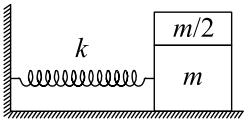
2008 年四川延考

1. 光滑的水平面上叠放有质量分别为 m 和 $\frac{m}{2}$ 的两木块，下方木块与一劲度系数为 k 的弹簧相连，弹簧的另一端固定在墙上，如图所示。已知两木块之间的最大静摩擦力为 f，为使这两个木块组成的系统像一个整体一样地振动，系统的最大振幅为 (C)



A. $\frac{f}{k}$　　B. $\frac{2f}{k}$　　C. $\frac{3f}{k}$　　D. $\frac{4f}{k}$

> 研究质量为 $\frac{m}{2}$ 的木块，随质量为 m 的木块一起做简谐运动，其最大加速度为 $a=\frac{f}{\frac{m}{2}}=\frac{2f}{m}$，即整体运动的最大加速度为 $a=\frac{2f}{m}$，则弹簧的最大拉力为 $\left(\frac{m}{2}+m\right)a=kx$，设最大振幅为 $x=A$，解得 $A=\frac{\frac{3}{2}m\cdot\frac{2f}{m}}{k}=\frac{3f}{k}$，故 C 正确。

2. 下列说法正确的是 (A)

A. 大量分子能聚集在一起形成液体或固体，说明分子之间存在引力

B. 被活塞封闭在汽缸中的气体体积增大时压强一定减小

C. 被活塞封闭在汽缸中的气体温度升高时压强一定增大

D. 气体压强的大小只与温度和气体分子的总数有关

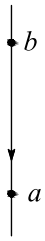
> 分子间存在引力和斥力，大量分子能聚集在一起形成液体或固体，说明分子之间存在引力，故 A 正确；由气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$ 知，体积增大，压强不一定减小，还要看温度的变化，故 B 错误；温度升高，压强不一定增大，还要看体积的变化，故 C 错误；气体的压强在微观上与气体分子的平均动能和分子的密集程度有关，而温度决定分子的平均动能，但还与分子的密集程度有关，不是与分子总数有关，故 D 错误。

3. 一气体放电管，当其两电极间的电压超过 $500\sqrt{3}\,\mathrm{V}$ 时，就放电而发光。在它发光的情况下逐渐降低电压，要降到 $500\sqrt{2}\,\mathrm{V}$ 时才熄灭。放电管两电极不分正负。现有一正弦交流电源，输出电压峰值为 $1000\,\mathrm{V}$，频率为 $50\,\mathrm{Hz}$。若用它给上述放电管供电，则在一小时内放电管实际发光的时间为 (B)

A. 10 分钟　　B. 25 分钟　　C. 30 分钟　　D. 35 分钟

> 由题意该交流电的表达式为 $e=E\sin 2\pi ft=1000\sin 100\pi t$，在前半个周期内，当 $t=\frac{T}{6}$ 时开始发光，$t=\frac{3}{8}T$ 时停止发光，发光时间为 $\Delta t=\frac{3}{8}T-\frac{T}{6}=\frac{5}{24}T$，整个周期发光时间为 $2\Delta t=\frac{5}{12}T$，故一个小时内的发光时间为 $t=\frac{3600}{T}\times\frac{5}{12}T=1500\,\mathrm{s}=25$ 分钟，故 A、C、D 错误。

4. 如图，在真空中一条竖直向下的电场线上有两点 a 和 b。一带电质点在 a 处由静止释放后沿电场线向上运动，到达 b 点时速度恰好为零。则下面说法正确的是 (AC)



A. a 点的电场强度大于 b 点的电场强度

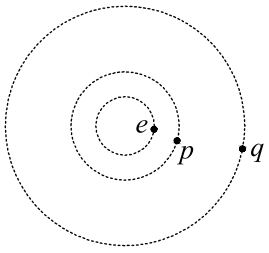
B. 质点在 b 点所受到的合力一定为零

C. 带电质点在 a 点的电势能大于在 b 点的电势能

D. a 点的电势高于 b 点的电势

> 由于质点运动过程中初末速度均为零，因此质点所受电场力向上，而且先加速后减速，故在 a 点电场力大于重力，b 点重力大于电场力，在 a、b 之间某点重力等于电场力，合外力为零，且此时速度最大，故 A 正确、B 错误；从 a 运动到 b 过程中，电场力做正功，电势能减小，所以 a 点的电势能大于在 b 点的电势能，故 C 正确；沿电场线方向电势降低，a 点的电势低于 b 点的电势，故 D 错误。

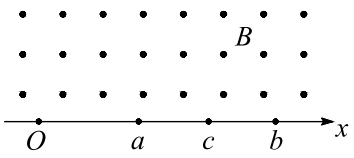
5. 如图，地球赤道上的山丘 e、近地资源卫星 p 和同步通信卫星 q 均在赤道平面上绕地心做匀速圆周运动。设 e、p、q 的圆周运动速率分别为 v_1、v_2、v_3，向心加速度分别为 a_1、a_2、a_3，则 (D)



A. $v_1 > v_2 > v_3$　　B. $v_1 < v_2 < v_3$　　C. $a_1 > a_2 > a_3$　　D. $a_1 < a_3 < a_2$

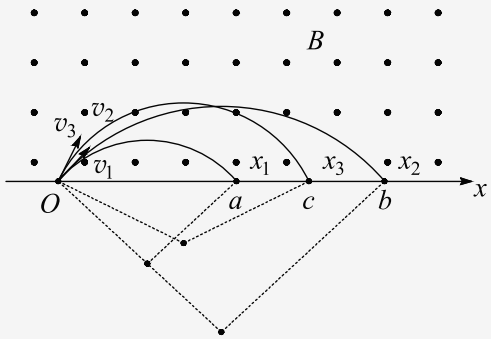
> 对于卫星，由万有引力提供向心力得 $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$，解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$，故卫星的轨道半径 R 越大，线速度 v 越小。由于近地资源卫星 p 的轨道半径小于同步通信卫星 q 的轨道半径，故同步卫星 q 的线速度 v_3 小于近地资源卫星 p 的线速度 v_2，即 $v_3 < v_2$；由于同步通信卫星 q 和赤道上的山丘 e 的角速度相同，即 $\omega_e = \omega_q$，到地心的距离 $R_q > R_e$，由 $v = \omega R$ 可得 $v_1 = R_e\omega_e$，$v_3 = R_q\omega_q$，即 $v_3 > v_1$，得到 $v_2 > v_3 > v_1$，故 A、B 错误；对于 p 和 q，有 $\frac{GMm}{R^2} = ma$，可得 $a = \frac{GM}{R^2}$，由于 $R_p < R_q$，则 $a_p > a_q$，即 $a_2 > a_3$，由 $a = \omega^2 R$，由于 $R_q > R_e$，可得 $a_q > a_e$，即 $a_3 > a_1$，故 $a_2 > a_3 > a_1$，故 C 错误、D 正确。

6. 在 x 轴上方有垂直于纸面的匀强磁场，同一种带电粒子从 O 点射入磁场。当入射方向与 x 轴的夹角 $\alpha = 45°$ 时，速度为 v_1、v_2 的两个粒子分别从 a、b 两点射出磁场，如图所示。当 α 为 60° 时，为了使粒子从 ab 的中点 c 射出磁场，则速度应为 (D)



A. $\frac{1}{2}(v_1+v_2)$　　B. $\frac{\sqrt{2}}{2}(v_1+v_2)$　　C. $\frac{\sqrt{3}}{3}(v_1+v_2)$　　D. $\frac{\sqrt{6}}{6}(v_1+v_2)$

设 a、b、c 三点的坐标分别为 x_1、x_2、x_3，画出粒子的运动轨迹如图所示。



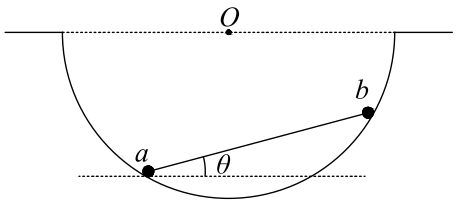
当 $\alpha = 45°$ 时，速度为 v_1 的粒子从 a 点射出磁场，由图中几何关系可知 $x_1 = \sqrt{2}R_1 = \frac{\sqrt{2}mv_1}{qB}$；速度为 v_2 的粒子从 b 点射出磁场，由几何关系知 $x_2 = \sqrt{2}R_2 = \frac{\sqrt{2}mv_2}{qB}$。当 $\alpha = 60°$ 时，速度为 v_3 的粒子要从 c 点射出磁场，则由几何关系可知 $x_3 = \sqrt{3}R_3 = \frac{\sqrt{3}mv_3}{qB}$。因 c 为 ab 的中点，故 $2x_3 = x_1 + x_2$，即 $v_3 = \frac{\sqrt{6}}{6}(v_1+v_2)$，故 D 正确。

7. 用具有一定动能的电子轰击大量处于基态的氢原子，使这些氢原子被激发到量子数为 $n(n>2)$ 的激发态。此时出现的氢光谱中有 N 条谱线，其中波长的最大值为 λ。现逐渐提高入射电子的动能，当动能达到某一值时，氢光谱中谱线数增加到 N' 条，其中波长的最大值变为 λ'。下列各式中可能正确的是 (AC)

A. $N' = N + n$　　B. $N' = N + n - 1$　　C. $\lambda' > \lambda$　　D. $\lambda' < \lambda$

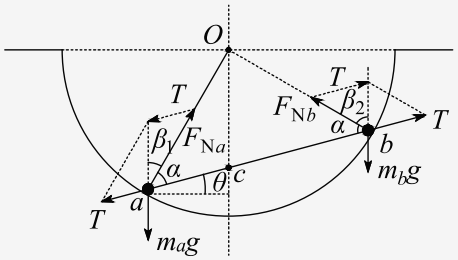
氢原子处于 n 能级向较低激发态或基态跃迁时，可能产生的光谱线条数的计算公式为 $N = C_n^2 = \frac{n(n-1)}{2}$。设氢原子被激发到量子数为 n' 的激发态时出现的氢光谱中有 N' 条谱线，若 $n' = n+1$，则 $N' = \frac{n(n+1)}{2} = N + n$，故 A 正确、B 错误；氢原子能级越高相邻能级差越小，由 $\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$，则 $n' > n$，则 $\Delta E' < \Delta E$，所以 $\lambda' > \lambda$，故 C 正确、D 错误。

8. 两个可视为质点的小球 a 和 b，用质量可忽略的刚性细杆相连，放置在一个光滑的半球面内，如图所示。已知小球 a 和 b 的质量之比为 $\sqrt{3}$，细杆长度是球面半径的 $\sqrt{2}$ 倍。两球处于平衡状态时，细杆与水平面的夹角 θ 是 (D)

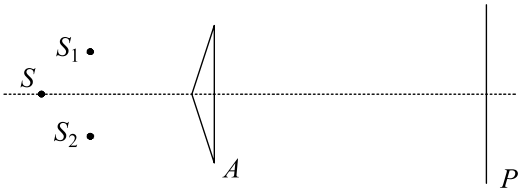


A. 45° B. 30° C. 22.5° D. 15°

设细杆对两球的弹力大小为 T，小球 a、b 的受力情况如图所示，其中球面对两球的弹力方向指向圆心，即有 $\cos\alpha=\frac{\frac{\sqrt{2}R}{2}}{R}=\frac{\sqrt{2}}{2}$，计算得出 $\alpha=45°$，故 F_{Na} 的方向为向上偏右，即 $\beta_1=\frac{\pi}{2}-45°-\theta=45°-\theta$，$F_{Nb}$ 的方向为向上偏左，即 $\beta_2=\frac{\pi}{2}-(45°-\theta)=45°+\theta$。两球都受到重力、细杆的弹力和球面的弹力的作用，过 O 作竖直线交 ab 于 c 点，设球面的半径为 R，由相似三角形可得 $\frac{m_ag}{OC}=\frac{F_{Na}}{R}$，$\frac{m_bg}{OC}=\frac{F_{Nb}}{R}$，计算得出 $F_{Na}=\sqrt{3}F_{Nb}$；取 a、b 及细杆组成的整体为研究对象，由平衡条件得，水平方向上有 $F_{Na}\sin\beta_1=F_{Nb}\sin\beta_2$，即 $F_{Na}\sin(45°-\theta)=F_{Nb}\sin(45°+\theta)$，计算得出 $\theta=15°$，故 D 正确。



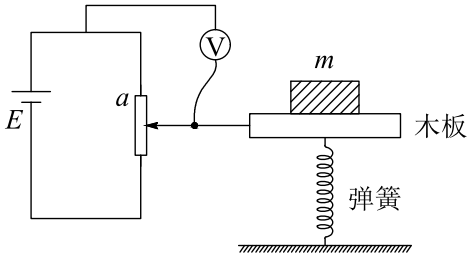
9. (1) Ⅰ.（6 分）下图中为“双棱镜干涉”实验装置，其中 S 为单色光源，A 为一个顶角略小于 180° 的等腰三角形棱镜，P 为光屏。S 位于棱镜对称轴上，屏与棱镜底边平行。调节光路，可在屏上观察到干涉条纹。这是由于光源 S 发出的光经棱镜作用后，相当于在没有棱镜时，两个分别位于图中 S_1 和 S_2 位置的相干波源所发出的光的叠加。（S_1 和 S_2 的连线与棱镜底边平行。）



已知 S_1 和 S_2 的位置可由其他实验方法确定，类比“双缝干涉测波长”的实验，可以推测出若要利用“双棱镜干涉”测量光源 S 发出的单色光的波长时，需要测量的物理量是 S_1 与 S_2 间的距离、S_1（或 S_2）与光屏间的距离 和 干涉条纹间距。

(2) Ⅱ.（12 分）下图中所示装置可以用来测量硬弹簧（即劲度系数较大的弹簧）的劲度系数 k，电源的电动势为 E，内阻可忽略不计；滑动变阻器全长为 l，重力加速度为 g，V 为理想电压表。当木板上没有放重物时，滑动变阻器的触头位于图中 a 点，此时电压表示数为零。在木板上放置质量为 m 的重物，滑动变阻器的触头随

木板一起下移。由电压表的示数 U 及其他给定条件，可计算出弹簧的劲度系数 k。

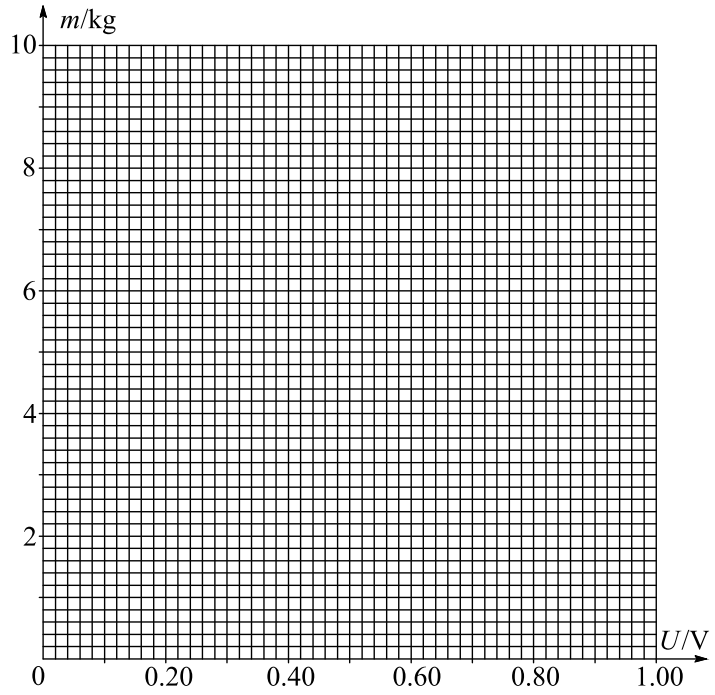


i. 写出 m、U 与 k 之间所满足的关系式。

ii. 已知 $E=1.50\,\mathrm{V}$，$l=12.0\,\mathrm{cm}$，$g=9.80\,\mathrm{m/s^2}$。测量结果如下表：

$m/\,\mathrm{kg}$	1.00	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50
$U/\,\mathrm{V}$	0.108	0.154	0.290	0.446	0.608	0.740

①在给出的坐标纸上利用表中数据描出 $m-U$ 直线。



② $m-U$ 直线的斜率为 10.0 kg/V。

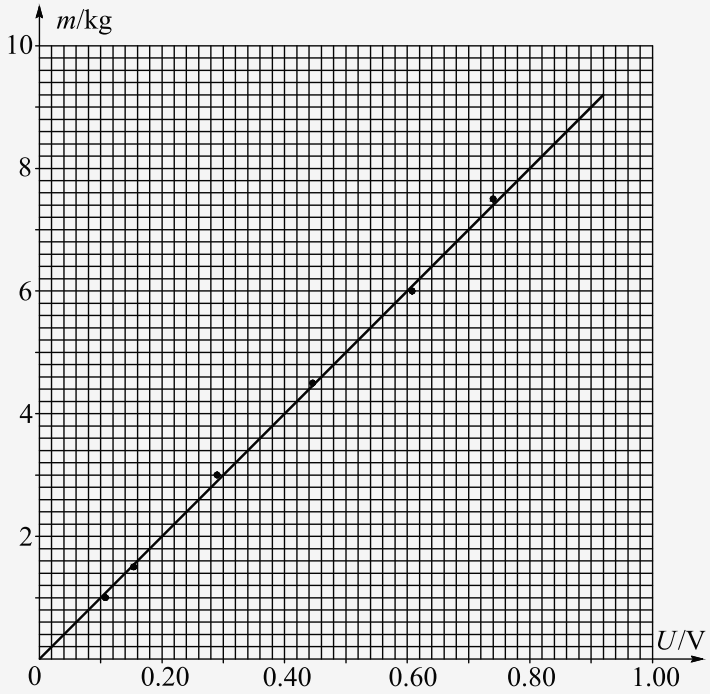
③弹簧的劲度系数 $k=1.23\times10^3$ N/m（保留 3 位有效数字）。

(1) S_1 与 S_2 间的距离；S_1（或 S_2）与光屏间的距离；干涉条纹间距。 (2) （1）$m=\frac{lk}{Eg}U$；（2）①如图所示；② 10.0；③ 1.23×10^3。

光源 S 发出的光经棱镜作用后，相当于在没有棱镜时，两个分别位于图中 S_1 和 S_2 位置的相干光源所发出的光的叠加。由双缝干涉条纹的间距公式 $\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$ 知，$\lambda=\frac{\Delta x}{l}d$，可知需要测量 S_1 与 S_2 间的距离、S_1（或 S_2）与光屏间的距离、干涉条纹间距。

（1）设放置质量 m 的物体时弹簧压缩量为 x，由平衡条件得 $mg=kx$，又 $U=\frac{x}{l}E$，解得 $m=\frac{lk}{Eg}U$。

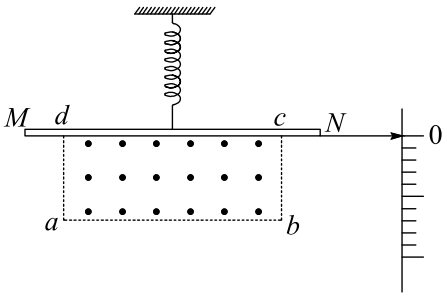
（2）①用描点法作图，作出的图像如图所示。



②选取 $(0,0)$、$(0.90,9)$ 两点，则斜率为 $\frac{\Delta m}{\Delta U}=\frac{9-0}{0.90-0}\,\mathrm{kg/V}=10.0\,\mathrm{kg/V}$。

③因 $m=\frac{lk}{Eg}U$，故 $\frac{lk}{Eg}=\frac{\Delta m}{\Delta U}$，$k=\frac{\Delta m}{\Delta U}\cdot\frac{Eg}{l}=10.0\times\frac{1.50\times9.80}{0.120}\,\mathrm{N/m}\approx1.23\times10^{3}\,\mathrm{N/m}$。

10. 如图为一电流表的原理示意图。质量为 m 的均质细金属棒 MN 的中点处通过一绝缘挂钩与一竖直悬挂的弹簧相连，弹簧劲度系数为 k。在矩形区域 abcd 内有匀强磁场，磁感应强度大小为 B，方向垂直纸面向外。与 MN 的右端 N 连接的一绝缘轻指针可指示标尺上的读数，MN 的长度大于 $\overline{ab}$。当 MN 中没有电流通过且处于平衡状态时，MN 与矩形区域的 cd 边重合；当 MN 中有电流通过时，指针示数可表示电流强度。



(1) 当电流表示数为零时，弹簧伸长多少？（重力加速度为 g）

(2) 若要电流表正常工作，MN 的哪一端应与电源正极相接？

(3) 若 $k=2.0\,\mathrm{N/m}$，$\overline{ab}=0.20\,\mathrm{m}$，$\overline{bc}=0.050\,\mathrm{m}$，$B=0.20\,\mathrm{T}$，此电流表的量程是多少？（不计通电时电流产生的磁场的作用）

(4) 若将量程扩大 2 倍，磁感应强度应变为多大？

(1) $\frac{mg}{k}$； (2) M 端接正极； (3) 2.5 A； (4) 0.10 T。

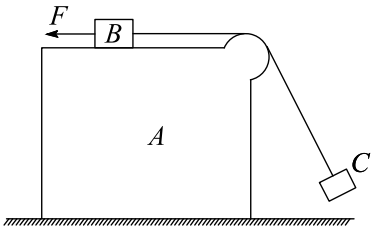
（1）设弹簧的伸长量为 Δx，由平衡条件得 $mg = k\Delta x$ ①，由①式得 $\Delta x = \frac{mg}{k}$ ②。

（2）为使电流表正常工作，作用于通有电流的金属棒 MN 的安培力必须向下，因此 M 端应接正极。

（3）设满量程时通过 MN 的电流强度为 I_m，由平衡条件得 $BI_m\overline{ab} + mg = k(\overline{bc} + \Delta x)$ ③，联立①②③并代入数据得 $I_m = 2.5\,\mathrm{A}$ ④。

（4）设量程扩大后，磁感应强度变为 B'，由平衡条件得 $2B'I_m\overline{ab} + mg = k(\overline{bc} + \Delta x)$ ⑤，由①⑤得 $B' = \frac{k\overline{bc}}{2I_m\overline{ab}}$ ⑥，代入数据得 $B' = 0.10\,\mathrm{T}$ ⑦。

11. 水平面上有一带圆弧形凸起的长方形木块 A，木块 A 上的物体 B 用绕过凸起的轻绳与物体 C 相连，B 与凸起之间的绳是水平的。用一水平向左的拉力 F 作用在物体 B 上，恰使物体 A、B、C 保持相对静止，如图。已知物体 A、B、C 的质量均为 m，重力加速度为 g，不计所有的摩擦，则拉力 F 应为多大？



$\sqrt{3}mg$

设绳中张力为 T，A、B、C 共同的加速度为 a，与 C 相连部分的绳与竖直线的夹角为 α，对 A、B、C 组成的整体，由牛顿第二定律得 $F = 3ma$ ①。

对 B，有 $F - T = ma$ ②。

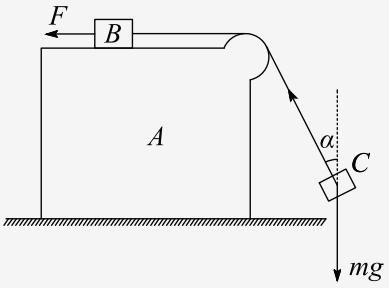
对 C，有 $T\cos\alpha = mg$ ③，$T\sin\alpha = ma$ ④。

联立①②式得 $T = 2ma$ ⑤。

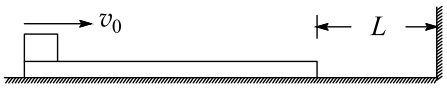
联立③④式得 $T^2 = m^2(a^2 + g^2)$ ⑥。

联立⑤⑥式得 $a = \frac{\sqrt{3}}{3}g$ ⑦。

利用①⑦式得 $F = \sqrt{3}mg$ ⑧。



12. 如图，一质量为 $m=1\,\mathrm{kg}$ 的木板静止在光滑水平地面上。开始时，木板右端与墙相距 $L=0.08\,\mathrm{m}$；质量为 $m=1\,\mathrm{kg}$ 的小物块以初速度 $v_0=2\,\mathrm{m/s}$ 滑上木板左端。木板长度可保证物块在运动过程中不与墙接触。物块与木板之间的动摩擦因数为 $\mu=0.1$，木板与墙的碰撞是完全弹性的。取 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$，求：



(1) 从物块滑上木板到两者达到共同速度时，木板与墙碰撞的次数及所用的时间；

(2) 达到共同速度时木板右端与墙之间的距离。

(1) 2 次，1.8 s； (2) 0.06 m。

（1）物块滑上木板后，在摩擦力作用下，木板从静止开始做匀加速运动。设木板加速度为 a，经历时间 T 后与墙第一次碰撞，碰撞时的速度为 v_1，由牛顿第二定律和运动学公式得 $\mu mg=ma$ ①，$L=\frac{1}{2}aT^2$ ②，$v_1=aT$ ③，联立①②③解得 $T=0.4\,\mathrm{s}$，$v_1=0.4\,\mathrm{m/s}$ ④。

在物块与木板两者达到共同速度前，在每两次碰撞之间，木板受到物块对它的摩擦力作用而做加速度恒定的运动，因而木板与墙相碰后将返回至初态，所用时间为 T。

设在物块与木板两者达到共同速度 v 前木板共经历 n 次碰撞，则有 $v=v_0-(2nT+\Delta t)a=a\Delta t$ ⑤，式中 Δt 是碰撞 n 次后木板从起始位置至达到共同速度时所需的时间。⑤式可改写为 $2v=v_0-2nT$ ⑥。由于木板的速率只能位于 0 到 v_1 之间，故有 $0\leqslant v_0-2nT\leqslant 2v_1$ ⑦，求解上式得 $1.5\leqslant n\leqslant 2.5$ ⑧。由于 n 是整数，故 $n=2$。再由①⑤⑧得 $\Delta t=0.2\,\mathrm{s}$ ⑨，$v=0.2\,\mathrm{m/s}$ ⑩。从开始到物块与木板两者达到共同速度所用的时间为 $t=4T+\Delta t=1.8\,\mathrm{s}$（11）。

（2）物块与木板达到共同速度时，木板与墙之间的距离为 $s=L-\frac{1}{2}a\Delta t^2$（12），联立①②（12）式并代入数据得 $s=0.06\,\mathrm{m}$（13）。