

培尖教育 2018 年学科竞赛夏令营物理模拟卷（三）

考试时间：150 分钟 总分 320 分

（请在答题卷上作答）

题一：一道简单的相对论问题

一艘宇宙飞船以 $0.8c$ 的速度于中午飞经地球，此时飞船上和地球上的观察者都把自己的时钟调到 12 点。

1、按飞船上的时钟于午后 13 点飞经一个空间站，该空间站相对于地球固定，且该宇航站上的时钟指示的是地球时间，试问飞船到达该站时宇航站的时钟所指的时刻？

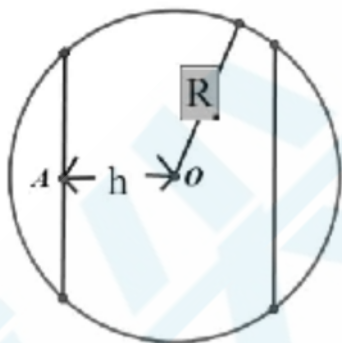
2、试问按照地球上的坐标测量，宇航站离地球多远？

3、于飞船时间午后 13 点从飞船向地球发送无线电信号，试问地球上的观察者何时（按照地球时间）接收到该信号？

4、若地球上的观察者在接收到信号后立即发出回答信号，试问飞船何时（按飞船时间）接收到回答信号？

题二：一道简单的力学题

1、如图所示，在一半径为 R ，质量为 M 的星球过球心的一切面内挖出两条平行的隧道，已知隧道距球心的距离都为 $h = \frac{\sqrt{3}}{2}R$ ，从 A 点以初速度 v 飞行的飞船可以做周期性运动求 v 的取值范围以及对应的周期 T 。（20 分）



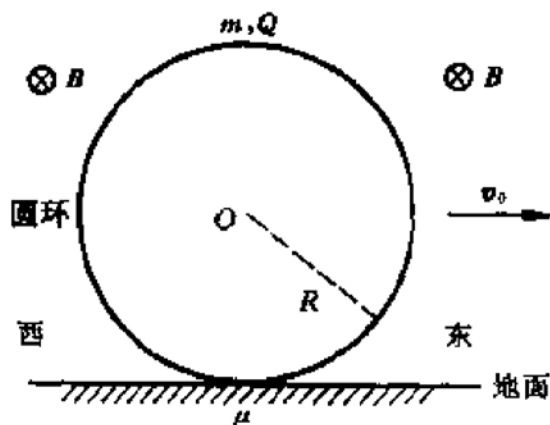
题三：一道简单的电磁学题

如图所示，半径为 R ，质量为 m 的匀质细圆环均匀地分布着相对于圆环固定不动的正电荷，其总电量为 Q 。当 $t=0$ 时，圆环在绝缘的水平地面上具有如图所示的指向正东方向的平动速度 v_0 ，且无滚动。设圆环与地面之间的摩擦因数为 μ ，设圆环所在处及其周围有着沿着水平指向北方的匀强地磁场 B 。

1、为使圆环在尔后的运动过程中始终不会离开地面，试求 v_0 的取值范围。

2、在第 1 问的 v_0 取值范围内，设圆环最后能够达到纯滚动状态，试导出此前 t 时刻的圆环平动速度 $v(t)$ ？

3、设 $v_0 = \frac{mg}{2QB}$ ，试确定圆环刚达到纯滚动状态的时刻 T 。

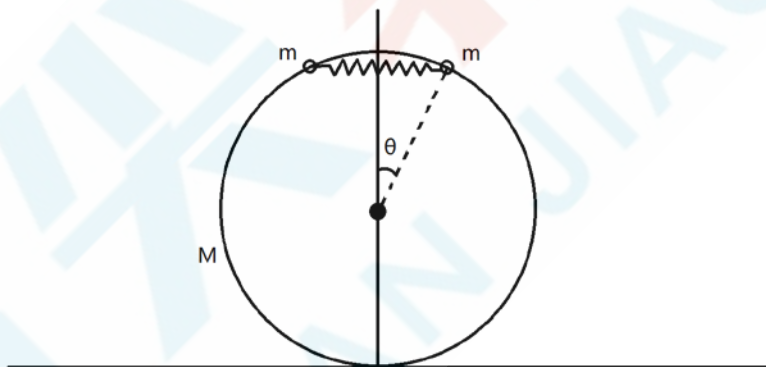


题四：一道十分简单的力学题

如图所示，在水平面上有一根光滑的竖直杆，在这根杆上穿着一质量分布均匀的圆环，质量为 M ，半径为 R 。在这个圆环上串着两个质量为 m 的质点，质点与大圆环之间无摩擦，两个质点之间用一根自然长度可以忽略，质量可以忽略，劲度系数为 k 的弹簧连接。初始状态下，两个质点距离地面距离为 $2R$ ，相对圆环的速度为 v_0 ，圆环绕其中心轴以 ω_0 的角速度旋转。在圆环的底部有一个特殊装置，使得圆环无论如何也不会离开地面，那么这个装置就有可能对于圆环施加向上或者向下的力。

请问：

- 1、在质点运动到任意的 θ 处时，在地面系中质点的速度大小？
- 2、任意可以到达的位置处，质点与圆环之间的相互作用力？



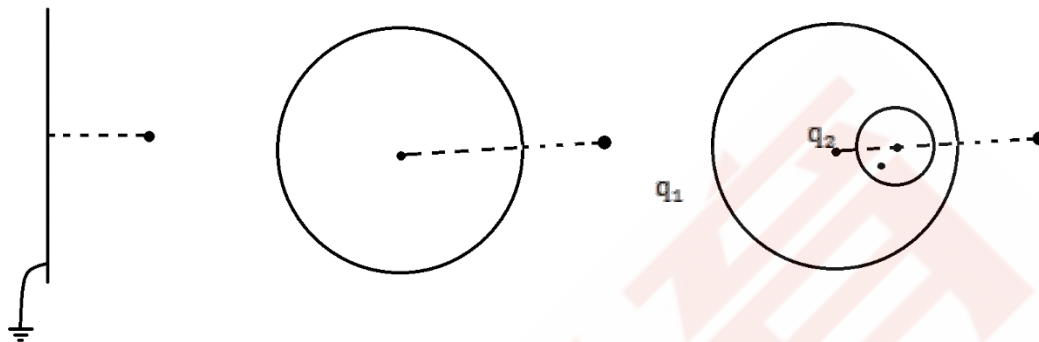
题五：一道简单的力学题

- 1、一个长度为 l ，质量线密度为 λ 的一根柔软的绳子一端挂在天花板上，初始状态下两端重合，现在令其自由端自由落下，试求任意 t 时刻绳子与天花板之间的连接处的受力？
- 2、一个长度为 l ，质量线密度为 λ 的柔软的绳子在桌子上，初始状态下一端刚刚碰到桌面，另一端用手提着距离桌面距离为 l （绳子垂直于桌面），桌子的总质量为 M ，在桌子下面放有一个体重秤，请问在任意 t 时刻体重秤的数值为多少？

题六：一道十分简单的电学题

- 1、如图所示，一个电荷量为 q 的点电荷和一个无限大的接地导体平板相距为 d ，试求此时该点电荷受力？系统总电势能？将此电荷移动到无穷远处所做的功？
- 2、如图所示的一个带有电荷量为 Q 的半径为 R 的导体球和一个距离球心为 d 的电荷量为 q 的点电荷，请问将此点电荷移动到无穷远所做的功？
- 3、如图所示，一个带电量为 Q 的半径为 R 的导体球，在球内部有一个半径为 r 的球形空腔，

在空腔内距离空腔中心为 x_1 处有一个电荷量为 q_1 的点电荷。在球外距离球心为 x_2 处有一个电荷量为 q_2 的点电荷。请问这个系统的静电势能？



题七：

一厚度为 t 的薄金属盘吊在温度为 300.0K 的空气中，其上表面受太阳直射，温度为 360.0K ，下表面的温度为 340.0K 。空气的温度保持不变，单位时间内金属盘每个表面散失到空气中的能量与此表面和空气的温度差以及此表面的面积成正比，忽略金属盘侧面的能量损失。若金属盘的厚度变为原来的 2 倍，求金属盘上、下表面的温度。

题八：

试导出对于一个总缝数为 N ，光栅常数为 d ，狭缝宽度为 a 的理想光栅，当光线垂直于光栅平面入射时，在不同角度 θ 处光强的相对大小表达式？（只需要写出正比于什么参数）