

COMBUSTÃO LIVRE DE HIDROGÉNIO

Armando Soares^{1,3,4}, José Jorge Teixeira², Liliana Caramelo^{1,4}

¹Departamento Física – ECT/UTAD, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal.
E-mail: asoares@utad.pt, lcaramel@utad.pt

²Agrupamento de Escolas Fernão de Magalhães, 5400-285 Chaves, Portugal.
E-mail: jjsteixeira@gmail.com

³INEGI/Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal.

⁴CITAB/UTAD, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal.

RESUMO

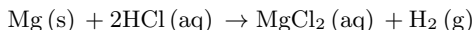
São apresentados os resultados da atividade “Bomba de Hidrogénio” realizada no projeto PEC36 “Da Experimentação à Simulação”, no âmbito do programa Escolher Ciência: da Escola à Universidade, da ciência viva. Esta atividade consiste na produção de hidrogénio gasoso através de uma reação química, na colocação 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.

1. 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 Magalhães. O trabalho também tem por objetivo alertar os alunos para fontes de energia alternativas aos combustíveis fósseis.

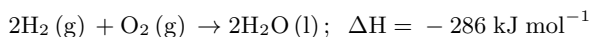
2. RESULTADO

A preparação laboratorial do $H_{2(g)}$ foi realizada por reação entre ácido clorídrico e magnésio:



Procedimento: 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.

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 H_2 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 H_2 é de $560\text{ }^\circ\text{C}$ [3]. A água produto da reação pode ser observada no vapor condensado nas paredes da garrafa após a explosão. A Figura 1 mostra quatro imagens obtidas em intervalos de tempo consecutivos de $0,0333\text{ s}$ retiradas de um dos vídeos realizados durante as 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 $0,0333\text{ s}$ e $0,0999\text{ s}$. A combustão de H_2 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:

$$1,5/22,4 \times 286 \approx 19,2\text{ kJ}$$

A queima violenta do H_2 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.

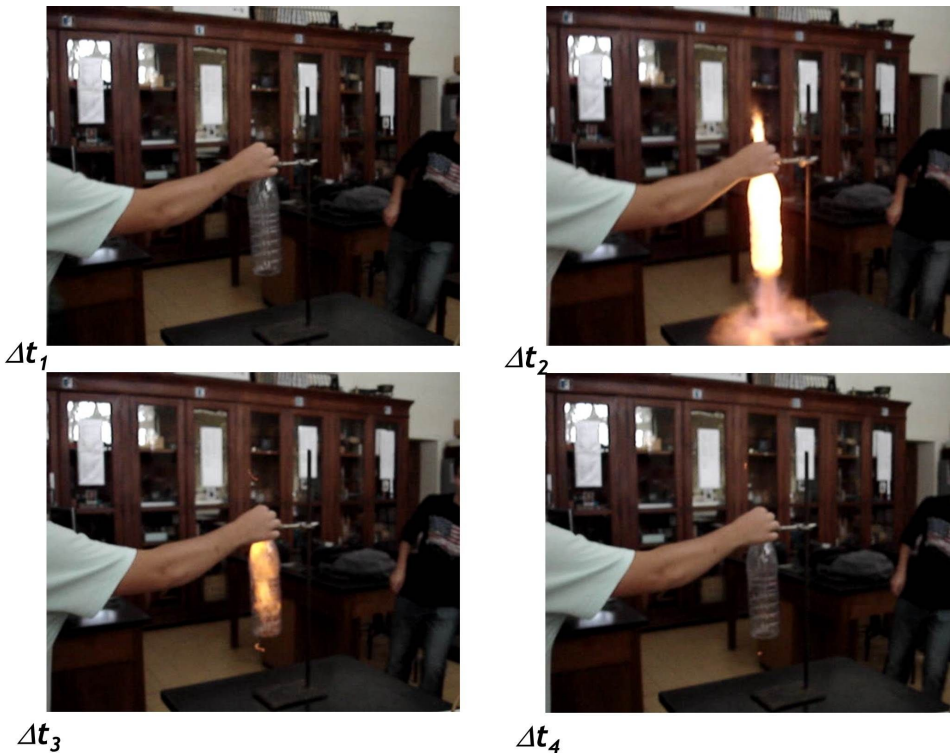


Figura 1. Quatro imagens de um vídeo da combustão do hidrogénio obtidas em intervalos consecutivos de $\Delta t=0,0333\text{ s}$.

3. CONCLUSÃO

A natureza da experiência por envolver o estrondo produzido pela onda de choque resultante da combustão violenta do H_2 é uma experiência atrativa para os alunos. A reação exotérmica mostra que a combustão controlada do H_2 pode ser uma alternativa às fontes de energia fóssil. O uso de uma câmara de filmar com 30 imagens/s permitiu estimar o tempo de queima do combustível.

REFERÊNCIAS

- [1] Ciência Viva: <http://www.cienciaviva.pt/escolherciencia> (consultado a 21 de agosto de 2014).
- [2] Carcassi M.N., Fineschi F. Deflagrations of H_2 -air and CH_4 -air lean mixtures in a vented multi-compartment environment, *Energy*, 30, 1439–1451, 2005.
- [3] Air Liquide: <http://www.airliquide.pt/file/otherelement/pj/3d/73/e6/78/hidrog>
- [4] Vollmer M., Mollmann K. Thermodynamics of gases: combustion processes, analysed in slow motion. *Physics education* 48 (1), 22–27, 2013.