

第十六届全国中学生物理竞赛

预 赛 试 卷

全卷共九题，总分为 140 分。

一、(10 分)

1. 到 1998 年底为止，获得诺贝尔物理学奖的华人共有\_\_\_\_\_人，他们的姓名是\_\_\_\_\_。

2. 1998 年 6 月 3 日，美国发射的航天飞机“发现者”号搭载了一台  $\alpha$  磁谱仪，其中一个关键部件是由中国科学院电工研究所设计制造的直径 1200mm、高 800mm、中心磁感强度为 0.1340T 的永久磁体。用这个  $\alpha$  磁谱仪期望探测到宇宙中可能存在的\_\_\_\_\_。

3. 到 1998 年底为止，人类到达过的地球以外的星球有\_\_\_\_\_，由在地球上发射的探测器到过的地球以外的星球有\_\_\_\_\_。

二、(15 分) 一质量为  $M$  的平顶小车，以速度  $v_0$  沿水平的光滑轨道作匀速直线运动。现将一质量为  $m$  的小物块无初速地放置在车顶前缘。已知物块和车顶之间的动摩擦系数为  $\mu$ 。

1. 若要求物块不会从车顶后缘掉下，则该车顶最少要多长？
2. 若车顶长度符合 1 问中的要求，整个过程中摩擦力共做了多少功？

三、(15 分) 如图所示，两个截面相同的圆柱形容器，右边容器高为  $H$ ，上端封闭，左边容器上端是一个可以在容器内无摩擦滑动的活塞。两容器由装有阀门的极细管道相通，容器、活塞和细管都是绝热的。开始时，阀门关闭，左边容器中装有热力学温度为  $T_0$  的单原子理想气体，平衡时活塞到容器底的距离为  $H$ ，右边容器内为真空。现将阀门缓慢打开，活塞便缓慢下降，直至系统达到平衡。求此时左边容器中活塞的高度和缸内气体的温度。

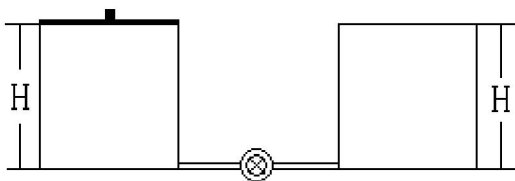


图16-1

提示：一摩尔单原子理想气体的内能为  $\frac{3}{2}RT$ ，其中  $R$  为摩尔气体常量， $T$  为气体的热力学温度。

四、(20 分) 位于竖直平面内的矩形平面导线框  $abcd$ 。 $ab$  长为  $l_1$ ，是水平的， $bc$  长为  $l_2$ ，线框的质量为  $m$ ，电阻为  $R$ 。其下方有一匀强磁场区域，该区域的上、下边界  $PP'$  和  $QQ'$  均与  $ab$  平行，两边界间的距离为  $H$ ， $H > l_2$ ，磁场的磁感应强度为  $B$ ，方向与线框平面垂直，如图 16-2 所示。令线框的  $dc$  边从离磁场区域上边界  $PP'$  的距离为  $h$  处自由下落，已知在线框的  $dc$  边进入磁场后， $ab$  边到达边界  $PP'$  之前的某一时刻线框的速度已达到这一阶段的最大值。问从线框开

始下落到 dc 边刚刚到达磁场区域下边界 QQ' 的过程中，磁场作用于线框的安培力作的总功为多少？

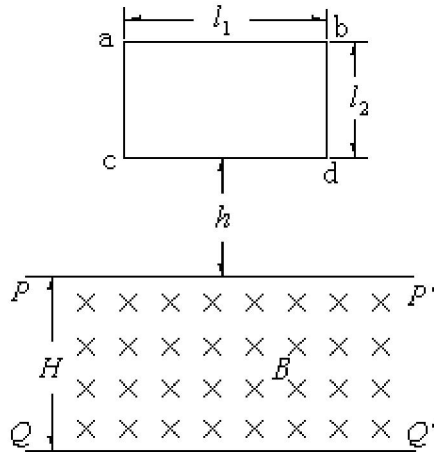


图16-2

五、(15分) 一平凸透镜焦距为  $f$ ，其平面上镀了银，现在其凸面一侧距它  $2f$  处，垂直于主轴放置一高为  $H$  的物，其下端在透镜的主轴上（如图 16-3）。

- 1、用作图法画出物经镀银透镜所成的像，并标明该像是虚、是实。
- 2、用计算法求出此像的位置和大小。

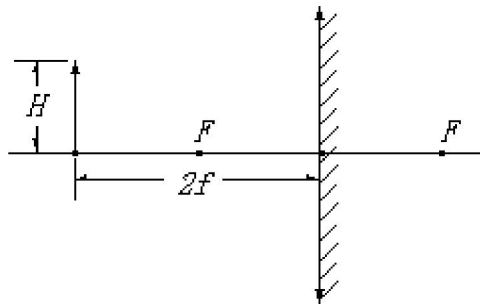


图16-3

六、(15分) 如图 16-4 所示，电阻  $R_1=R_2=1k\Omega$ ，电动势  $E=6V$ ，两个相同的二极管 D 串联在电路中，二极管 D 的  $I_D-U_D$  特性曲线如图 16-5 所示。试求：

- 1、通过二极管 D 的电流。
- 2、电阻  $R_1$  消耗的功率。

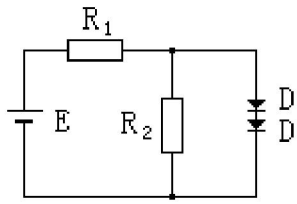


图16-4

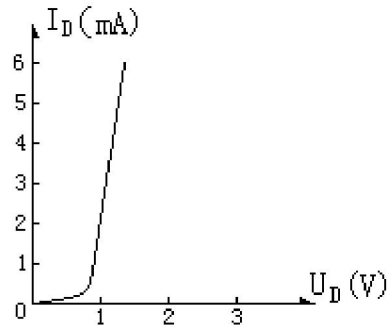


图16-5

七、(15分) 将一根长为 100 多厘米的均匀弦线，沿水平的 X 轴放置，拉紧并使两端固定。现对离固定的右端 25cm 处（取该处为原点 O，如图 16-6 所示）的弦上一点施加一个沿垂直于弦线方向（即 Y 轴方向）的扰动，其位移随时间的变化规律如图所示。该扰动将沿弦线传播而形成波（孤立的脉冲波）。已知该波在弦线中的传播速度为  $2.5\text{cm/s}$ ，且波在传播和反射过程中都没有能量损失。

- 1、试在图中准确地画出自 O 点沿弦向右传播的波在  $t=2.5\text{s}$  时的波形图。
- 2、该波向右传播到固定点时将发生反射，反射波向左传播，反射点总是固定不动的。这可看成是向右传播的波和向左传播的波相叠加，使反射点的位移始终为零。由此观点出发，试在图 16-6 中准确地画出  $t=12.5\text{s}$  时的波形图。
- 3、在图 16-7 中准确地画出  $t=10.5\text{s}$  时的波形图。

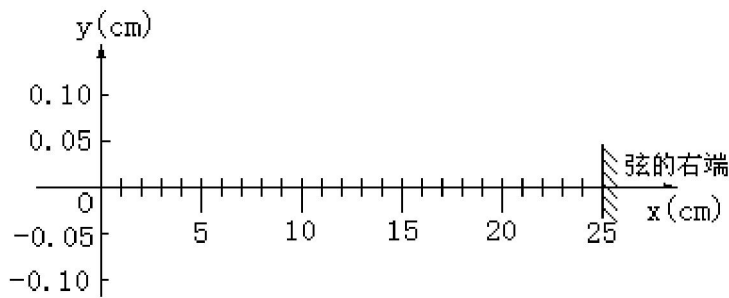


图16-6

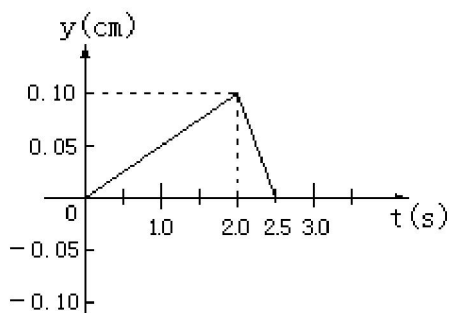


图16-7

八、(15分) 1997年8月6日在本举行的国际天文学会上, 德国 Max Planck 学会的一个研究组宣了他们的研究成果: 银河系的中心可能存在一个在黑洞。他们的根据是用口径为 3.5m 的天文望远镜对猎户座中位于银河系中心附近的星体进行近六年的观测所得到的数据, 他们发现, 距离银河系中心约 60 亿公里的星体正以 2000km/s 的速度围绕银河系中心旋转。根据上面的数据, 试在经典力学的范围内 (见提示 2), 通过计算确认, 如果银河系中心确实存在黑洞的话, 其最大半径是多少。(引力常数  $G=6.67 \times 10^{-20} \text{ km}^3 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ )

提示: 1、黑洞是一种密度极大的天体, 其表面的引力是如此之强, 以至于包括光在内的所有物质都不了其引力作用。

2. 计算中可以采用拉普拉斯经黑洞模型, 在这种模型中, 在黑洞表面上的所有物质, 使初速度等于光速  $c$  也逃脱不了其引力作用。

九、(20分) 一个大容器中装有互不相溶的两种液体, 它们的密度分别为  $\rho_1$  和  $\rho_2$

( $\rho_1 < \rho_2$ )。现让一长为  $L$ 、密度为  $\frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$  的均匀木棍, 竖直地放在上面的液体

内, 其下端离两分界面的距离为  $\frac{3L}{4}$ , 由静止开始下落。试计算木棍到达最低处所需的时间。假定由于木棍运动而产生的液体阻力可以忽略不计, 且两液体都足够深, 保证木棍始终都在液体内部运动, 未露出液面, 也未与容器相碰。