

## 培尖教育 2018 年学科竞赛夏令营物理模拟卷 (十二)

考试时间: 150 分钟 总分 320 分

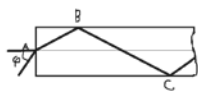
(请在答题卷上作答)

1、如图,一质量为  $2m$  倾角为  $\alpha$  的斜面以水平速度  $v$  在光滑平面上运动,水平面上有一质量为  $m$  的小球(小球半径可忽略不计),其和斜面的摩擦因数为  $\mu$ ,在小球前  $L$  处有一高为  $h$  的台阶。已知斜面与小球完全弹性碰撞后恰好以最小初速度上台阶,问(1)小球碰撞后初速度  $v_0$  是多少,



(2)斜面的初速度  $v$  和斜面与小球的摩擦因数与  $\alpha$  的关系,并求出  $\alpha$  的所满足的关系(可以用  $v_0$  表示)。(25)

2、在图中,光线在半径为  $R$  的直圆柱形光纤中传播,光线的入射点在端面上的中心  $A$  点,进入纤维后依次在  $B$ 、 $C$  等处发生全发射。设光纤芯线和包层的折射率为  $n_1, n_2$ 。外部的折射率为  $n_0$ 。(1)求入射角的最大值  $\phi$ 。

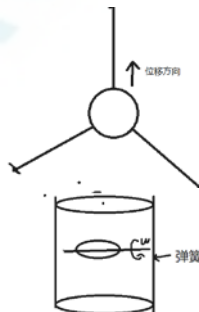


(2)若有一束平行光射在光纤端面,入射角为  $\theta$

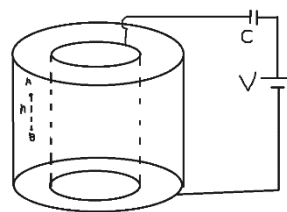
( $\theta > \phi$ )。求端面上那些区域的光可以在光纤中发生全反射传播(15)。

3、有一质量为  $m$  的飞船绕一质量为  $M$ , 半径为  $R$  的行星做圆周运动,轨道半径为  $2R$ ,速度为  $v$ ,已知飞船沿轨道平面上任意方向喷射气体改变速度,喷射的相对速度为  $u=0.25v$ (设喷射瞬间完成)。现要求其进行喷射,使飞船可以相切的到达行星表面,再变速,使其沿其表面做圆周运动。问飞船喷出的气体的方向范围是多少?第一次改变速度喷射气体的质量最小的角度是多少,按这一角度变轨最终质量为多少(26)?

4、在光滑的水平桌面上,三根相同的弹性绳一端系在质量为  $m$  的小球上(半径可忽略),另一端固定,如图所示,相邻绳夹角为  $120^\circ$ ,绳原长为  $l$ ,弹性系数为  $k$ ,小球在中心位置时,每根绳子的伸长量都为  $0$ ,将小球沿一根线的方向拉离平衡位置,位移是  $a(a < l)$ ,求小球的运动周期,以及一周内的位移。(17)

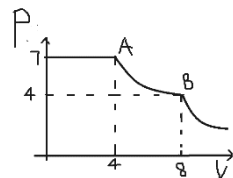


5、一原长为  $a$  ( $a \gg r$  (螺线管横截面半径)),总匝数为  $N$  的螺线管,将其通入电流  $I = I_0 \cos(\omega t)$ ,现将一面积为  $s$  的圆环放入其中,开始时圆环法线与螺线管轴线重合,现圆环以  $\omega$  的角速度旋转。问圆环上的电流随时间的关系。以及螺线管上产生的感应电动势的大小。(17)



6、如图,两个同轴导体圆筒,内筒半径为  $r$ ,外筒半径为  $R$ ,筒高都为  $L$  ( $L \gg R$ );内筒经未知电容  $C$  与端电压  $V$  足够大的直流电源正极相连,外筒与电源负极相连。已知圆筒中轴线在铅垂线上,筒间  $AB$  连线与轴线平行,  $AB=h$ ,  $A$ 、 $B$  距中轴线  $l$ ;以质量为  $m$ ,带电量为  $-q$  ( $q > 0$ ) 的带电粒子从  $A$  射出,速率为  $v$ ,方向垂直于由  $A$  与中轴线所确定的平面,使粒子可以经过  $B$ ,求所有可能的  $v$  和  $C$ ? (25)

7、把质量为  $m=100g$  的氮气和未知质量的氧气混合在  $T=77.4k$  的情况下,将单位体积的混合气体做等温压缩,混合气体的  $p-V$  图如下,求(1)氧气的质量(2)氧气在  $77.4k$  的饱和压强。(77.4k 是标准大气压下液氮的沸点,液氧的沸点大于  $77.4k$ ) (15)



8、如图所示,  $A$ 、 $B$  飞船速度都是  $0.6c$ ,在  $S$  系同时到达原点,此时  $A$ 、 $B$ 、 $S$  系的时钟都调为  $0$ ,在  $S$  系的时钟显示  $10s$  时观察到  $A$  向发出一光信号,  $B$  接收到光信号后,立即向  $A$  发出光信号。问(1)发出型号时,  $A$  认为  $B$  距他多远。(2)  $B$  认为收到信号的时间(3)  $S$  系中,  $A$  接收到信号时  $AB$  相距多少(20)

