1991 年上海

1. 氡 222 衰变为钋 218 的半衰期为 3.8 d。20 g 氡 222 经 7.6 d 后还剩下（B）

A. 10 g　　B. 5 g　　C. 2.6 g　　D. 1.25 g

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

2. a、b、c 三球自同一高度以相同速率抛出，a 球竖直上抛，b 球水平抛出，c 球竖直下抛。设三球落地时的速率分别为 v_a、v_b、v_c。则（D）

A. $v_a > v_b > v_c$　　B. $v_a = v_b > v_c$　　C. $v_a > v_b = v_c$　　D. $v_a = v_b = v_c$

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

3. 一定质量的理想气体处于某一初始状态，现要使它的温度经过状态变化后，回到初始状态的温度，用下列哪个过程可以实现？（A）

A. 先保持压强不变而使体积膨胀，接着保持体积不变而减小压强

B. 先保持压强不变而使体积减小，接着保持体积不变而减小压强

C. 先保持体积不变而增大压强，接着保持压强不变而使体积膨胀

D. 先保持体积不变而减小压强，接着保持压强不变而使体积减小

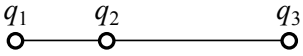
> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

4. 质量相同的三个小球 a、b、c 在光滑水平面上以相同的速率运动，它们分别与原来静止的三个小球 A、B、C 相碰（a 与 A 相碰，b 与 B 相碰，c 与 C 相碰）。碰后，a 球继续沿原来方向运动；b 球静止不动；c 球被弹回而向反方向运动。这时，A、B、C 三球中动量最大的是（C）

A. A 球　　B. B 球　　C. C 球　　D. D 球

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

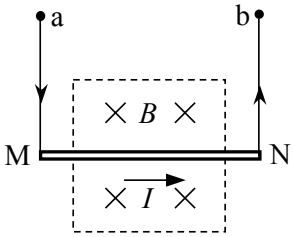
5. 如图所示三个点电荷 q_1、q_2、q_3 固定在一直线上，q_2 与 q_3 的距离为 q_1 与 q_2 距离的 2 倍，每个电荷所受的静电力的合力均为零。由此可以判定，三个电荷的电量之比 $q_1 : q_2 : q_3$ 为（A）



A. $-9 : 4 : -36$　　B. $9 : 4 : 36$　　C. $-3 : 2 : -6$　　D. $3 : 2 : 6$

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

6. 如图所示，一根有质量的金属棒 MN，两端用细软导线连接后悬挂于 a、b 两点。棒的中部处于方向垂直纸面向里的匀强磁场中，棒中通有电流，方向从 M 流向 N，此时悬线上有拉力。为了使拉力等于零，可 (C)

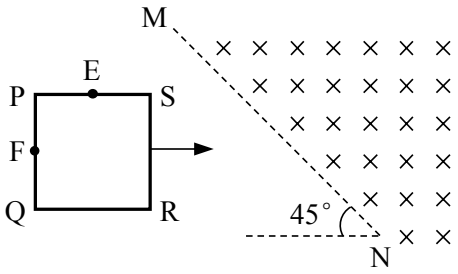


A. 适当减小磁感应强度　　B. 使磁场反向

C. 适当增大电流强度　　D. 使电流反向

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

7. 图中 PQRS 为一正方形导线框，它以恒定速度向右进入以 MN 为边界的匀强磁场，磁场方向垂直线框平面，MN 线与线框的边成 45° 角。E、F 分别为 PS 与 PQ 的中点。关于线框中的感生电流，正确的说法是 (B)



A. 当 E 点经过边界 MN 时，线框中感应电流最大

B. 当 P 点经过边界 MN 时，线框中感应电流最大

C. 当 F 点经过边界 MN 时，线框中感应电流最大

D. 当 Q 点经过边界 MN 时，线框中感应电流最大

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

8. 一平台沿竖直方向作简谐振动，一物体置于振动平台上随台一起运动。当振动平台处于什么位置时，物体对台面的正压力最大？(C)

A. 当振动平台运动到最高点时　　B. 当振动平台向下运动过振动中心点时

C. 当振动平台运动到最低点时　　D. 当振动平台向上运动过振动中心点时

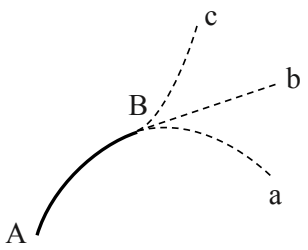
> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

9. 在同一匀强磁场中，质子和电子各自在垂直于磁场的平面内作半径相同的匀速圆周运动。质子的质量为 m_p，电子的质量为 m_e。则 (AC)

A. 质子与电子的速率之比等于 m_e/m_p
B. 质子与电子的动量大小之比等于 m_e/m_p
C. 质子与电子的动能之比等于 m_e/m_p
D. 质子与电子的圆周运动周期之比等于 m_e/m_p

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

10. 如图所示，物体在恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B，这时，突然使它所受力的反向，大小不变，即由 F 变为 $-F$。在此力作用下，物体以后的运动情况，下列说法正确的是 (ABD)



A. 物体不可能沿曲线 Ba 运动
B. 物体不可能沿直线 Bb 运动
C. 物体不可能沿曲线 Bc 运动
D. 物体不可能沿原曲线由 B 返回 A

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

11. 关于物体内能，下列说法正确的是 (BC)

A. 相同质量的两种物体，升高相同的温度，内能增量一定相同
B. 一定量 0°C 的水结成 0°C 的冰，内能一定减少
C. 一定量气体体积增大，但既不吸热也不放热，内能一定减少
D. 一定量气体吸收热量而保持体积不变，内能一定减少

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

12. A、B 为两个相同的环形线圈，共轴并靠近放置，如图 b 所示。A 线圈中通有如图 a 所示的交流电 i，则 (ABC)

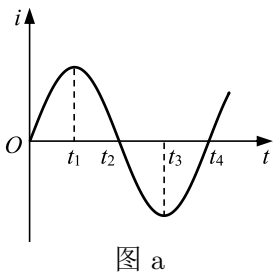


图 a

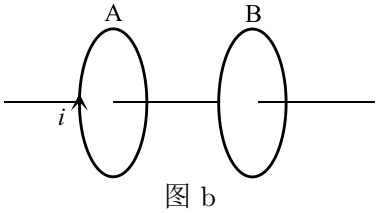


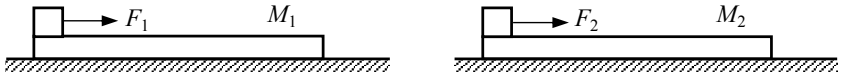
图 b

A. 在 t_1 到 t_2 时间内 A、B 两线圈相吸　　B. 在 t_2 到 t_3 时间内 A、B 两线圈相斥

C. t_1 时刻两线圈间作用力为零　　D. t_2 时刻两线圈间吸力最大

本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

13. 在光滑的水平面上，放着两块长度相同，质量分别为 M_1 和 M_2 的木板，在两木板的左端各放一个大小、形状、质量完全相同的物块，如图所示。开始时，各物均静止。今在两物块上各作用一水平恒力 F_1、F_2，当物块与木板分离时，两木板的速度分别为 v_1 和 v_2。物块与两木板之间的摩擦系数相同。下列说法正确的是 (BD)



A. 若 $F_1 = F_2$，$M_1 > M_2$，则 $v_1 > v_2$　　B. 若 $F_1 = F_2$，$M_1 < M_2$，则 $v_1 > v_2$

C. 若 $F_1 > F_2$，$M_1 = M_2$，则 $v_1 > v_2$　　D. 若 $F_1 < F_2$，$M_1 = M_2$，则 $v_1 > v_2$

由物块和木板的受力分析判断，物块和木板做匀加速运动，因物块和木板的加速度不同，导致物体与木板分离，利用物块和木板的位移之差求得木板的速度，然后加以讨论。对物块：$F - \mu mg = ma_1$，对木板：$\mu mg = Ma_2$。从刚开始运动到木块分离有

$\frac{1}{2}a_1t^2 - \frac{1}{2}a_2t^2 = L$

由以上各式得 $t = \sqrt{\frac{2L}{\frac{F}{m} - \mu g - \frac{\mu mg}{M}}}$

讨论：若 $F_1 = F_2$，$M_1 > M_2$，两木板的加速度 $a_2 < a_2'$，运动时间 $t_1 < t_2$，由 $v = at$ 可知 $v_1 < v_2$。选项 A 错误。

若 $F_1 = F_2$，$M_1 < M_2$，两木板的加速度 $a_2 > a_2'$，运动时间 $t_1 > t_2$，由 $v = at$ 可知 $v_1 > v_2$。选项 B 正确。

若 $F_1 > F_2$，$M_1 = M_2$，两木板的加速度 $a_2 = a_2'$，运动时间 $t_1 < t_2$，由 $v = at$ 可知 $v_1 < v_2$。选项 C 错误。

若 $F_1 < F_2$，$M_1 = M_2$，两木板的加速度 $a_2 = a_2'$，运动时间 $t_1 > t_2$，由 $v = at$ 可知 $v_1 > v_2$。选项 D 正确。

正确选项为 BD。

14. 卢瑟福在 α 粒子散射 实验的基础上，提出了原子核式结构学说。麦克斯韦在总结前人研究电磁现象的基础上，建立了完整的电磁场理论，预言了电磁波的存在。

α 粒子散射，麦克斯韦

本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

15. 一热水瓶水的质量约 $2.2\,\mathrm{kg}$，它所包含的水分子数目约为 7.3×10^{25}。（取二位有效数字。阿伏伽德罗常数取 $6.0\times10^{23}\,\mathrm{mol^{-1}}$）

> 7.3×10^{25}

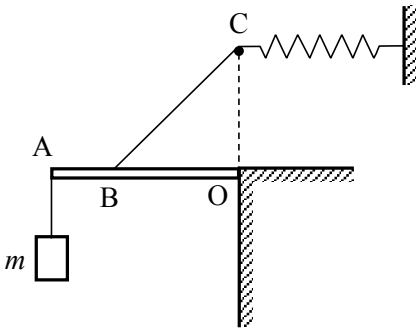
> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

16. 一个锂核（${}_3^7\mathrm{Li}$）受到一个质子的轰击，变成两个 α 粒子，这一过程的核反应方程是 ${}_3^7\mathrm{Li}+{}_1^1\mathrm{H}\longrightarrow 2\,{}_2^4\mathrm{He}$。已知一个氢原子的质量是 $1.6736\times10^{-27}\,\mathrm{kg}$，一个锂原子的质量是 $11.6505\times10^{-27}\,\mathrm{kg}$，一个氦原子的质量是 $6.6466\times10^{-27}\,\mathrm{kg}$。上述核反应所释放的能量等于 $2.78\times10^{-12}\,\mathrm{J}$。

> ${}_3^7\mathrm{Li}+{}_1^1\mathrm{H}\longrightarrow 2\,{}_2^4\mathrm{He}$，$2.78\times10^{-12}\,\mathrm{J}$

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

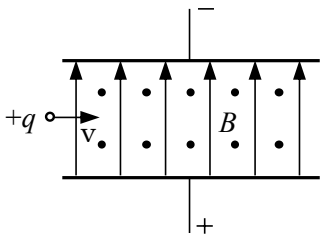
17. 如图所示一根长为 L 的轻杆 OA，可绕水平轴 O 在竖直平面内自由转动。左端 A 挂一质量为 m 的物体，从杆上一点 B 系一不会伸长的细绳。将绳跨过光滑的钉子 C 与弹簧 K 连接，弹簧处于拉伸状态。已知 $OB=OC=\frac{2}{3}L$，弹簧伸长量恰等于 BC。由此可知，弹簧的倔强系数（劲度系数）等于 $\frac{9mg}{4L}$。



> $\frac{9mg}{4L}$

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

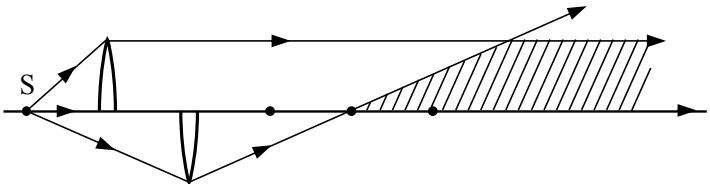
18. 如图所示，质量为 m，带电量为 $+q$ 的粒子，从两平行电极板正中央垂直电力线和磁力线以速度 v 飞入。已知两板间距为 d，磁感应强度为 B，这时粒子恰能直线穿过电场和磁场区域（重力不计）。今将磁感应强度增大到某值，则粒子将落到极板上，当粒子落到极板上时的动能为 $\frac{1}{2}(mv^2-qdvB)$。



$\frac{1}{2}(mv^2 - qdvB)$

本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

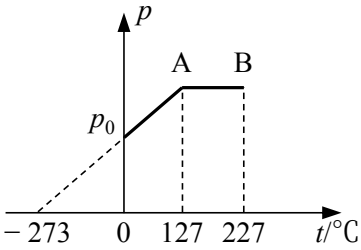
19. 将焦距为 f 的凸透镜切成上下两半，沿主轴拉开距离 f，如图所示。点光源 S 置于透镜主轴上离左边半个透镜 f 处。该装置可演示两束光的干涉现象。请画出点光源 S 经上、下两半透镜后的光束，并用斜影线画出两束光发生干涉的区域。



作图如图所示。

本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

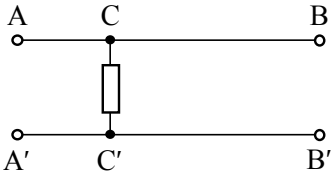
20. 如图表示 0.2 mol 某种气体的压强与温度关系，图中 p_0 为标准大气压。气体在 D 状态时的体积是 5.6 L。



5.6 L

本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

21. 图中，AB 和 A′B′ 是长度均为 2 km，每千米电阻值为 1 Ω 的两根输电线。今发现在距离 A 和 A′ 等远的两点 C 和 C′ 间发生漏电，相当于在两点间连接了一个电阻。现用电动势为 90 V，内阻不计的电源接在 AA′ 间时，测得 BB′ 间电压为 72 V。把此电源接在 BB′ 时，测得 AA′ 间电压为 45 V，由此可知 A 与 C 相距 0.4 km。



0.4 km

本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

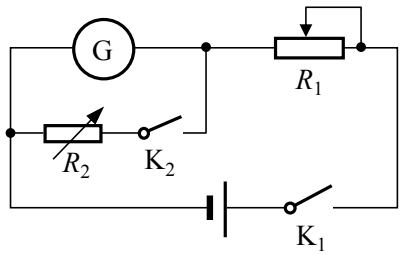
22. 在演示光电效应的实验中，把某种金属板连在验电器上。第一次，用弧光灯直接照射金属板，验电器的指针就张开一个角度。第二次，在弧光灯和金属板之间，插入一块普通的玻璃板，再用弧光灯照射，验电器指针不张开。由此可以判定，使金属板产生光电效应的是弧光中的（B）

A. 可见光成份　　B. 紫外光成份　　C. 红外光成份　　D. 无线电波成份

B

用弧光灯直接照射金属板，金属板逸出光电子后带正电，使验电器的指针张开。插入普通玻璃板后，因为玻璃板能吸收紫外线，而可见光依然能通过玻璃板照到金属板上，验电器指针不张开，所以，可以判定，使金属板产生光电效应的是弧光中的紫外线成分。

23. 用半偏法测图中的电流表 G 的内阻 R_g。将下列说法中正确的选出来。（ABC）



A. 电键 K_1 接通前，R_1 必须调节到高阻值处

B. 电键 K_2 接通前，R_2 的阻值无需调节

C. 当电流表示数从满偏电流 I_g 调到半偏电流 $I_g/2$ 时，R_2 中电流强度稍大于 $I_g/2$

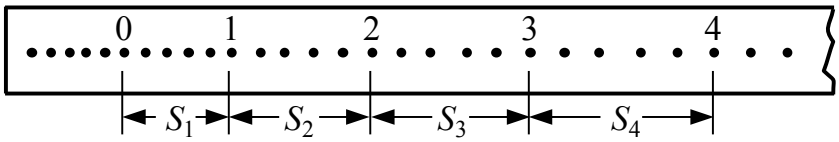
D. R_1 阻值的大小，对实验误差没有影响

ABC

本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

24. 用接在 50 Hz 交流低压电源上的打点计时器，测定小车作匀加速直线运动的加速度。某次实验中得到的一条纸带如图所示，从比较清晰的点起，每五个打印点取一个点作为计

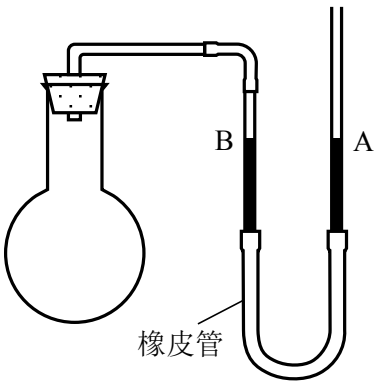
数点，分别标明 0、1、2、3、4。量得 0 与 1 两点间距离 $S_1 = 30\,\mathrm{mm}$，3 与 4 两点间距离 $S_4 = 48\,\mathrm{mm}$，则小车在 0 与 1 两点间的平均速度为 $0.30\,\mathrm{m/s}$，小车的加速度为 $0.60\,\mathrm{m/s^2}$。



$0.30\,\mathrm{m/s}$，$0.60\,\mathrm{m/s^2}$

本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

25. 用如图所示的实验装置，研究体积不变时气体的压强与温度的关系，当时大气压为 $H\,\mathrm{cmHg}$。封有一定质量气体的烧瓶，浸在冰水混合物中，U 形压强计可动管 A 和固定管 B 中的水银面刚好相平。将烧瓶浸入温度为 $t\,^\circ\mathrm{C}$ 的热水中时，B 管水银面将 下降，这时应将 A 管 上升，（以上二格填“上升”或“下降”），使 B 管中水银面 回到原处。记下此时 A、B 两管中水银面的高度差为 $h\,\mathrm{cm}$，此状态下瓶中气体的压强为 $(H+h)\,\mathrm{cmHg}$。



下降，上升，回到原处，$(H+h)\,\mathrm{cmHg}$

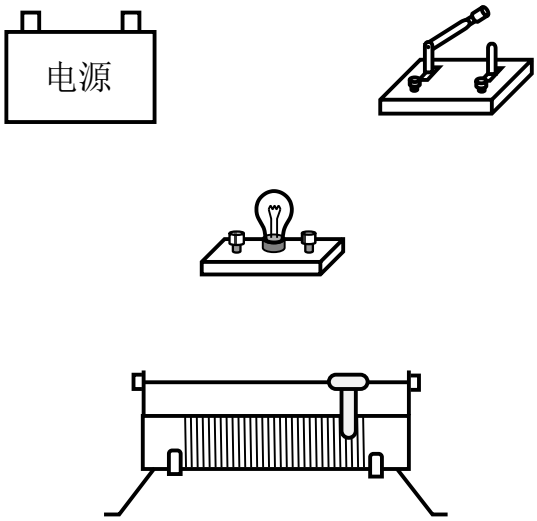
本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

26. 一电灯，电阻为 $4R$。设计一个电路，使电灯两端的电压调节范围尽可能大。可利用的器材为：一个电动势为 E；内阻为 $R/5$ 的电源；一个最大阻值为 R 的滑线变阻器；一个电键；导线若干。

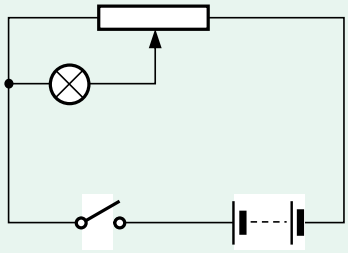
（a）将设计的电路图画在下方虚线框内。

（b）灯两端电压可调节的范围为 $0 \sim 0.8E$。

（c）按设计的电路图，将如图所示仪器用线（表示导线）连接起来。

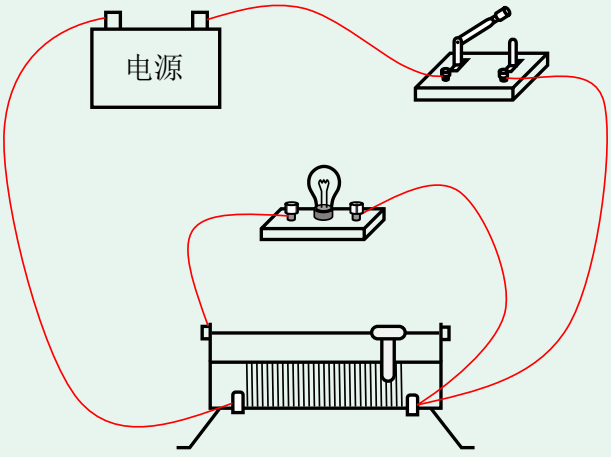


（a）设计的电路如图所示。



（b）$0 \sim 0.8E$。

（c）连线如图所示。

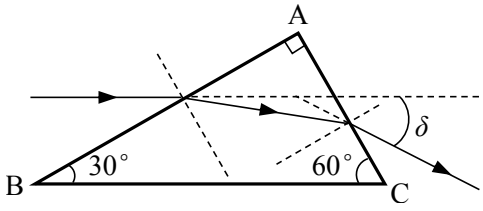


本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

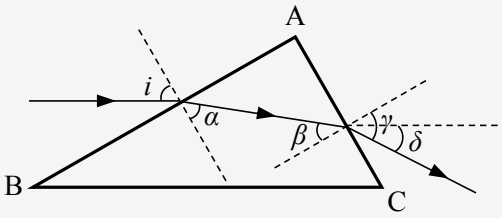
27. 某三棱镜的横截面是一直角三角形，如图所示，$\angle A = 90°$，$\angle B = 30°$，$\angle C = 60°$；棱镜材料的折射率为 n，底面 BC 涂黑。入射光沿平行于底面 BC 的方向射向 AB 面，经 AB 面和 AC 面折射后出射。

(1) 求出射光线与入射光线延长线间的夹角 δ。

(2) 为使上述入射光线能从 AB 面出射，折射率 n 的最大值为多少？



(1) $\delta = \sin^{-1}\frac{\sqrt{4n^2-3}}{2} - 30°$ (2) $n \le \frac{\sqrt{7}}{2}$



（1）如图，设光在 AB 面上入射角为 i，折射角为 α，在 AC 面上入射角为 β，出射角为 γ，由折射定律

$\sin i = n\sin\alpha$

$i = 60°$，$\sin\alpha = \frac{1}{n}\sin 60° = \frac{\sqrt{3}}{2n}$　　2 分

$\alpha + \beta = 90°$，$\sin\beta = \cos\alpha$

$\sin\beta = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \frac{\sqrt{4n^2-3}}{2n}$　　2 分

由折射定律

$n\sin\beta = \sin\gamma$

$\sin\gamma = n\cdot\frac{\sqrt{4n^2-3}}{2n} = \frac{\sqrt{4n^2-3}}{2}$　　2 分

$\delta = \sin^{-1}\frac{\sqrt{4n^2-3}}{2} - 30°$　　2 分

（2）要使有光线从 AC 面射出，应有

$\sin\gamma \le 1$

即 $\frac{\sqrt{4n^2-3}}{2} \le 1$　　2 分

得 $n \le \frac{\sqrt{7}}{2}$　　2 分

28. 某电炉在额定电压下的功率为 $P_0 = 300\,\mathrm{W}$。某电源在不接负载时的路端电压与电炉的额定电压相同。当将电炉接到该电源上时，电炉实际消耗的功率为 $P_1 = 324\,\mathrm{W}$。若将两个这样的电炉并联接入该电源，两个电炉实际消耗的总功率 P_2 为多少？

$P_2 = 535.5\,\mathrm{W}$

设电炉额定电压为 U，电阻为 R，电源内阻为 r，电源电动势即为 U。故

$P_0 = \frac{U^2}{R} = 400$ ①，2 分

$P_1 = \frac{U^2}{(R+r)^2}R = 324$ ②，2 分

$P_2 = \frac{U^2}{(\frac{R}{2}+r)^2} \cdot \frac{R}{2}$ ③，2 分

由①②消去 U，解得

$\frac{r}{R} = \sqrt{\frac{P_0}{P_1}} - 1 = \sqrt{\frac{400}{324}} - 1 = \frac{1}{9}$

代入③式

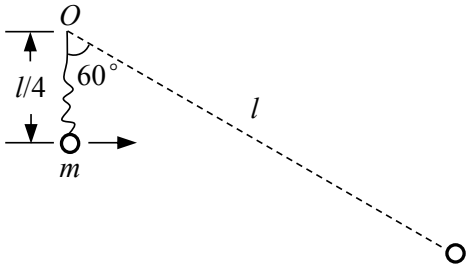
$P_2 = \frac{U^2}{R}\frac{1}{2(\frac{1}{2}+\frac{r}{R})^2} = \frac{400}{2(\frac{1}{2}+\frac{1}{9})^2} = 535.5\,\mathrm{W}$　　4 分

29. 如图所示，长为 l 的轻绳一端系于固定点 O，另一端系质量为 m 的小球。将小球从 O 点正下方 $l/4$ 处，以一定初速水平向右抛出，经一定时间绳被拉直，以后小球将以 O 为支点在竖直平面内摆动。已知绳刚被拉直时，绳与竖直线成 60° 角。求：

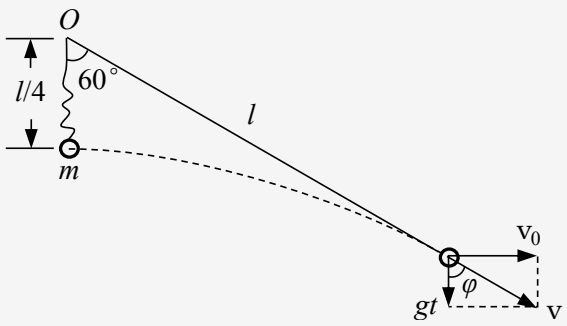
(1) 小球水平抛出时的初速 v_0。

(2) 在绳被拉紧的瞬间，支点 O 受到的冲量 I。

(3) 小球摆到最低点时，绳所受的拉力 T。



(1) $v_0 = \frac{\sqrt{6gl}}{2}$　(2) $I = m\sqrt{2gl}$　(3) $T = 2mg$



（1）小球在绳被拉直前作平抛运动，如图所示。设小球抛出后经时间 t 绳被拉直

$v_0 t = l\sin 60°$　　1 分

$\frac{1}{2}gt^2 = l\cos 60° - \frac{l}{4}$　　1 分

由此解得

$t = \sqrt{\frac{l}{2g}}$

$v_0 = \frac{\sqrt{6gl}}{2}$　　2 分

（2）在绳被拉直前瞬时，小球速度的水平分量为 v_0，竖直分量为 gt，速度大小

$v = \sqrt{v_0^2 + g^2t^2}$

以 $v_0 = \frac{\sqrt{6gl}}{2}$，$gt = g\sqrt{\frac{l}{2g}} = \frac{\sqrt{2gl}}{2}$ 代入

得 $v = \sqrt{2gl}$　　2 分

速度与竖直方向的夹角 $\varphi = \tan^{-1}\frac{v_0}{gt} = \tan^{-1}\sqrt{3} = 60°$　　3 分

可见小球速度与绳沿同一线，小球动量在绳拉力的冲量作用下减速为零，于是 O 点所受冲量即为绳拉直前一瞬时小球的动量：

$I = Ft = mv = m\sqrt{2gl}$　　2 分

（3）以后小球作摆动，由机械能守恒，小球到最低点时动能

$\frac{1}{2}mv^2 = mgl - mgl\cos 60° = \frac{1}{2}mgl$　　1 分

由牛顿定律 $T - mg = \frac{mv^2}{l}$　　1 分

得绳拉力 $T = mg + \frac{mv^2}{l} = 2mg$　　1 分