

高一期末复习专练：牛顿运动定律应用

一、单项选择题

1. 某电视台的棋类节目中，铁质的棋盘竖直放置，每个棋子都是一个小磁铁，能吸在棋盘上（如图所示），不计棋子间的相互作用力。对于静止在棋盘上的某颗棋子，下列说法正确的是（ ）



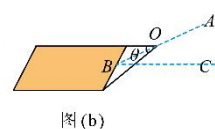
- A. 每个小棋子共受三个力作用 B. 棋盘对棋子的作用力等于棋子的重力
C. 磁性越强，棋子所受的摩擦力越大 D. 减小棋子的质量，棋子所受到的摩擦力不变

2. 如图甲是使用菜刀切肉的场景，图乙显示了菜刀刀刃的横截面，是一个顶角很小的等腰三角形。则下列说法错误的是（ ）



- A. 刀把上刻有条纹，目的是增大粗糙程度
B. 用磨刀石来使刀刃锋利，是为了增大刀刃对物体的侧向压力
C. 若刀背受到向下的力 F ，则刀刃两侧面的侧向压力大小为 $\frac{F}{2\sin\theta}$
D. 骨头卡在刀上，只要提刀（带骨头）用力往刀板上砍，骨头就断了，这里利用了惯性

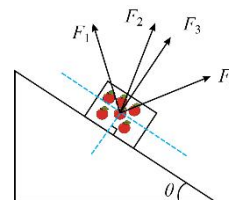
3. 北方冬天的雪景十分壮观。如图（a）所示，质量为 $M = 10\text{kg}$ 的甲坐在质量为 $m = 2\text{kg}$ 的爬犁上，乙拉着轻质细绳右端 A 使爬犁在水平雪地上向前匀速运动。简图如图（b）所示， ABO 三点共线，拴接在爬犁两侧的细绳所在的平面与水平雪地的夹角为 $\alpha = 45^\circ$ ，即 $\angle ABC$ 为 45° 。两侧细绳等长且细绳间的夹角为 $\theta = 60^\circ$ ，爬犁与雪地间的动摩擦因数为



$\mu = 0.5$ ，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ，下列说法正确的是（ ）

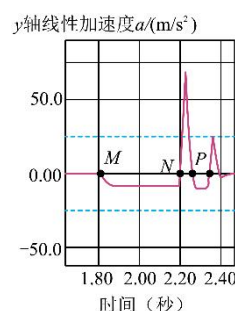
- A. 乙对绳子 OA 的拉力大小为 80N B. 爬犁对雪地的压力大小为 $80\sqrt{2}\text{N}$
C. 爬犁所受的摩擦力大小为 40N D. 两侧细绳上的拉力大小均为 $40\sqrt{3}\text{N}$

4. 如图所示，一箱苹果沿着倾角为 θ 的粗糙斜面加速下滑，在箱子正中央夹有一只质量为 m 的苹果，其周围苹果对它的作用力可能为（ ）



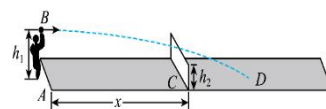
- A. F_1 B. F_2 C. F_3 D. F_4

5. 为了研究落体运动，某同学用手机软件同步采集了手机下落过程中加速度随时间变化的数据，如图所示。实验时，质量为 m 的手机竖直放置，由静止开始自由下落，最终落到蹦床上，分析数据，下列说法正确的是（ ）



- A. MN 时段手机处于超重状态
B. NP 时段手机处于失重状态
C. N 时刻手机下降到最低点
D. 手机落到蹦床后，蹦床对手机的最大弹力约为 $8mg$

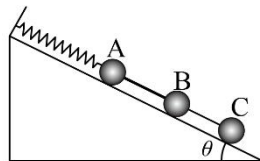
6. 如图所示是运动员将网球在边界 A 处正上方 B 点正对球网水平向右击出，恰好过网 C 的上边沿落在 D 点的示意图，不计空气阻力，已知 $AB = h_1$ ，网高 $h_2 = \frac{5}{9}h_1$ ， $AC = x$ ，重力加速度为 g ，下列说法中正确的是（ ）



- A. 落点 D 距离网的水平距离为 $\frac{1}{4}x$ B. 网球的初速度大小为 $x\sqrt{\frac{2g}{h_1}}$
C. 若击球高度低于 h_1 ，应减小击球速度，才能让球落在对方界内

D. 若击球高度低于 $\frac{20}{27}h_1$ ，无论球的初速度多大，球都不可能落在对方界内

7. 如图所示，A、C两球质量均为 m ，B球质量为 $2m$ ，轻质弹簧一端固定在斜面顶端、另一端与A球相连，A、B间通过一根轻杆连接，B、C间由一不可伸长的轻质细线连接。倾角为 θ 的光滑斜面固定在水平地面上，弹簧、轻杆与细线均平行于斜面，初始系统处于静止状态，弹簧被剪断的瞬间，已知重力加速度为 g ，下列说法正确的是（ ）



A. B球的受力情况未变

B. C球的加速度大小为 $g \sin \theta$

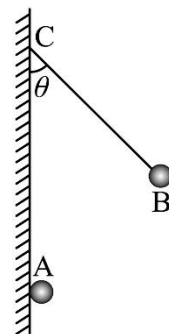
C. B、C之间线的拉力大小为 $mg \sin \theta$

D. A、B两个小球的加速度大小均为 $\frac{4}{3}g \sin \theta$

8. 如图所示，竖直绝缘墙上固定一带电小球A，将质量为 m 、带电荷量为 q 的小球B用轻质

绝缘丝线悬挂在A的正上方C处，丝线BC长度为 L ，A、C两点间的距离为 $\sqrt{2}L$ 。

当小球B静止时，丝线与竖直方向的夹角 $\theta = 45^\circ$ ，带电小球A、B可视为质点，重力加速度为 g 。下列说法正确的是（ ）



A. 两小球一定带异种电荷

B. 两小球之间的距离为 $\sqrt{2}L$

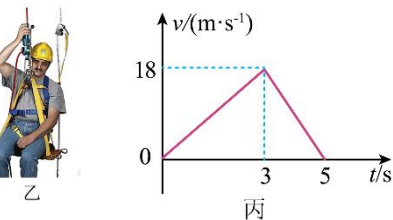
C. 小球A的带电荷量为 $\frac{\sqrt{2}mgL^2}{2kq}$

D. 丝线对小球B的拉力为 $\sqrt{2}mg$

9. 图甲所示的救生缓降器是一种可使人沿绳缓慢下降的安全营救装置。如图乙所示，高层建筑工人在一次险情中，从离地面某高度处通过缓降器先匀加速运动后匀减速运动安全着陆，图丙是工人运动全过程

$v-t$ 的图像。已知工人的质量 $m = 70\text{kg}$ ，重力加速度为

$g = 10\text{m/s}^2$ ，则下列说法中正确的是（ ）



A. 发生险情处离地面的高度为 90m

B. 加速下滑时钢丝绳对工人的拉力大小为 420N

C. 整个过程中工人重力做功为 3150J

D. $t = 4\text{s}$ 时钢丝绳对工人拉力的瞬时功率大小为 11970W

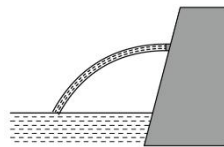
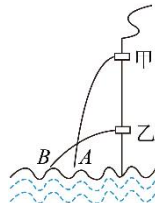
10. 衢州是著名水乡，水是生命之源，在推进“五水共治”的过程中，环保人员加大了检查力度。在一次巡查中发现，某工厂两根相同的水平放置的排污管甲和乙（如图所示）正在向外满口排出大量污水，工作人员测量发现甲、乙两排污管离水面高度之比为 4:1，落点A和B离排污口的水平距离之比为 3:4，忽略空气阻力，甲、乙两管的流量分别为 Q_1 、 Q_2 （单位时间排出的污水体积），则（ ）

A. 甲、乙两管中的污水排出后，在空中的运动时间之比为 4:1

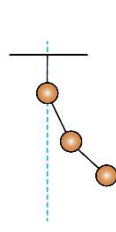
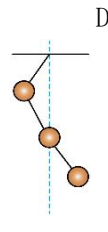
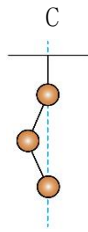
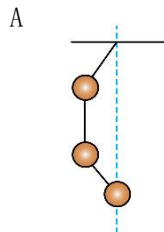
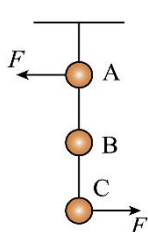
B. 甲、乙两管中的污水排出时，水平速度之比为 3:2

C. 甲、乙两管的流量 Q_1 、 Q_2 之比为 3:8

D. 排污稳定时，甲、乙管道在空中的污水体积之比为 4:3

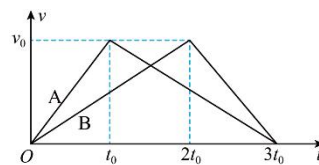


11. 如图所示，用等长的轻质细线将三个完全相同的小球A、B、C悬挂在天花板上。现对小球A施加一个水平向左的力，对小球C施加一个水平向右的力，两个力大小均为 F ，最后达到平衡状态。下列表示平衡状态的图可能正确的是（ ）



12. 质量分别为 m 和 $2m$ 的 A 、 B 两本书分别在水平恒力 F_1 和 F_2 的作用下沿水平桌面运动，撤去 F_1 、 F_2 后受摩擦力的作用减速到停止，它们的 $v-t$ 图像如图所示，下列说法正确的是 ()

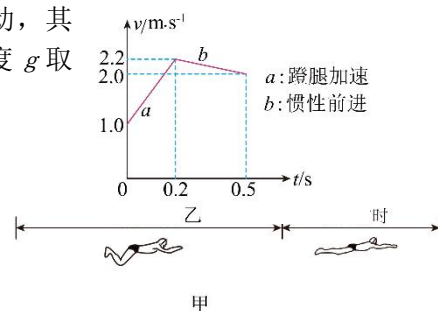
- A. F_1 和 F_2 大小相等 B. A 、 B 所受摩擦力大小相等
C. F_1 、 F_2 对 A 、 B 做功之比为 1:4 D. 摩擦力对 A 、 B 做功之比为 1:2



二、不定项选择题

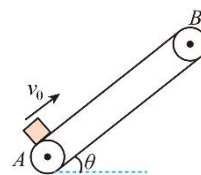
13. 蛙泳是一种人类模仿青蛙游泳动作的游泳姿势。图甲为某运动员蛙泳时蹬腿加速及惯性前进过程，将这两个过程各自简化为水平方向的匀变速直线运动，其 $v-t$ 图象如图乙所示，已知该运动员质量为 60kg ，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，下列说法正确的是 ()

- A. $0 \sim 0.5\text{s}$ 内运动员平均速度的大小为 1.85m/s
B. $0 \sim 0.5\text{s}$ 内运动员平均速度的大小为 1.90m/s
C. 惯性前进过程中，水对运动员作用力的大小为 $40\sqrt{226}\text{N}$
D. 惯性前进过程中，水对运动员作用力的大小为 40N



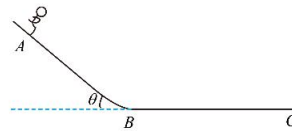
14. 如图所示，为皮带传输装置示意图的一部分，传送带与水平地面的倾角 $\theta = 37^\circ$ ， A 、 B 两端相距 4m ，质量为 $m = 10\text{kg}$ 的物体以 $v_0 = 5.0\text{m/s}$ 的速度沿 AB 方向从 A 端滑上传送带，物体与传送带间的动摩擦因数处处相同，均为 0.5 ， g 取 10m/s^2 ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，下列说法中正确的是 ()

- A. 开始时物体的加速度大小可能为 2m/s^2
B. 若传送带不转动，物体沿传送带上滑的最大距离是 2.25m
C. 若传送带逆时针运转的速度 $v = 4.0\text{m/s}$ ，物体沿传送带上滑的最大距离是 1.25m
D. 若传送带顺时针运转的速度可以调节，则物体从 A 点到达 B 点所需的最短时间是 1s



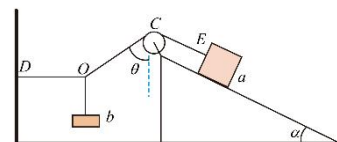
三、计算题

15. 如图所示，一位滑雪者从倾角 $\theta = 37^\circ$ 的斜坡上 A 处由静止开始自由下滑，经过 4s 滑至坡底 B 后进入水平雪道 (B 处有一光滑小圆弧与两雪道平滑连接)，最终停在 C 处；已知滑雪板与斜坡雪地间的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.25$ ， BC 的长度为 64m ，(不计空气阻力，取 $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$)，求：(1) 滑雪者在倾斜雪道上的加速度的大小 a_1 ；(2) 滑雪者在倾斜雪道上的末速度大小 v 及位移大小 x_1 ；(3) 滑雪板与水平雪地间的动摩擦因数 μ_2 。

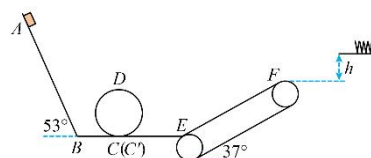


16. 如图所示，倾角 $\alpha = 30^\circ$ 的粗糙斜面固定于水平面上，物块 b 悬挂于水平绳 DO 和 CO 的

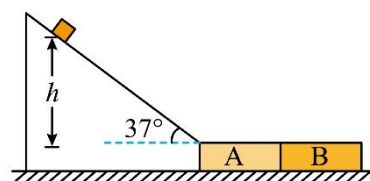
结点处，轻绳的 OC 段与竖直方向的夹角 $\theta = 60^\circ$ ，且绕过光滑定滑轮与物块 a 连接于 E 点，若轻绳 OCE 能承受的最大拉力为 10N ，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力， a 、 b 均处于静止状态，求：（1）物块 b 的质量最大为多少，此时绳子 OD 上的拉力为多大；（2）当物块 b 的质量最大时，若物块 a 与斜面间的动摩擦因数 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{4}$ ，要使物块 a 静止在斜面上，物块 a 的质量 m_a 满足什么条件？



17. 某游戏装置的竖直截面如图所示，质量为 $m = 0.3\text{kg}$ 的滑块自 A 点以 $v_0 = 2\text{m/s}$ 的初速度从倾角为 53° 的粗糙斜面滑下，冲入水平面上的半径为 $R = 1.2\text{m}$ 的圆轨道 CDC' ，滑块经过轨道最高点 D 时的速度为 $v_D = 4\text{m/s}$ ，圆轨道在最低点 CC' 稍微错开，滑块在圆弧轨道上滑行一周后冲出，而后冲上倾角为 37° 的传送带，传送带以 $v = 4\text{m/s}$ 的速度匀速向上传送，从传送带上端 F 离开后恰好水平滑上距离 F 高为 h 的平台，在平台上滑块被缓冲锁定视为成功。已知水平轨道和倾斜轨道与传送带分别在 B 、 E 点平滑连接， AB 长度为 $l = 5\text{m}$ ， EF 长度为 $s = 3\text{m}$ ，斜面粗糙，滑块与传送带的动摩擦因数 $\mu_2 = \frac{1}{4}$ ，其余阻力不计，滑块可视为质点，求：（1）滑块经过 D 点时对轨道的压力；（2）滑块冲上传送带时的速度 v_E ；（3）滑块与斜面间动摩擦因数；（4）平台高度 h ；（5）若传送带的传送速度 v 和平台离 F 的高度 h 可调，仍要滑块水平滑上平台锁定，写出 h 随 v 变化的关系。



18. 如图所示，地面上固定一倾角 $\theta = 37^\circ$ 的斜面，紧靠斜面依次排放两块完全相同的木板 A、B，长度均为 $l = 2\text{m}$ ，厚度不计，质量均为 m ，木板上表面与斜面底端平滑连接。现有一质量为 m 的滑块（可视为质点）从斜面上某处静止释放，已知滑块与斜面间动摩擦因数为 $\mu_0 = 0.125$ ，滑块与木板间动摩擦因数为 μ_1 ，木板与地面间动摩擦因数 $\mu_2 = 0.2$ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ， $g = 10\text{m/s}^2$ 。求：（1）若滑块从离地面高 $h_0 = 1.5\text{m}$ 处静止滑下，求滑块到达轨道末端时的速度 v_0 的大小；（2）若滑块滑上木板 A 时，木板不动，而滑上木板 B 时，木板 B 开始滑动，求 μ_1 应满足的条件；（3）若滑块从离地面高 $h_0 = 1.5\text{m}$ 处静止滑下，且 $\mu_1 = 0.8$ ，则滑块从释放到最终停止需要多久；（4）若 $\mu_1 = 0.5$ ，为使滑块能停在 B 上，滑块由静止下滑的高度 h 应满足什么条件。



高一期末复习专练：牛顿运动定律

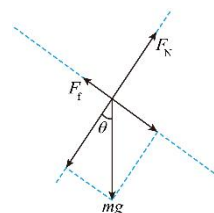
应用答案

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B	C	C	B	D	D	B	C	D	C	D	C	BC	ACD

15. 解：（1）对滑雪者受力分析如图所示

沿斜坡和垂直斜坡方向分别有 $mg \sin \theta - F_f = ma_1$ （1 分）

$F_N = mg \cos \theta$ （1 分） 又 $F_f = \mu F_N$ （1 分） 解得 $a_1 = 4 \text{m/s}^2$ （1 分）



（2）由匀变速直线运动的规律得 $v = a_1 t_1$ （1 分） 解得 $v = 16 \text{m/s}$ （1 分）

由匀变速直线运动的规律得 $x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$ （1 分） 解得 $x_1 = 32 \text{m}$ （1 分）

（3）设滑雪者在水平雪道上滑行的加速度大小为 a_2 ，由匀变速直线运动的规律得 $v^2 = 2a_2 x_2$

（1 分） 解得 $a_2 = 2 \text{m/s}^2$ 由牛顿第二定律得 $\mu_2 mg = ma_2$ （1 分） 解得 $\mu_2 = 0.2$ （1 分）

16. 【小问 1 详解】对 O 受力分析，竖直方向 $F_{OC} \cos \theta = m_b g$

水平方向 $F_{OD} = F_{OC} \sin \theta$ 解得 $m_b = 0.5 \text{kg}$ ， $F_{OD} = 5\sqrt{3} \text{N}$

【小问 2 详解】若摩擦力沿斜面向上达到最大静摩擦力

$m_a g \sin \alpha - F_{OC} - \mu m_a g \cos \alpha = 0$ 解得 $m_a = 8 \text{kg}$

若摩擦力沿斜面向下达到最大静摩擦力 $m_a g \sin \alpha + \mu m_a g \cos \alpha - F_{OC} = 0$

解得 $m_a = \frac{8}{7} \text{kg}$ 所以 $\frac{8}{7} \text{kg} \leq m_a \leq 8 \text{kg}$

17. 【小问 1 详解】在 D 点，根据牛顿第二定律可得 $mg + N = m \frac{v^2}{R}$ 解得 $N = 1 \text{N}$

根据牛顿第三定律，滑块对轨道的压力大小为 1N ，方向竖直向上。

【小问 2 详解】

BE 段光滑，滑块冲上传送带时的速度即为经过 B 点时的速度，滑块在 AB 段下滑，根据牛顿第二定律可得 $mg \sin 53^\circ - \mu_1 mg \cos 53^\circ = ma_1$ 解得 $a_1 = 6 \text{m/s}^2$

根据运动学公式 $v_B^2 - v_0^2 = 2a_1 l$ 解得滑块经过 B 点时的速度为 $v_B = 8 \text{m/s}$

即滑块冲上传送带时的速度为 $v_E = v_B = 8 \text{m/s}$

【小问 3】滑块与斜面间动摩擦因数 $\mu_1 = \frac{1}{3}$ ，

【小问 4 详解】

滑块冲上传送带时做减速运动，根据牛顿第二定律可得 $mg \sin 37^\circ + \mu_2 mg \cos 37^\circ = ma_2$

解得 $a_2 = 8\text{m/s}^2$ 与传送带共速时, 根据 $v_E^2 - v^2 = 2a_2x$ 可得 $x = 3\text{m} = s$

即恰好运动至 F 点共速; 根据 $v^2 \sin^2 37^\circ = 2gh$ 可得平台高度为 $h = 0.288\text{m}$

【小问 5 详解】若 $v \leq 4\text{m/s}$, 物块在传送带上一直以 $a_2 = 8\text{m/s}^2$ 做减速运动, 到 F 点时速度为 4m/s , 则 $h = 0.288\text{m}$

若 $v \geq 8\text{m/s}$, 滑块所受摩擦力斜向上, 由于 $\mu_2 < \tan 37^\circ$, 滑块仍然减速运动,

由 $mg \sin 37^\circ - \mu_2 mg \cos 37^\circ = ma_3$ 可得 $a_3 = 4\text{m/s}^2$

若一直减速, 则 $v_F^2 - v_E^2 = 2a_3s$ 可得 $v_F = 2\sqrt{10}\text{m/s}$

则 $v_F^2 \sin^2 37^\circ = 2gh$ 可得 $h = 0.72\text{m}$

若 $4\text{m/s} < v < 8\text{m/s}$, 则滑块先以 $a_2 = 8\text{m/s}^2$ 做减速运动, 再以 $a_3 = 4\text{m/s}^2$ 做减速运

动, 则 $\frac{v_E^2 - v^2}{2a_2} + \frac{v^2 - v_F^2}{2a_3} = s$ 可得 $v_F^2 = 8 + \frac{v^2}{2}$

则 $h = \frac{v_F^2 \sin^2 37^\circ}{2g} = \frac{9v^2 + 144}{1000}$

18. 【小问 1 详解】

滑块在斜面上时, 由牛顿第二定律 $mg \sin \theta - \mu_0 mg \cos \theta = ma_0$

解得 $a_0 = 5\text{m/s}^2$

从静止到滑至底端 $v_0^2 = 2a_0 \frac{h_0}{\sin 37^\circ}$

代入数据解得 $v_0 = 5\text{m/s}$

【小问 2 详解】

若滑上木板 A 时, 木板不动, 则 $\mu_1 mg \leq \mu_2 (m + 2m)g$

若滑上木板 B 时, 木板 B 开始滑动, 则 $\mu_1 mg > \mu_2 (m + m)g$

联立代入数据得 $0.4 < \mu_1 \leq 0.6$

【小问 3 详解】

滑块在斜面上做匀加速直线运动, 滑到底端时滑块速度 $v_1 = 5\text{m/s}$, $t_0 = \frac{v_1}{a_0} = 1\text{s}$

滑块滑上木板 A 时, 以滑块为研究对象 $\mu_1 mg = ma_1$

$$\text{解得 } a_1 = 8\text{m/s}^2, \quad v_{\text{滑}} = v_1 - a_1 t$$

$$\text{以木板 AB 为研究对象 } \mu_1 mg - \mu_2 \cdot 3mg = ma_2$$

$$\text{解得 } a_2 = 1\text{m/s}^2, \quad v_{\text{滑}} = a_2 t$$

$$\text{共速时 } v_{\text{滑}} = v_{\text{板}}, \text{ 解得 } t = \frac{5}{9}\text{s}, \quad x_{\text{滑}} = v_1 t - \frac{1}{2} a_1 t^2, \quad x_{\text{板}} = \frac{1}{2} a_2 t^2, \quad \Delta x = \frac{25}{18}\text{m}$$

$$\text{此时滑块仍在 A 上, 之后滑块与 AB 一起减速 } v_{\text{共速}} = \frac{5}{9}\text{m/s}$$

$$\text{根据 } a_3 = \mu_2 g = 2\text{m/s}^2, \quad t' = \frac{v_{\text{共速}}}{a_3} = \frac{5}{18}\text{s}$$

$$\text{总时间 } t = \frac{11}{6}\text{s}$$

【小问 4 详解】

由 (2) 知滑块滑上 A 时, 木板不动, 而滑上木板 B 时, 木板 B 开始滑动。滑块下滑高度

$$\text{记为 } h, \text{ 到达斜面末端时速度记为 } v_2, \quad v_2^2 = 2a_0 \frac{h}{\sin 37^\circ}$$

$$\text{滑块滑上 A 时做匀减速运动, 加速度大小 } a_1 = g\mu_1 = 5\text{m/s}^2$$

$$\text{滑块离开 A 时速度 } v_3^2 - v_2^2 = -2a_1 l$$

$$\text{当滑块恰好滑上 B 时, } v_3 = 0$$

$$\text{联立解得 } h = 1.2\text{m}$$

$$\text{滑块滑上 B 时, 自身加速度大小 } a_2 = g\mu_1 = 5\text{m/s}^2$$

$$B \text{ 的加速度大小 } a_3 = g\mu_1 - 2g\mu_2 = 1\text{m/s}^2$$

$$\text{相对加速度 } a_4 = 6\text{m/s}^2, \text{ 当滑块恰好停在 } B \text{ 右端时 } v_3^2 = 2a_4 l$$

$$\text{联立解得 } h = 2.64\text{m}$$

$$\text{综上可得 } 1.2\text{m} \leq h \leq 2.64\text{m}$$