Scopo dell'esperienza:

In questo esperimento sarà analizzato il processo di combustione di una candela. La candela è in genere formata da paraffine e cere e la combustione è il risultato della reazione tra gli alcani contenuti nella cera e l'ossigeno dell'aria. Tale reazione non avviene a condizioni normali ma ha bisogno di un innesco (il principio dell'incendio…) che in questo caso è costituito dalla fiamma del fiammifero. Una volta avviata, se sussistono le disponibilità dei reagenti e non vi sono interferenze che possano arrestare la reazione, essa prosegue autosostenendosi fino a che l'equilibrio venga compromesso.

Nel nostro caso partendo da idrocarburi e ossigeno, otteniamo come prodotti di reazione CO_2 e acqua, ipotizzando una combustione ideale. La reazione è decisamente spostata verso i prodotti ma ovviamente un eccesso di questi farà si che essa venga a bloccarsi.

Nella realtà, nei prodotti della combustione possono trovarsi quantità minime di altri composti derivati da additivi presenti nel materiale costituente la candela, profumi, ecc.

Materiale utilizzato:

- Candela in cera
- Barattolo o vaso in vetro capace di accogliere comodamente la candela accesa
- Fiammiferi o altra sorgente di fiamma
- Riga millimetrata.
- Cartoncino

Descrizione esperienza:

Si prende la candela e dopo averla posizionata su un piano orizzontale e in un ambiente al riparo da correnti d'aria, si procede con l'accensione dello stoppino.

La combustione avviene per fasi successive:

Avviamento: al contatto della sorgente di fiamma lo stoppino inizia a bruciare. In questa fase iniziale della durata di qualche secondo, la combustione avviene esclusivamente con il contributo del materiale dello stoppino stesso.

Fusione della cera: il calore sprigionato alla base della fiamma inizia a sciogliere la cera che ha una temperatura di fusione, di circa 60°C.
La cera calda e fusa, sale per capillarità nella fibra dello stoppino e, vaporizzata dal calore della fiamma, inizia a prender parte alla combustione.
Tale fenomeno si evidenzia con il fatto che la fiamma prende vigore e lo stoppino, dopo l'iniziale fase di carbonizzazione, non si consuma.
In pratica avviene il passaggio dal combustibile "stoppino" al combustibile "cera".

Formazione della conca di cera: Con il procedere della combustione della cera la fiamma prende vigore e procede, il calore alla base della fiamma contribuisce a creare una sorta di "recipiente" di cera fusa che si mantiene liquefatta e che quindi alimenta continuamente lo stoppino che fa da supporto alla combustione vera e propria.

Combustione a regime: dopo qualche minuto la dimensione della conca di cera ha coperto l'intera sezione della candela. Questo stato si raggiunge dopo circa 7 minuti dal T0 dell'accensione e dopo 15 minuti la combustione ha causato il consumo dell'intera parte conica iniziale e di circa 3 mm di sezione piena.

E’ ipotizzabile che la forma conica della sommità della candela non abbia solamente una funzione estetica ma sia realizzata appositamente per favorire questo “avviamento”

Se la candela ha stoppino e cera di buona qualità, la combustione continua regolarmente senza che ci siano colature di cera, indice di eccesso di cera fusa rispetto a quella bruciata.

Man mano che la cera si consuma, anche la sommità dello stoppino viene bruciata. La lunghezza dello stoppino è in funzione della capacità di capillarità di quest’ultimo: uno stoppino con una buona capillarità tenderà a restare lungo mente al contrario una scarsa capillarità farà si che lo stoppino si mantenga molto corto.

A questo punto, in assenza di interferenze esterne la candela raggiunge il suo equilibrio e può proseguire la sua combustione fino ad esaurimento della candela stessa. E’ possibile stimare la durata della candela misurando il tempo necessario alla combustione della quantità di cera corrispondente ad un cm di altezza, rapportando poi questa misura alla lunghezza complessiva della candela.

La fiamma mostra una parte azzurrognola alla base, il punto più caldo dove la temperatura è maggiore, e tende a sfumare verso l’alto. Il percorso dell’aria è ovviamente dal basso verso l’alto. Ponendo una mano a debita distanza sulla verticale della fiamma, è possibile sentirne il calore.

Nel caso in esame la fiamma sembra avere una forma regolare e non si nota formazione di fumo, indice di combustione incompleta. La misura della temperatura della parte gialla e maggiormente luminosa della fiamma restituisce un valore di poco inferiore ai 500°C

Analizzando la reazione descritta all’inizio è evidente che affinché la combustione avvenga, è necessaria la disponibilità continua dei reagenti, in questo caso della cera e dell’ossigeno ricavato dall’aria.

Possiamo fare una dimostrazione con una prova molto semplice: posizioniamo la candela all'interno di un vaso di vetro di buona capacità in modo che essa possa agevolmente trovarvi spazio. Una volta accesa, mettiamo il coperchio in modo da ostruire completamente l'imboccatura libera del vaso: noteremo che dopo qualche secondo la fiamma si spegnerà da sola per la mancanza di ossigeno.

Noteremo inoltre che dallo stoppino si propagherà del fumo biancastro, costituito dai vapori di cera, fino a che la temperatura dello stoppino scenderà sotto la soglia di vaporizzazione della cera stessa.

Possiamo avere ulteriore conferma che l'atmosfera nel contenitore non è più idonea alla combustione accendendo un fiammifero a gambo lungo e, scostando con attenzione il coperchio, inserendolo con la fiamma in basso nel contenitore: la fiamma si spegnerà.

La stessa aria che alimenta la combustione, può anche determinarne lo spegnimento: basta soffiare con forza sulla fiamma per interrompere l'equilibrio della combustione, arrestandola. Questo stesso principio è utilizzato per l'estinzione di grossi incendi di idrocarburi, dove l'estinzione avviene mediante spostamento d'aria generato da una potente esplosione.