三个宇宙速度的推导

教材对第一宇宙速度做了具体推导，对第二、三宇宙速度没有进行推导，为使学生正确理解宇宙速度，认识它们的关系，拓宽知识，现对三个宇宙速度分析如下。

**第一宇宙速度**

　　物体在地面附近绕地球做匀速圆周运动的速度，叫第一宇宙速度，又叫环绕速度，第一宇宙速度是最小的发射速度，其数值是7.9km/s．

方法1：若地球质量M约为6×1024kg，地球平均半径为6400km，人造卫星的半径约为地球半径即近地卫星，则其运动速度是多少？（G=6.67×10-11N·m2/kg2）

对人造卫星，由万有引力提供向心力得：http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050447418.png

解得：http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050441367.png，代入数据得*v*1=7.9km/s

方法2：根据http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050444649.png，    由地球表面的重力加速度和地球的半径算出：

http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050446916.png=7.9km/s。

**第二宇宙速度**

取无穷远处引力势能为零,物体距地心距离为r时的引力势能为http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050440823.png，式中G是引力常量，M是地球的质量,m是物体的质量．不计空气阻力，物体和地球组成的系统机械能守恒，可得：http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050448697.png，解得：http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050440541.png

代入数据得http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050443432.png

可见11.2*km/s*是物体脱离地球的最小发射速度。当物体的速度等于或大于 11.2*km/s*，它就会离开地球，我们把11.2*km/s*叫做第二宇宙速度，又叫脱离速度。

**第三宇宙速度**

　　在地面附近发射一个物体，要使物体挣脱太阳引力的束缚，飞到太阳系外，必须使它的速度等于或大于16.7*km/s*，这个速度叫做第三宇宙速度，又叫逃逸速度。

　　太阳质量为M0，太阳中心到地球中心的距离为R0，类似于第二宇宙速度计算可有：

http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050607596.png，将*M*0=2.0×1030kg，*R*0=1.5×1011m代入得*v*＝42.2km/s

　　由于地球绕太阳公转的速度为http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050609164.png

　　所以相对地球只要:http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050608735.png＝42.2-29.8=12.4km/s发射，但考虑到地球引力存在，必须克服地球引力做功，所以：http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050601363.png，而http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050600562.png　。

式中v2是第二宇宙速度，将此代入上式，解得第三宇宙速度：v3=16.7km/s

三个宇宙速度都是相对于地心的，且从（1）、（2）两式可知，第二宇宙速度等于第一宇宙速度的http://www.pep.com.cn/gzwl/rjbgzwl/rjgzwlwd/201309/W020130703521050600635.png倍。