

2012 自主招生水平模拟测试（A 卷）

科目：物理

考试时间： 月 日

命题人：学而思自主招生研究中心蔡子星

本试卷共 7 题，满分 100 分。请将答案和必要的解答过程写在答题纸上。

试题一 8 分

小龙女沿着直线以速率 v 向东匀速运动。杨过从小龙女正南方距离为 l 的地方开始，以不变的速率 v_0 始终向着小龙女追去，显然杨过会走出一条曲线。问杨过追上小龙女需要的时间为多少（）

A $\frac{l}{v_0 - v}$

B $\frac{vl}{v_0^2 - v^2}$

C $\frac{v_0 l}{v_0^2 - v^2}$

D $\frac{2l}{v_0 + v}$

试题二 8 分

一个静止的原子从一个比较高能量的状态变化到比较低能量的状态会放出一个光子，按照波尔的理论，由于能量守恒，这个光子的能量 $h\nu$ 等于两个状态的能量差 ΔE 。其中 h 是普朗克常数， ν 是光子频率。但是考虑到光子也是有动量的，由于动量守恒光子飞出去之后原子也会动起来。考虑到这个效应之后，实际发出的光子的频率和原来预计的相比（）

A 不变

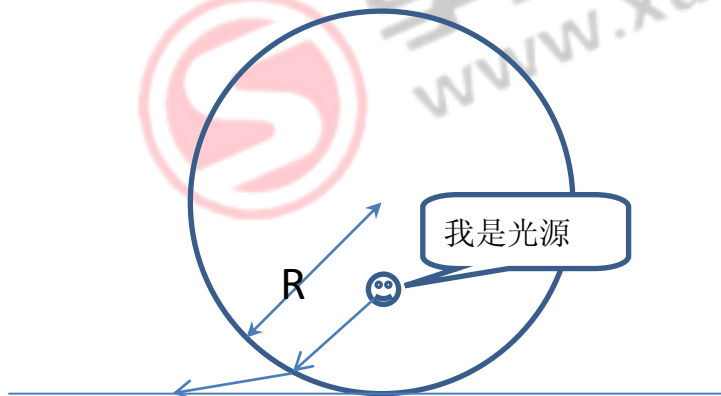
B 不能确定

C 变大

D 变小

试题三. 满分 16 分。

如图，一个玻璃球放在水平桌面上。玻璃折射率为 $n=2$ ，球的半径为 R 。在球心下方 $\frac{\sqrt{3}}{3}R$ 的地方有一点光源。求球表面上有光出射的表面面积有多大。（不考虑经过一次或多次反射后出射的光线，提示：球冠的面积公式为 $2\pi Rh$ ， R 是球的半径， h 是球冠高度）



试题四满分 16 分

玻色-爱因斯坦凝聚是一种在低温下量子效应的表现。效果是在低温下几乎所有的粒子都处于相同的量子态上，有人形象的把这个现象称作所有粒子齐跳舞。1924 年印度物理学家玻色就提出了这个概念，后来得到爱因斯坦的认可。但是直到 1995 年才被实验直接观察到。

现在我们要做的是估算玻色-爱因斯坦凝聚发生温度。假设一团单原子气体，温度为 T ，密度为 ρ ，单个原子的质量为 m 。

(1) 估算两个原子之间的平均间距为多少。

(2) 温度为 T 时，设原子 x 方向的动量平均的大小为 p_x ，两者之间满足这样的关系：

$E_k = \frac{p_x^2}{2m} \approx \frac{1}{2} kT$ 。其中 k 是波尔兹曼常熟，当做已知量。另外根据量子力学，动量为 p 的粒子对应着波长为 h/p 的物质波， h 是普朗克常熟，当做已知量。当物质波波长和原子间间距接近的时候，原子间会发生强烈的干涉现象，从而导致玻色爱因斯坦凝聚。请根据以上信息，解释为什么玻色爱因斯坦凝聚必须在低温下发生，并估算对应的温度为多少。

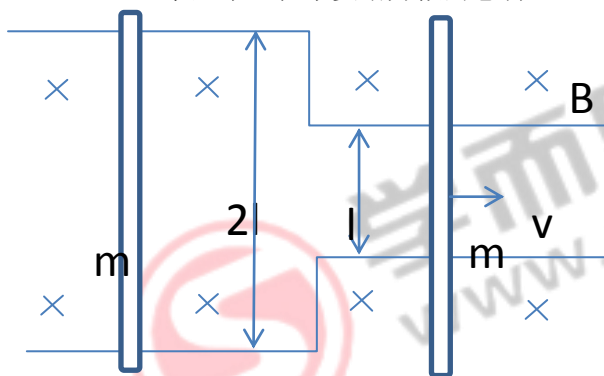
试题五.满分 18 分

如图，有一个足够长的导体滑轨，电阻为 0，光滑。左半段宽度为 l ，右半段宽度为 $2l$ 。上方放着两根相同的金属棒，质量为 m ，单位长度上电阻为 r 。整个空间存在垂直于纸面向里的强度为 B 的磁场。初始时刻右方棒子以速度 v 向右运动，左边棒子静止。足够长时间（左边棒子没有进入右方导轨），两棒速度都不随之间发生变化。

(1) 求最后两棒的速度。

(2) 求回路中流过的电量。

(3) 求整个过程中安培力做的总功。

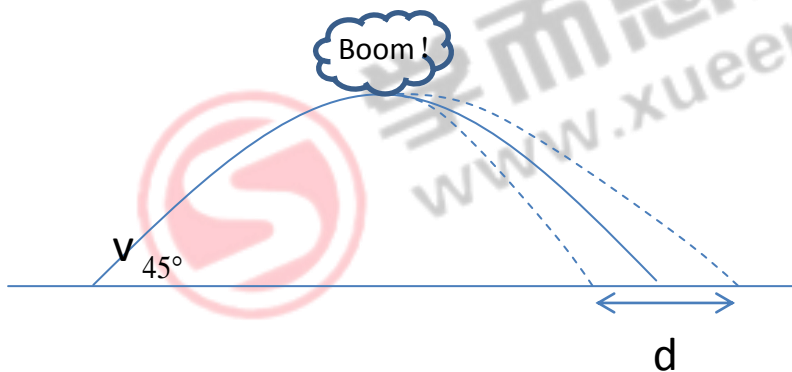


试题六满分 18 分

一只质量为 $3m$ 的小鸟从地面以 45° 度角，速率 v 发射，在最高点发生爆炸，变为三只质量为 m 的小鸟，爆炸之后瞬间三只小鸟速度均沿水平方向，且中间的一只小鸟速度和爆炸前没有区别。已知落地的时候，最近和最远的小鸟相距为 d 。（如果你没有玩过“愤怒的小鸟”，请你把所有“小鸟”都换成“质点”）

（1）求爆炸至少使得小鸟们动能增加了多少？

（2）把“爆炸之后瞬间三只小鸟速度均沿水平方向”的条件改为，爆炸之后空中三只小鸟水平方向速度相等，那么当中点的小鸟落地的时候，还在空中的小鸟距离地面有多高？



试题七.满分 16 分

如图，一个半径为 R 的圆柱形桶内有均匀的磁场 B 。一个带点粒子沿着半径方向从一个缺口入射到桶内。粒子与桶壁发生完全弹性碰撞，满足反射定律，并且电荷不会发生改变。如果粒子经过 4 次碰撞后第 5 次到达桶壁时，刚好从小缺口出射，求粒子可能的荷质比 m/q 。

