

É visível também o facto de o resultado ser independente de o colector ter um ou dois vidros, ou até mesmo nenhum.

Na fig. 9 apresentam-se alguns resultados obtidos.

Quando se fala em temperatura vizinha da temperatura ambiente, fala-se relativamente ao coeficiente U . Melhorando o isolamento do colector não se modifica o coeficiente de absorção mas aumenta-se o intervalo de temperatura em que se considera a aproximação indicada.

2 — Deixando que o colector atinja uma temperatura constante, a parcela referente ao aumento de temperatura do colector reduz-se a zero. Podemos então comparar o coeficiente de perdas caloríficas U do colector com a placa pintada e por pintar.

Dividindo membro a membro as equações para os dois colectores temos

$$(P_1 f_1)/(P_2 f_2) = (U_1/U_2) (T_{c1} - T_{a1})/(T_{c2} - T_{a2}),$$

admitindo que se fizeram as duas medições com potências da radiação incidente e temperaturas ambiente diferentes.

3 — Estando o colector a uma temperatura já elevada pode-se pô-lo num compartimento

às escuras. Neste caso a energia absorvida é zero, donde

$$U = - (cM/A) (\Delta T/\Delta t)/(T_c - T_a)$$

Fazendo medições com os dois colectores cuja diferença é apenas a pintura da placa, teremos a razão:

$$U_1/U_2 = [(\Delta T/\Delta t)/(T_c - T_a)]_1 / [(\Delta T/\Delta t)/(T_c - T_a)]_2$$

O resultado poderá ser comparado com o da experiência anterior.

Conclusão

Descreveram-se alguns exemplos de experiências que podem ser feitas com pouco material. As limitações monetárias que se exigiram implicam medições pouco rigorosas. No entanto os resultados foram bastante satisfatórios, estando razoavelmente de acordo com a teoria.

A alternativa Hidrogénio-Energia Solar

J. OREHOTSKY (*)

Wilkes College, Wilkes-Barre, Pa. 18166, USA

A conversão directa de energia solar em energia química através da produção de hidrogénio por fotoelectrólise da água constitui, por várias razões, uma alternativa potencialmente interessante. Ao contrário dos combustíveis fósseis, a combustão do hidrogénio não deixa resíduos nem é poluente. O hidrogénio obtido a partir da luz solar pode ser armazenado e usado mais tarde, em períodos de obscuridade, para produção de energia. A água para a fotoelectrólise é um produto natural extremamente barato e abundante que, de resto, é

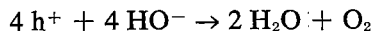
regenerado na combustão do hidrogénio. Finalmente a luz solar representa uma fonte de energia (para o processo de fotoelectrólise) praticamente inesgotável.

Apesar de todas estas características eminentemente desejáveis o fenómeno da fotoelectrólise passou despercebido durante vários anos após a sua descoberta.

(*) O Dr. J. Orehotsky foi professor visitante no Laboratório de Física da Faculdade de Ciências do Porto, de Janeiro a Julho de 1981 (tradução por J. M. Araújo e J. B. Sousa).

Uma «célula» típica poderá incluir um semiconductor do tipo n como ânodo e um cátodo de platina, imersos numa solução aquosa de um electrólito. Luz com uma distribuição espectral adequada (i.e. fótons de energia conveniente) incide no ânodo semiconductor. Pares electrão-lacuna são produ-

As lacunas deslocam-se para a superfície do ânodo onde reagem com iões HO^- adsorvidos, dando origem a água e oxigénio ⁽¹⁾:



A soma destas duas reacções correspondentes aos processos que ocorrem nos dois

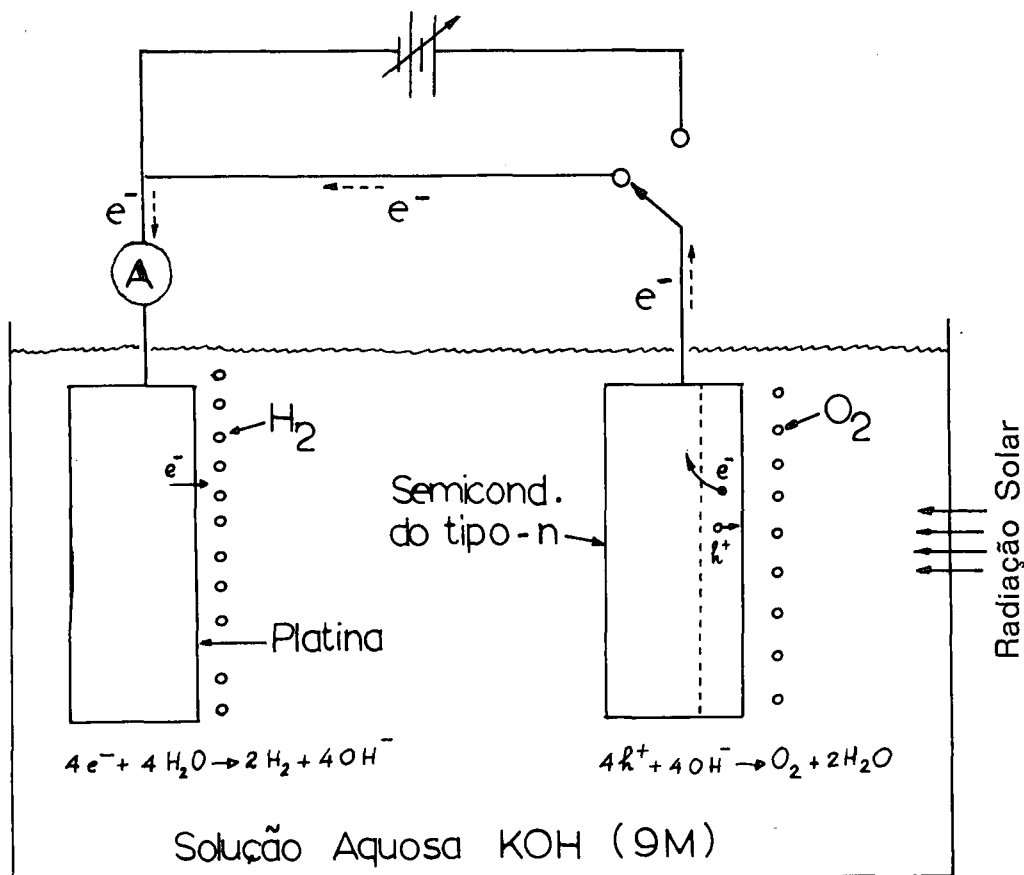
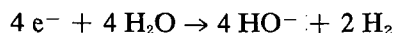
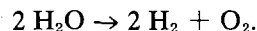


Fig. 1 — Célula para fotoelectrólise, mostrando as reacções catódica e anódica; o electrólito é uma solução aquosa de KOH.

zidos e separados pelo efeito do campo eléctrico existente na região de «carga espacial» (Fig. 1). Os electrões podem abandonar o ânodo e atingir o cátodo através do circuito externo; na superfície do cátodo passa-se a seguinte reacção com moléculas de água adsorvidas:



eléctrodos, dá como reacção global a decomposição da água



⁽¹⁾ Uma descrição alternativa é, obviamente, $4 \text{HO}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4 e^-$; em vez de se falar no movimento de lacunas haverá que referir o movimento, em sentido inverso, destes electrões.

No presente trabalho utilizou-se como ânodo um titanato de estrôncio e bário ($\text{Ba}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{TiO}_3$) e como electrólito uma solução 9M de KOH.

Como fonte luminosa servimo-nos de uma lâmpada de xenon, podendo-se variar a intensidade incidente no ânodo mediante a interposição de filtros. A produção de hidrogénio podia ser estimada através das leituras de um amperímetro A incluído no circuito; a corrente (i) é directamente proporcional ao número (n) de moles de hidrogénio produzida por segundo:

$$i = n z F = 193\,000 n \text{ (Amperes)}$$

em que $z = 2$ e $F = 96\,500 \text{ C (Faraday)}$. No dispositivo experimental representado na fig. 1 está incluída uma fonte contínua regulável para permitir o estudo do efeito combinado da iluminação e de uma d.d.p. aplicada.

A fig. 2 representa, em função da tensão aplicada e para diferentes valores da energia luminosa incidente, a intensidade de corrente (escala da esquerda) e a produção de hidrogénio (escala da direita).

Sem iluminação foi necessária uma tensão de cerca de 2 Volts para produzir uma corrente observável; e mesmo com 8 Volts a produção de hidrogénio é pequena. Essa produção, para uma mesma tensão, é aumentada por um factor 5 quando o ânodo recebe 17 miliwatts/ cm^2 , persistindo mesmo quando a tensão é muito menor que o limiar (1,23 Volts) para electrólise sem iluminação. Quando a iluminação corresponde a 53 miliwatts/ cm^2 a produção de hidrogénio de novo aumenta e, o que é mais importante, torna-se evidente mesmo quando não há tensão aplicada. Para a maior iluminação usada (correspondente a 340 miliwatts/ cm^2) a produção sem tensão aplicada é muito superior à obtida com uma tensão de 8 Volts mas sem iluminação

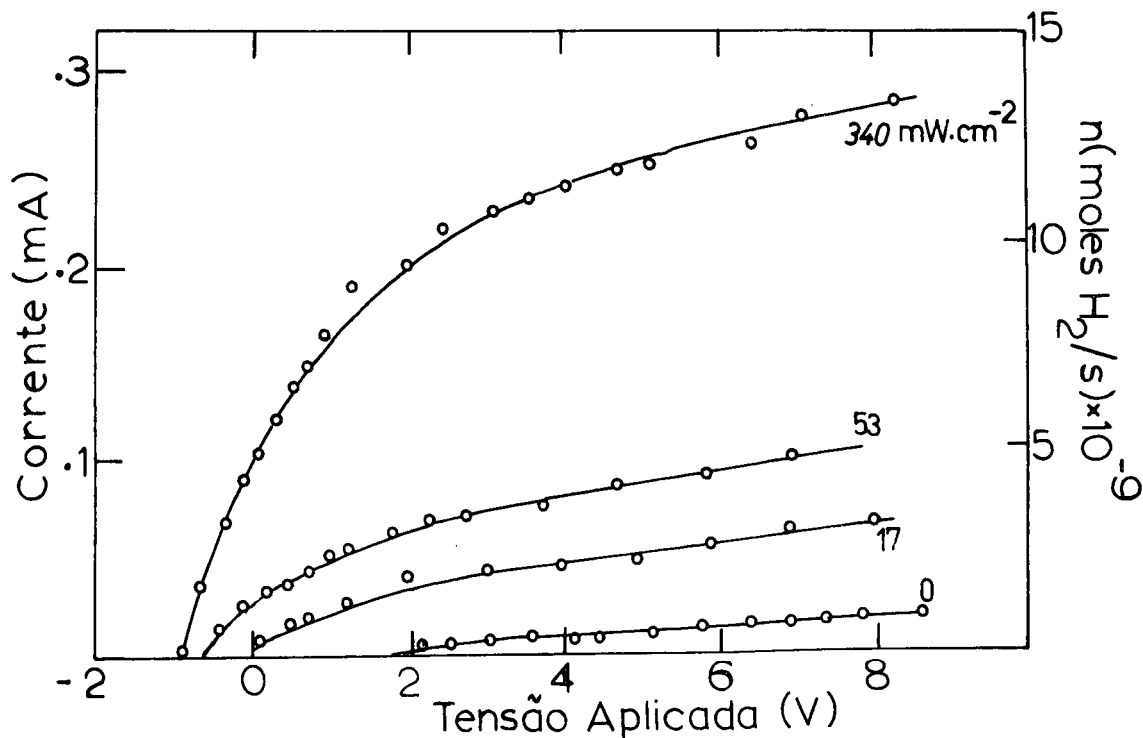
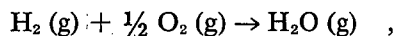


Fig. 2 — Corrente eléctrica (e produção de hidrogénio) em função da tensão aplicada para vários valores da intensidade incidente.

Avaliou-se também, em função da iluminação, o rendimento da conversão energia solar \rightarrow energia química (sem tensão aplicada). Admitiu-se para valor da energia química o correspondente ao calor de combustão



$$\Delta H = 2,5 \times 10^5 \text{ J/mole.}$$

Quando não há tensão aplicada, o rendimento (δ) é

$$\delta = 2,5 \times 10^5 \text{ n/(IA)}$$

em que I é a energia incidente (em watts/cm²) e A a área iluminada (cm²). O rendimento está representado na figura 3, mostrando um máximo de cerca de 3 % para uma energia incidente da ordem de 100 miliwatts/cm².

Em correspondência recente (Julho 1984) o Dr. Orehotsky fez notar que como ânodo podem ser usados materiais baratos e estáveis (isto é que não sofrem corrosão ou degradação) como TiO₂ ou F₂O₃.

Nota dos tradutores

O leitor interessado pode consultar, por exemplo, o artigo de H. Gerischer «Solar Photoelectrolysis with Semiconductor Electro-

des» em Topics in Applied Physics vol. 31 (1979), Springer Verlag. Exemplos do interesse actual do problema são artigos de revisão/divulgação como «Hidrogénio a partir da energia

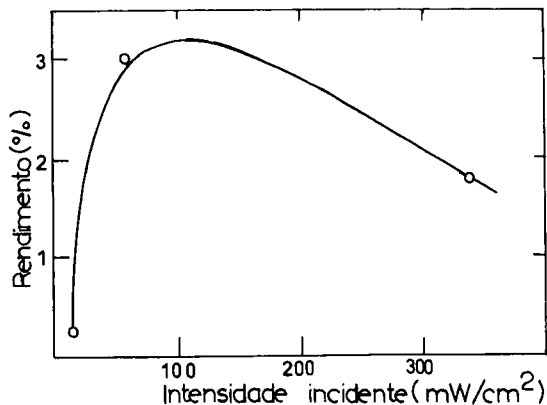


Fig. 3 — Rendimento em função da intensidade incidente para uma tensão aplicada nula.

solar» por H. von Känel, Laser und Optoelectronik 4 (1983) 309 (em alemão); «Método fotoelectroquímico de produção de hidrogénio usando energia solar» por R. Memming, Waerme 89 (1983) 62 (em alemão); «Revisão de métodos fotoelectroquímicos de utilização da energia solar» por L. P. Bicelli, Surface Technology 20 (1983) 357.

A astronomia de amadores no Ensino

RUI JORGE AGOSTINHO

Faculdade de Ciências de Lisboa

No ensino secundário a Astronomia foi relegada para um segundo plano, ou mesmo esquecida. Contudo o interesse dos alunos é crescente e as perguntas sucedem-se quando se toca no assunto. Donde vem o calor do Sol? As estrelas também morrem? Como são as galáxias? O que é um buraco negro? O uni-

verso é infinito? As respostas vão aumentando a curiosidade dos alunos, suscitando interrogações que o custo são contidas. Nota-se brilho, e tristeza quando se retoma o assunto da aula. E aquele crescendo de interesse, motivação e sede de saber irá morrendo ao longo dos anos num cair de ilusões até ficar apenas uma