

## 第七届全国中学生物理竞赛预赛试卷

全卷共十一题，总分为 140 分

一、(10 分) 3 月，紫金山天文台将 1965 年 9 月 20 日发现的第 2752 号小行星命名为吴健雄星，其直径为 32 公里。如果该小行星的密度和地球相同，则对该小行星来说，其上物体的第一宇宙速度约为米/秒。吴健雄对物理学已经做出的最大贡献是\_\_\_\_\_。

二、(10 分) 帆船在逆风的情况下仍能只依靠风力破浪航行。设风向从 S 向 A，如图 7-1。位于 A 点处的帆船要想在静水中最后驶向目标 S 点，应如何操纵帆船？要说明风对船帆的作用力是如何使船逆风前进到目标的。

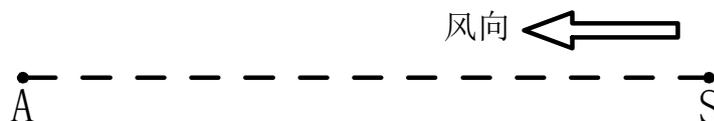


图 7-1

三、(10分) 有一壶水，水温是  $10^{\circ}\text{C}$ ，把它放到火力恒定的炉火上烧。当气压为一大气压时，经 20 分钟即沸腾。若继续放在火上，试估算再经过约多少分钟后，这壶水将被烧干（结果取两位有效数字即可）。

四、(10分) 光导纤维是利用全反射传导光信号的装置，图 7-2 所示为一光导纤维。AB 为其端面，纤维内芯材料的折射率  $n_1=1.3$ ，外层材料的折射率  $n_2=1.2$ ，在如图所示的情况下，试求入射角  $i$  在什么范围内的光线都可在此纤维内传递。

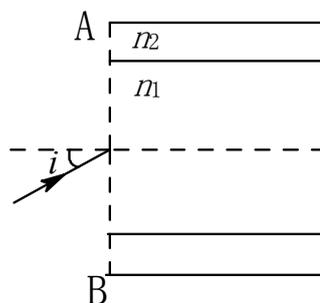


图 7-2

五、如图 7-3 所示，在水平桌面上放一质量为  $M$ ，截面为直角三角形的物体  $ABC$ ， $AB$  与  $AC$  间的夹角为  $\theta$ ， $B$  点到桌面的高度为  $h$ 。在斜面  $AB$  上的底部  $A$  处放一质量为  $m$  的小物体。开始时两者皆静止。现给小物体一沿斜面  $AB$  方向的初速度  $v_0$ ，如果小物体与斜面间以及  $ABC$  与水平桌面间的摩擦都不考虑，则  $v_0$  至少要大于何值才能使小物体经  $B$  点滑出。

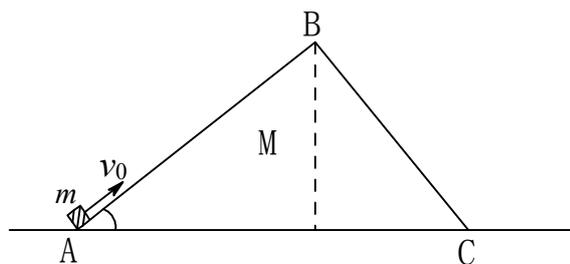


图 7-3

六、在如图 7-4 所示的直角坐标系中，有一塑料制成的半锥角为  $\theta$  的圆锥体  $Oab$ 。圆锥体的顶点在原点处，其轴线沿  $Z$  轴方向。有一条长为  $l$  的细金属丝  $OP$  固定在圆锥体的侧面上，金属丝与圆锥体的一条母线重合。整个空间中存在磁感应强度为  $B$  的均匀磁场，磁场方向沿  $X$  轴正方向。当圆锥体绕其轴沿图示方向做角速度为  $\omega$  的匀角速转动时，求

1.  $OP$  经过何处时两端的电势相等？
2.  $OP$  在何处时  $P$  端的电势高于  $O$  端？
3. 电势差  $U_P - U_O$  的最大值是多少？

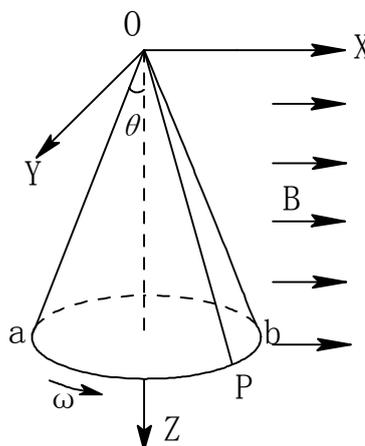


图 7-4

七、(12分) 实验室有一个破损的多量程动圈式直流电流计，有 1mA、10mA 和 100mA 三档，由一个单刀三掷开关转换，其内部电路如图 7-5 所示。电流计的表头已烧坏，无法知道其电特性，但三个精密分流电阻完好，测得  $R_1=144\ \Omega$ 。现有两个表头 A 和 B，外形都与原表头相同，表头 A 的满刻度电流为 0.2mA，内阻为  $660\ \Omega$ ；表头 B 的满刻度电流为 0.5mA，内阻为  $120\ \Omega$ 。问在保留分流电阻  $R_1$ 、 $R_1$  和  $R_1$  的情况下，应该用哪个表头修复此电流计？怎样修复？

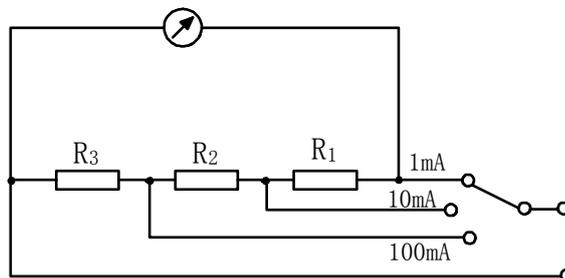


图 7-5

八、如图 7-6 所示，一半径为  $R_1$  的不透明黑球外面包着一半径为  $R_2$  的同心透明介质球层， $R_1/R_2=2/3$ ，球层介质的材料折射率  $n=1.35$ 。球层外表面的右半部分（图中 ABC 球面）为磨砂面。现用平行光从左向右沿图中所示的方向照到球层上。（已知：在题给条件下，在图面内能到达 ABC 面上的各光线，随着入射角的增大其折射线与 ABC 面的交点是朝一个方向变动的，即没有往返的变动）

1. 试求 ABC 面上被照到的范围是什么图形（准确的结果用反三角函数表示即可）

2. 若其他条件仍如题述，但介质球层的折射率依次取逐增到  $n \geq 3/2$  的各值。试定性的说出 ABC 球面上被照到的何变化的。

（已知： $\sin 40^\circ = 0.64$ ， $\sin 45^\circ = 0.71$ ， $\sin 50^\circ = 0.77$ ，  
 $\sin 55^\circ = 0.82$ ， $\sin 60^\circ = 0.87$ ， $\sin 65^\circ = 0.91$ ，  
 $\sin 70^\circ = 0.94$ ， $\sin 75^\circ = 0.97$ ， $\sin 80^\circ = 0.98$ ）

从  $n=1.35$   
范围是如

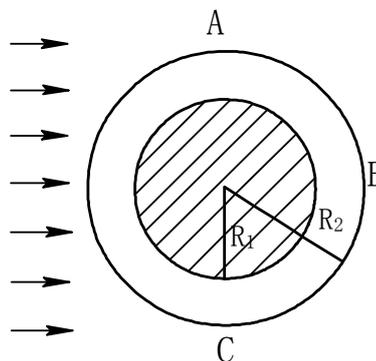


图 7-6

九、(16分)一平行板电容器，电容  $C_0=300\text{pF}$ ，极板  $A_1$  接在一电源的正极， $A_2$  接在另一电源的负极，两电源的电动势均为  $150\text{V}$ ，另外一极均接地。取一厚金属板  $B$ ，其面积与  $A_1$  及  $A_2$  相同，厚度为电容器两极板间距离的  $1/3$ ，插入电容器两极板的正中央，如图 7-7 所示。

1. 取一电动势为  $50\text{V}$  的电源  $E$ ，负极接地，将其正极与金属板  $B$  相连。问此时由电源  $E$  输送到金属板  $B$  的总电量是多少？

2. 在上述情况下，左右平移金属板  $B$ ，改变它在电容器两极间的位置，使  $B$  板上的电量向电源  $E$  原来输给金属板  $B$  的电量全部送回电源时，固定  $B$  板的位置，然后切断所有三个电源，并将  $B$  板从电容器中抽出，求这时电容器两极板  $A_1$ 、 $A_2$  之间的电压。

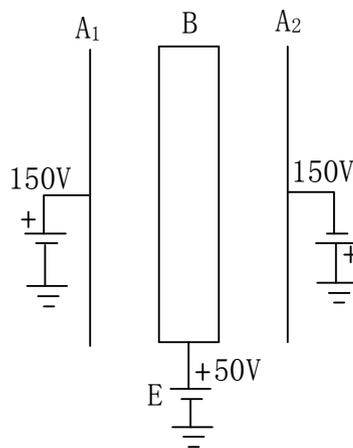


图 7-7

十、(16分) 一个质量  $m=200.0$  千克，长  $l_0=2.00$  米的薄底大金属桶倒扣在宽旷的水池底部(如图 7-8)。桶内的横截面积  $S=0.500$  米<sup>2</sup> (桶的容积为  $l_0S$ )，桶本身(桶壁与桶底)的体积  $V_0=2.50 \times 10^{-2}$  米<sup>3</sup>。桶内封有高度  $l=0.200$  米的空气，池深  $H_0=20.00$  米，大气压强  $p_0=10.00$  米水柱高，水的密度  $\rho=1.000 \times 10^3$  千克/米<sup>3</sup>。重力加速度  $g$  取  $10.00$  米/秒<sup>2</sup>。若用图中所示的吊绳将桶上提，使桶底能到达水面处，则绳拉力所需做的功有一最小值。试求从开始到绳拉力刚完成此功的过程中，桶和水(包括池水及桶内水)的机械能改变了多少(结果要保留三位有效数字)。不计水的阻力，设水温很低，不计其饱和蒸汽压的影响，并设水温上下均匀且保持不变。

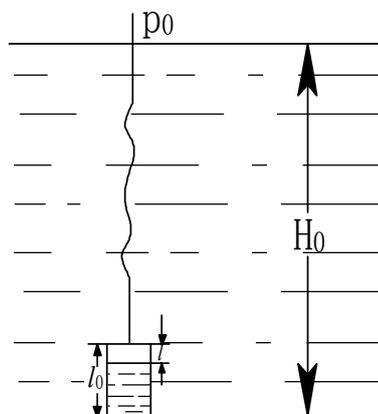


图 7-8

十一、(16分) 质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$  和  $m_3$  的三个质点 A、B、C 位于光滑的水平面上，用已拉直的不可伸长的柔软的轻绳 AB 和 BC 连结，角 ABC 为  $\pi - \alpha$ ， $\alpha$  为一锐角，如图 7-9 所示。今有一冲量为 J 的冲击力沿 BC 方向作用于质点 C，求质点 A 开始运动时的速度。

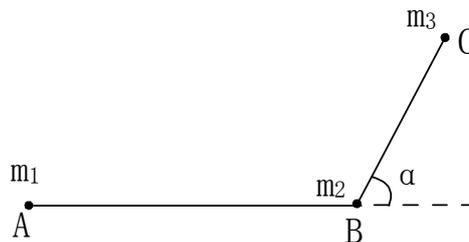


图 7-9