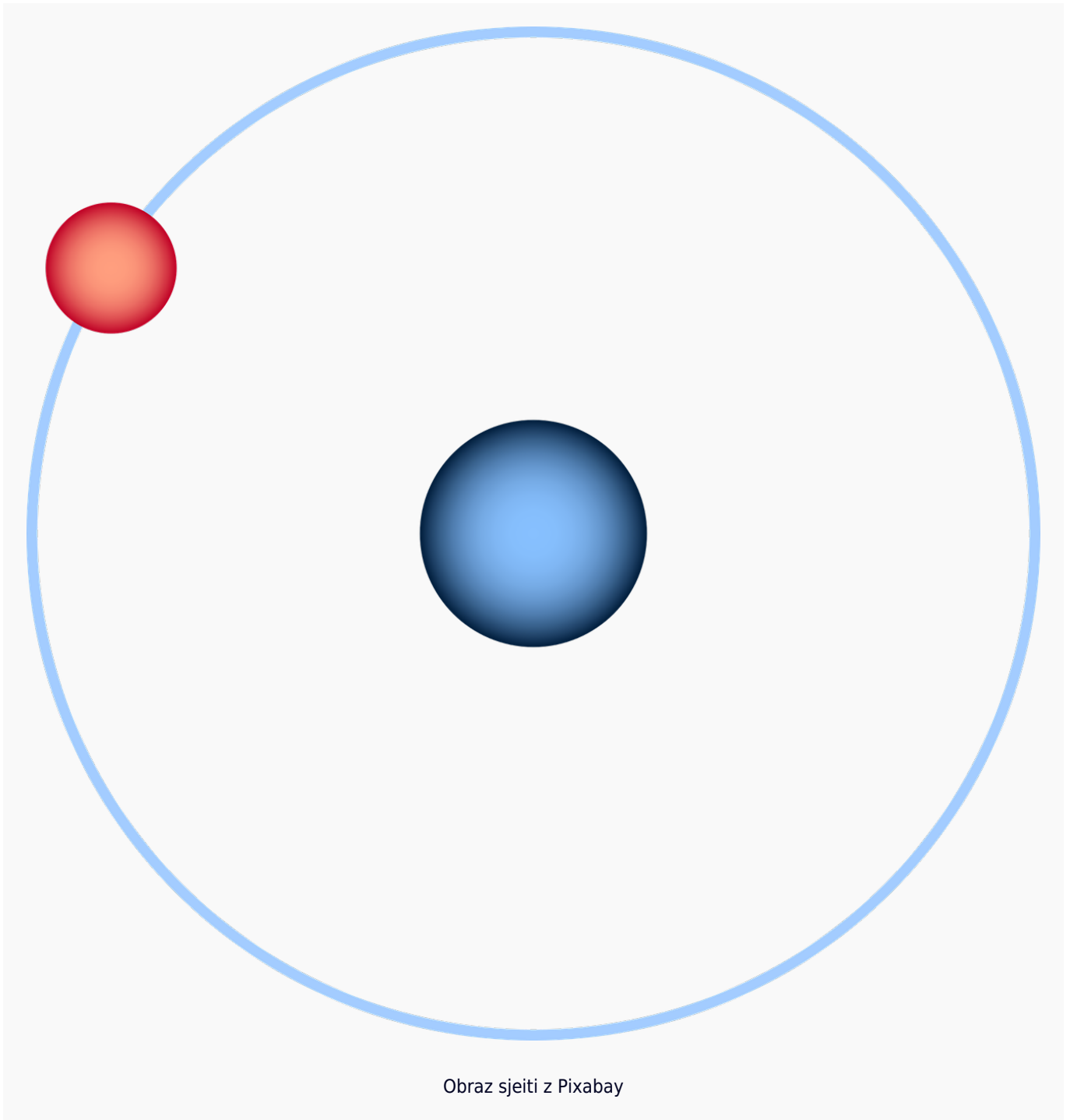


**Dr inż. Piotr Piórkowski, Politechnika Warszawska,
Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych**



Wodór ma bardzo dużą masową gęstość energetyczną – oznacza to, że w małej masie skupia dużą ilość energii. Ta właściwość wodoru jest niezwykle atrakcyjna z punktu widzenia użytkowania środków transportu, gdyż chcemy, aby mała ilość paliwa zapewniła nam możliwie duży zasięg jazdy. I tak dla przykładu na przejechanie samochodem osobowym 100km, potrzeba zaledwie ok 1kg wodoru, czyli ok 5 razy mniej niż benzyny czy oleju napędowego. I dużo ponad 100 razy mniej niż wynosi masa baterii litowo jonowych zapewniających taki zasięg jazdy w samochodzie elektrycznym. Jest więc o co walczyć.

Niestety duża masowa gęstość energetyczna wodoru nie idzie w parze z gęstością objętościową – 1 kg wodoru w postaci gazu, nawet sprężonego do bardzo wysokiego ciśnienia 700 atm (ciśnienia które staje się standardem dla pojazdów osobowych) zajmuje objętość ok. 20 litrów. Czyli na 500 km potrzebujemy ok 100 litrów sprężonego wodoru. Do tego należy doliczyć masę i objętość zbiorników, które muszą być niezwykle wytrzymałe i bezpieczne. Na szczęście w razie rozszczelnienia zbiorników wodór bardzo szybko ulatuje w górę i w razie zapłonu pali się stabilnym, wąskim, pionowym płomieniem. Gorzej jeżeli wymiesza się z powietrzem w określonej proporcji, tworząc mieszaninę o właściwościach wybuchowych.

Tak wysokie ciśnienie magazynowania wodoru w zbiornikach pojazdu sprawia, że proces tankowania jest bardzo skomplikowany. Napełniając zbiornik podnosimy ciśnienie, a to z kolei powoduje intensywne nagrzewanie się, dlatego podczas tankowania wszystkie parametry – ciśnienie, wydatek i temperatura gazu muszą być utrzymywane w ściśle określonych, dynamicznie zmieniających się granicach. Chcąc by tankowanie wodoru odbywało się tak samo szybko jak tankowanie klasycznego pojazdu tj. ok 3-4 minuty, stosuje się nawet wstępne schładzanie instalacji do tankowania.

Mając już wodór w zbiornikach można go w końcu użyć do napędzenia pojazdu, ale jak? Jedną z pierwszych koncepcji (zapropionowanych przez BMW) było spalanie wodoru bezpośrednio w komorach silników spalinowych, podobnie jak spala się mieszanę

paliwową w zwykłych silnikach. Niestety wodór powoduje szybką korozję metalowych gładzi cylindrów, dlatego ten pomysł porzucono na korzyść wodorowych ogniw paliwowych typu PEM „Proton Exchange Membrane” stosowanych początkowo tylko w łodziach podwodnych i na statkach kosmicznych. Ogniwo paliwowe PEM z wodoru i tlenu pobranego z powietrza wytwarza energię elektryczną, wykorzystywaną do zasilania silnika elektrycznego napędzającego pojazd.

Ogniwa PEM są idealne do zastosowań mobilnych:

- Działają już w temperaturach otoczenia, zatem czas ich rozruchu i wygaszania jest bardzo krótki,
- Ich elastyczne membrany są odporne na wstrząsy i absorbują drgania występujące podczas jazdy
- tlen niezbędny do działania ogniwa paliwowego PEM może być dostarczany z powietrza, dzięki temu zamiast dodatkowej butli z czystym tlenem wystarczy kompresor powietrza – jest on mniejszy, lżejszy i nie generuje kosztów.

Ogniwa paliwowe są najbardziej efektywne, gdy pracują w sposób ustabilizowany, dlatego stosuje się je w napędach hybrydowych razem z bateriami elektrochemicznymi. Baterie stabilizują pracę ogniwa paliwowego i dodatkowo absorbują energię kinetyczną pojazdu w trakcie hamowania odzyskowego.