

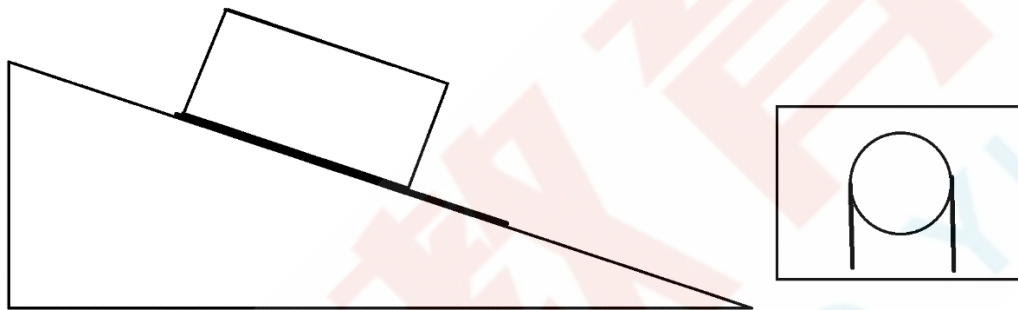
培尖教育 2018 年学科竞赛夏令营物理模拟卷（二）

考试时间：150 分钟 总分 320 分

（请在答题卷上作答）

题一：

如图在一个固定的斜面上放置一个圆柱体，使得圆柱体底面与斜面接触，斜面倾角为 α ，圆柱体质量为 M ，它的半径为 R ，圆柱体与斜面之间存在摩擦力，这个接触面的最大静摩擦因数为 μ 。在圆柱体上搭着一根质量线密度为 λ 的均匀软绳，长度为 L ，这根软绳与圆柱体之间无摩擦但是与桌面之间存在线性阻力，即单位长度的绳子在速度为 v 时，所受到的阻力为 $\frac{df}{dl} = -kv$ 。最初整个体系处于一个平衡的状态，即绳子对称的搭在圆柱的左右，现在缓慢拉动这根绳子距离为 X 后松手，试写出绳子之后的运动方程（不用考虑绳子从圆柱上脱离的情况）？

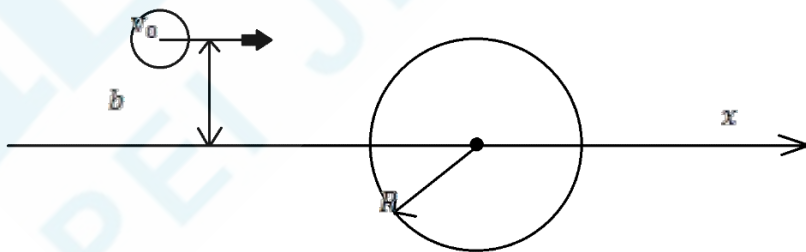


题二：

如图所示有一个质量为 m 、半径为 r 的实心小球，以初速度 v_0 靠近另一个质量为 M ，半径为 R 的实心大球，取大球的中心为坐标原点，再取 x 轴平行于 v_0 方向，小球的中心距离 x 轴的瞄准距离为 b ，两球之间的碰撞可以视为完全弹性碰撞，大球与小球之间无摩擦。忽略重力的作用。

1、设 α 粒子的散射符合上述模型。有一块厚度为 d ，面积为 S 的金箔，受到速度为 v_0 的 α 粒子束沿着垂直于金箔表面方向的冲击，如果把入射的 α 粒子和金原子看成是上述的小球和大球，但是在此处认为 $M \gg m$ ，而且由于并未发生实际的碰撞，可以认为 $\mu = 0$ 。设单位时间内单位面积上入射的 α 粒子数为 I_0 ，金箔单位体积之内的金原子数量为 n_0 ，求相对于 x 轴（即粒子入射的速度方向）的 θ 和 $\theta + \Delta\theta$ ($\Delta\theta$ 很小) 角之间单位时间内散射的粒子数。

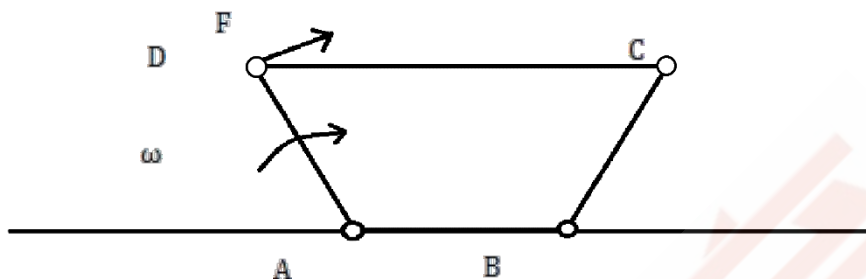
2、假设入射的 α 粒子非常多，求某一个 α 粒子散射角 $\theta > 60^\circ$ 的概率 p



题三：

如图所示的机构由三根质量线密度为 λ 的均匀细杆组成，AD 和 BC 长度为 l ，CD 长度为 $2l$ ，四个顶点为光滑铰链相连，AB 连线为水平面，其对应着地面，已知重力加速度为 g 。由于

D 点处的始终垂直于 AD 杆的变化的力 F 的存在, AD 杆得以匀角速度绕着 A 点旋转, 其转动角速度为 ω 。如图所示的情况下, 这个梯形为等腰梯形。



请问此时此刻 C 点的速度与加速度?

题四:

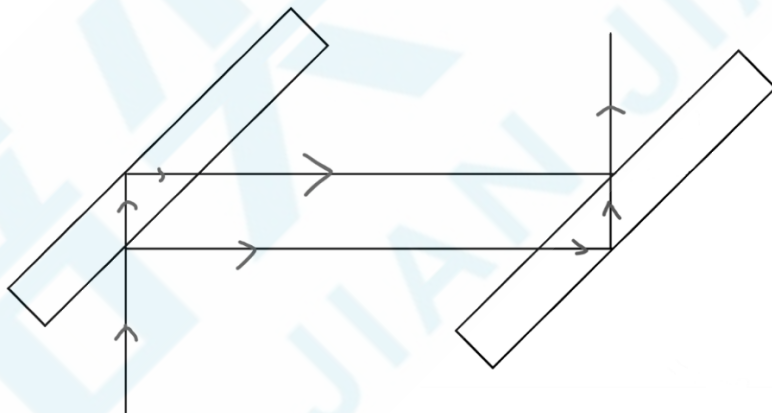
一根长管一端开口一端封闭, 横截面积处处相等。初始状态下管中有着压强为 p_0 的空气, 现对管子进行加热, 使其形成开口端 1500K 封闭端 100K 的线性温度分布。封闭开口端, 将长管整体的温度改变至 300K, 请问最后管中气体分子的数密度 n 为多少?

题五: 雅满干涉仪

两平行的玻璃之间有极小的夹角 α , 光从某一玻璃板射入后, 由透镜汇聚到焦平面上, 则会观察到明亮的干涉条纹。已知两玻璃的厚度为 h , 玻璃的折射率设为 n , 入射角为 ϕ , 光波的波长为 λ , 透镜的焦距为 f 。

1、请求出焦平面上观察到的条纹间距 Δx 的表达式。

2、当 $\alpha = 2^\circ, h = 2\text{cm}, f = 2\text{cm}, n = 1.5, \phi = \frac{\pi}{4}, \Delta x = 0.0384\text{mm}$ 时, 试求光波的波长 λ 的大小。

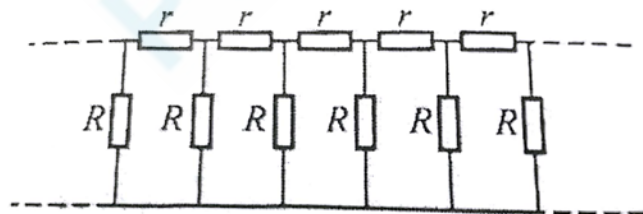


题六:

由电阻 r 和 R 组成的双向无穷网络如图所示, 试求:

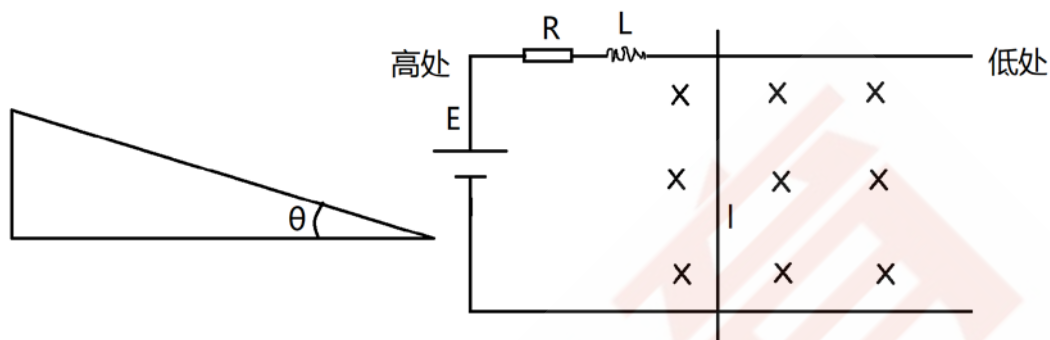
1、两个相邻上方节点之间的等效电阻

2、两个其间相距 n 个电阻 r 的上方节点之间的等效电阻



题七：

回路处在匀强磁场 B 中，质量为 m 的无电阻杆可以在固定到斜面上的平行轨道上滑动，这个轨道与水平面的夹角为 θ ，总共的滑动摩擦力可以写成 $f = -kv$ 的形式，如图所示。若初始状态下，这个杆拥有向下的初始速度 v_0 ，请写出在任意 t 时刻，杆的速度的表达式？



题八：干涉仪测速

一个单色激光源发射一束平行于地面的相干长度视为无限的平行光，这束光被分束镜分成了两束平行于地面的光线。如图所示，在地面上有一个理想反射镜，与激光源之间的距离设为 L 。初始状态下，一个矩形透明介质静止在地面上，厚度为 a ，折射率为 n ，只有一束光穿过这个介质，继而反射再次穿过，另一束光作为参考光线。两束光会和后利用透镜产生同心圆环干涉条纹。之后使得该介质以速度 v 朝向光源运动，这使得干涉条纹吞或吐了 η 条条纹，请问介质运动速度 v 的表达式是什么？

