**2019年北京高校数学建模校际联赛题目**

（请先阅读“全国大学生数学建模竞赛论文格式规范”）

**A题：** “流浪地球”计划的可行性分析

科幻电影故事片《流浪地球》于2019年2月5日（农历大年初一）在中国内地上映，获得了观众和影评的广泛认可。该片根据刘慈欣同名小说改编，故事设定在2075年，讲述了太阳即将毁灭，太阳系已经不适合人类生存，人类将开启“流浪地球”计划。“地球联合政府”倾全球之力在地球表面建造了上万座发动机，推动地球离开太阳系，用2500年大约100代人的努力奔往新家园 —— 4.2光年外的比邻星。

众所周知，根据自地球发射航天器目标的不同，在地面上发射物体的最小速度依相关的物理学知识，人们从小到大定义了第一宇宙速度、第二宇宙速度、第三宇宙速度（参考附件一）。为了达到相应的速度大小，人们利用反冲原理已经通过火箭实现了不同目标的航天梦想。然而，《流浪地球》中的情景却有很大不同：人类希望通过自己的努力带着地球一起逃离太阳系，影片中构建的行星发动机就是按照类似火箭的反冲原理设计建造的。

根据上述的背景资料，忽略地球的自转(自转角速度7.292×10^-5 s^-1，赤道线速度为465m/s），并进一步参考附件二中地球、太阳的物理参量，请你们建立数学模型解决下面的问题：

（1）理解并具体计算第一宇宙速度、第二宇宙速度、第三宇宙速度，并分析第二宇宙速度、第三宇宙速度对“流浪地球”计划的参考意义。

（2）按照第二宇宙速度的最低标准分析《流浪地球》中行星发动机的技术指标，包括但不限于发动机喷出物质的速度、10000m高的行星发动机中物质（燃料）的平均加速度、喷出1000kg物质所需要的总能量等。

（3）根据前两问的结果，只考虑地球以某一恒定速度花费大约2500年时间抵达4.2光年外的比邻星，分析“流浪地球”计划的可行性，即讨论

a．由火箭原理中动量守恒的要求，合理给出地球可能剩余质量的百分比；

b．对10000座同等规格行星发动机的技术指标要求；

c．需要的总能量，大约相当于多少吨石油、多少吨核燃料？（请同学们自行调研相应能源的能量产生技术指标）

（4）基于你们的研究结果，用通俗的语言给电影《流浪地球》的导演写一封信，给出场景设计的建议，内容不超过两页。

**附件一**

第一宇宙速度，也叫航天器最小发射速度。当某航天器以第一宇宙速度运行，则说明该航天器是沿着地球表面围绕地球做圆周运动，按照力学理论可以计算出第一宇宙速度为7.9 km/s。

第二宇宙速度又称为逃逸速度，指物体完全摆脱地球引力束缚，飞离地球的所需要的最小初始速度，按照力学理论可以计算出第二宇宙速度为11.2 km/s。

第三宇宙速度又称为脱离速度，是指在地球上发射的物体摆脱太阳引力束缚，飞出太阳系所需的最小初始速度，约为16.7 km/s。本来，在地球轨道上，要脱离太阳引力所需的初始速度为42.1 km/s，但地球绕太阳公转时令地面所有物体已具有大约29.8 km/s的初始速度，故此在考虑克服地球本身的引力后第三宇宙速度约为16.7 km/s。

**附件二**

地球的质量约为6.0×10^24 kg

平均半径*r*=6400 km

重力加速度标准值*g*=9.8 m/s^2

地球以29.8 km/s的速度绕着太阳公转

地球公转轨道半径约为1.5×10^8km