

# FISICA DELLA CANDELA 3



*The guiding motto in the life of every  
natural philosopher should be:  
Simplicity and distrust it!  
[Alfred Whitehead]*

A cura di Ledo Stefanini

# Osservazioni geometriche

- Le candele hanno sempre forma cilindrica con un asse di simmetria rappresentato dallo stoppino.
- Le candele hanno dimensioni standard, con diametro nell'intervallo che va da 1 (circa) a 4 cm.
- Nel caso di diametri maggiori (candele votive) ciò che aumenta non sono le dimensioni della fiamma, ma solo la sua durata temporale. In altri termini, per realizzare una candela che arda a lungo, si può fare una candela di spessore normale molto lunga, oppure una candela corta, ma di diametro maggiore. Ciò che importa è il volume del cilindro.

Possiamo dire che tra il diametro  $d$  e l'altezza  $h$  di un insieme di candele di fissata durata sussiste la relazione

$$d^2h = \text{costante}$$

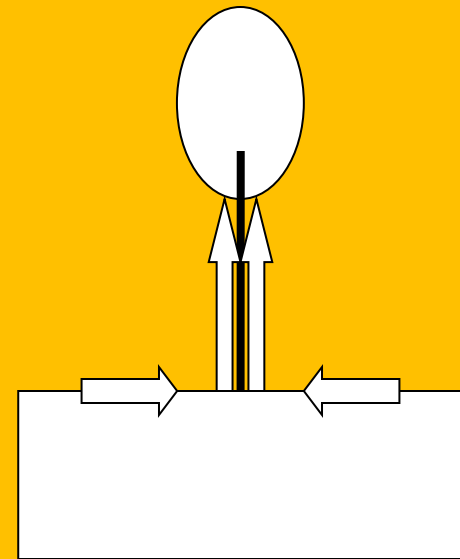
- Le candele sono rettilinee e funzionano correttamente solo in posizione verticale. Se si inclina una candela, la fiamma rimane verticale.

# Funzionamento

- Il calore sviluppato dalla fiamma sale solo verso l'alto, come si può accertare ponendo una mano sulla verticale della fiamma, anche a grande distanza. Per contro, è possibile avvicinare un dito fino a poca distanza dallo stoppino, purché sia al di sotto della fiamma.
- Le dimensioni della fiamma dipendono solo dalla lunghezza dello stoppino che emerge dalla cera.
- La candela deve essere “innescata”; una volta accesa, la combustione di mantiene da sé.
- Se si interrompe la combustione per un momento, la candela rimane spenta.

- Per spegnere la candela, basta soffiare sulla fiamma. La cosa è abbastanza sorprendente, perché soffiare su un braciere di legna o carbone è un modo per ravvivare la fiamma. D'altra parte è noto che la presenza di vento rende molto più difficile spegnere un incendio.
- La candela si può spegnere con la tecnica che diremo “del sagrestano”: si copre per un momento la fiamma con una sorta di cappuccio a forma di cono.
- Una tecnica di spegnimento è la seguente: si applica allo stoppino, sotto la fiamma. Una molletta metallica, di quelle che si usano per tenere i capelli.

- La combustione avviene sulla parte superiore dello stoppino. La cera fonde alla base e sale per capillarità lungo lo stoppino. Ad un certo punto la temperatura è abbastanza alta da provocare la vaporizzazione della cera per cui nella parte alta si forma una miscela di due gas: ossigeno e paraffina sotto forma di vapore, ad alta temperatura. È in questa miscela gassosa che ha luogo la reazione chimica di combustione.



# Esperienza di Faraday

- Si può accendere una candela incendiando il fumo che sale dallo stoppino.



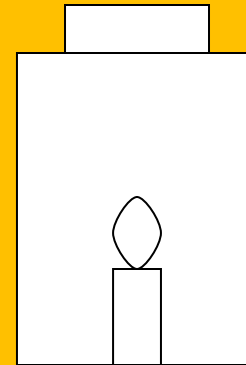
# Il ruolo della convezione



Perché la combustione si mantenga è necessario allontanare l'anidride carbonica che si forma e sostituirla con ossigeno. Questo avviene per convezione; il gas prodotti dalla combustione sono caldi e quindi salgono verso l'alto richiamando aria dal basso. Sono i moti convettivi che fanno sì che la fiamma abbia la caratteristica forma simmetrica rispetto all'asse verticale.

Ciò spiega anche perché la candela funziona solo se disposta verticalmente e perché si spegne con la tecnica 6: si impedisce all'anidride carbonica di disperdersi salendo nell'aria.

Per bloccare i moti convettivi basta togliere il peso all'aria. Se si lascia cadere il vaso, la candela si spegne

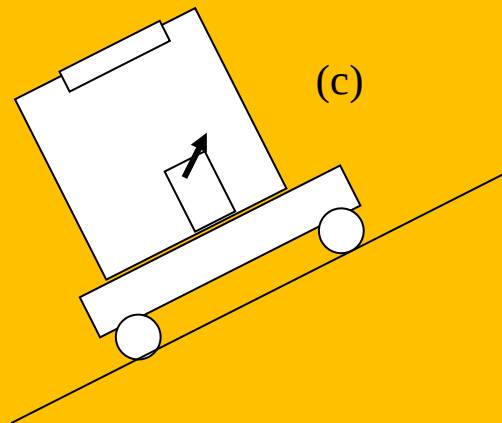
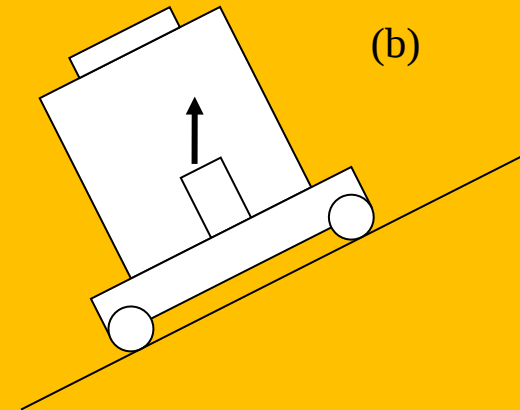
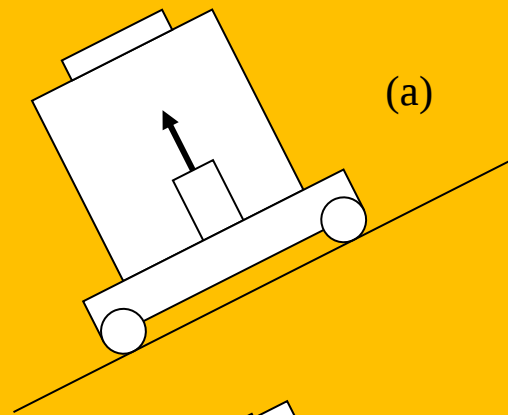


# *Un gedanken experiment*

- All'interno di un grosso vaso di vetro dotato di chiusura, si fissa un lumino. Il vaso, a sua volta è posto su un carrello a bassissimo attrito che può correre su un piano inclinato particolarmente liscio.
- Si accende il lumino, si tappa il vaso e si lascia scendere liberamente il carrello lungo il piano.

# Come si disporrà la fiamma?

Carrello in discesa ...



E se si ripete l'esperimento col carrello in salita?

