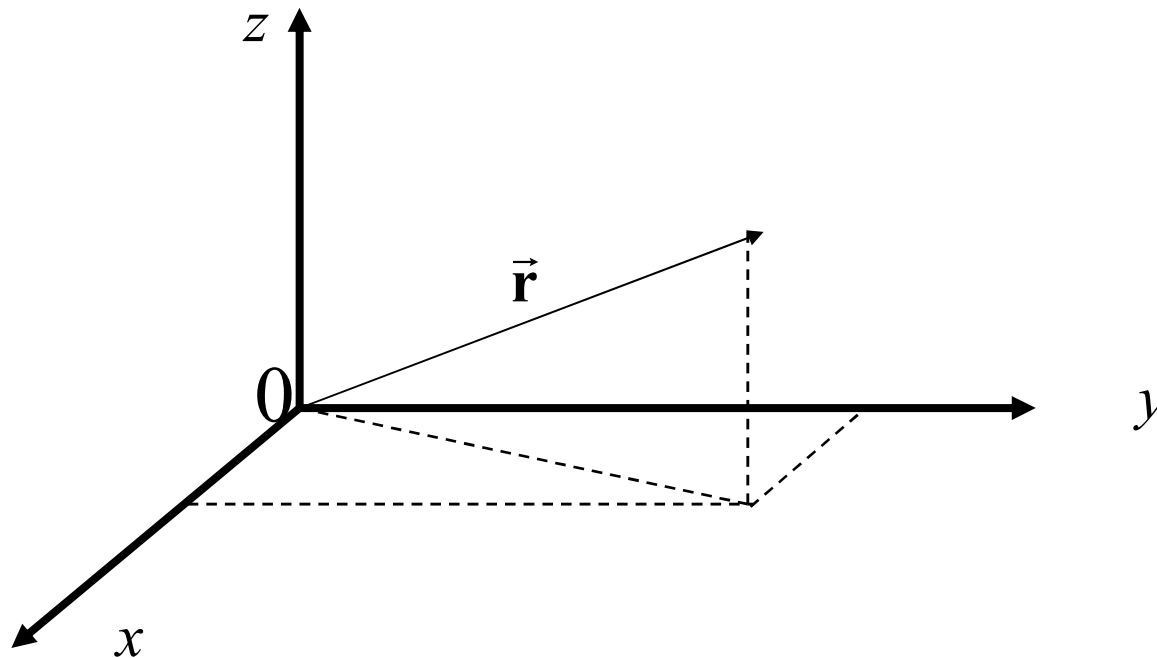


Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t) \quad \vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$

$$\vec{r} = (x, y, z)$$

Sistema di  
riferimento  
sferico





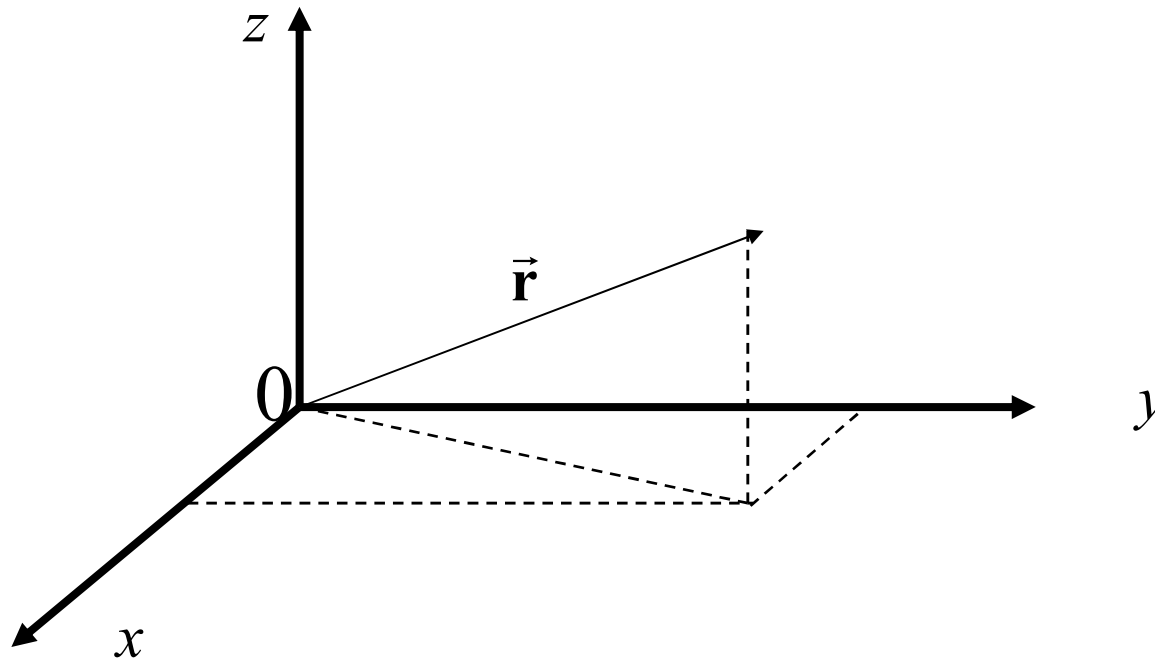
Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t)$$

~~$$\vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$~~

~~$$\vec{r} = (x, y, z)$$~~

Sistema di riferimento sferico



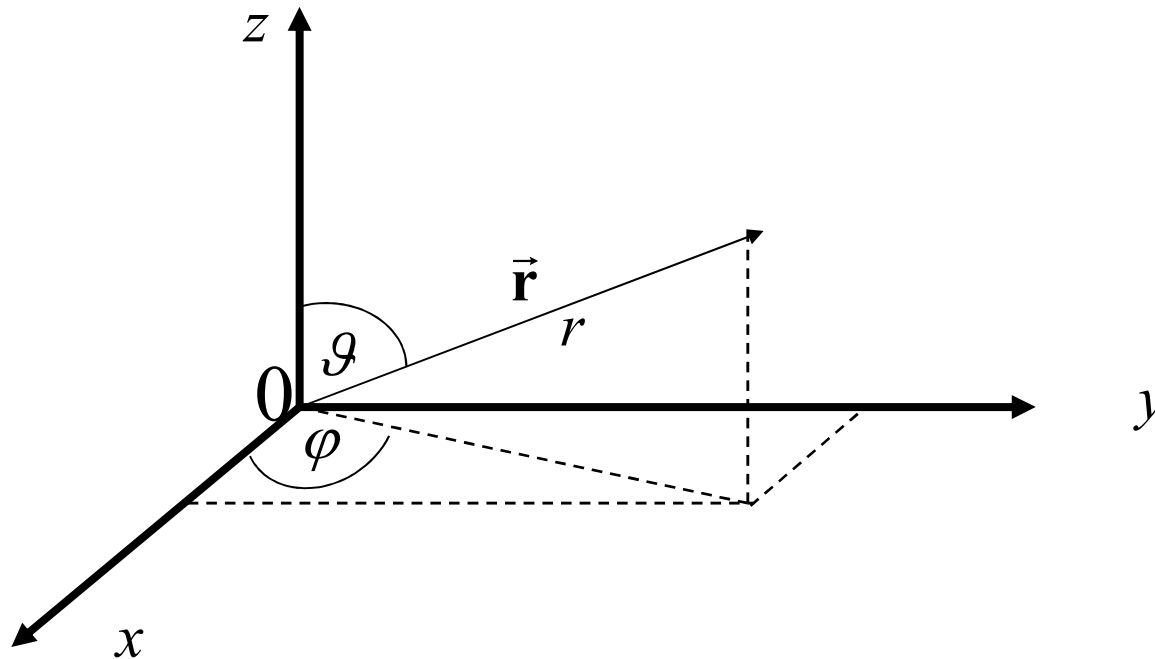
Il campo elettrico dipende dallo spazio e dal tempo

$$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}, t)$$

~~$$\vec{e} = e_x(\vec{r}, t)\hat{i}_x + e_y(\vec{r}, t)\hat{i}_y + e_z(\vec{r}, t)\hat{i}_z$$~~

$$\vec{r} = (r, \vartheta, \varphi)$$

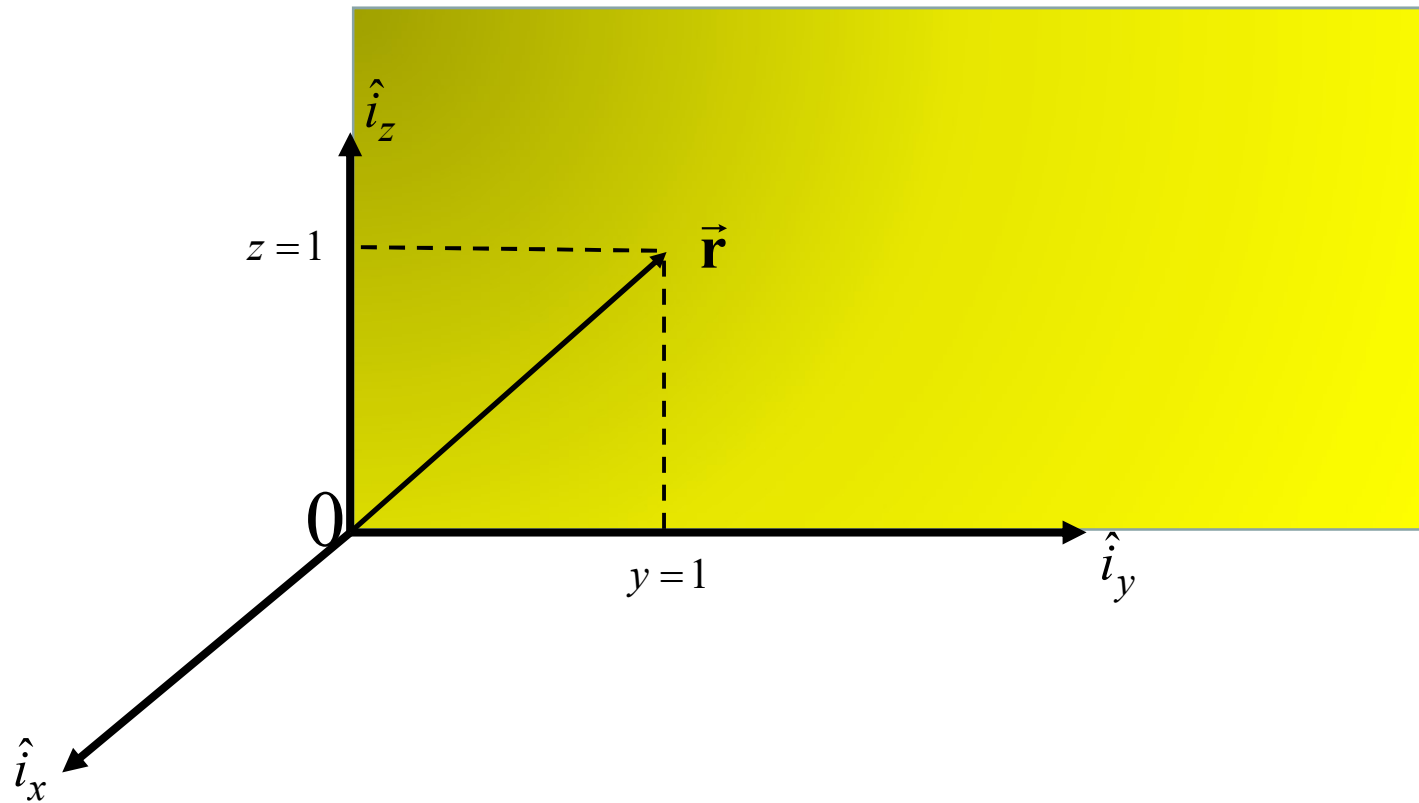
Sistema di riferimento sferico



# Sistema di riferimento sferico

Esercizio 1

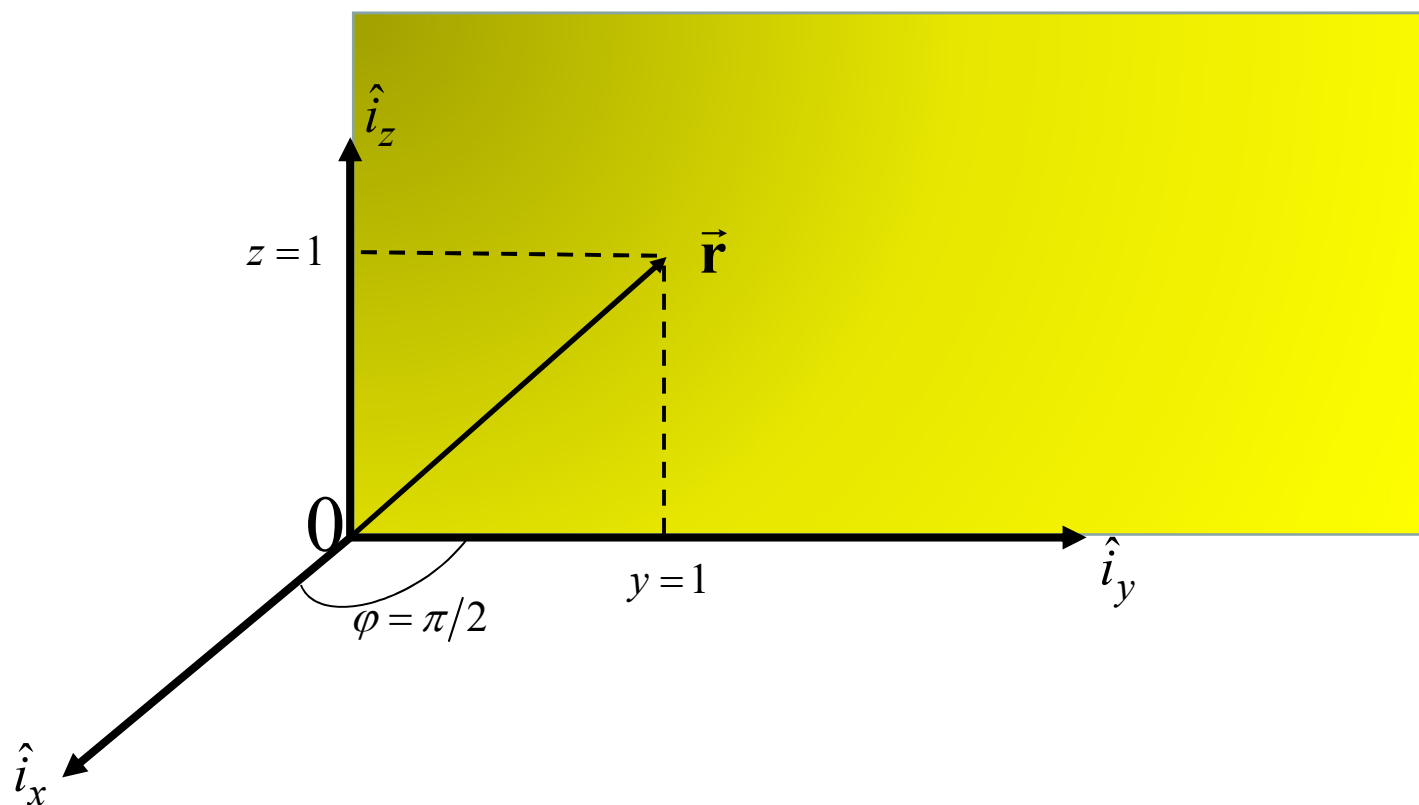
$$\vec{r} = (x = 0, y = 1, z = 1)$$



# Sistema di riferimento sferico

Esercizio 1

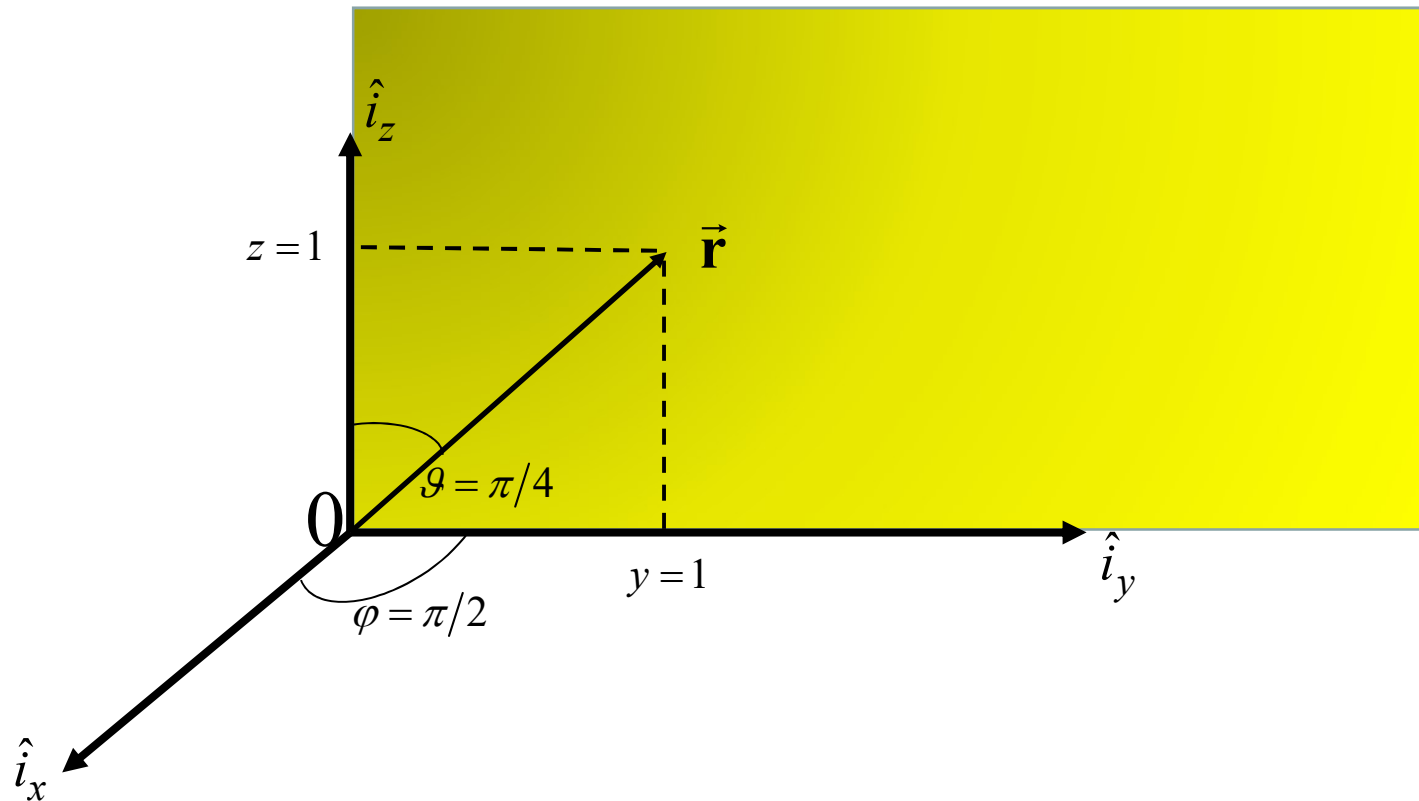
$$\vec{r} = (x = 0, y = 1, z = 1)$$



# Sistema di riferimento sferico

Esercizio 1

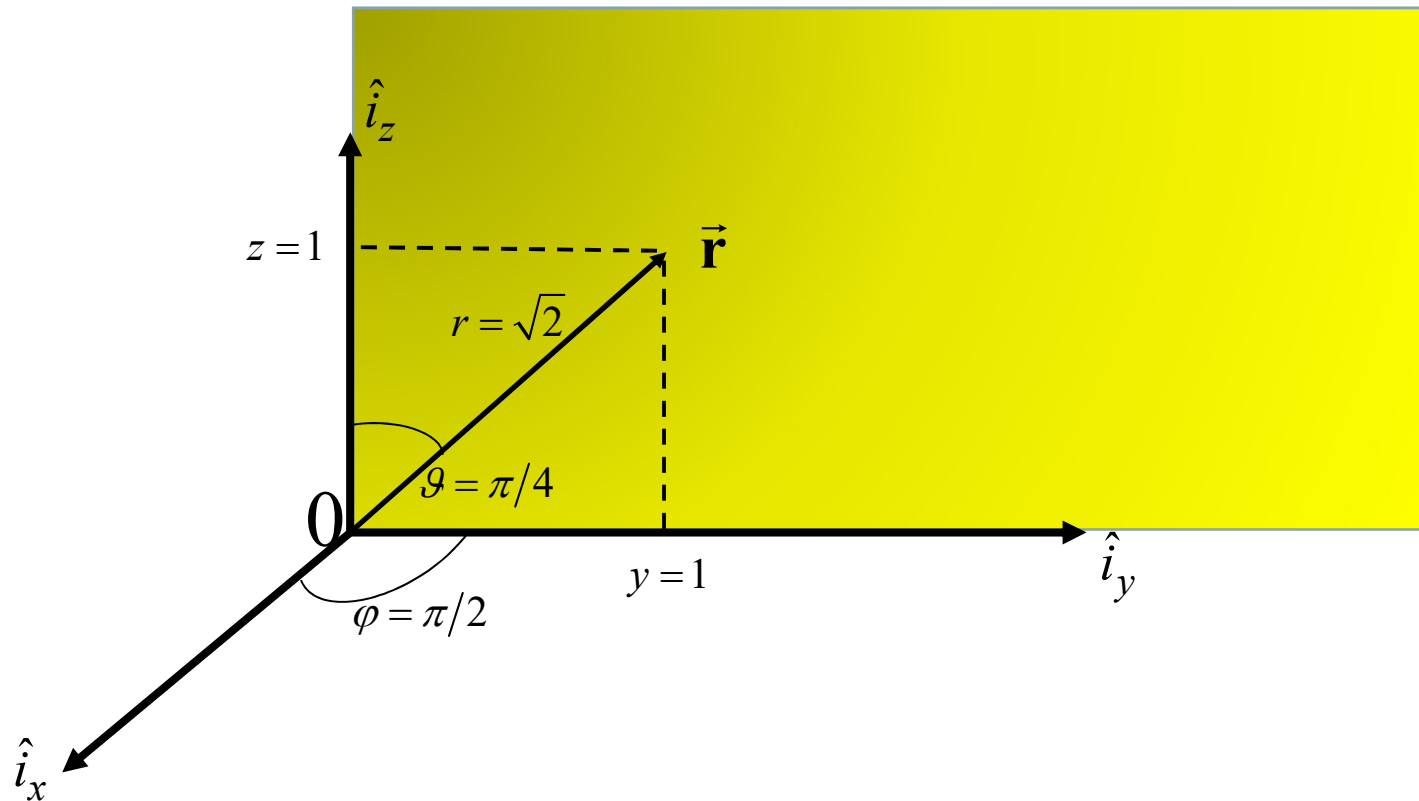
$$\vec{r} = (x = 0, y = 1, z = 1)$$



# Sistema di riferimento sferico

Esercizio 1

$$\vec{r} = (x = 0, y = 1, z = 1)$$

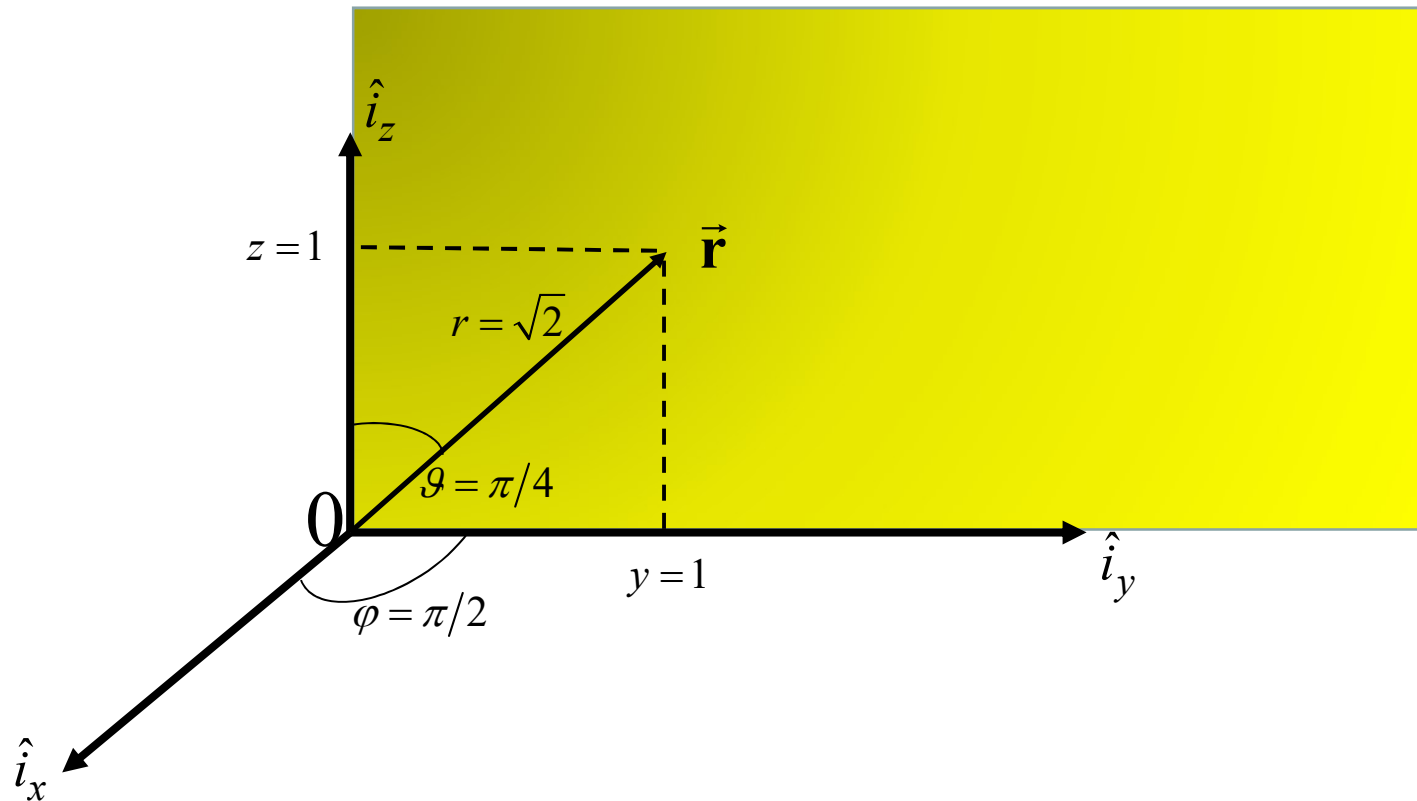


# Sistema di riferimento sferico

## Esercizio 1

$$\vec{r} = (x = 0, y = 1, z = 1)$$

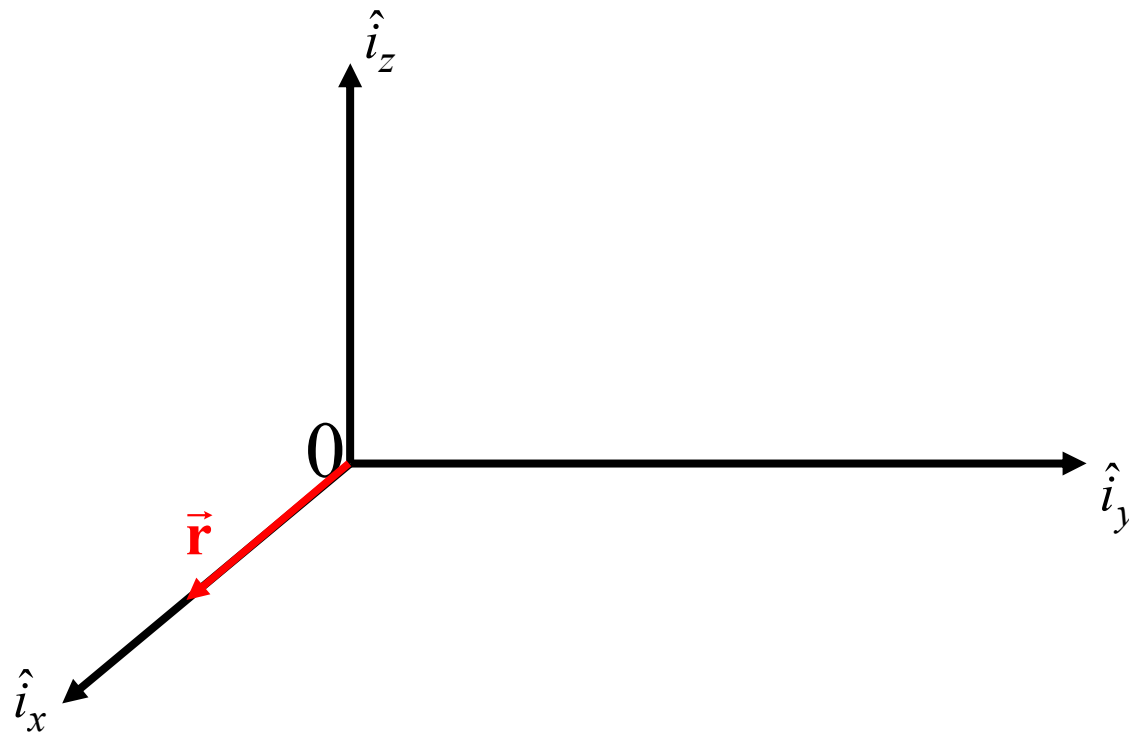
$$\vec{r} = (r = \sqrt{2}, \vartheta = \pi/4, \varphi = \pi/2)$$



# Sistema di riferimento sferico

Esercizio 2

$$\vec{r} = (x = 3, y = 0, z = 0)$$

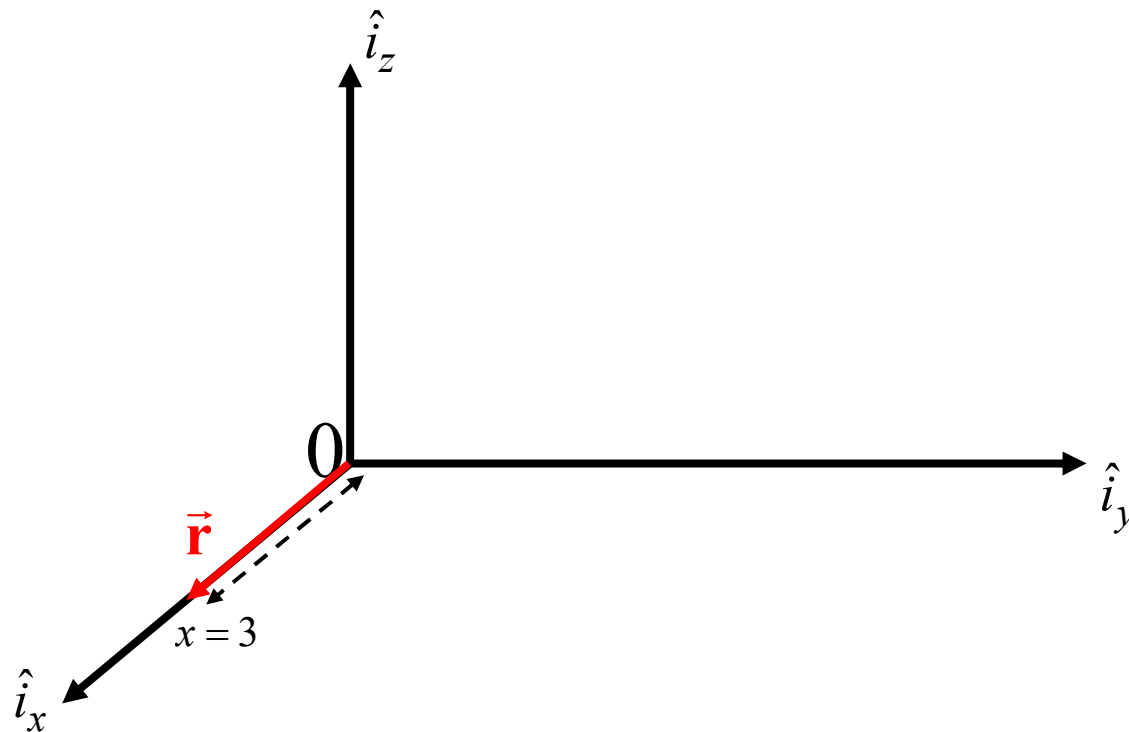




# Sistema di riferimento sferico

Esercizio 2

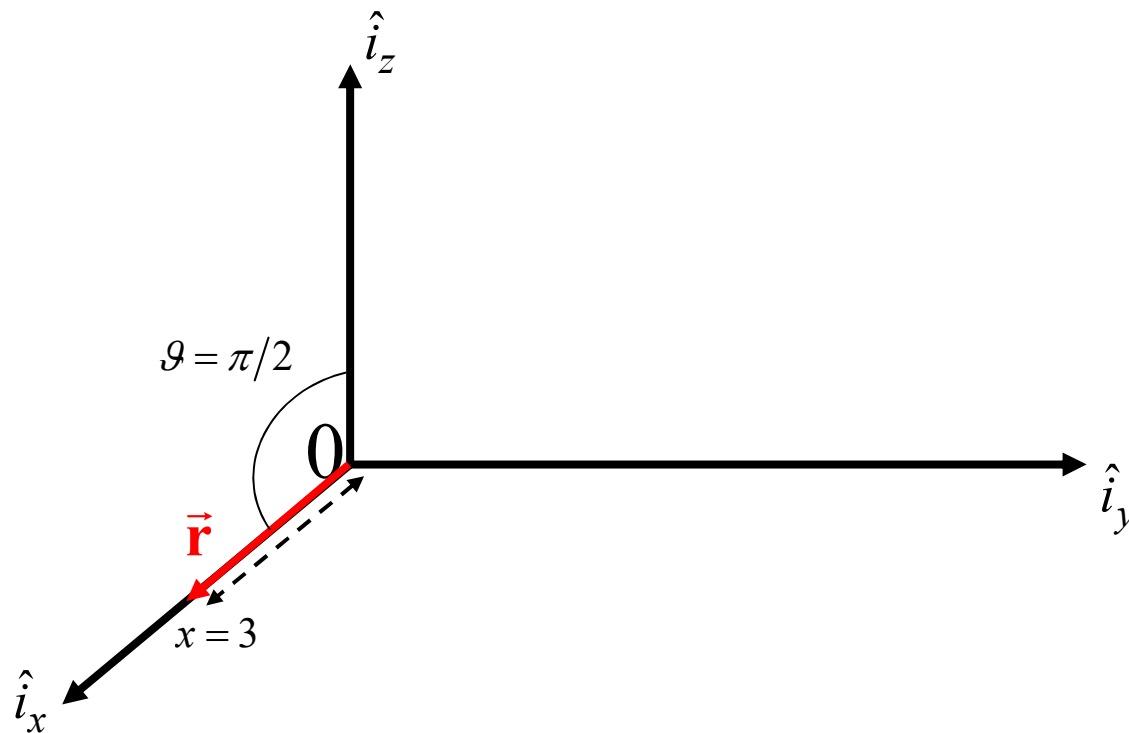
$$\vec{r} = (x = 3, y = 0, z = 0)$$



# Sistema di riferimento sferico

Esercizio 2

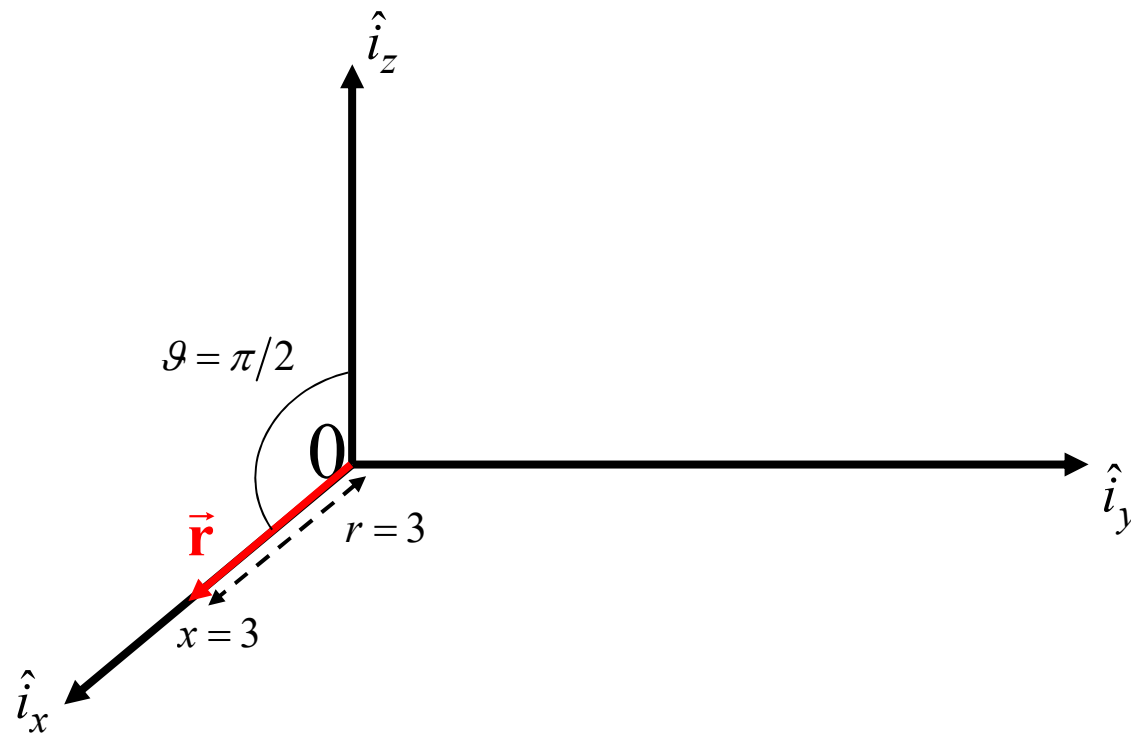
$$\vec{r} = (x = 3, y = 0, z = 0)$$



# Sistema di riferimento sferico

Esercizio 2

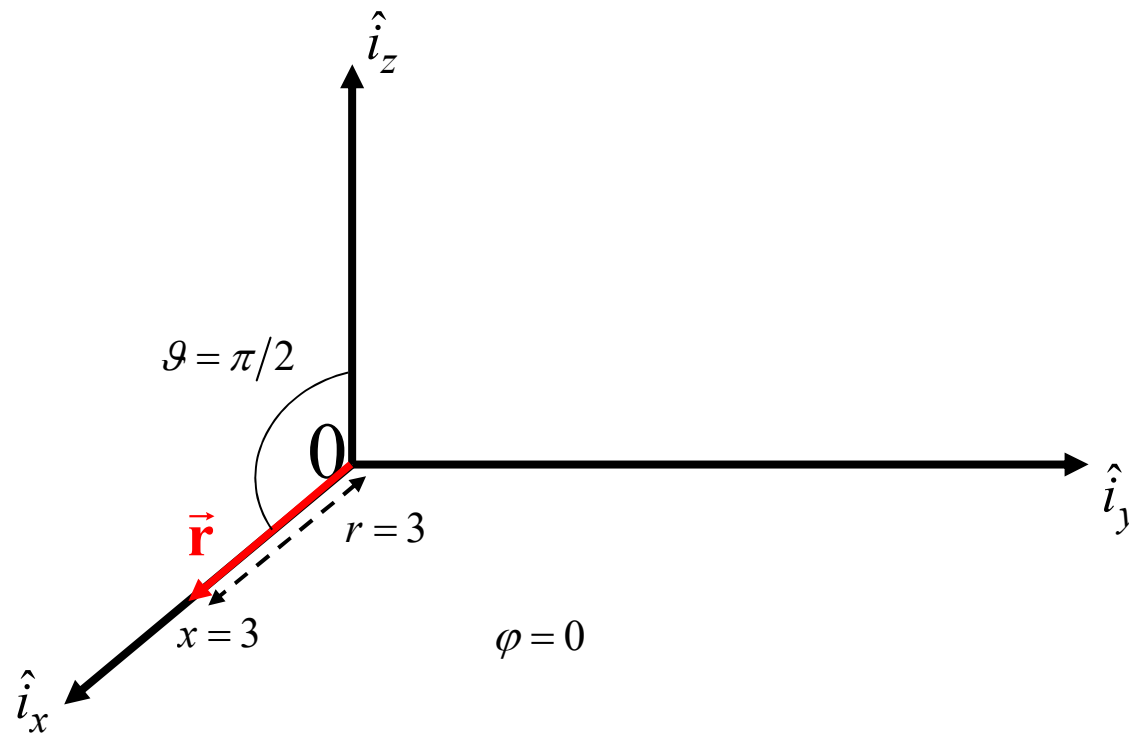
$$\vec{r} = (x = 3, y = 0, z = 0)$$



# Sistema di riferimento sferico

Esercizio 2

$$\vec{r} = (x = 3, y = 0, z = 0)$$

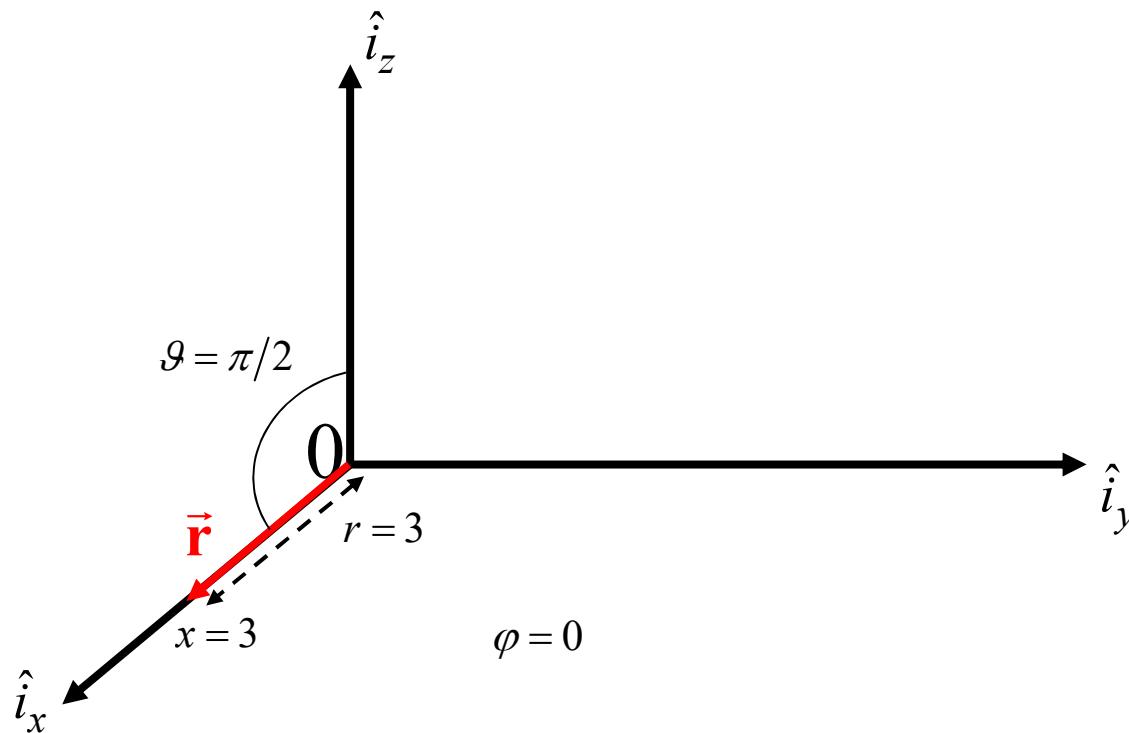


# Sistema di riferimento sferico

## Esercizio 2

$$\vec{r} = (x = 3, y = 0, z = 0)$$

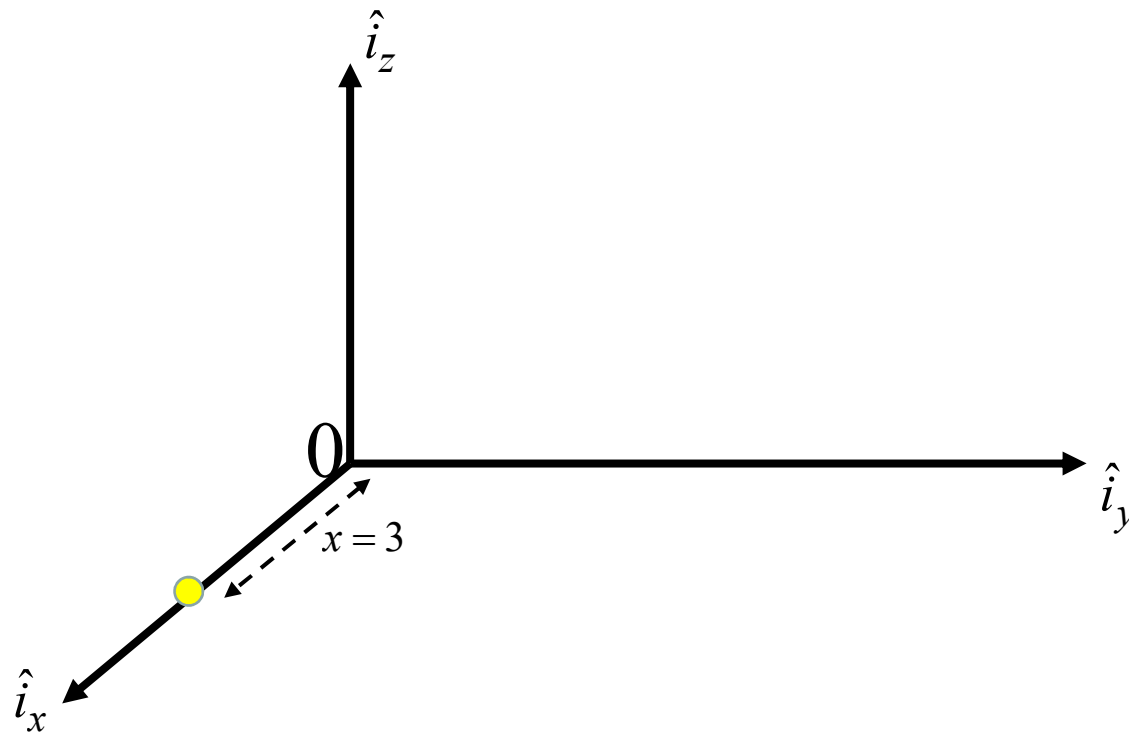
$$\vec{r} = (r = 3, \vartheta = \pi/2, \varphi = 0)$$



# Sistema di riferimento sferico

Esercizio 3

$$x = 3$$

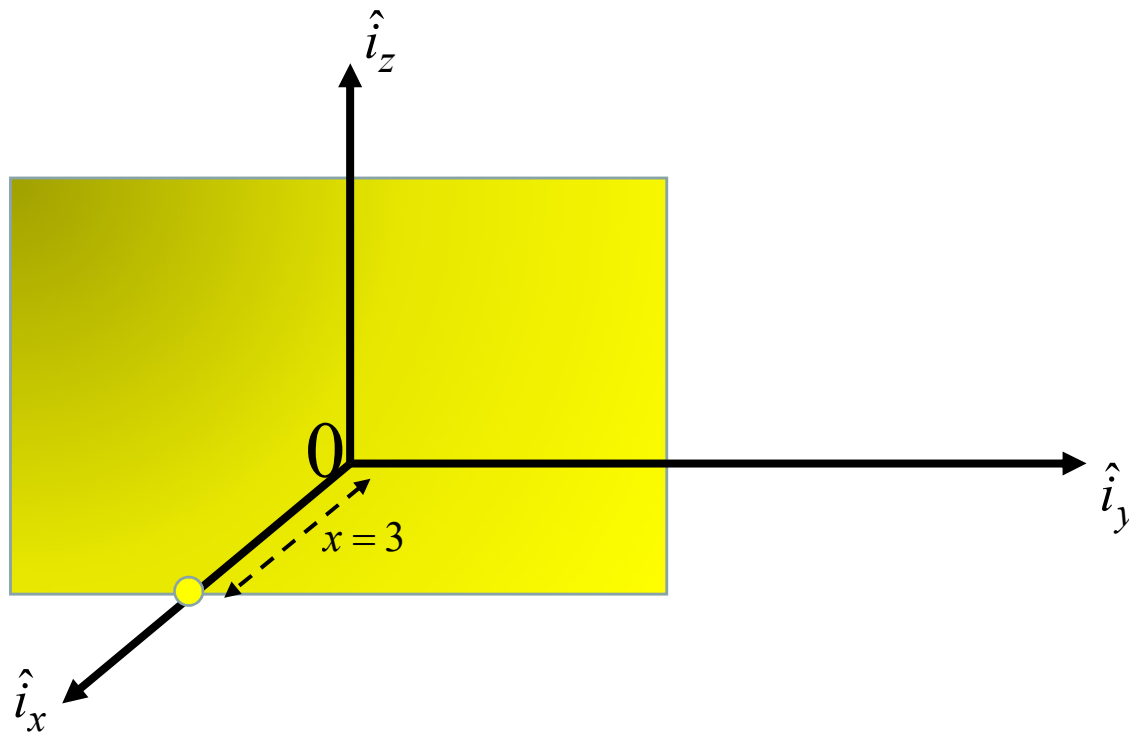


# Sistema di riferimento sferico

Esercizio 3

$$x = 3$$

... definisce un piano

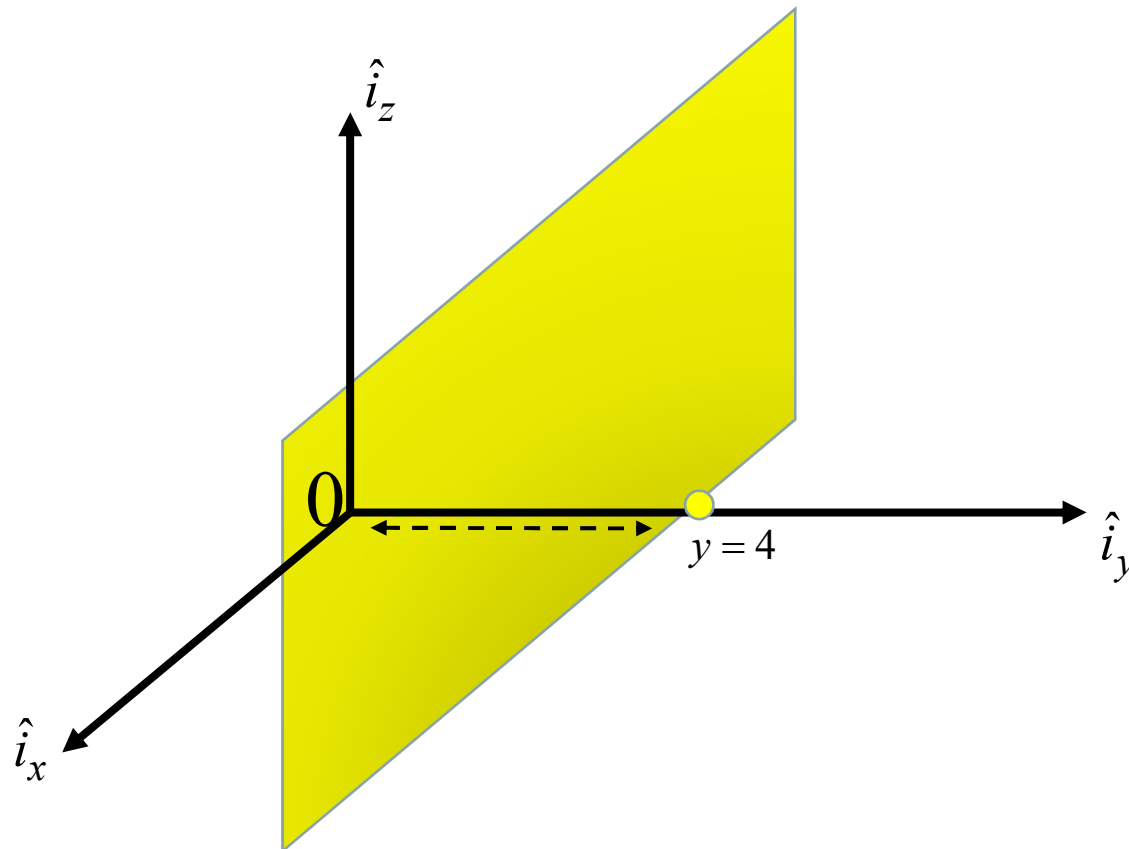


# Sistema di riferimento sferico

Esercizio 3

$$y = 4$$

... definisce un piano



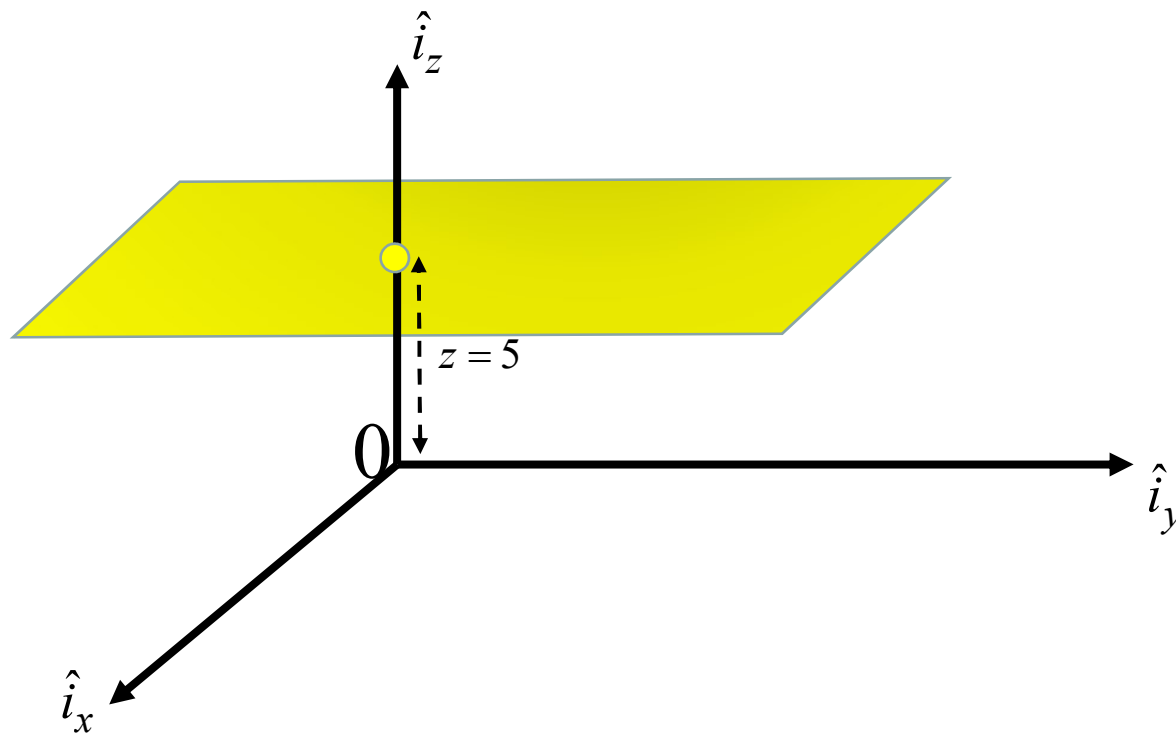


# Sistema di riferimento sferico

Esercizio 4

$$z = 5$$

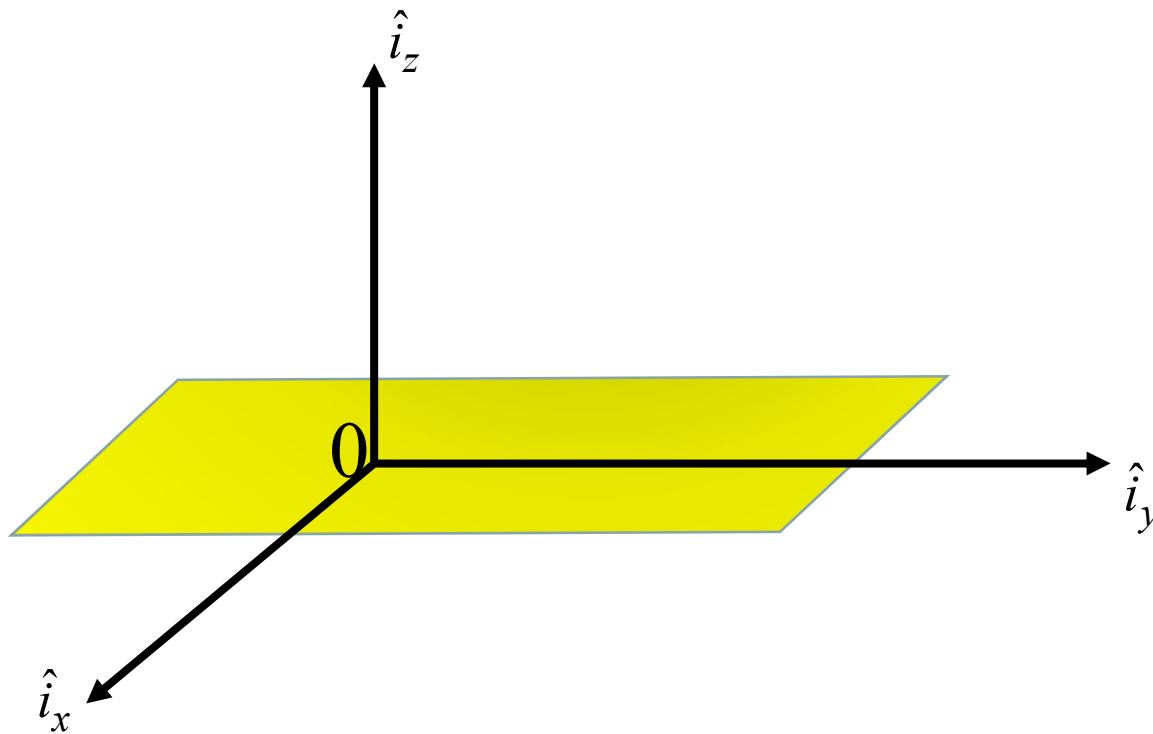
... definisce un piano



# Sistema di riferimento sferico

## Esercizio 5

Piano xy ?

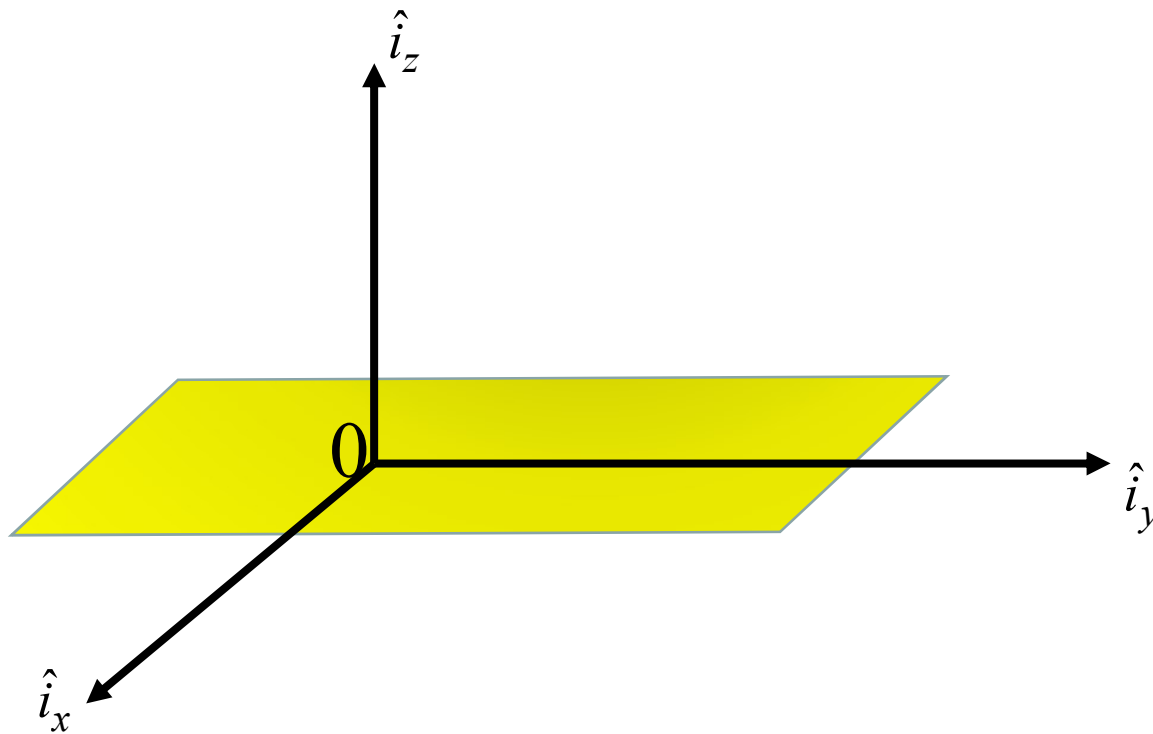


# Sistema di riferimento sferico

## Esercizio 5

Piano xy ?

$$z = 0$$

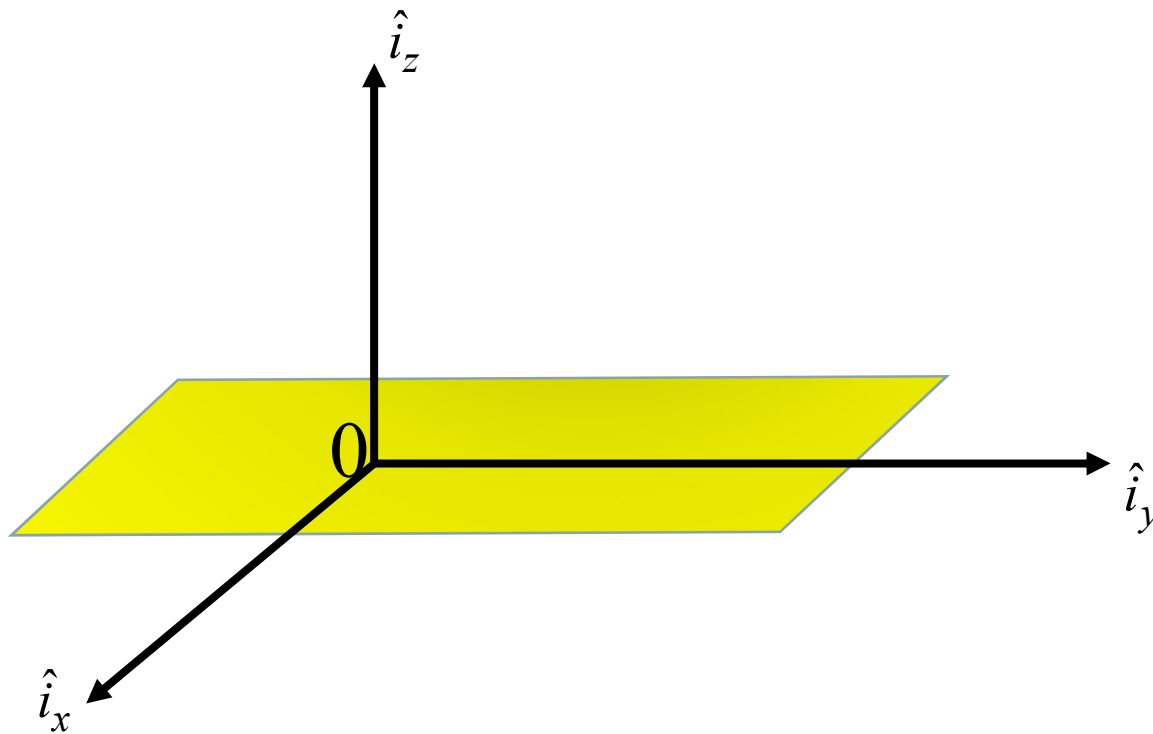


# Sistema di riferimento sferico

## Esercizio 5

Piano xy ?

$z = 0$  in coordinate cartesiane



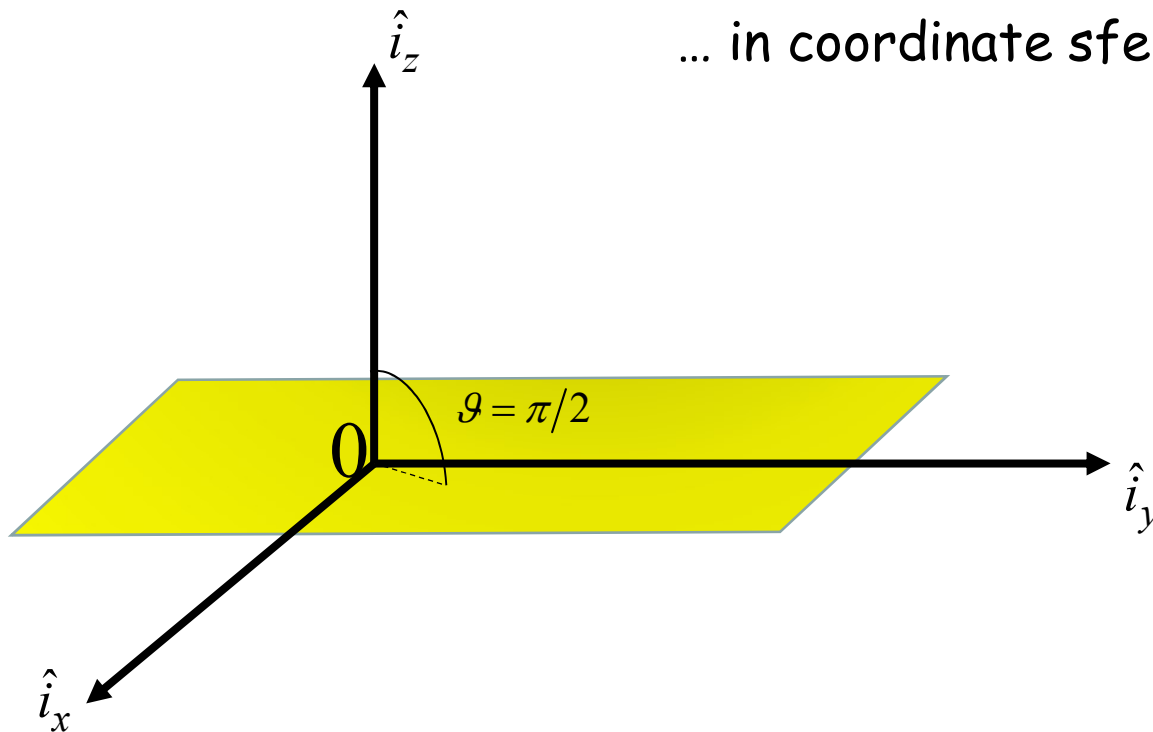
# Sistema di riferimento sferico

## Esercizio 5

Piano xy ?

$z = 0$  in coordinate cartesiane

... in coordinate sferiche  $\vartheta = \pi/2$



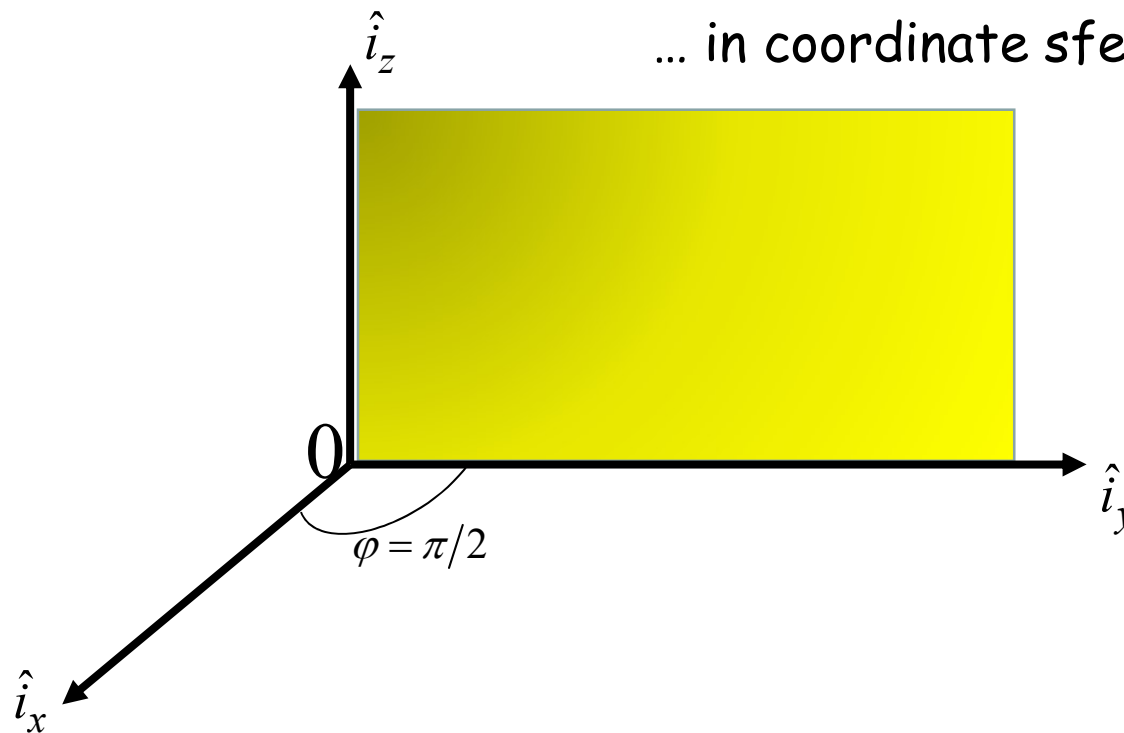
# Sistema di riferimento sferico

## Esercizio 6

Piano zy ?

$x = 0$  in coordinate cartesiane

... in coordinate sferiche  $\varphi = \pi/2$



# Sistema di riferimento sferico

## Esercizio 7

Piano xz ?

$y = 0$  in coordinate cartesiane

... in coordinate sferiche  $\varphi = 0$

