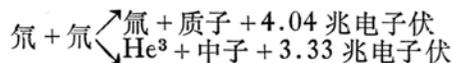


## 激光加热等离子体

据报导，苏修列别捷夫物理研究所正进行实验，记录由强激光辐射形成的氘等离子体所发射出的中子。

以前，巴索夫等人提出了以激光辐射得到高温等离子体的设想。由于激光的高度方向性和强度，人们有可能得到高度集中的光能和速度，将其用于等离子体中。目前所产生的超短脉冲的功率已达  $10^{12}$  瓦。1968 年春，该研究所量子无线电物理实验室的一批研究人员与巴索夫一起进行了加热氘等离子体的实验。大家知道，在足够高的温度下，这种等离子体中会产生热核反应，伴随着快速中子的发射：



在这个实验中，企图发现中子的尝试获得成功。以脉冲持续时间约为  $10^{-11}$  秒的激光器作为辐射源。为了有效地加热，需要发射出的只是单个超短脉冲，借助克尔电光开关就可以作到这一点。

这样的单一脉冲所包含的能量相当小，通常是几千分之一焦耳。为了加热等离子体，需要相当大的能量，把这种脉冲通过几级光量子放大器后，就使它的能量增至 20 焦耳。

图 1 概略地示出了释放和放大单一脉冲的装置图。它的工作方式是：借助半透明板将一部分激光辐射分离出来，射向透镜。该透镜将激光束聚焦于放电器的两电极间，放

电器中充有几个大气压的空气。当透镜焦点处的功率超过一定数值时，便发生了放电器的电击穿，于是促使控制开关的电子线路开始工作。开关开启的时间很短，只允许序列中的一个脉冲通过。

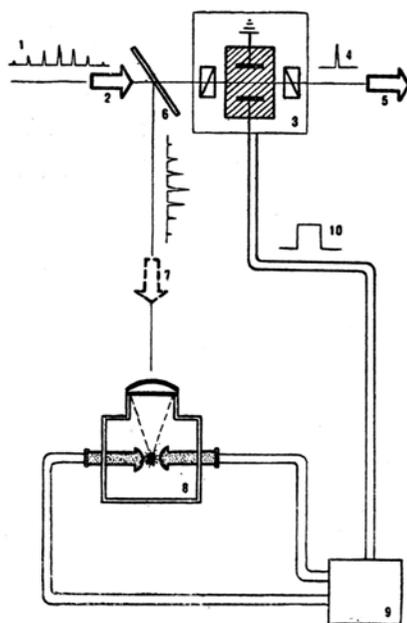


图 1 由振荡器发射的脉冲序列中的单一脉冲的分出示意图。

- 1—脉冲序列；2—激光脉冲；3—克尔开关；
- 4—分出的单一脉冲；5—将辐射馈给光量子放大器；6—半透明板；7—将辐射馈给放大器；8—放电器；9—克尔开关控制的电子线路；10—开启克尔开关的电脉冲。

图 2 示出了记录等离子体发射中子的实验示意图，激光辐射用透镜聚焦至位于真空中的氘化锂靶的表面。在焦点处，由于靶面物质的蒸发而产生了等离子体，这种等离子

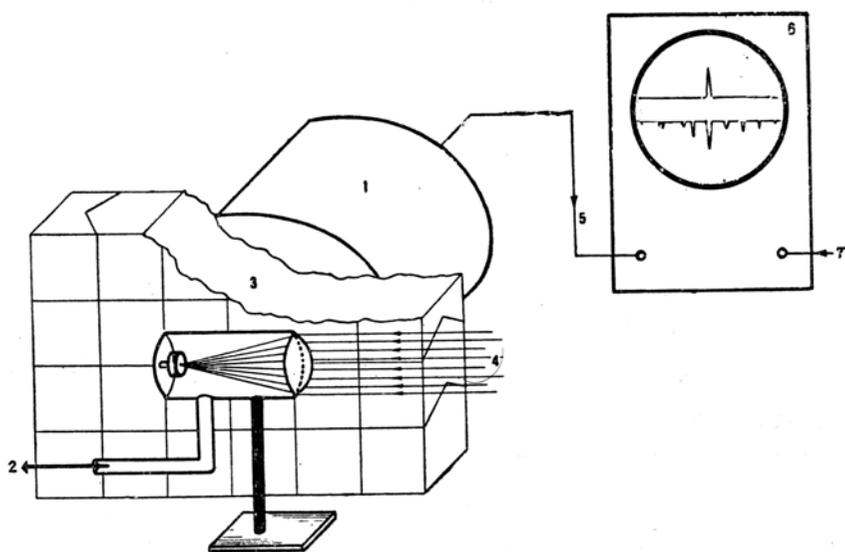


图 2 记录被等离子体发射的中子的实验示意图。

- 1—电子计数器；2—接真空泵；3—铅屏；4—激光辐射；5—计数器脉冲；  
6—双线示波器；7—克尔开关脉冲。

体在吸收了激光辐射后被加热。在离装有靶的真空室 10 厘米处放置了一个大型中子闪烁计数器。用厚 5 厘米的铅屏使计数器与真空室隔离，这一铅屏能使中子通过，而将等离子体的 X 光辐射拦截。计数器是一直径 30 厘米，高 20 厘米的特种塑料组成的圆筒。射中塑料的快速中子引起光的闪光，由光电倍增管将这种闪光以电脉冲的形式记录。大尺寸的计数器有可能以很高的效率记录中子——约 10% 的等离子体发射的中子应进入计数器并引起发光。

除了等离子体快速中子引起的脉冲外，在计数器中还产生了由宇宙辐射和塑料的自然放射性所决定的本底脉冲。为了将所需的脉冲和本底脉冲区别开来，使用了双线示波

器。将计数器脉冲和指示激光脉冲到达靶子的瞬间的克尔开关脉冲馈入示波器。在实验中几次观察到计数器脉冲和克尔开关脉冲相吻合的情况。这些吻合的次数排除了它们的偶然性。

实验表明，借助于大功率激光器可以加热等离子体，使达到能开始热核反应的高温。由已经进行的计算可知，等离子体粒子的平均能量达到 2,000 电子伏，这相当于 2 千万度。但是这种等离子体的寿命与激光脉冲的持续时间相比要短得多，现在用超短激光辐射脉冲加热等离子体的研究还在继续进行。

取自 *Природа*, 1969, №7, 61~63