

SULLE ORME DI GALILEO

CIELI AZZURRI E TRAMONTI ROSSI

Un raggio di luce non è visibile finché non colpisce l'occhio. Possiamo vederlo anche lateralmente se sul suo percorso sono presenti delle particelle che lo diffondono in parte verso di noi. Un esempio è un fascio di luce che attraversa il fumo di una sigaretta o i fari di un'auto in presenza di nebbia.

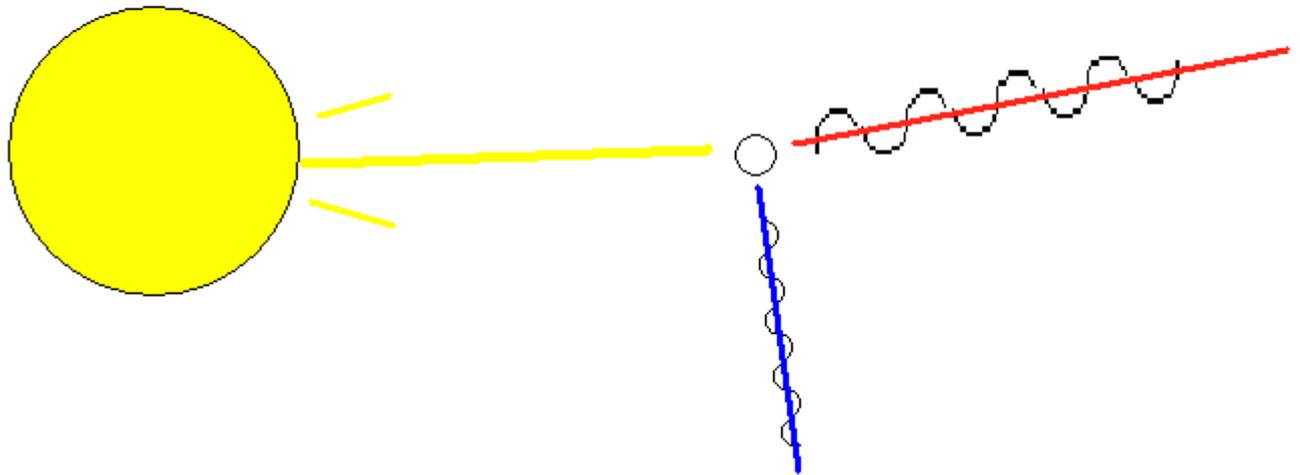


Effetto Tyndall dei raggi solari attraverso la foschia

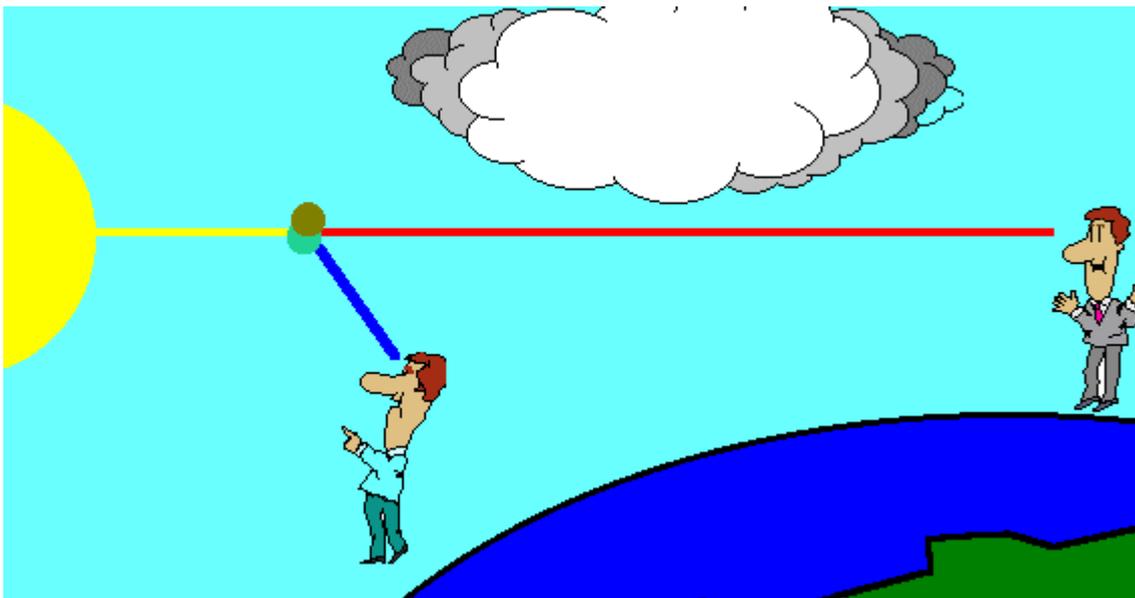
L'effetto Tyndall è un fenomeno di diffusione della luce dovuto alla presenza di particelle, di dimensioni comparabili a quelle delle lunghezze d'onda della luce incidente, presenti in sistemi colloidali, nelle sospensioni o nelle emulsioni. Il nome proviene dallo scienziato irlandese John Tyndall (1820 - 1893) che per primo lo descrisse nel XIX secolo, senza però trovarne una spiegazione convincente. Tyndall scoprì che, quando la luce attraversa un fluido trasparente in cui sono sospese delle minuscole particelle solide o liquide (ad esempio polvere o gocce d'acqua in sospensione nell'aria oppure acqua intorbidita con un po' di latte), la luce che emerge è azzurrina. L'effetto Tyndall viene ora spiegato con la diffusione ("scattering") Rayleigh.

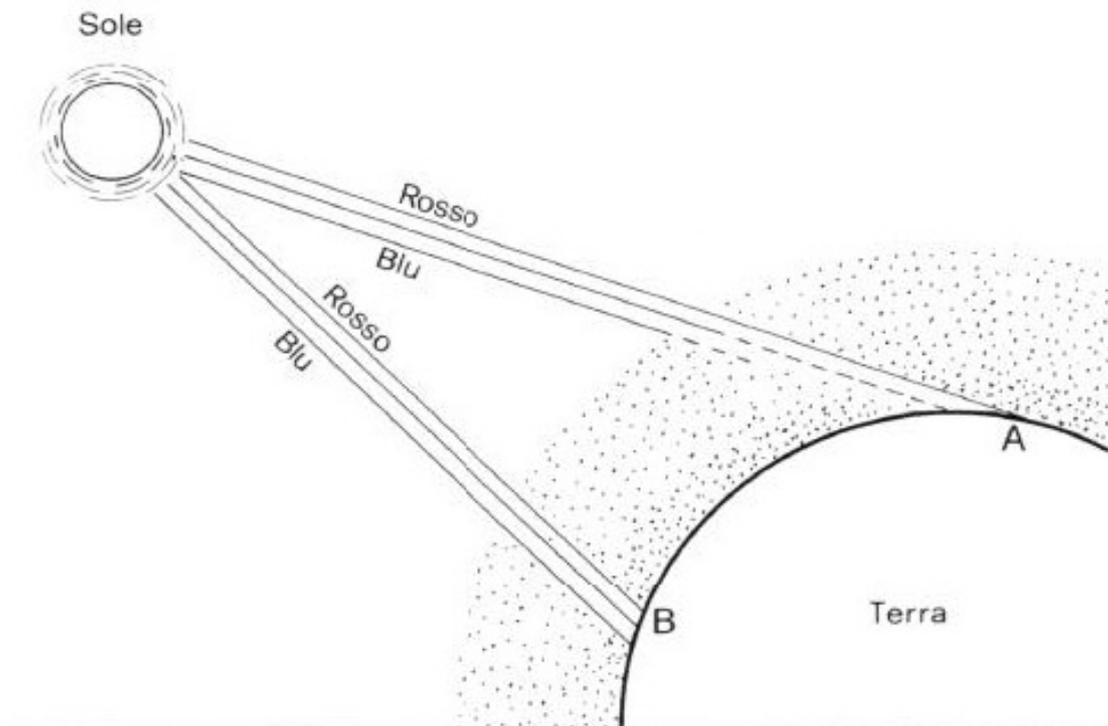
Tyndall e Rayleigh pensavano che il colore azzurro del cielo fosse dovuto al pulviscolo ed alle goccioline d'acqua presenti nell'atmosfera e anche oggi in molti lo pensano ancora. Solo più tardi ci si accorse che questo avrebbe dovuto comportare un cambiamento del colore del cielo al variare del grado di umidità dell'aria o della presenza o meno di foschia, mentre invece questo non si

verificava. Allora si capì che la causa doveva essere solo nella composizione dell'aria, in prevalenza fatta da molecole di azoto e di ossigeno. La questione fu definitivamente risolta da Einstein nel 1911, e i risultati che ottenne erano in accordo con tutti i dati sperimentali.



La luce a più alta frequenza (cioè di più alta energia, con colore tendente al viola-blu) viene diffusa molto di più di quella a bassa frequenza, che passa quasi indisturbata, perciò la luce solare meglio diffusa dalle molecole dell'aria dell'atmosfera è quella azzurra mentre l'altra attraversa l'atmosfera quasi indisturbata e ci arriva direttamente.

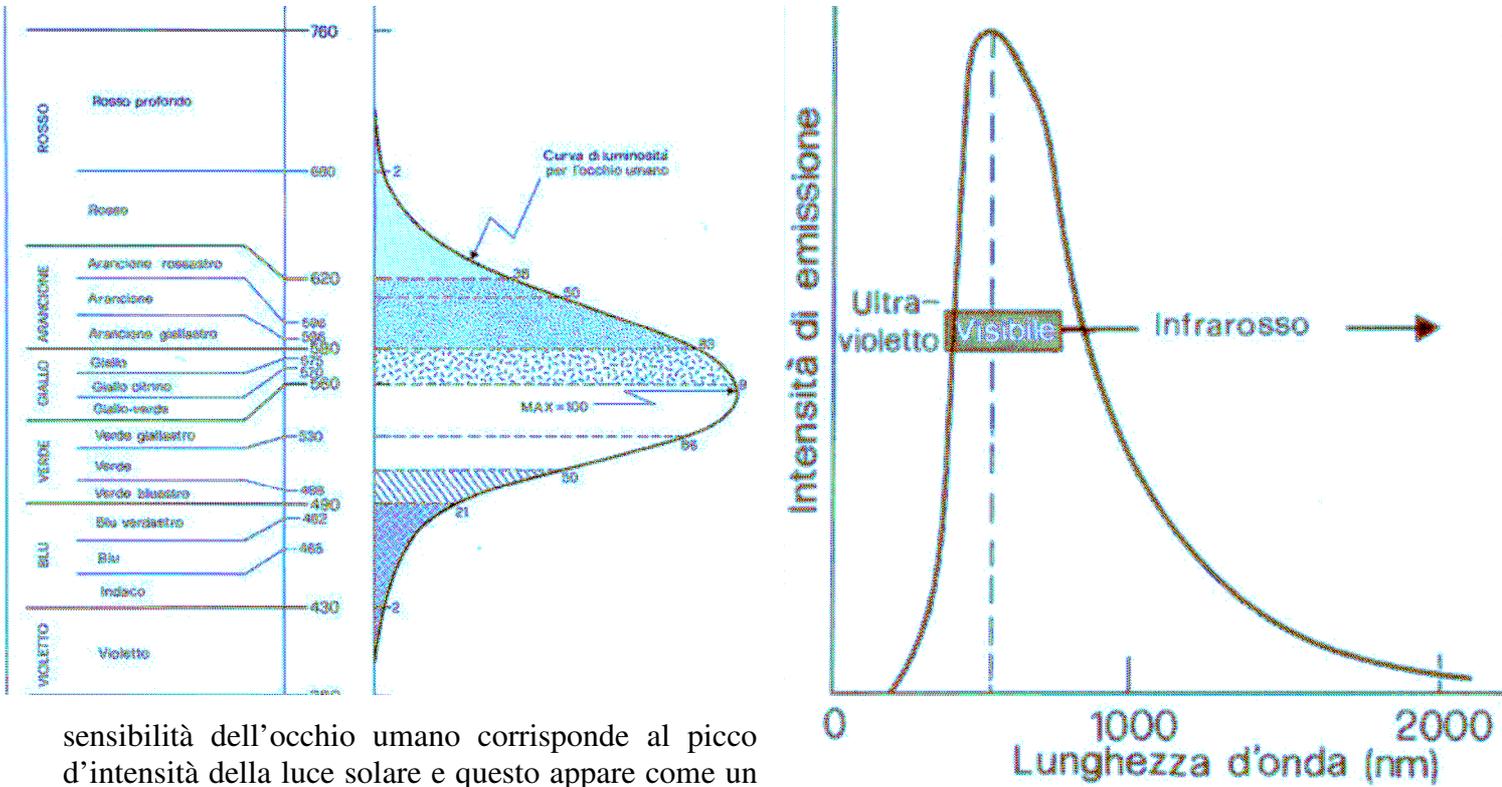




Ad un osservatore posto in B (mezzogiorno) il cielo apparirà azzurro, proprio perché la componente azzurra della luce diffusa lateralmente da tutte le particelle è molto più intensa. Se non ci fosse l'atmosfera il cielo apparirebbe nero. I raggi che giungono direttamente dal sole perdono il violetto ed un po' di blu, tendendo ad ingiallirsi. I colori del tramonto percepiti dall'osservatore posto in A sono legati al fatto che i raggi hanno attraversato uno spessore grande di atmosfera, perdendo la componente azzurra e lasciando una preponderanza di rosso-arancio.

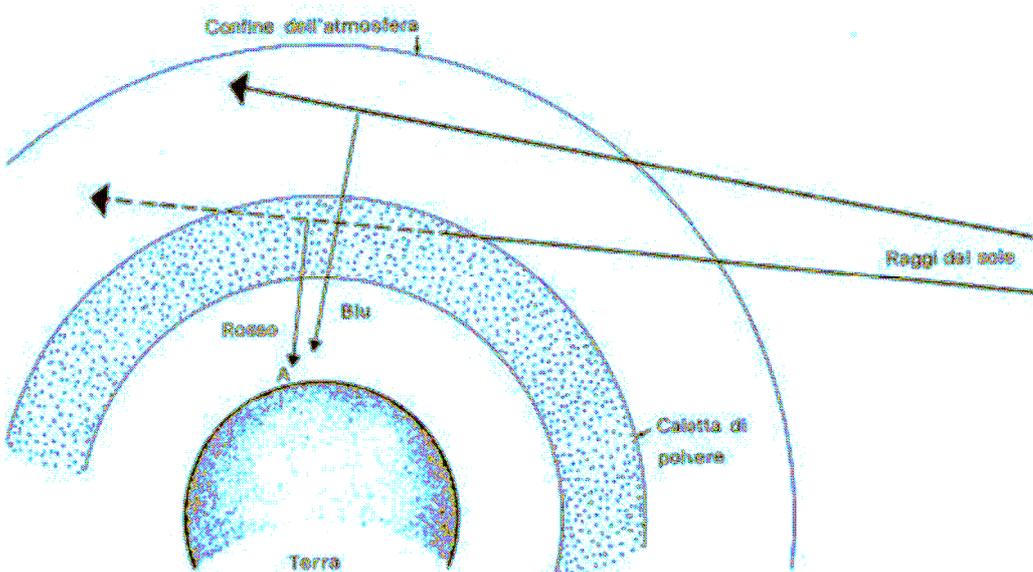


Dato che la diffusione cresce con la frequenza, ci si potrebbe chiedere perché non sono le più alte frequenze dello spettro della luce visibile (corrispondenti al violetto) ad essere maggiormente diffuse, anziché il blu. La causa sono diverse: parte della luce solare viene assorbita nell'alta atmosfera, inoltre non viene emessa con la stessa intensità in tutte le frequenze e infine i nostri occhi sono meno sensibili al violetto che all'azzurro. Come illustrato nei grafici, la massima



sensibilità dell'occhio umano corrisponde al picco d'intensità della luce solare e questo appare come un risultato dell'evoluzione.

Ma allora, da dove deriva il colore viola mostrato da certe regioni di cielo una mezz'ora dopo il tramonto? Il viola è una miscela di rosso e blu e non è un colore spettrale. Non è presente, cioè, nello spettro della luce solare. Curiosamente produce nell'occhio una sensazione simile al colore spettrale violetto, ma la sua lunghezza d'onda è più bassa. Allora, come si spiega il viola del cielo?



A circa 20 chilometri dalla superficie terrestre, si trova una calotta di minute particelle di polvere. I raggi che vi entrano vengono diffusi. Allora, la luce verso l'osservatore in A diventerà più rossa. L'osservatore riceve però anche luce blu, proveniente dagli strati più alti dell'atmosfera. La somma dei due colori nell'occhio umano dà il viola.