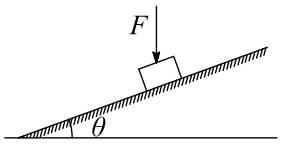
2011 年安徽理综

1. 一质量为 m 的物块恰好静止在倾角为 θ 斜面上。现对物块施加一个竖直向下的恒力 F，如图所示。则物块 (A)

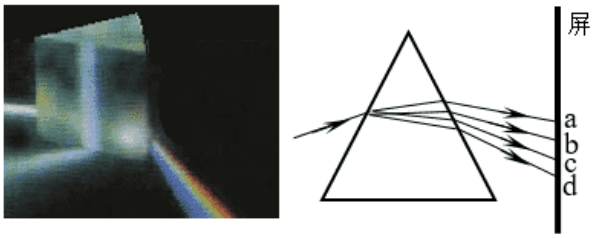


A. 仍处于静止状态　　B. 沿斜面加速下滑

C. 受到的摩擦力不变　　D. 受到的合外力增大

> 由于质量为 m 的物块恰好静止在倾角为 θ 的斜面上，说明斜面对物块的作用力与物块的重力平衡，斜面与物块的动摩擦因数 $\mu=\tan\theta$。对物块施加一个竖直向下的恒力 F，使得合力仍然为零，故物块仍处于静止状态，A 正确，B、D 错误。摩擦力由 $mg\sin\theta$ 增大到 $(F+mg)\sin\theta$，C 错误。

2. 实验表明，可见光通过三棱镜时各色光的折射率 n 随着波长 λ 的变化符合科西经验公式：$n=A+\frac{B}{\lambda^2}+\frac{C}{\lambda^4}$，其中 A、B、C 是正的常量。太阳光进入三棱镜后发生色散的情形如下图所示。则 (D)



A. 屏上 c 处是紫光　　B. 屏上 d 处是红光

C. 屏上 b 处是紫光　　D. 屏上 a 处是红光

> 白色光经过三棱镜后产生色散现象，在光屏由上至下（a、b、c、d）依次为红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫。屏上 a 处为红光，屏上 d 处是紫光，D 正确。

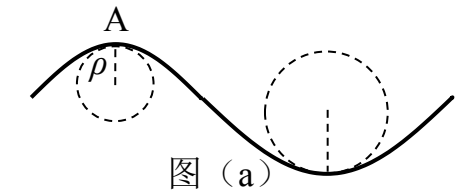
3. 一物体作匀加速直线运动，通过一段位移 Δx 所用的时间为 t_1，紧接着通过下一段位移 Δx 所用时间为 t_2。则物体运动的加速度为 (A)

A. $\frac{2\Delta x(t_1-t_2)}{t_1t_2(t_1+t_2)}$　　B. $\frac{\Delta x(t_1-t_2)}{t_1t_2(t_1+t_2)}$　　C. $\frac{2\Delta x(t_1+t_2)}{t_1t_2(t_1-t_2)}$　　D. $\frac{\Delta x(t_1+t_2)}{t_1t_2(t_1-t_2)}$

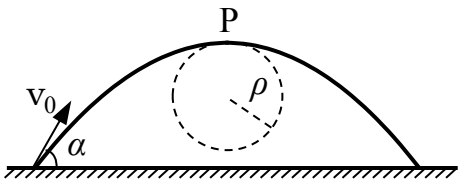
> 物体作匀加速直线运动在前一段 Δx 所用的时间为 t_1，平均速度为 $\overline{v_1}=\frac{\Delta x}{t_1}$，即为 $\frac{t_1}{2}$ 时刻的瞬时速度；物体在后一段 Δx 所用的时间为 t_2，平均速度为 $\overline{v_2}=\frac{\Delta x}{t_2}$，即为 $\frac{t_2}{2}$ 时刻的瞬时速度。速度由 $\overline{v_1}$ 变化到 $\overline{v_2}$ 的时间为 $\Delta t=\frac{t_1+t_2}{2}$，所以加速度

> $a=\frac{\overline{v_2}-\overline{v_1}}{\Delta t}=\frac{2\Delta x(t_1-t_2)}{t_1t_2(t_1+t_2)}$，A 正确。

4. 一般的曲线运动可以分成很多小段，每小段都可以看成圆周运动的一部分，即把整条曲线用一系列不同半径的小圆弧来代替。如图（a）所示，曲线上的 A 点的曲率圆定义为：通过 A 点和曲线上紧邻 A 点两侧的两点作一圆，在极限情况下，这个圆就叫做 A 点的曲率圆，其半径 ρ 叫做 A 点的曲率半径。现将一物体沿与水平面成 α 角的方向以速度 v_0 抛出，如图（b）所示。则在其轨迹最高点 P 处的曲率半径是 (C)



图（a）

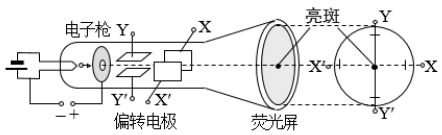


图（b）

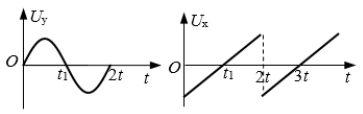
A. $\frac{v_0^2}{g}$　　B. $\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{g}$　　C. $\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{g}$　　D. $\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{g\sin\alpha}$

> 物体在其轨迹最高点 P 处只有水平速度，其水平速度大小为 $v_0\cos\alpha$，根据牛顿第二定律得 $mg=m\frac{(v_0\cos\alpha)^2}{\rho}$，所以在其轨迹最高点 P 处的曲率半径是 $\rho=\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{g}$，C 正确。

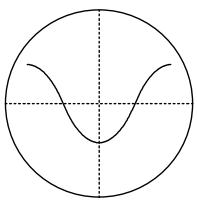
5. 图（a）为示波管的原理图。如果在电极 YY′ 之间所加的电压按图（b）所示的规律变化，在电极 XX′ 之间所加的电压按图（c）所示的规律变化，则在荧光屏上会看到的图形是 (B)



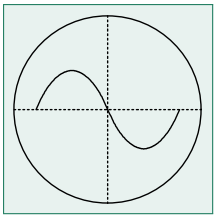
图(a)



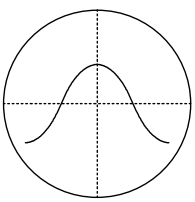
图(b)　　图(c)



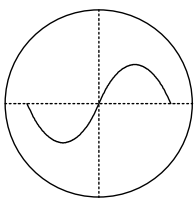
A.



B.



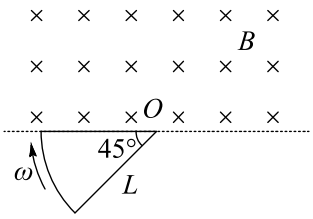
C.



D.

> 由于电极 XX′ 加的是扫描电压，电极 YY′ 之间所加的电压是信号电压，所以荧光屏上会看到的图形是 B，答案 B 正确。

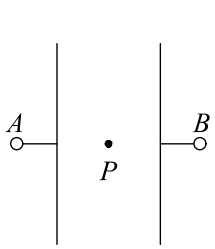
6. 如图所示的区域内有垂直于纸面的匀强磁场，磁感应强度为 B。电阻为 R、半径为 L、圆心角为 45° 的扇形闭合导线框绕垂直于纸面的 O 轴以角速度 ω 匀速转动（O 轴位于磁场边界）。则线框内产生的感应电流的有效值为 (D)



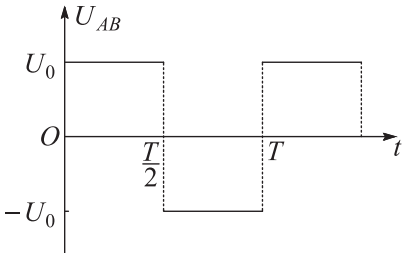
A. $\frac{BL^2\omega}{2R}$　　B. $\frac{\sqrt{2}BL^2\omega}{2R}$　　C. $\frac{\sqrt{2}BL^2\omega}{4R}$　　D. $\frac{BL^2\omega}{4R}$

> 交流电流的有效值是根据电流的热效应得出的，线框转动周期为 T，而线框转动一周只有 $T/4$ 的时间内有感应电流，则有 $\left(\frac{BL\omega\frac{L}{2}}{R}\right)^2 R\frac{T}{4} = I^2RT$，所以 $I = \frac{BL^2\omega}{4R}$。D 正确。

7. 如图（a）所示，两平行正对的金属板 A、B 间加有如图（b）所示的交变电压，一重力可忽略不计的带正电粒子被固定在两板的正中间 P 处。若在 t_0 时刻释放该粒子，粒子会时而向 A 板运动，时而向 B 板运动，并最终打在 A 板上。则 t_0 可能属于的时间段是 (B)



图（a）



图（b）

A. $0 < t_0 < T/4$　　B. $T/2 < t_0 < 3T/4$

C. $3T/4 < t_0 < T$　　D. $T < t_0 < 9T/8$

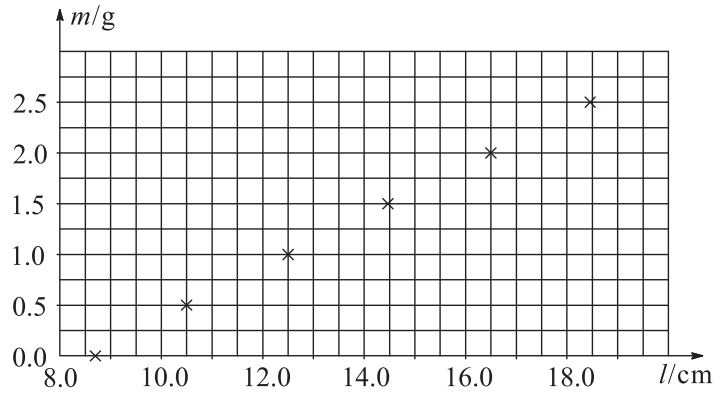
> 若 $0 < t_0 < \frac{T}{4}$，带正电粒子先加速向 B 板运动、再减速运动至零；然后再反方向加速运动、减速运动至零；如此反复运动，每次向右运动的距离大于向左运动的距离，最终打在 B 板上，所以 A 错误。若 $\frac{T}{2} < t_0 < \frac{3T}{4}$，带正电粒子先加速向 A 板运动、再减速运动至零；然后再反方向加速运动、减速运动至零；如此反复运动，每次向左运动的距离大于向右运动的距离，最终打在 A 板上，所以 B 正确。若 $\frac{3T}{4} < t_0 < T$，带正电粒子先加速向 A 板运动、再减速运动至零；然后再反方向加速运动、减速运动至零；如此反复运动，每次向左运动的距离小于向右运动的距离，最终打在 B 板

上，所以 C 错误。若 $T < t_0 < \frac{9T}{8}$，带正电粒子先加速向 B 板运动、再减速运动至零；然后再反方向加速运动、减速运动至零；如此反复运动，每次向右运动的距离大于向左运动的距离，最终打在 B 板上，所以 D 错误。

8. (1) Ⅰ．为了测量某一弹簧的劲度系数，将该弹簧竖直悬挂起来，在自由端挂上不同质量的砝码。实验测出了砝码的质量 m 与弹簧长度 l 的相应数据，其对应点已在图上标出。（$g = 9.8\,\mathrm{m/s^2}$）

i. 作出 $m - l$ 的关系图线；

ii. 弹簧的劲度系数为 0.248~0.262 N/m。



(2) Ⅱ．

i. 某同学使用多用电表粗略测量一定值电阻的阻值，先把选择开关旋到“×1k”挡位，测量时针偏转如图（a）所示。请你简述接下来的测量过程：

① 断开待测电阻，将选择开关旋到“×100”档；

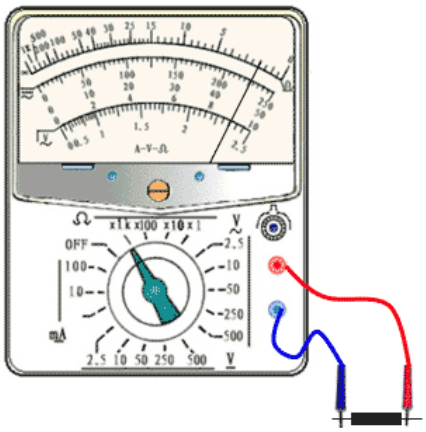
② 将两表笔短接，调整“欧姆调零旋钮”，使指针指向“0Ω”；

③ 再接入待测电阻，将指针示数 ×100，即为待测电阻阻值；

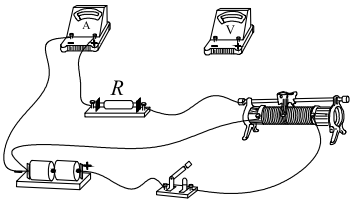
④ 测量结束后，将选择开关旋到“OFF”挡。

ii. 接下来采用“伏安法”较准确地测量该电阻的阻值，所用实验器材如图（b）所示。其中电压表内阻约为 5kΩ，电流表内阻约为 5Ω。图中部分电路已经连接好，请完成实验电路的连接。

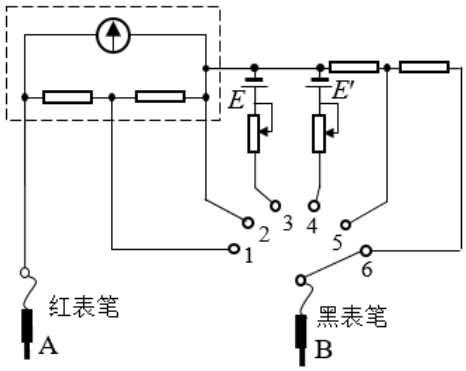
iii. 图（c）是一个多量程多用电表的简化电路图，测量电流、电压和电阻各有两个量程。当转换开关 S 旋到位置 3 时，可用来测量电阻；当 S 旋到位置 1 或 2 时，可用来测量电流，其中 S 旋到位置 1 时量程较大。



图（a）



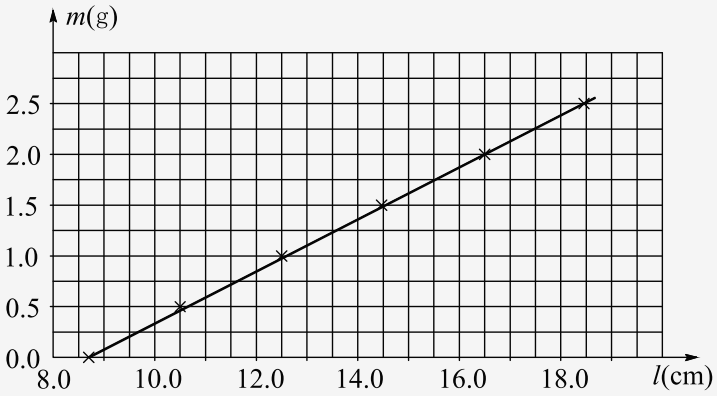
图（b）



图（c）

(1) Ⅰ．(i) 图线如图所示（略）；(ii) 0.248 ～ 0.262 N/ m。 (2) Ⅱ．(i) ①断开待测电阻，将选择开关旋到“×100”档；②将两表笔短接，调整“欧姆调零旋钮”，使指针指向“0 Ω”；③再接入待测电阻，将指针示数 ×100，即为待测电阻阻值。(ii) 如图（b）所示。(iii) 电阻，1 或 2，1。

Ⅰ．（1）如图所示。

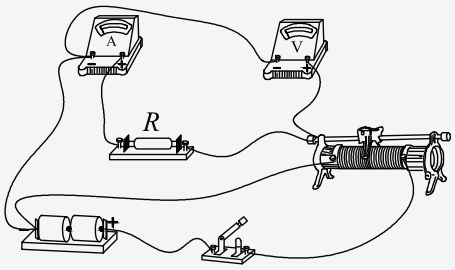


（2）0.248 ～ 0.262 N/ m。

Ⅱ．（1）①断开待测电阻，将选择开关旋到“×100”档；②将两表笔短接，调整“欧姆调零旋钮”，使指针指向“0 Ω”；③再接入待测电阻，将指针示数 ×100，即为待测

电阻阻值。

（2）如图所示。



（3）电阻，1 或 2，1。

9. (1) 开普勒行星运动第三定律指出：行星绕太阳运动的椭圆轨道的半长轴 a 的三次方与它的公转周期 T 的二次方成正比，即 $\frac{a^3}{T^2}=k$，k 是一个对所有行星都相同的常量。将行星绕太阳的运动按圆周运动处理，请你推导出太阳系中该常量 k 的表达式。已知引力常量为 G，太阳的质量为 $M_{太}$。

(2) 开普勒定律不仅适用于太阳系，它对一切具有中心天体的引力系统（如地月系统）都成立。经测定月地距离为 $3.84\times10^8\,\mathrm{m}$，月球绕地球运动的周期为 $2.36\times10^6\,\mathrm{s}$，试计算地球的质量 $M_{地}$。（$G=6.67\times10^{-11}\,\mathrm{N\cdot m^2/kg^2}$，结果保留一位有效数字）

(1) $k=\frac{GM_{太}}{4\pi^2}$　(2) $M_{地}=6\times10^{24}\,\mathrm{kg}$（$M_{地}=5\times10^{24}\,\mathrm{kg}$ 也算对）

（1）因行星绕太阳作匀速圆周运动，于是轨道的半长轴 a 即为轨道半径 r。根据万有引力定律和牛顿第二定律有

$G\frac{M_{太}m_{行}}{r^2}=m_{行}\frac{4\pi^2}{T^2}r$ ①

于是有

$\frac{r^3}{T^2}=\frac{GM_{太}}{4\pi^2}$ ②

即

$k=\frac{GM_{太}}{4\pi^2}$ ③

（2）在月地系统中，设月球绕地球运动的轨道半径为 R，周期为 T，由②式可得

$\frac{R^3}{T^2}=\frac{GM_{地}}{4\pi^2}$ ④

解得

$M_{地}=6\times10^{24}\,\mathrm{kg}$ ⑤

（$M_{地}=5\times10^{24}\,\mathrm{kg}$ 也算对）

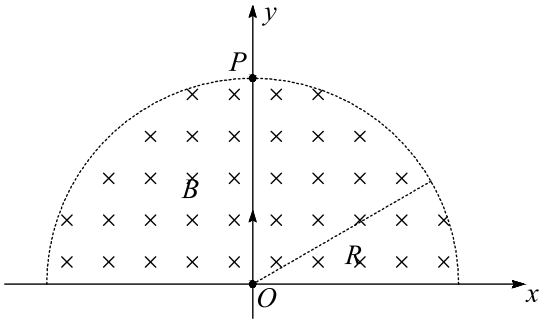
10. 如图所示，在以坐标原点 O 为圆心、半径为 R 的半圆形区域内，有相互垂直的匀强电

场和匀强磁场，磁感应强度为 B，磁场方向垂直于 xOy 平面向里。一带正电的粒子（不计重力）从 O 点沿 y 轴正方向以某一速度射入，带电粒子恰好做匀速直线运动，经 t_0 时间从 P 点射出。

(1) 求电场强度的大小和方向。

(2) 若仅撤去磁场，带电粒子仍从 O 点以相同的速度射入，经 $\frac{t_0}{2}$ 时间恰从半圆形区域的边界射出。求粒子运动加速度的大小。

(3) 若仅撤去电场，带电粒子仍从 O 点射入，且速度为原来的 4 倍，求粒子在磁场中运动的时间。



(1) $E=\frac{BR}{t_0}$　(2) $a=\frac{4\sqrt{3}R}{t_0^2}$　(3) $t=\frac{\sqrt{3}\pi}{18}t_0$

（1）设带电粒子的质量为 m，电荷量为 q，初速度为 v，电场强度为 E。可判断出粒子受到的洛伦兹力沿 x 轴负方向，于是可知电场强度沿 x 轴正方向

且有

$qE=qvB$ ①

又

$R=vt_0$ ②

则

$E=\frac{BR}{t_0}$ ③

（2）仅有电场时，带电粒子在匀强电场中作类平抛运动

在 y 方向位移

$y=v\frac{t_0}{2}$ ④

由②④式得

$y=\frac{R}{2}$ ⑤

设在水平方向位移为 x，因射出位置在半圆形区域边界上，于是

$x=\frac{\sqrt{3}}{2}R$

又有

$x=\frac{1}{2}a\left(\frac{t_0}{2}\right)^2$ ⑥

得

$a=\frac{4\sqrt{3}R}{t_0^2}$ ⑦

（3）仅有磁场时，入射速度 $v'=4v$，带电粒子在匀强磁场中作匀速圆周运动，设轨道半径为 r，由牛顿第二定律有

$qv'B=m\frac{v'^2}{r}$ ⑧

又

$qE=ma$ ⑨

由⑦⑧⑨式得

$r=\frac{\sqrt{3}}{3}R$ ⑩

由几何关系

$\sin\alpha=\frac{R}{2r}$ ⑪

即

$\sin\alpha=\frac{\sqrt{3}}{2}$，$\alpha=\frac{\pi}{3}$ ⑫

带电粒子在磁场中运动周期

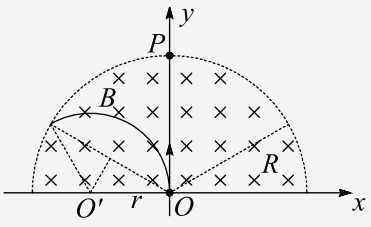
$T=\frac{2\pi m}{qB}$

则带电粒子在磁场中运动时间

$t=\frac{2\alpha}{2\pi}T$

所以

$t=\frac{\sqrt{3}\pi}{18}t_0$ ⑬



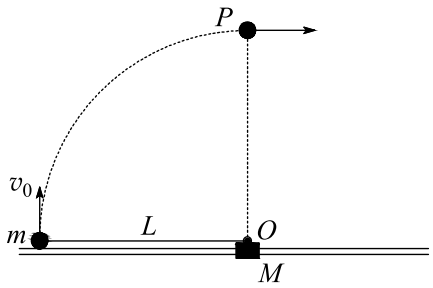
11. 如图所示，质量 $M=2\,\mathrm{kg}$ 的滑块套在光滑的水平轨道上，质量 $m=1\,\mathrm{kg}$ 的小球通过长 $L=0.5\,\mathrm{m}$ 的轻质细杆与滑块上的光滑轴 O 连接，小球和轻杆可在竖直平面内绕 O 轴自由转动，开始轻杆处于水平状态，现给小球一个竖直向上的初速度 $v_0=4\,\mathrm{m/s}$，g

取 $10\,\mathrm{m/s^2}$。

(1) 若锁定滑块，试求小球通过最高点 P 时对轻杆的作用力大小和方向。

(2) 若解除对滑块的锁定，试求小球通过最高点时的速度大小。

(3) 在满足（2）的条件下，试求小球击中滑块右侧轨道位置点与小球起始位置点间的距离。



(1) $F=2\,\mathrm{N}$，方向竖直向上。 (2) $v_2=2\,\mathrm{m/s}$ (3) $s_1=\frac{2}{3}\,\mathrm{m}$

（1）设小球能通过最高点，且此时的速度为 v_1。在上升过程中，因只有重力做功，小球的机械能守恒。则

$\frac{1}{2}mv_1^2+mgL=\frac{1}{2}mv_0^2$ ①

$v_1=\sqrt{6}\,\mathrm{m/s}$ ②

设小球到达最高点时，轻杆对小球的作用力为 F，方向向下，则

$mg+F=m\frac{v_1^2}{L}$ ③

由②③式，得

$F=2\,\mathrm{N}$ ④

由牛顿第三定律可知，小球对轻杆的作用力大小为 2 N，方向竖直向上。

（2）解除锁定后，设小球通过最高点时的速度为 v_2，此时滑块的速度为 V。在上升过程中，因系统在水平方向上不受外力作用，水平方向的动量守恒。以水平向右的方向为正方向，有

$mv_2+MV=0$ ⑤

在上升过程中，因只有重力做功，系统的机械能守恒，则

$\frac{1}{2}mv_2^2+\frac{1}{2}MV^2+mgL=\frac{1}{2}mv_0^2$ ⑥

由⑤⑥式，得

$v_2=2\,\mathrm{m/s}$ ⑦

（3）设小球击中滑块右侧轨道的位置点与小球起始点的距离为 s_1，滑块向左移动的

距离为 s_2，任意时刻小球的水平速度大小为 v_3，滑块的速度大小为 V'。由系统水平方向的动量守恒，得

$mv_3 - MV' = 0$ ⑧

将⑧式两边同乘以 Δt，得

$mv_3\Delta t - MV'\Delta t = 0$ ⑨

因⑨式对任意时刻附近的微小间隔 Δt 都成立，累积相加后，有

$ms_1 - Ms_2 = 0$ ⑩

又

$s_1 + s_2 = 2L$ ⑪

由⑩ ⑪ 式得

$s_1 = \frac{2}{3}\,\mathrm{m}$ ⑫