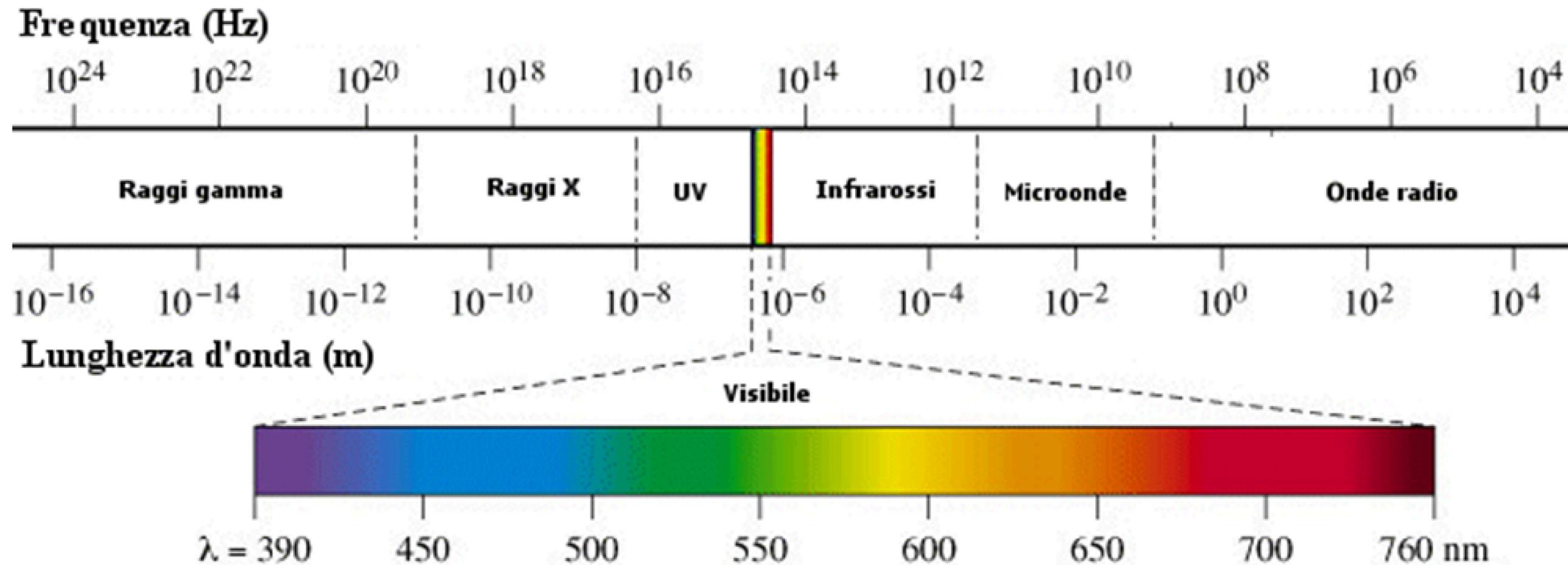


# LA POLARIZZAZIONE DELLA LUCE

# LA RADIAZIONE ELETTROMAGNETICA

- La luce è **radiazione elettromagnetica**
- Una piccola porzione è **visible** → **COLORI**



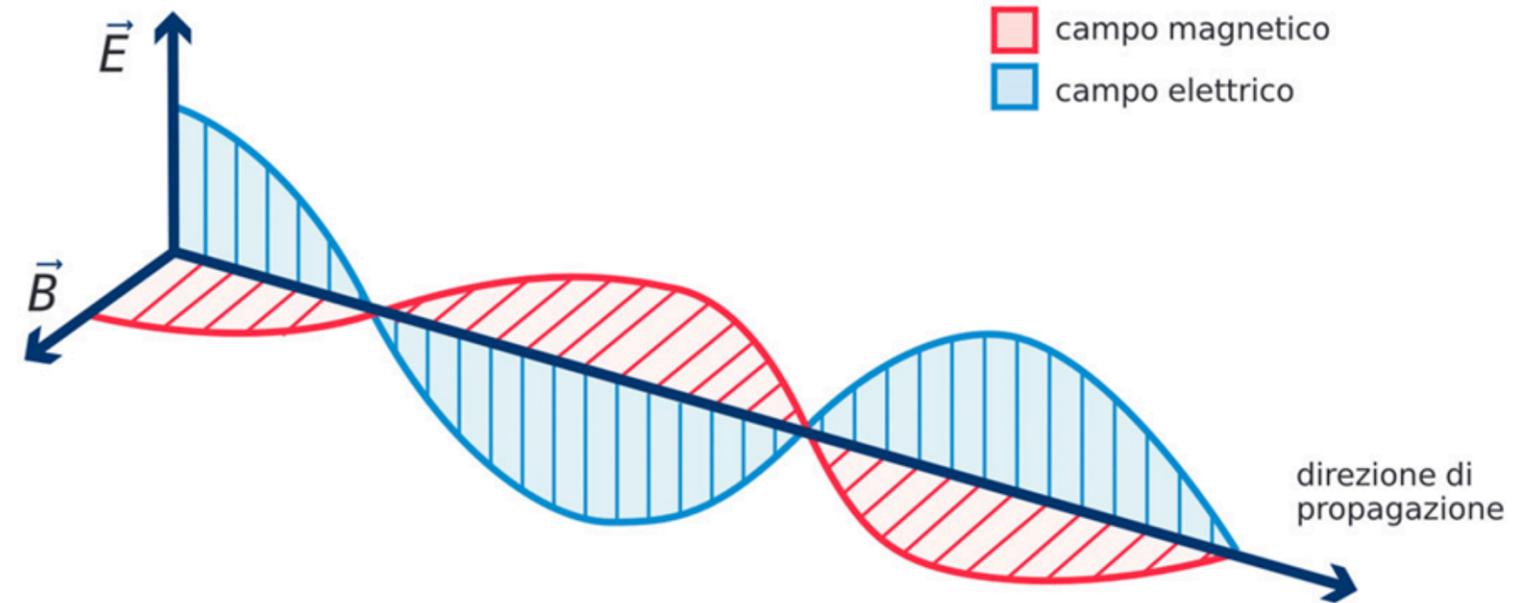
# CAMPO ELETTROMAGNETICO

- **Onde elettromagnetiche**

- Campo **elettrico**
- Campo **magnetico**

- Sono onde che:

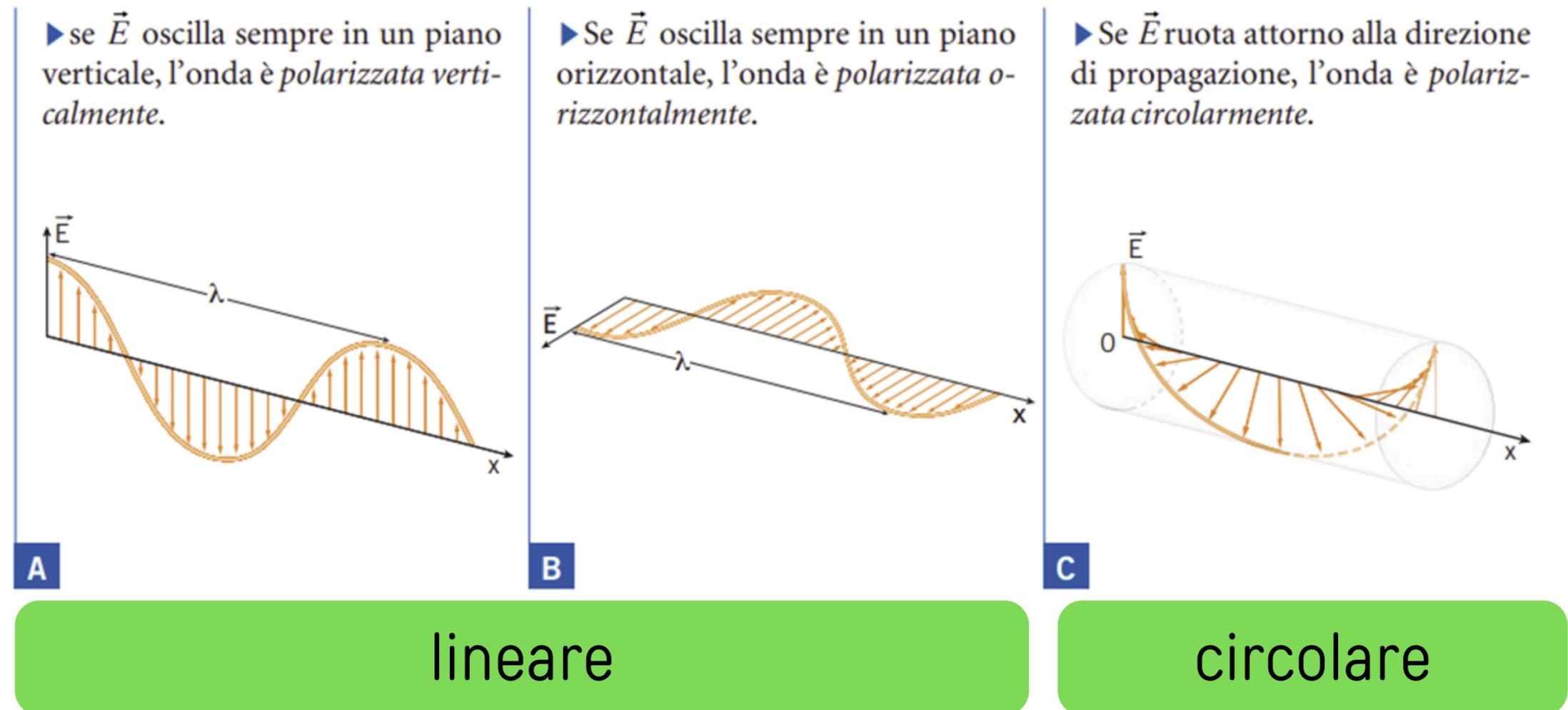
- **propagano** nella **stessa** direzione
- **oscillano** in direzioni ortogonali, ed ortogonali alla direzione di propagazione



# SOFFERMIAMOCI SUL CAMPO ELETTRICO

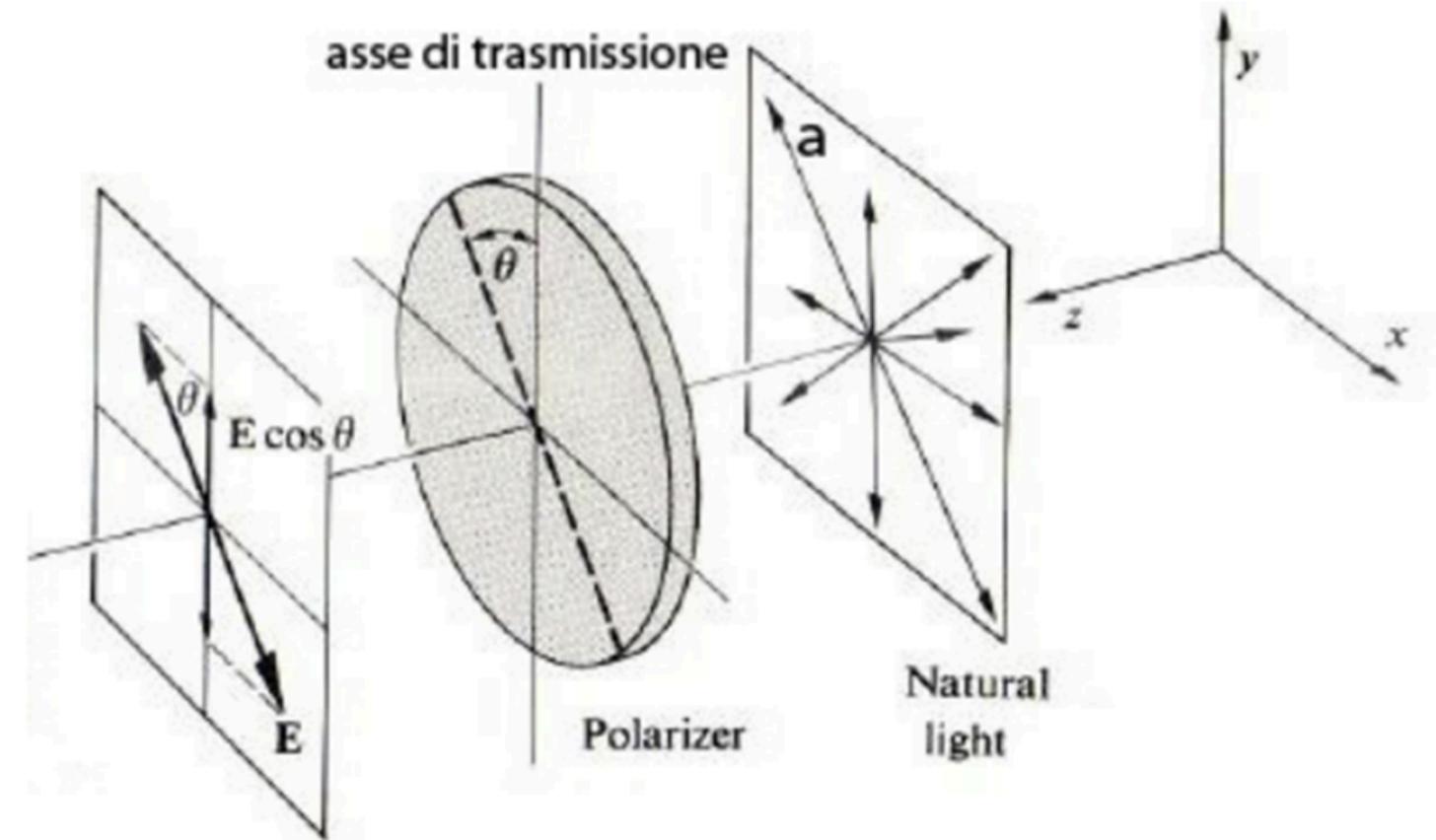
- In un'onda elettromagnetica, il **campo elettrico** può **oscillare** (sempre perpendicolarmente alla direzione del moto dell'onda) in modi molto diversi:

Un'onda si dice polarizzata quando l'oscillazione dei vettori  $E$  e  $B$  ha caratteristiche ben definite.



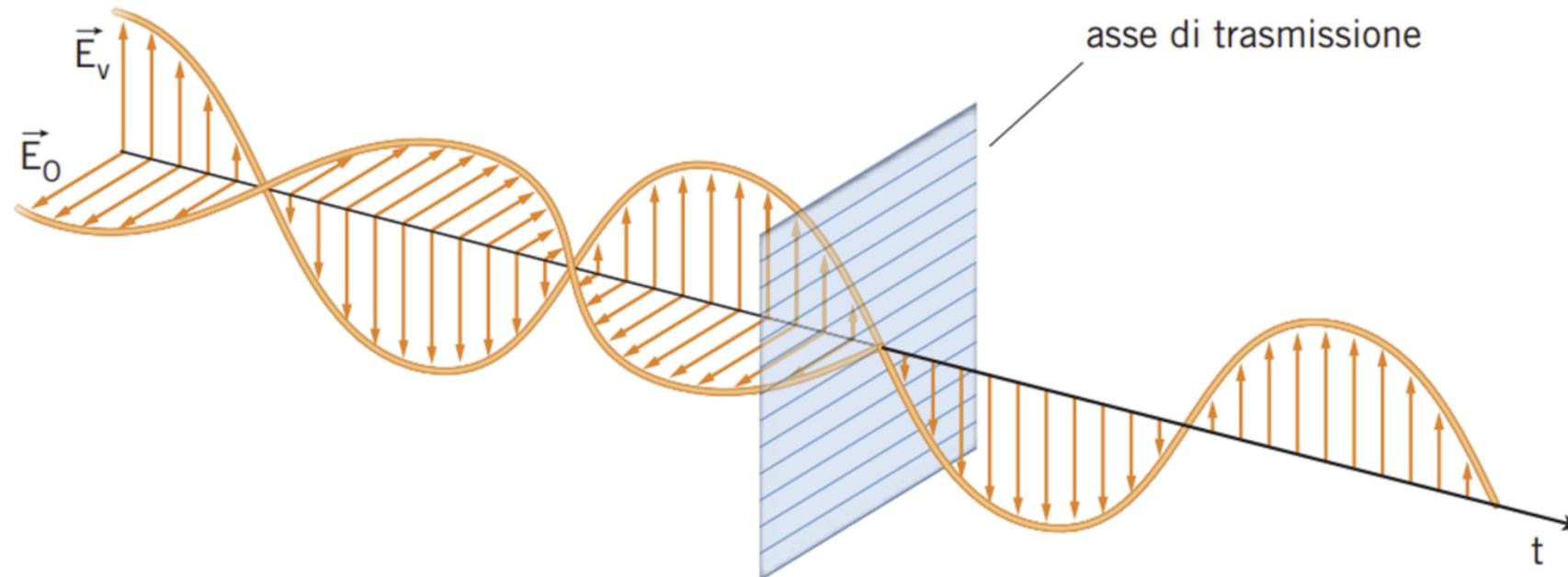
# I POLARIZZATORI (1)

- Esistono particolari **filtri**, detti **polarizzatori**, che **permettono** il passaggio soltanto di un **determinato tipo di luce polarizzata**
- Un **polarizzatore lineare** può essere attraversato soltanto da **luce polarizzata linearmente** nella **direzione dell'asse di trasmissione** del polarizzatore
- Esso **contiene** al suo interno delle **fibre conduttrici allineate** tra loro



# I POLARIZZATORI (2)

Quando la luce incide sul filtro, la **componente** del campo elettrico **parallela** alle **fibre** viene **assorbita**, perché è in grado di **muovere** i **portatori di carica** **presenti nelle fibre** e compie lavoro su di essi

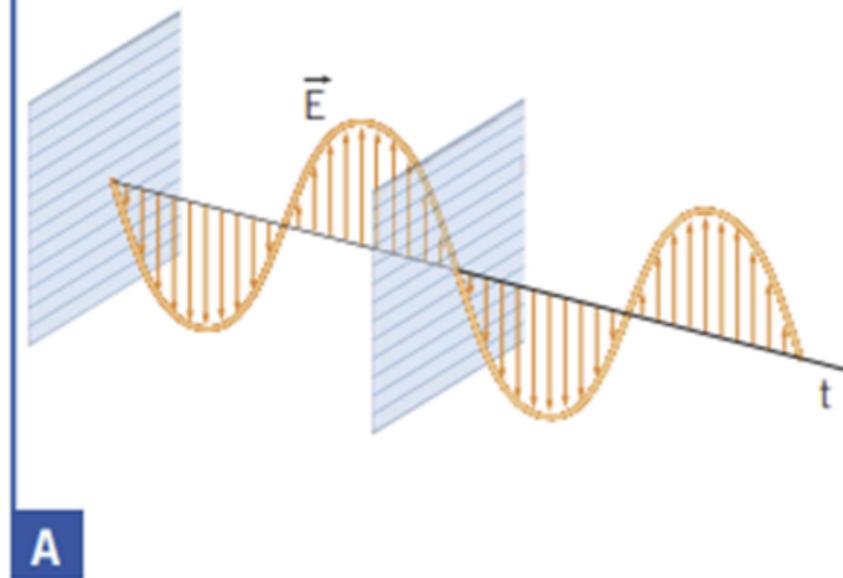


**Figura 1** Un filtro polarizzatore assorbe la parte di onda elettromagnetica che ha il vettore campo elettrico parallelo alle fibre conduttrici contenute nel filtro stesso.

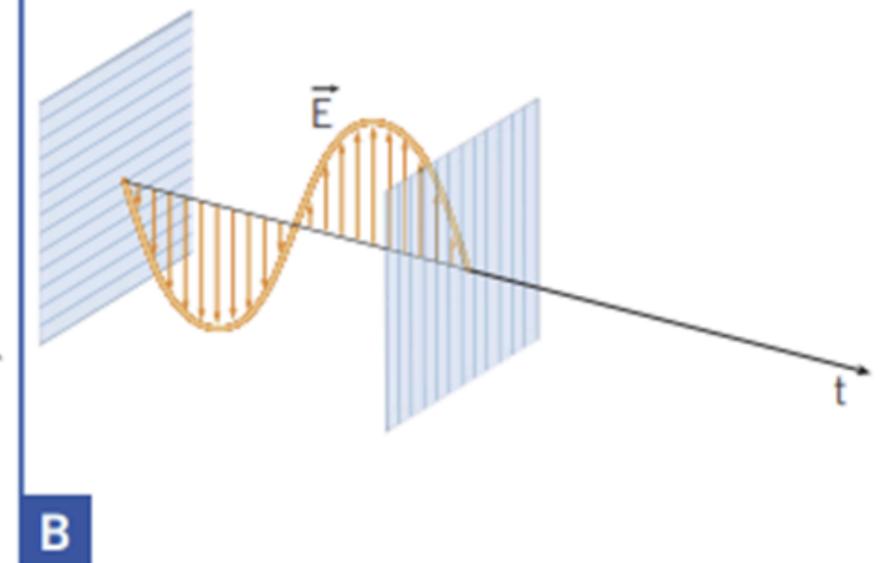
# I POLARIZZATORI (3)

Attraverso un filtro polarizzatore **passa soltanto la parte di radiazione** il cui campo elettrico **oscilla in direzione perpendicolare alle fibre e**, così, **la luce risulta polarizzata**

► Questa luce polarizzata è trasmessa inalterata da un secondo polarizzatore con asse di trasmissione parallelo a quello del primo.



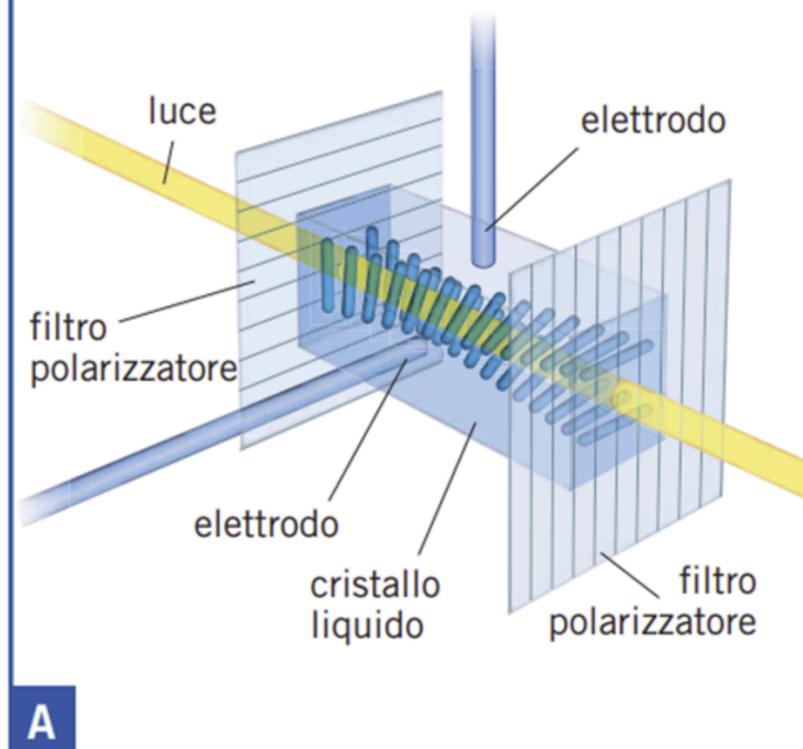
► Lo stesso polarizzatore, ruotato di  $90^\circ$ , farebbe passare soltanto luce polarizzata orizzontalmente e, quindi, blocca quella che proviene dal filtro verticale.



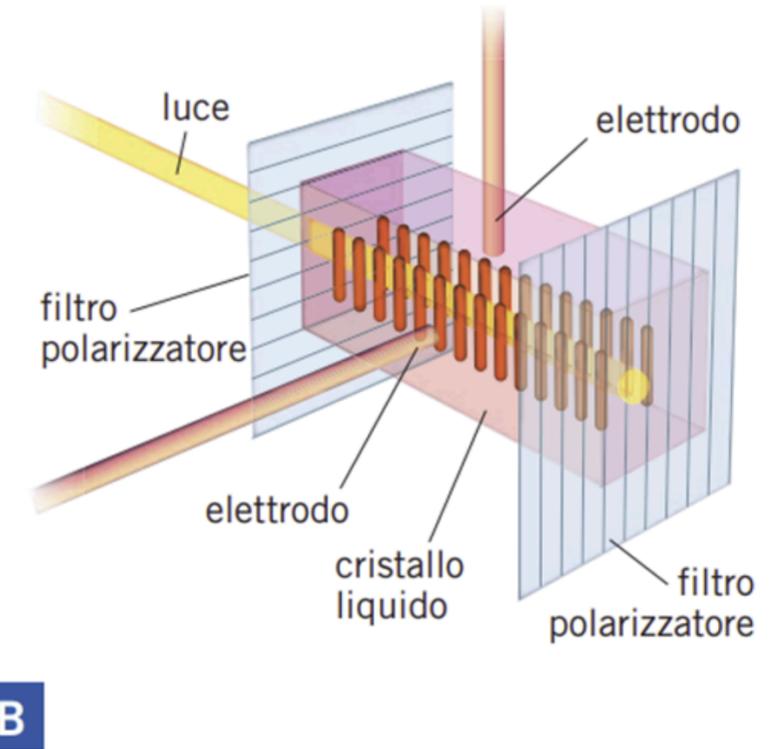
# SCHEMI A CRISTALLI LIQUIDI (LCD)

- Nei display, ci sono **due filtri polarizzatori perpendicolari** tra loro
- I **cristalli liquidi** presenti tra i due filtri hanno la capacità di **ruotare** progressivamente il **piano di polarizzazione** della luce che li attraversa

► Così la luce polarizzata verticalmente dal primo filtro giunge al secondo polarizzata orizzontalmente e passa attraverso di esso. Il punto sullo schermo è chiaro.



► Un campo elettrico cambia la forma dei cristalli liquidi; così la luce dal primo filtro non viene modificata e non attraversa il secondo. Il punto sullo schermo è scuro.

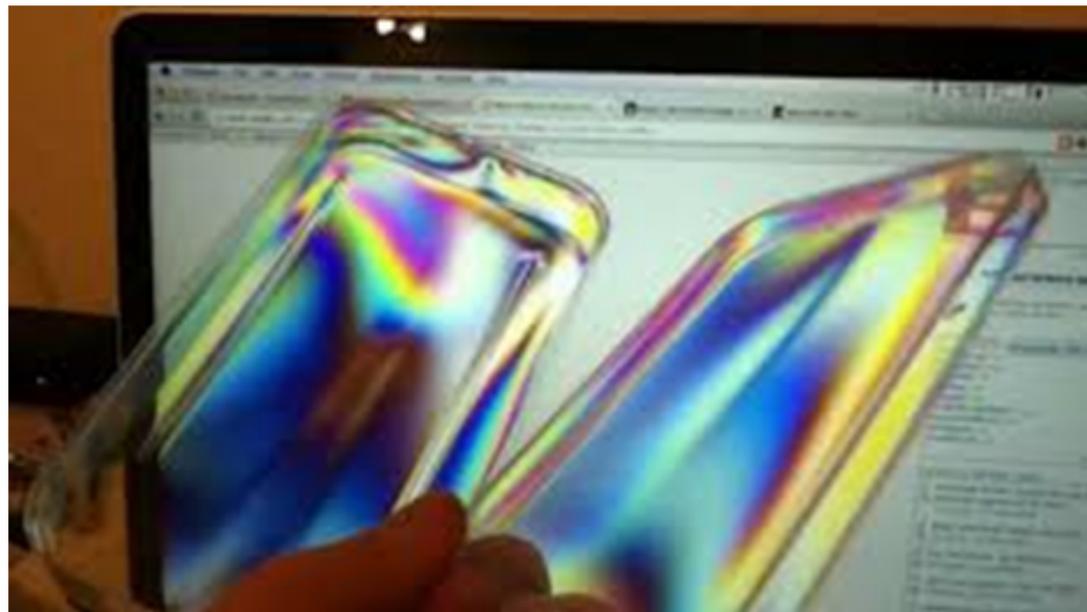
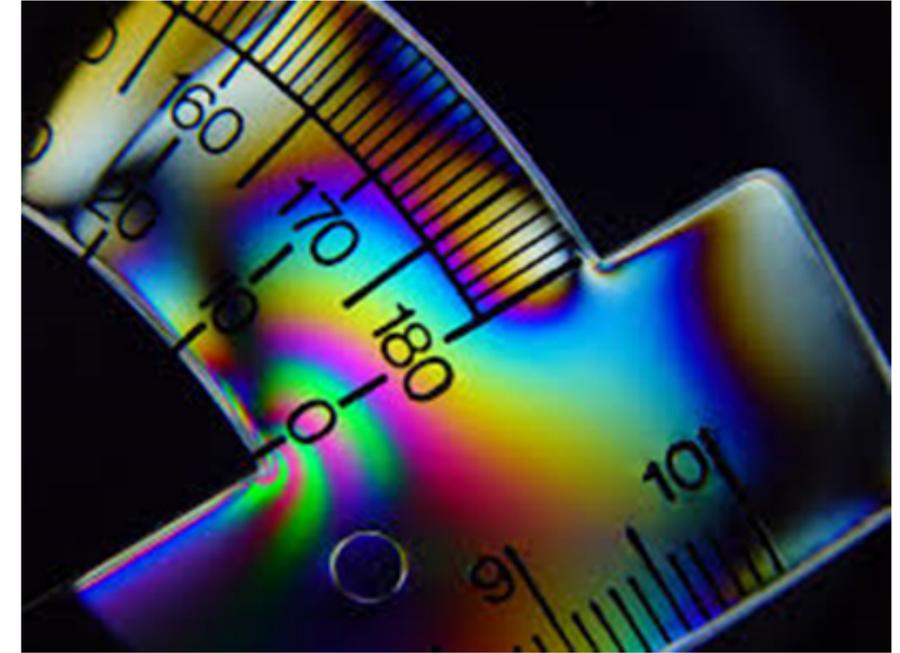
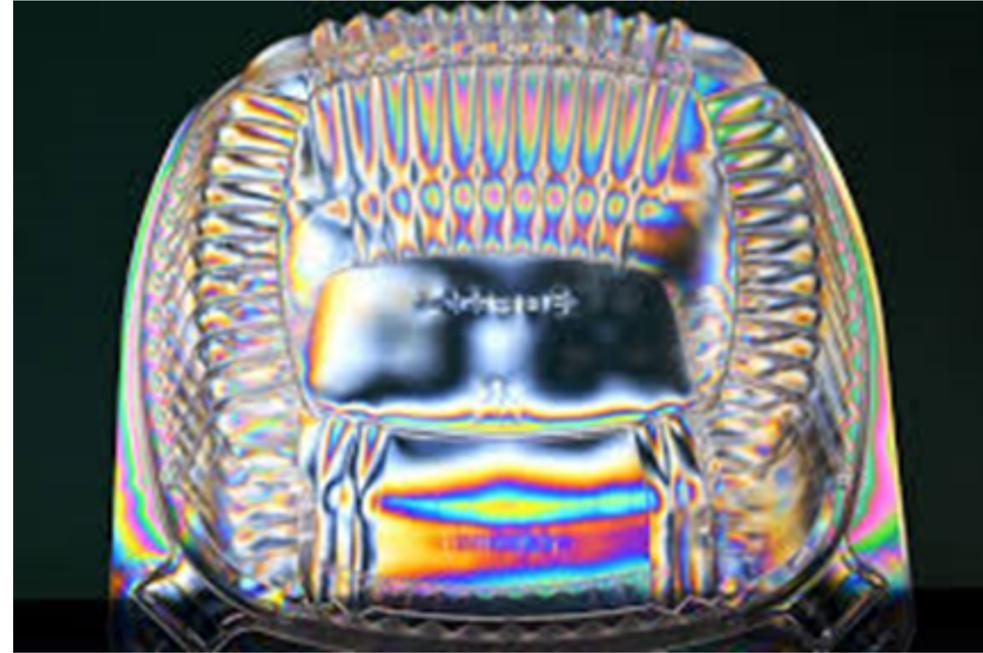


# LA BIRIFRANGENZA (1)

- Un corpo capace di **alterare lo stato di polarizzazione** di un fascio di radiazione (polarizzato o non) che lo attraversi si dice **birifrangente**
- La luce riflessa da superfici isolanti e quella diffusa dall'atmosfera terrestre risultano parzialmente polarizzate
- Esempi: posate di plastica trasparente, scotch trasparente...

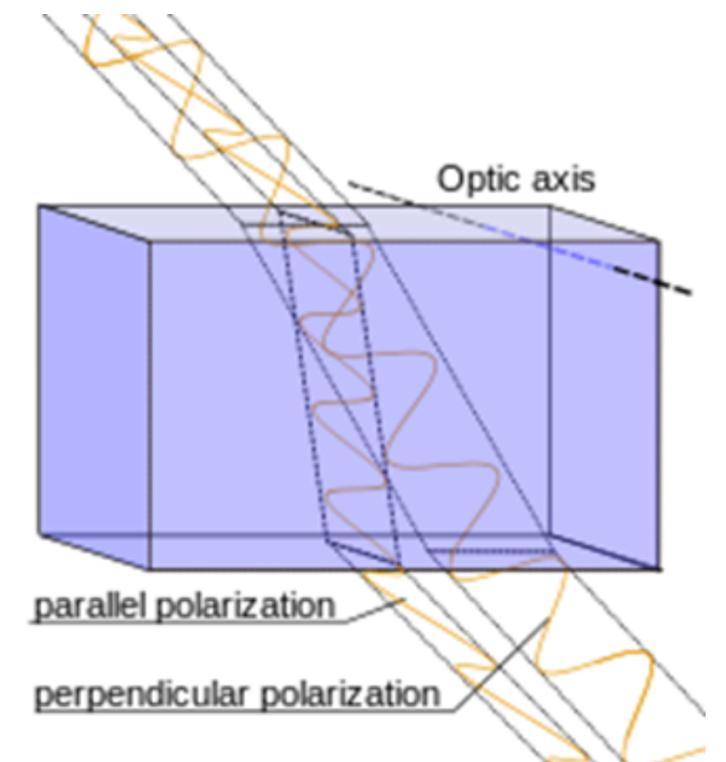


# LA BIRIFRANGENZA (1.1)



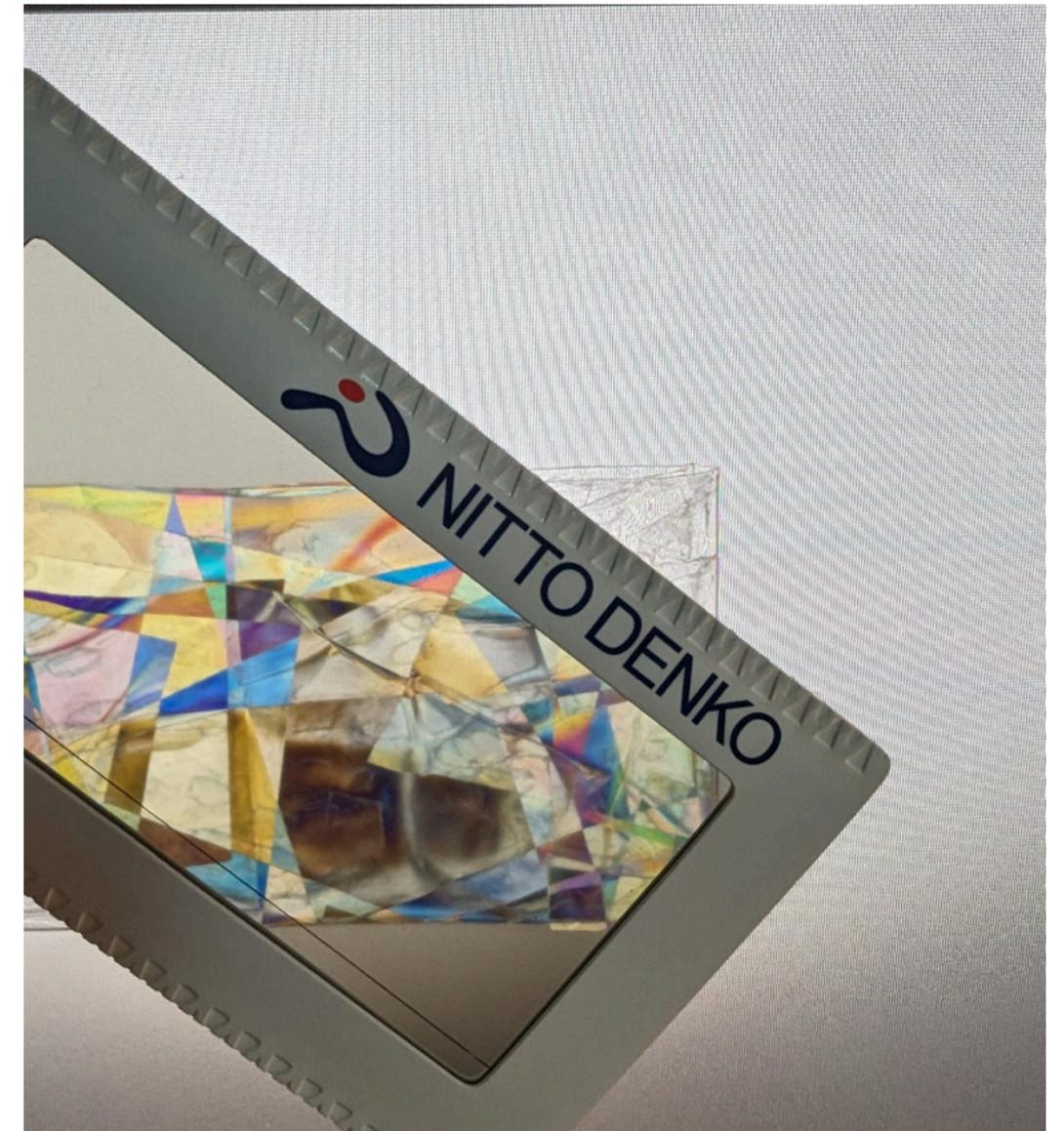
# LA BIRIFRANGENZA (2)

- La **birifrangenza** è la **proprietà ottica** di avere un **indice di rifrazione** che **dipende dalla polarizzazione** della luce in ingresso
- In particolare, un **fascio** di luce viene **diviso** nella sua componente **parallela e perpendicolare** all'**asse ottico**
- La birifrangenza è responsabile del fenomeno della **“doppia rifrazione”**



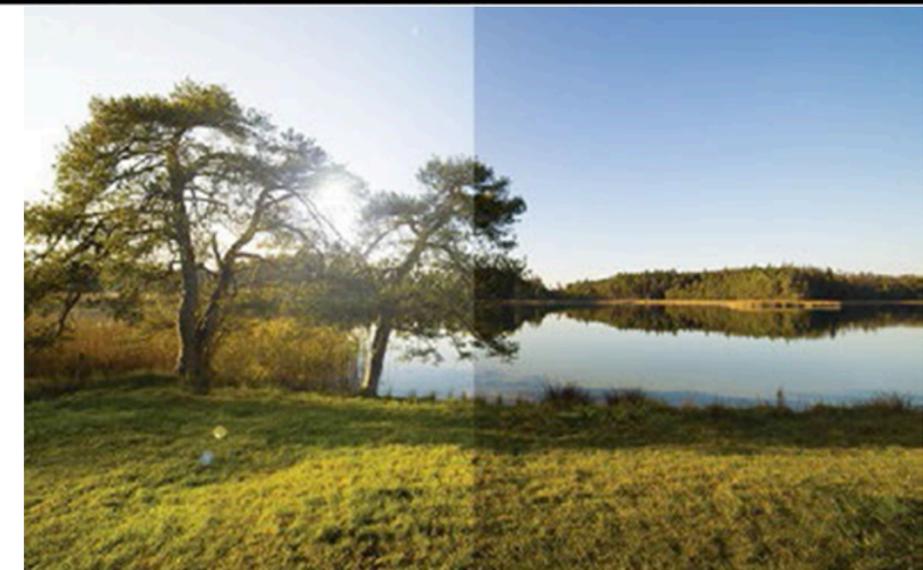
# IL NASTRO ADESIVO

- Il **nastro adesivo**, il comunissimo scotch, è in grado di **convertire la polarizzazione** da lineare ad ellittica
- L'**esatta forma** della polarizzazione ellittica **dipende** da
  - lunghezza d'onda (**colore**)
  - **orientazione relativa** tra scotch e asse di polarizzazione della luce
  - Dallo **spessore** = quante strisce di scotch
- Inserendo un **secondo polarizzatore lineare**, a seconda dell'orientazione, alcune lunghezze d'onda saranno **fermate**, altre **trasmesse**



# LA POLARIZZAZIONE DELLA LUCE DEL CIELO (1)

- La **luce blu** del cielo è parzialmente **polarizzata** dalla **diffusione atmosferica** che produce il colore blu
- In particolare, risulta polarizzata nel piano che passa per
  - Sole
  - Punto del cielo osservato
  - Occhio dell'osservatore

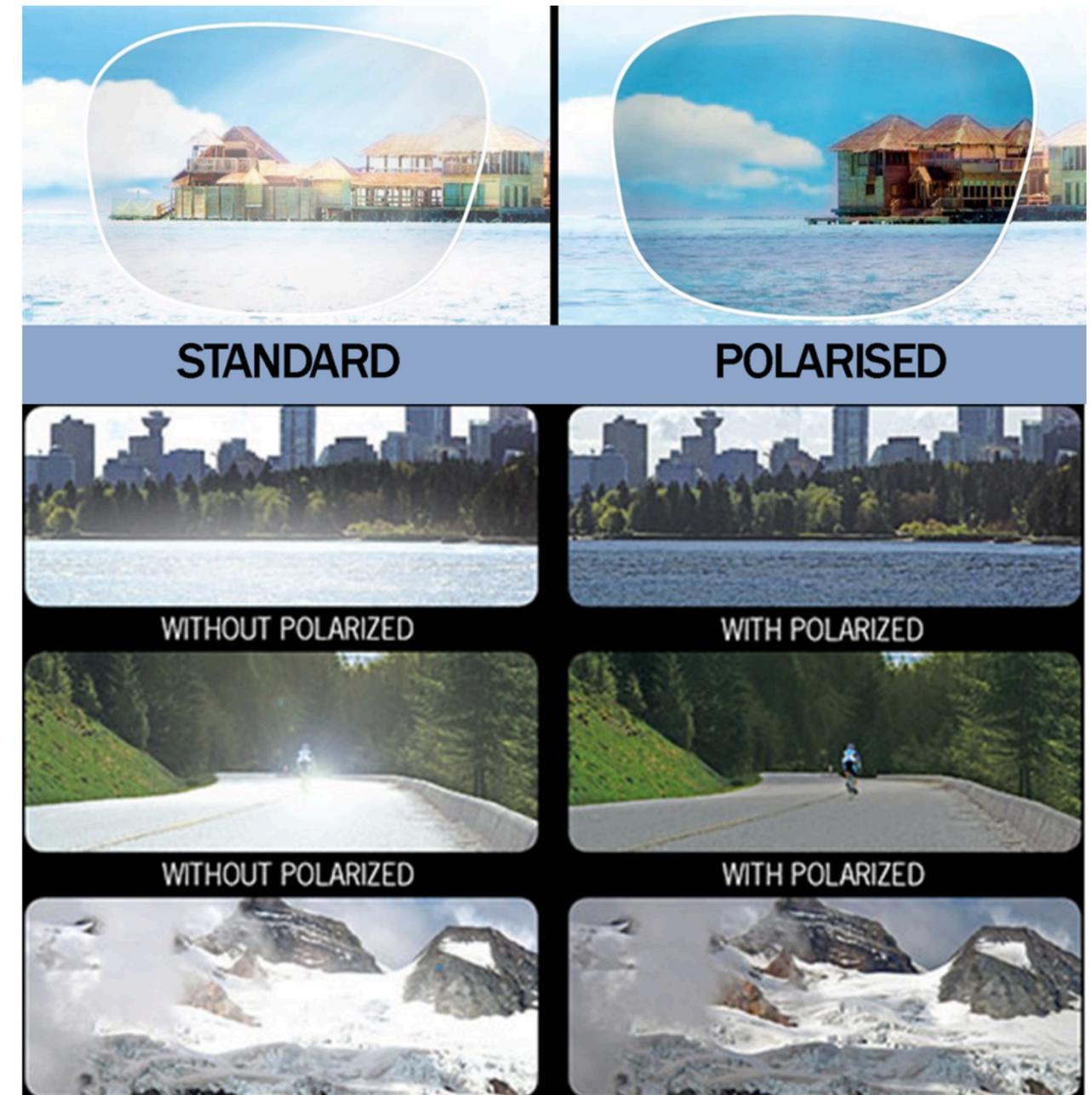


Without Polarized Lenses

With Polarized Lenses

# LA POLARIZZAZIONE DELLA LUCE DEL CIELO (2)

- Luce radiata dal sole: non polarizzata
- **Interazione** con l'atmosfera: causa **polarizzazione**
- Le molecole dell'atmosfera si comportano come dei **dipoli oscillanti**, che vengono messi in moto dalla **radiazione**, nella **direzione** parallela alla **propagazione** dell'onda elettromagnetica



# LA POLARIZZAZIONE DELLA LUCE DEL CIELO (3)

- La **luce riflessa**, come per esempio da **neve, pozzanghere, laghi** è **polarizzata** e soprattutto giunge da una **superficie non parallela** a quella della **lente** di un occhiale da sole
- Un **filtro polarizzatore** rimuove questa **luce diffusa**, eliminando **disturbi** della visione collegati
- Anche **riflessi** sul **vetro** di una **macchina** vengono bloccati



*Una mattina estiva con molta luminosità. L'asfalto riflette la luce creando un effetto di abbagliamento ed, inoltre, sul parabrezza, è visibile il riflesso del cappellino. Una situazione ad elevato stress visivo.*

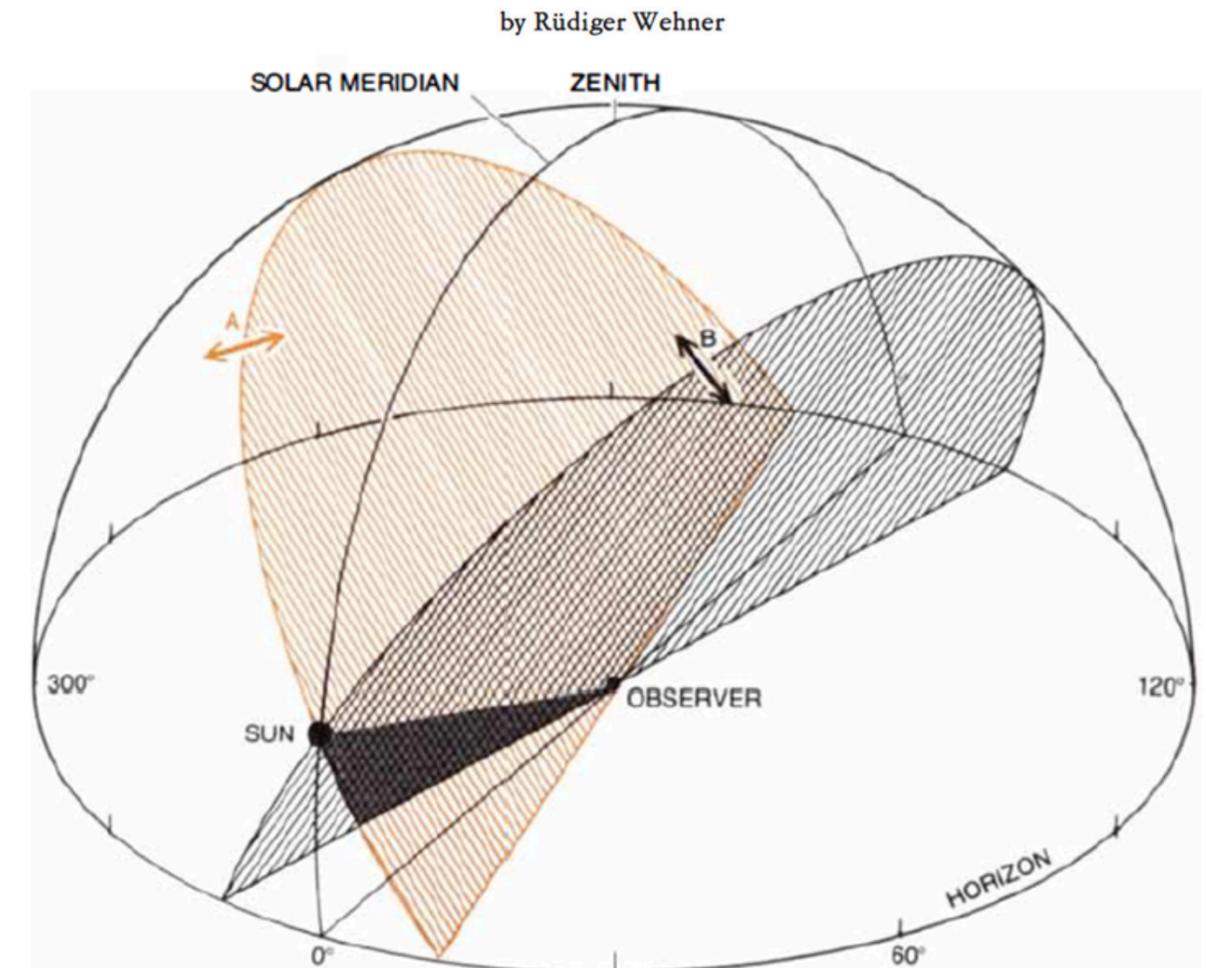


*Applicando alla fotocamera un filtro polarizzante, i riflessi sull'asfalto vengono ridotti notevolmente e sparisce l'immagine del cappellino dal parabrezza. La visione è sicuramente più rilassante.*

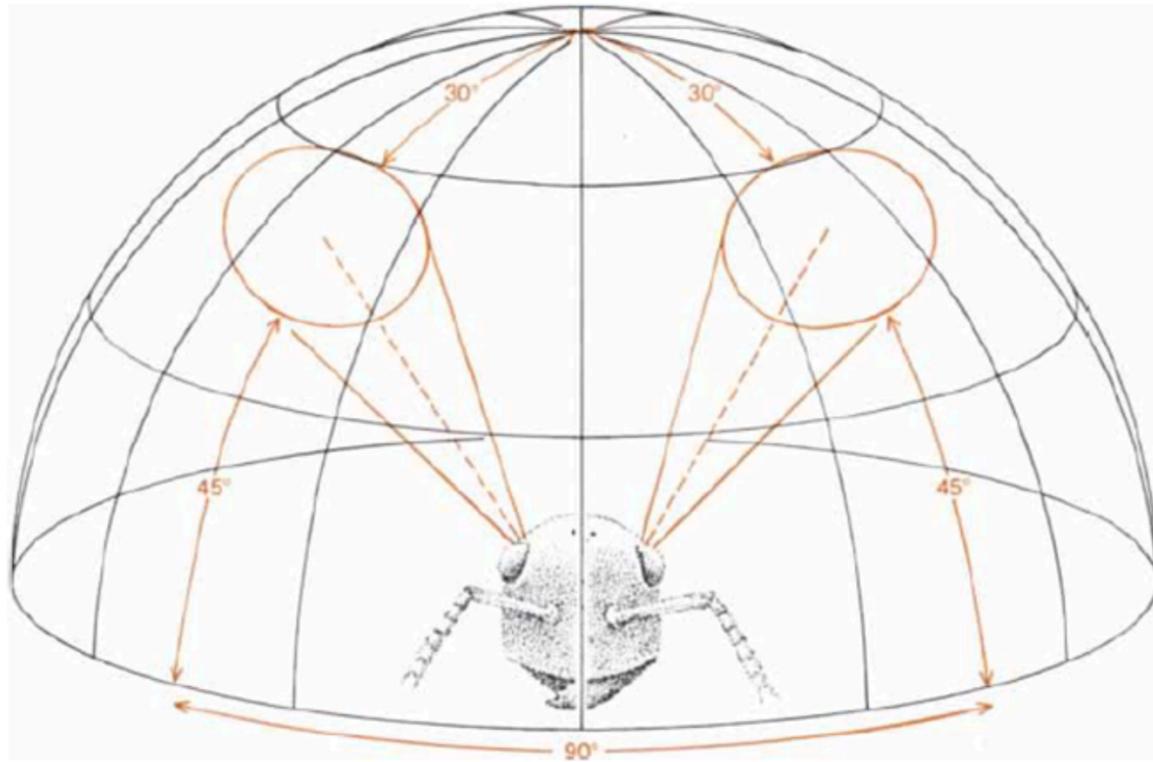
# Polarized-Light Navigation by Insects

*Experiments demonstrate that bees and ants find their way home by the polarization of the light of the sky. The detection system insects have evolved for the purpose is remarkably sophisticated*

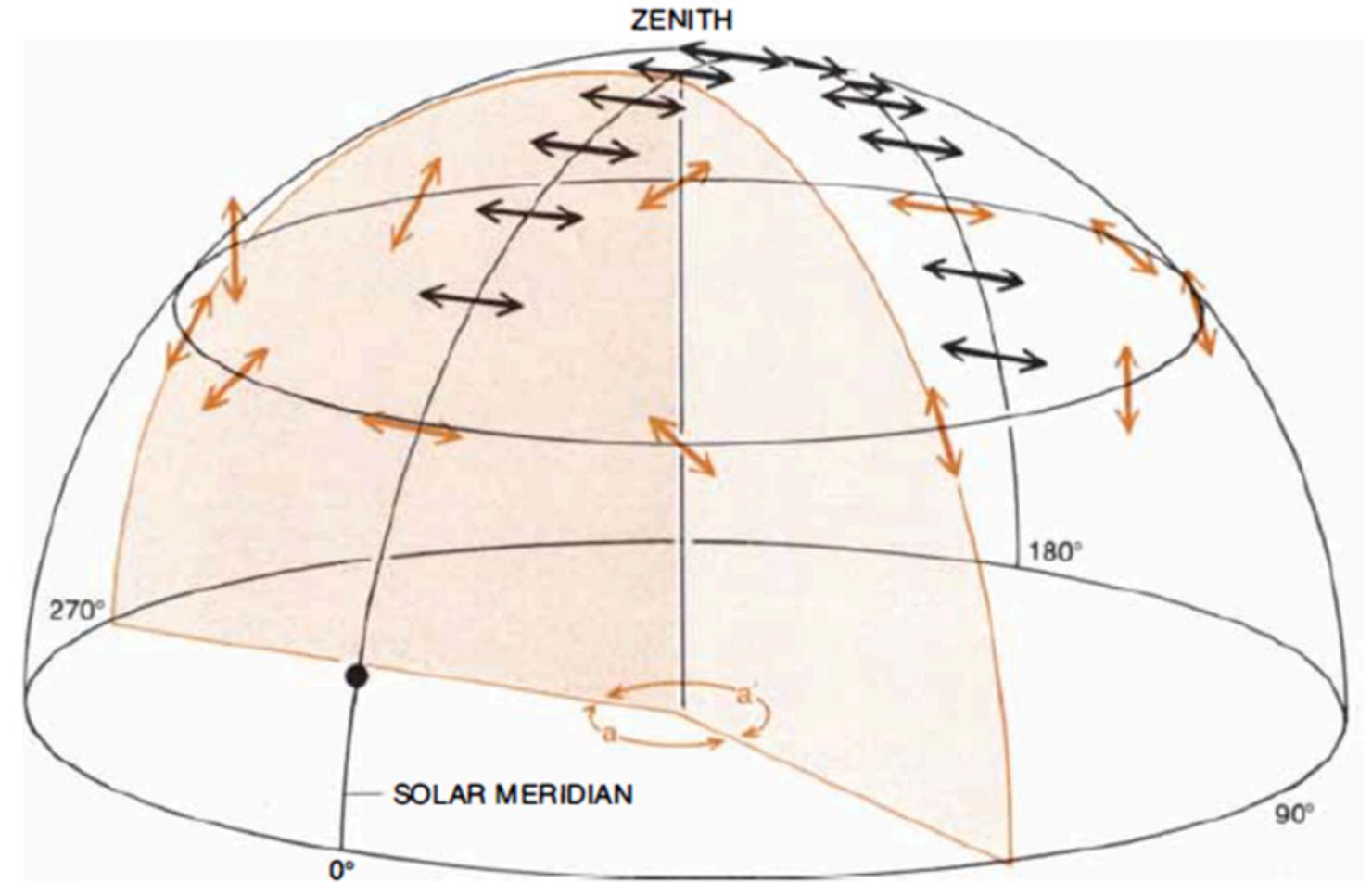
- Gli **occhi** di alcuni **insetti** sono **sensibili** ad un fenomeno naturale a cui gli occhi umani sono ciechi: la **polarizzazione della luce** del cielo di giorno
- Luce radiata dal sole: non polarizzata
- Interazione con l'atmosfera: causa polarizzazione



**AXIS OF POLARIZATION** (*short two-headed arrows*) of the light of the sky is always perpendicular to the plane of a triangle connecting the observer (*center*), the sun and the point in the sky being observed. The examples shown are for the points *A* and *B* on the celestial hemisphere. The planes of the great circles passing through the sun and each of the two points are hatched. Also shown is the solar meridian: the great circle passing through sun and the zenith.



**SPECIALIZED EYE REGIONS**, consisting of only a few score of the 2,400 ommatidia in the desert ant's two eyes, scan a region of the sky from 45 to 60 degrees above the horizon when the ant is in a normal running position. Each of the specialized regions points in a different direction horizontally; the angle separating the two points of view is approximately 90 degrees.



**GENERAL PRINCIPLES OF THE POLARIZATION** of the light of the sky are outlined. The arrows indicate the directions of polarization as they would be seen by an observer in the center of the hemisphere. Along the solar meridian (the arc through the sun and the zenith) the direction of polarization is parallel to the horizon. Along most circles of a given elevation the direction of polarization varies through all possible angles. Here the angles are plotted for the circle lying roughly halfway between the horizon and the zenith. In general each direction of polarization is found twice at each circle of elevation. (The angles  $a$  and  $a'$  denote the angular difference between the positions of identical polarization.) For this reason there is ambiguity in polarized-light navigational cues unless the insect can view more than one part of the sky.