

Combustão livre de hidrogénio



Escolher
Ciência

A. A. Soares^{1,2,4}, J. J. Teixeira³, L. Caramelo^{1,4}

¹Departamento de Física-ECT/UTAD, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

²INEGI/Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal

³Agrupamentos de Escolas Fernão de Magalhães, 5400-285 Chaves, Portugal

⁴CITAB/UTAD, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal
asoares@utad.pt, jjsteixeira@gmail.com, lcaramel@utad.pt



Resumo

São apresentados os resultados da atividade “Bomba de Hidrogénio” realizada no projeto PEC36 “Da Experimentação à Simulação”, no âmbito do programa Escolher Ciência: da Escola à Universidade, da ciência viva. Esta atividade consiste na produção de hidrogénio gasoso através de uma reação química, colocação desse gás no interior de uma garrafa de plástico transparente e sua posterior ignição. Como resultado da combustão é produzido um estrondo. É apresentada uma explicação para os processos envolvidos desde a produção do hidrogénio até ao estrondo resultante da sua combustão.

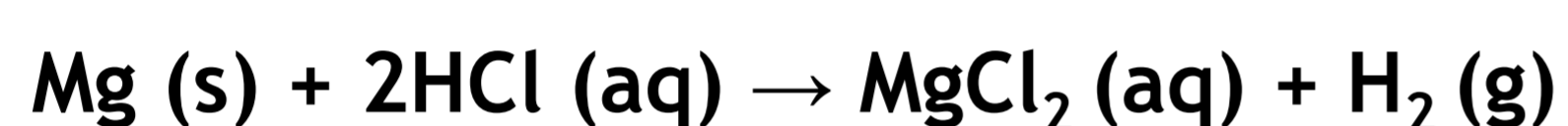
Introdução

Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto PEC36 “Da Experimentação à Simulação” financiado pela ciência viva [1]. Faz parte de um conjunto de atividades cujo objetivo é a promoção e a divulgação da ciência e da tecnologia em clubes de ciências de escolas do Ensino Secundário. O trabalho foi realizado por alunos do Clube do Ensino Experimental de Ciências da Escola Secundária Fernão de Magalhães. O trabalho também tem por objetivo alertar os alunos para fontes de energia alternativas aos combustíveis fósseis.

Resultados

Preparação da mistura gasosa hidrogénio + ar.

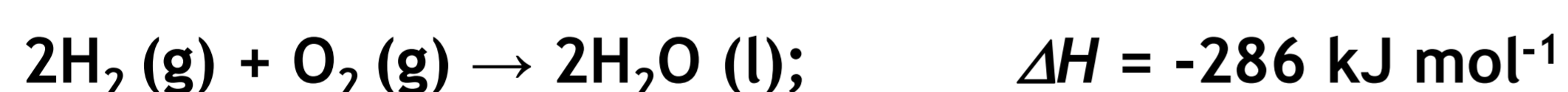
A preparação laboratorial do H₂ (g) foi realizada por reação entre ácido clorídrico e magnésio:



Colocar cerca de 5 g de magnésio no balão do gerador de gás (em alternativa pode usar um frasco Wouff de duas tubuladuras) e 50 mL de ácido clorídrico (6 mol dm⁻³) na ampola de carga.

O gás produzido é canalizado para uma garrafa de plástico de 1,5 L sem base onde é misturado com o ar da atmosfera, mantendo a boquinha da garrafa fechada (figura 1).

A ignição da combustão é feita com um fósforo no momento em que a boquinha da garrafa é aberta. Antes da ignição deve-se proteger os ouvidos do estrondo produzido pela combustão rápida do hidrogénio. O gás H₂ é extremamente inflamável e possui uma gama de inflamabilidade para concentrações de 4% a 77% em ar. Explode por ignição e a variação da entalpia quando reage com o oxigénio é de 286 kJ mol⁻¹ [2].



A temperatura de auto inflamação do H₂ é de 560 °C [3]. A água produto da reação pode ser observada no vapor condensado nas paredes da garrafa após a explosão.

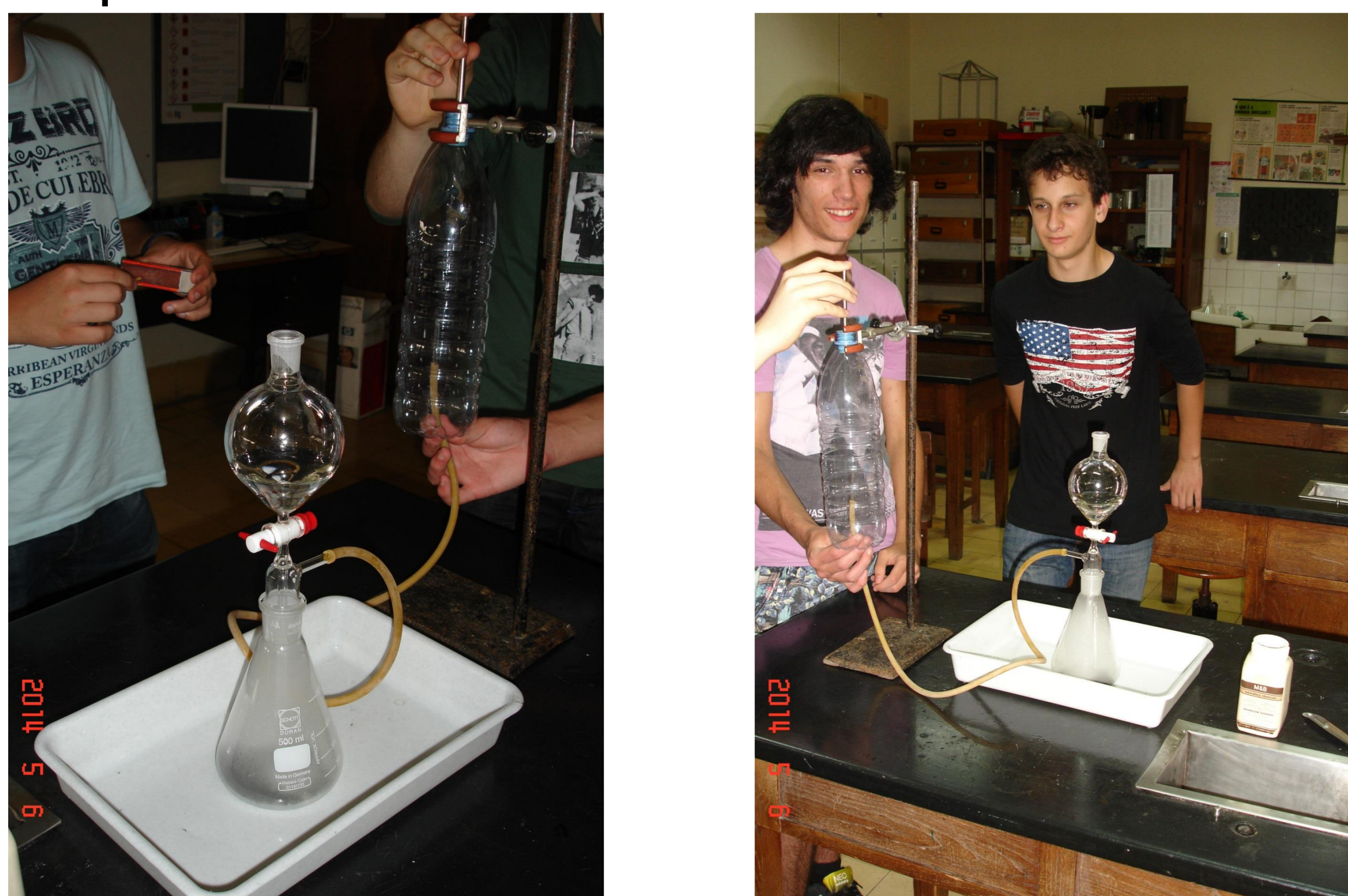


Figura 1. Imagens obtidas durante a preparação da mistura gasosa hidrogénio + ar.

Combustão do hidrogénio

A figura 2 mostra quatro imagens obtidas em intervalos de tempo consecutivos de 0,0333 s retiradas de um dos vídeos realizados das atividades de combustão da mistura gasosa hidrogénio + ar. As imagens Δt_2 e Δt_3 foram obtidas durante a combustão o que permite estimar que o tempo de queima do combustível está compreendido entre 0,0333 s e 0,0999 s. A combustão de H₂ puro é praticamente incolor pelo que a cor amarela observada durante a explosão pode ter origem na vaporização de impurezas libertadas da superfície da garrafa pela ação do calor de reação [4]. O calor de reação libertado durante a combustão pode ser estimado por $1,5/22,4 \times 286 \approx 19,2$ kJ.

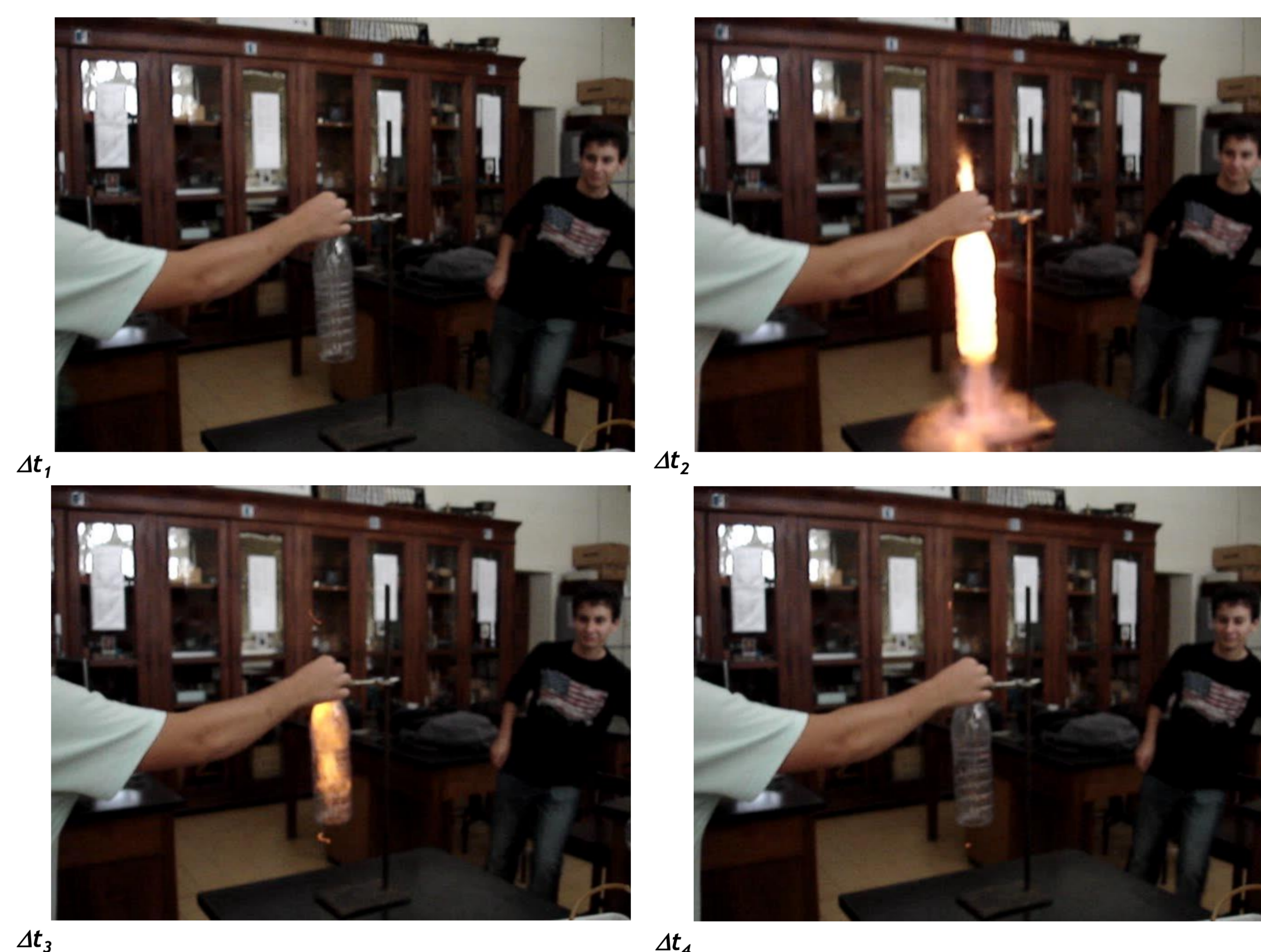


Figura 2. Quatro imagens de um vídeo da combustão do hidrogénio obtidas em intervalos consecutivos de $\Delta t = 0,0333$ s

Estrondo gerado

A queima violenta do H₂ no ar produz uma chama que se expande a velocidades supersónicas [2,4]. O rápido aumento da pressão e temperatura fazem expandir violentamente o ar envolvente ao gás a velocidades superiores à do som, gerando-se uma onda de choque. O estrondo tem origem na propagação da onda de choque através do ar.

Conclusão

- A natureza da experiência por envolver o estrondo produzido pela onda de choque resultante da combustão violenta do H₂ é uma experiência atrativa para os alunos.
- A reação exotérmica mostra que a combustão controlada do H₂ pode ser uma alternativa às fonte de energia fóssil.
- O uso de uma câmara de filmar com 30 imagens/s permitiu estimar o tempo de queima do combustível.