

# 2025 年高二上学期入学考试

考试时间 75 分钟

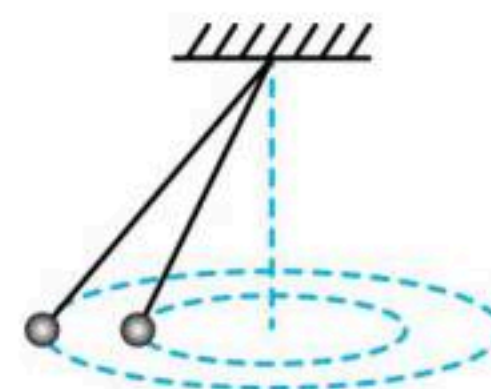
一、单选题（共 6 个小题，共 24 分。每题只有一个选项正确，每个小题 4 分）

1. “物理”二字最早出现在中文中，是取“格物致理”四字的简称，即考察事物的形态和变化，总结研究它们规律的意思。同学们除学习物理知识还要了解规律、发现过程、领悟思想方法。下列叙述正确的是（ ）

- A. 力学中引入质点的概念，采用了等效替代法
- B. 库仑首先提出了电场的概念，并引用电场线形象地表示电场的强弱和方向
- C. 用比值法定义的概念在物理学中占相当大的比例，如加速度  $a = \frac{F}{m}$
- D. 伽利略总结出自由落体的运动规律采用的是实验和逻辑推理相结合的方法

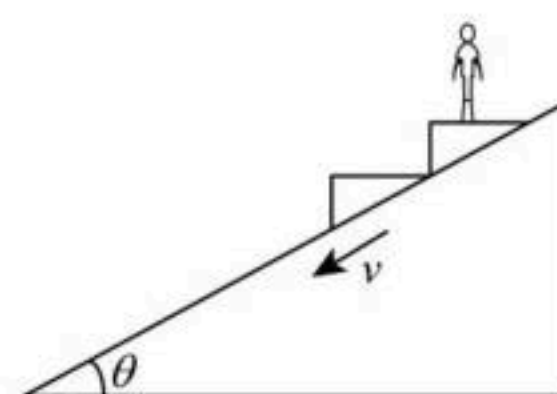
2. 如图所示，两个质量相同的小球用长度不等的细线拴在同一点，并在同一水平面内做匀速圆周运动，则它们的（ ）

- A. 角速度相同
- B. 线速度大小相同
- C. 向心加速度大小相同
- D. 受到的向心力大小相同



3. 如图所示是一种台阶式的自动扶梯，一人站在水平台阶上，随着扶梯一起以速度  $v$  斜向下做匀速运动，则一段时间内（ ）

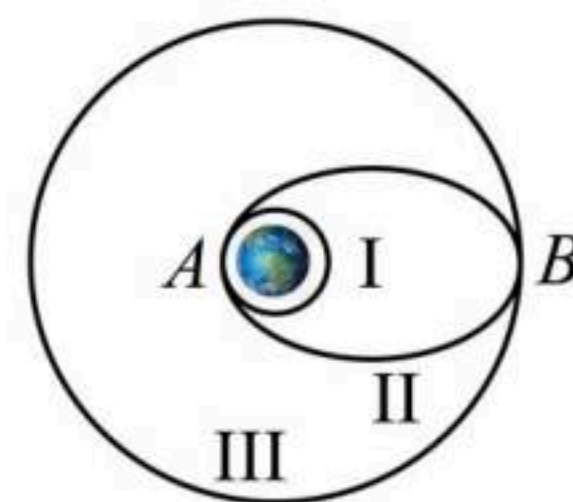
- A. 摩擦力对人做正功
- B. 摩擦力对人做负功
- C. 支持力对人不做功
- D. 支持力对人做负功



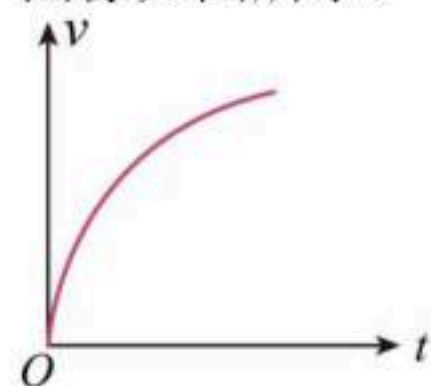
4. 人造卫星在发射过程中要经过多次变轨方可到达预定轨道，如图所示。

- ①为了节省能量，在赤道上顺着地球自转方向将卫星发射到圆轨道 I 上。
- ②在 A 点点火加速，卫星做离心运动进入椭圆轨道 II。
- ③在 B 点（远地点）再次点火加速进入圆轨道 III。设卫星在圆轨道 I 和 III 上运行时的速度大小分别为  $v_1$ 、 $v_3$ ，向心加速度大小为  $a_1$ 、 $a_3$ ，在轨道 II 上过 A 点和 B 点时的速度大小分别为  $v_A$ 、 $v_B$ ，向心加速度大小为  $a_A$ 、 $a_B$ ，在轨道 I、II、III 上的运行周期分别为  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 。下列说法不正确的是（ ）

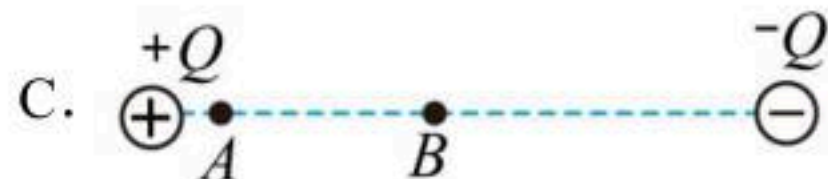
- A.  $v_A > v_1 > v_3 > v_B$
- B.  $a_A = a_1 > a_3 = a_B$
- C.  $T_1 < T_2 < T_3$
- D. 卫星在轨道 II 上从 A 到 B 的过程中，因地球引力作用，机械能减少



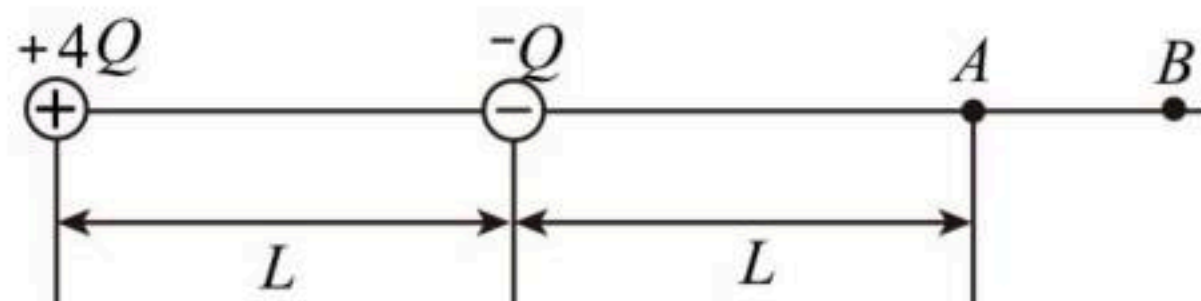
5. 将一正点电荷在电场中由 A 点静止释放，仅受静电力作用下，从 A 点运动到 B 点的  $v-t$  图像如图所示，该电场不可能是（ ）



A.

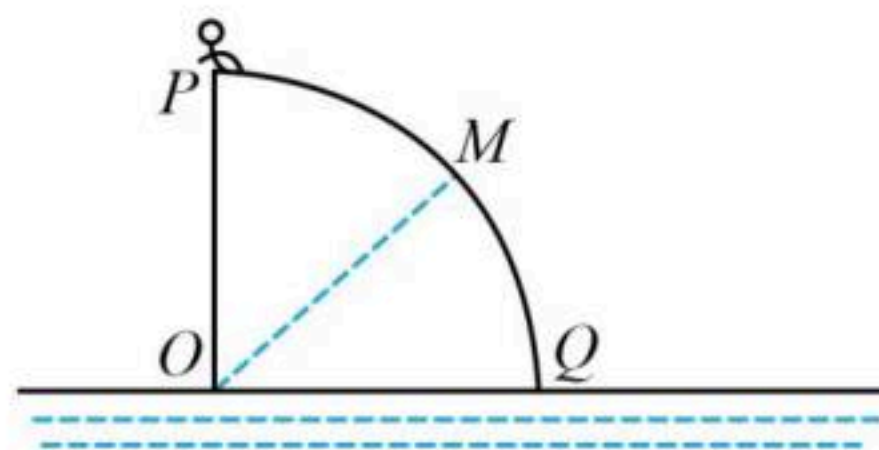


D.



6. 如图所示为某游乐场的水上滑梯示意图, 半径为  $R$  的  $\frac{1}{4}$  光滑圆弧滑梯轨道  $PQ$  竖直放置,  $O$  为圆心, 半径  $OQ$  恰好在水面处且与水面平行。一游客(可视为质点)从  $P$  点由静止开始沿圆弧轨道下滑, 一段时间后由  $M$  点滑离轨道。不计空气阻力, 重力加速度大小为  $g$ , 则  $M$  点离水面的高度为( )

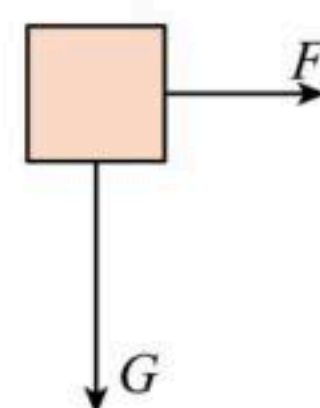
- A.  $\frac{3R}{4}$                       B.  $\frac{2R}{3}$   
C.  $\frac{R}{2}$                               D.  $\frac{R}{3}$



二、多选题(共 4 个小题, 共 20 分。7~10 小题有多个选项正确, 全部选对得 5 分, 选不全得 3 分, 有错选或不答得 0 分)

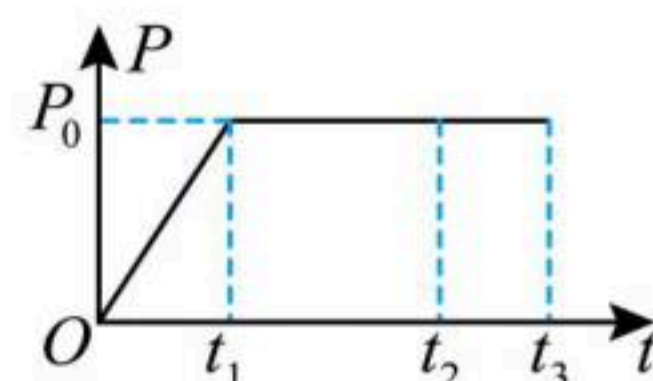
7. 如图所示, 某物体在运动过程中, 受竖直向下的重力和水平方向的风力, 某段时间内, 重力对物体做功 4J, 物体克服风力做功 3J, 则以下说法中正确的是( )

- A. 外力对物体做的总功为 7J  
B. 物体的动能增加了 1J  
C. 物体的机械能减少了 3J  
D. 物体的重力势能增加了 4J



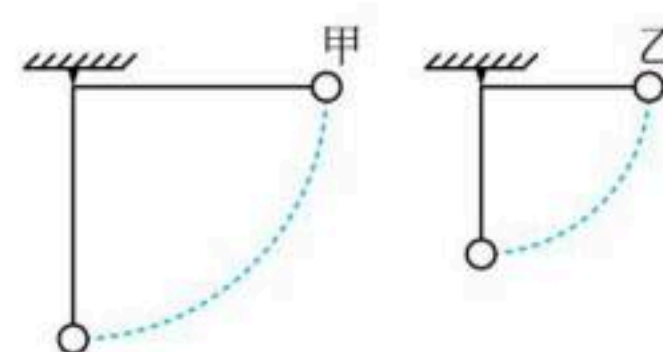
8. 如图所示为某汽车在平直公路上启动时发动机功率  $P$  随时间  $t$  变化的图像,  $P_0$  为发动机的额定功率。已知在  $t_2$  时刻汽车的速度已经达到最大值  $v_m$ , 汽车所受阻力大小与速度大小成正比。由此可得( )

- A. 在  $0 \sim t_1$  时间内, 汽车一定做匀加速运动  
B. 在  $t_1 \sim t_2$  时间内, 汽车一定做匀速运动  
C. 在  $t_2 \sim t_3$  时间内, 汽车一定做匀速运动  
D. 在  $t_2$  时刻, 汽车的发动机额定功率与  $v_m^2$  成正比



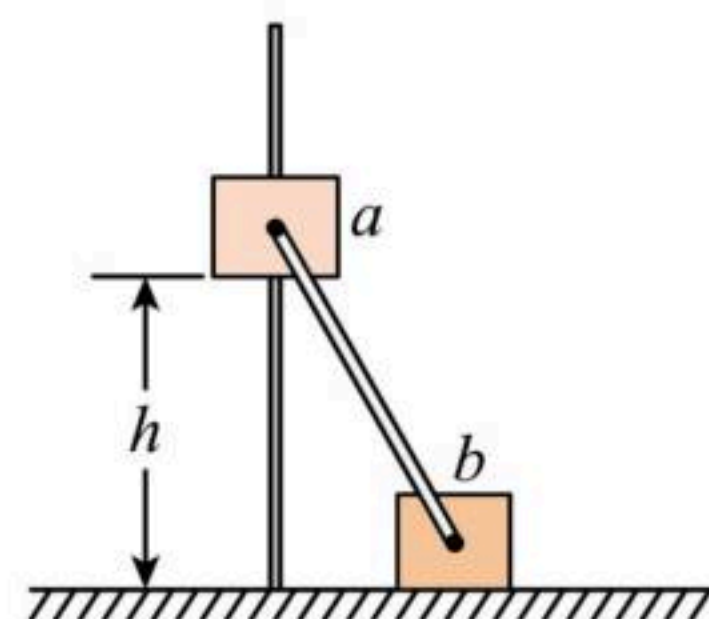
9. 如图所示, 甲、乙两球质量相同, 悬线一长一短, 如将两球从同一水平面无初速释放, 不计阻力, 则小球通过最低点时( )

- A. 甲球受到的拉力较乙球大  
B. 甲球的向心加速度和乙球的向心加速度大小相等  
C. 甲球的动能和乙球的动能相等  
D. 相对同一参考平面, 甲、乙两球的机械能一样大



10. 如图, 滑块  $a$ 、 $b$  的质量均为  $m$ ,  $a$  套在固定竖直杆上, 与光滑水平地面相距  $h$ ,  $b$  放在地面上。  $a$ 、 $b$  通过铰链用刚性轻杆连接, 由静止开始运动。不计摩擦,  $a$ 、 $b$  可视为质点, 重力加速度大小为  $g$ 。则( )

- A.  $a$  落地前, 轻杆对  $b$  一直做正功  
B.  $a$  落地时速度大小为  $\sqrt{2gh}$   
C.  $a$  下落过程中, 其加速度大小最大值等于  $g$   
D.  $a$  落地前, 当  $a$  的机械能最小时,  $a$  的加速度为  $g$



三、实验题（每空两分，共 18 分）

11. (6 分) “探究两个互成角度的力的合成规律”的实验装置如图所示，在该实验中。

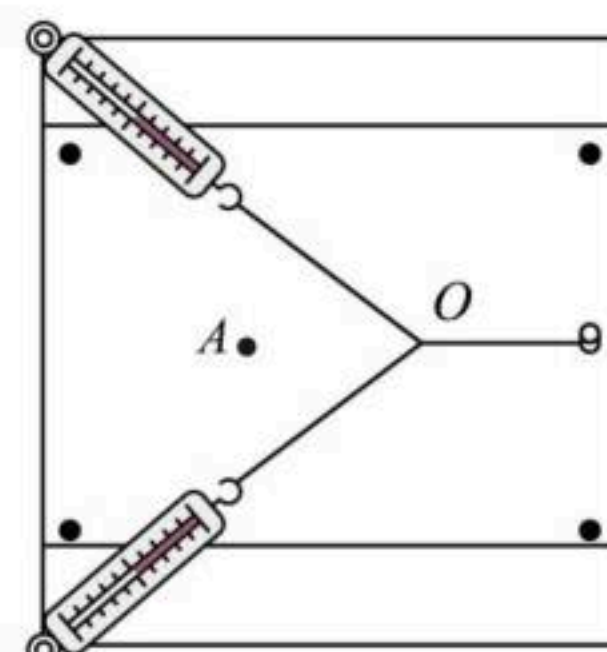
(1) 实验前用一个弹簧测力计钩住细绳套拉至满量程，此时橡皮筋伸长到位置  $A$ ，本实验中  $O$  点的位置不能超过  $A$  点的原因是\_\_\_\_\_。

- A. 防止橡皮筋被拉断 B. 避免拉力超过弹簧测力计量程

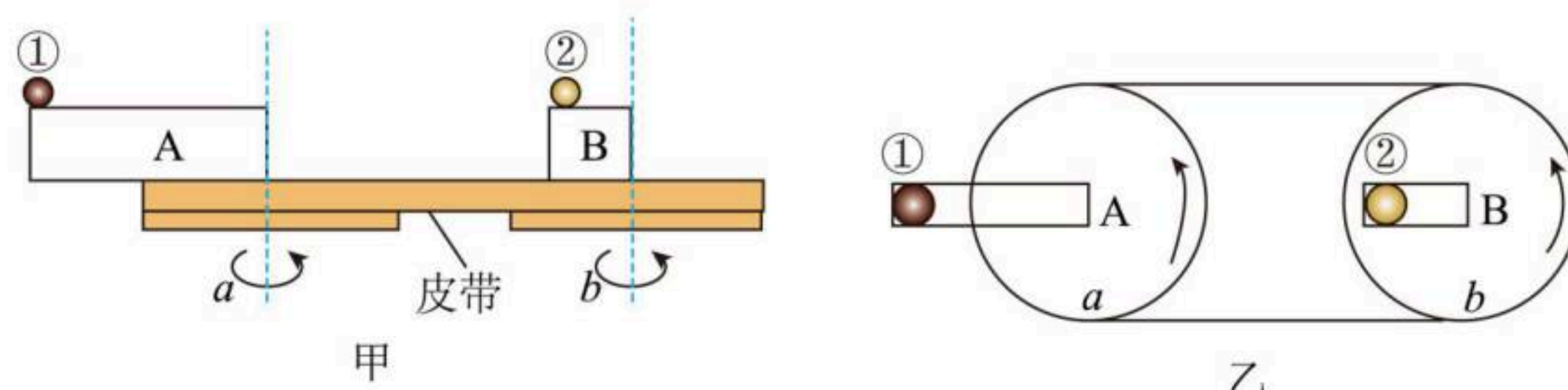
(2) 下列说法正确的是\_\_\_\_\_。

- A. 拉着细绳套的两只弹簧测力计，稳定后读数应相同  
 B. 使用弹簧测力计时，应避免弹簧及拉杆与测力计外壳间的摩擦。  
 C. 在已记录结点位置的情况下，确定一个拉力的方向只需要再选择相距较近的一个点

(3) 若只有一只弹簧测力计，为了完成该实验至少需要\_\_\_\_\_（选填“2”、“3”或“4”）次把橡皮筋结点拉到  $O$  点。



12. (12 分) (1) 如图甲为向心力演示仪的示意图，图乙为俯视图。图中 A、B 槽分别与  $a$ 、 $b$  轮同轴固定，且  $a$ 、 $b$  轮半径相同。 $a$ 、 $b$  两轮在皮带的传动下匀速转动。



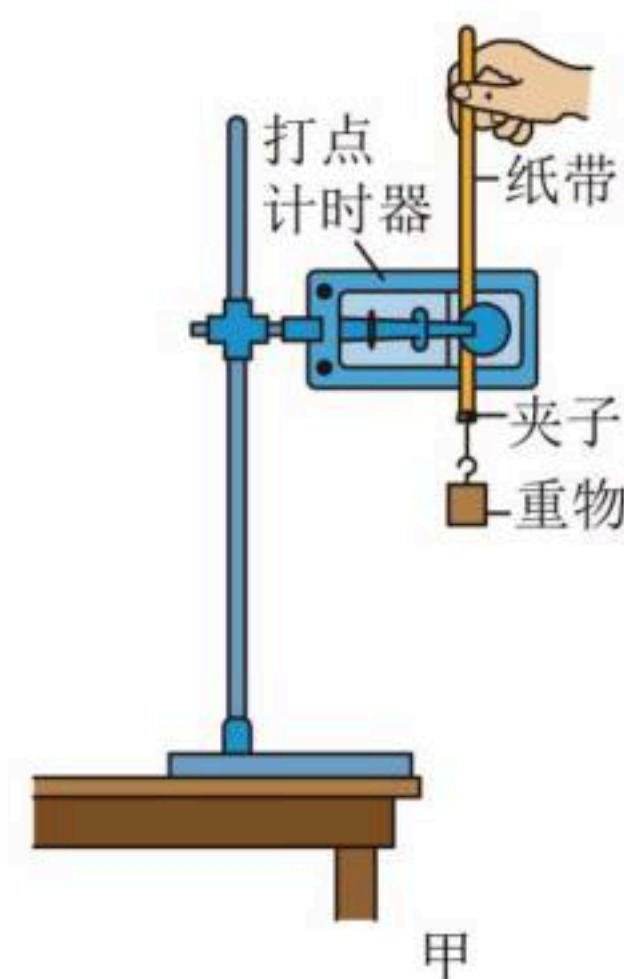
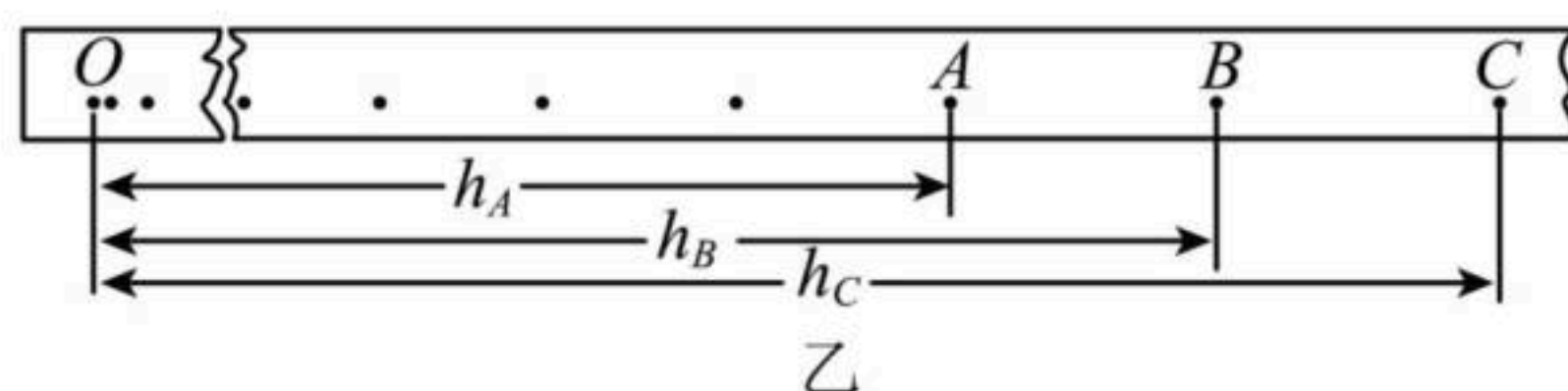
现将两个小钢球分别放入 A、B 槽中，①球的质量是②球的 2 倍，①球放在 A 槽的边缘，②球放在 B 槽的边缘，它们到各自转轴的距离之比为 2:1，如图乙所示，则钢球①、②的线速度大小之比为\_\_\_\_\_，向心力大小之比为\_\_\_\_\_。

(2) 利用如图甲装置做“验证机械能守恒定律”实验。

①除带夹子的重物、纸带、铁架台（含铁夹）、电磁打点计时器、导线及开关外，在下列器材中，还必须使用的两种器材是\_\_\_\_\_。

- A. 低压交流电源 B. 刻度尺 C. 弹簧秤

②实验中，先接通电源，再释放重物，得到图乙所示的一条纸带，在纸带上选取三个连续打出的点 A、B、C，测得它们到起始点 O 的距离分别为  $h_A$ 、 $h_B$ 、 $h_C$ ，已知当地重力加速度为  $g$ ，打点计时器打点的周期为  $T$ ，重物的质量为  $m$ 。从打 O 点到打 B 点的过程中，重物的重力势能减少量  $\Delta E_p =$ \_\_\_\_\_，动能变化量  $\Delta E_k =$ \_\_\_\_\_。



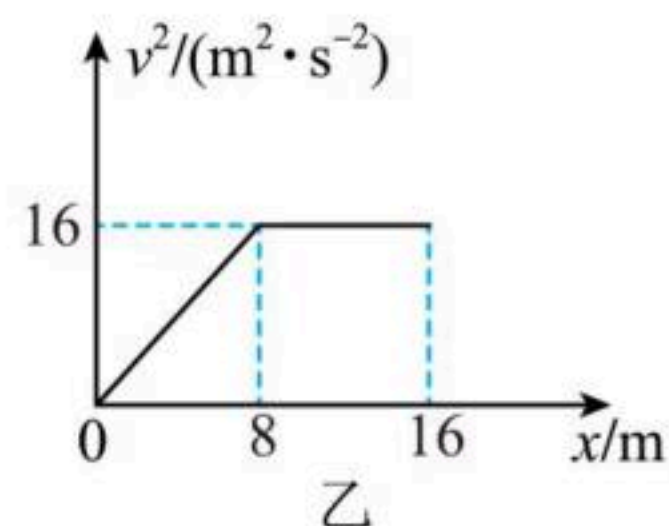
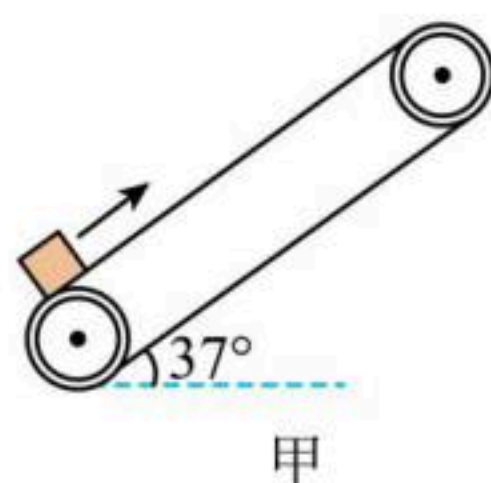
③某次实验结果显示，重力势能的减少量大于动能的增加量，最可能的原因是\_\_\_\_\_（单选）。

- A. 处理纸带时，没有每隔 4 点取一个计数点  
 B. 重力加速度取值偏大  
 C. 存在空气阻力和摩擦阻力的影响  
 D. 没有采用多次实验取平均值的方法

#### 四、解答题

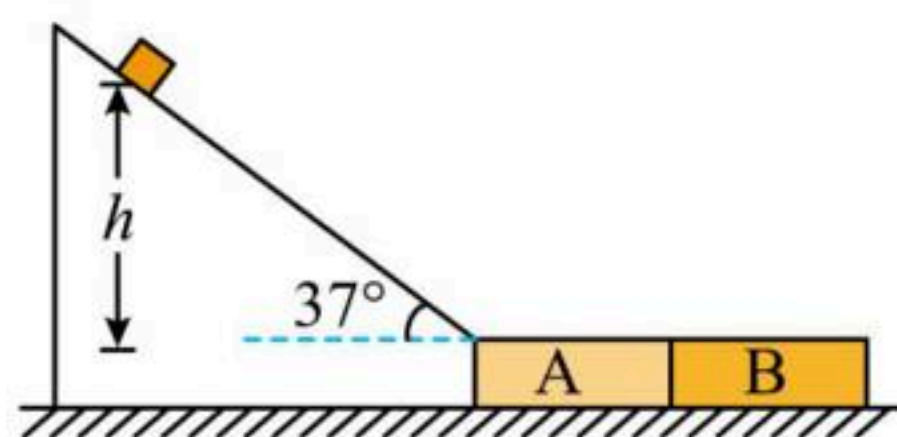
13. (12分) 在快递分类时常用传送带运送快件, 如图甲所示, 一倾角为 $37^\circ$ 的传送带以恒定速度运行, 传送带底端到顶端的距离 $L=16\text{m}$ 。现将一质量 $m=2\text{kg}$ 的小快件静止放于传送带底端, 快件沿传送带向上运动至顶端过程中速度的平方 $v^2$ 随位移 $x$ 的变化关系如图乙所示, 快件可视为质点, 取 $g=10\text{m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ 。求:

- (1)快件与传送带间的动摩擦因数;(4分)
- (2)由于快件与传送带摩擦而产生的热量;(4分)
- (3)快件从传送带底端运动到顶端过程中, 电动机多做的功。(4分)



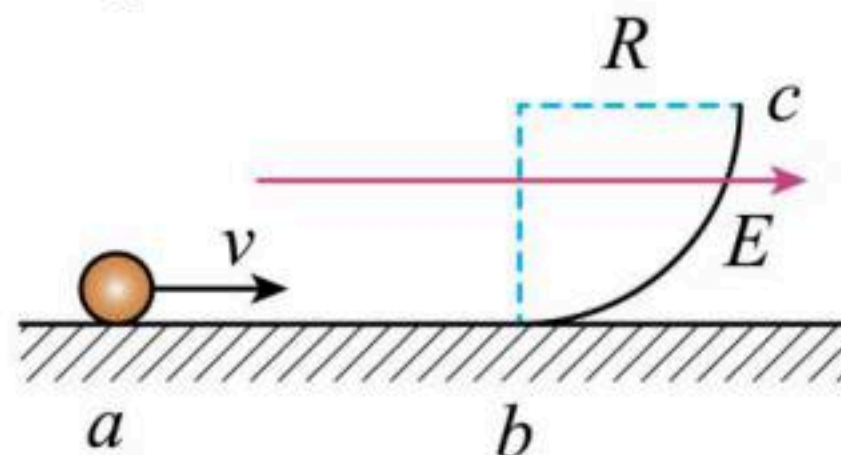
14. (13分) 如图所示, 某货场需将质量为 $m$ 的货物(可视为质点)从高处运送至地面, 现利用固定于地面的倾斜轨道传送货物, 使货物由轨道顶端无初速滑下, 轨道与水平面成 $\theta=37^\circ$ 角。地面上紧靠轨道依次排放两块完全相同木板 $A$ 、 $B$ , 长度均为 $l=2\text{m}$ , 厚度不计, 质量均为 $m$ , 木板上表面与轨道末端平滑连接。货物与倾斜轨道间动摩擦因数为 $\mu_0=0.125$ , 货物与木板间动摩擦因数为 $\mu_1$ , 木板与地面间动摩擦因数 $\mu_2=0.2$ 。求解下列问题:(最大静摩擦力与滑动摩擦力大小相等,  $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ ,  $g=10\text{m/s}^2$ )

- (1)若货物从离地面高 $h_0=1.5\text{m}$ 处由静止滑下, 求货物到达轨道末端时的速度 $v_0$ ;(4分)
- (2)若货物滑上木板 $A$ 时, 木板不动, 而滑上木板 $B$ 时, 木板 $B$ 开始滑动, 求 $\mu_1$ 应满足的条件;(4分)
- (3)若 $\mu_1=0.5$ , 为使货物恰能到达 $B$ 的最右端, 货物由静止下滑的高度 $h$ 应为多少?(5分)



15. (13分) 如图, 足够长的光滑绝缘水平面上竖直固定光滑绝缘的四分之一圆弧轨道 $bc$ , 半径为 $R$ ,  $b$ 为圆弧的最低点,  $a$ 点在圆弧左侧, 且 $ab$ 间距为 $2R$ 。整个空间处于水平向右的匀强电场中, 电场强度大小为 $E$ 。一质量为 $m$ 、电荷量为 $\frac{mg}{E}$ 的带正电小球从 $a$ 点静止释放, 忽略空气阻力, 重力加速度为 $g$ 。求:

- (1)小球运动到 $b$ 点时对轨道的压力的的大小;(4分)
- (2)小球在圆弧 $bc$ 上运动过程中的最大动能;(4分)
- (3)小球从 $a$ 点开始运动到再次回到水平面的过程中机械能的增量。(5分)



## 2025 年高二上学期入学考试参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	D	A	D	D	D	B	BC	CD	BD	BD

1. D

【详解】A. 质点概念的引入采用了理想模型法，而非等效替代法，故 A 错误；  
 B. 电场的概念及电场线是由法拉第提出的，库仑提出了库仑定律，故 B 错误；  
 C. 加速度  $a = \frac{F}{m}$  由牛顿第二定律得出，属于因果关系的定义，而非比值法定义，故 C 错误；  
 D. 伽利略通过斜面实验结合逻辑推理得出自由落体规律，故 D 正确。  
 故选 D。

2. A

【详解】A. 设细线与竖直方向的夹角为  $\theta$ ，根据合力提供向心力  $mg \tan \theta = m\omega^2 r$   
 根据几何关系  $\tan \theta = \frac{r}{h}$ ，解得  $\omega = \sqrt{\frac{g}{h}}$   
 所以它们的角速度相同，故 A 正确；  
 B. 两个小球的角速度相同，根据  $v = \omega r$   
 两个小球的圆周运动半径不同，所以线速度大小不同，故 B 错误；  
 C. 设细线与竖直方向的夹角为  $\theta$ ，根据合力提供向心力  $mg \tan \theta = ma$ ，解得  $a = g \tan \theta$   
 因为细线与竖直方向的夹角为  $\theta$  不同，故向心加速度大小不同，故 C 错误；  
 D. 设细线与竖直方向的夹角为  $\theta$ ，根据合力提供向心力  $F = mg \tan \theta$   
 因为细线与竖直方向的夹角为  $\theta$  不同，故向心加速度大小不同，故 D 错误。  
 故选 A。

3. D

【详解】AB. 题意知人随着扶梯一起以速度  $v$  斜向下做匀速运动，则人的合力为零，人不受静摩擦力，人受到的支持力与重力等大方向（即支持力竖直向上），所以摩擦力对人不做功，故 AB 错误；  
 CD. 由于人受到的支持力竖直向上，其方向与人的位移方向成钝角，根据  $W = F \cos \theta$   
 可知支持力对人做负功，故 C 错误，D 正确。  
 故选 D。

4. D

【详解】A. 根据  $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ ，解得  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$   
 可知卫星在圆轨道做圆周运动时，轨道半径越大，运行的速度越小，所以  $v_1 > v_3$ ，卫星从 I 轨道的 A 点做离心沿 II 轨道运动，所以  $v_A > v_1$ ，卫星从 III 轨道的 B 点做近心沿 II 轨道运动，所以  $v_B < v_3$ ，因此  $v_A > v_1 > v_3 > v_B$ ，A 正确；  
 B. 根据  $\frac{GMm}{r^2} = ma$ ，可知轨道半径越大，向心加速度越小，故  $a_A = a_1 > a_B = a_3$ ，B 正确；  
 C. 根据开普勒第三定律  $\frac{r^3}{T^2} = C$ ，可知  $T_3 > T_2 > T_1$ ，C 正确；  
 D. 卫星沿轨道从 A 点到 B 点，只有万有引力做功，机械能守恒，D 错误。  
 本题选错误的选项，故 D 选项符合题意。  
 故选 D。

5. D

【详解】A. 由  $v-t$  图像可知，电荷做加速运动且加速度越来越小，根据牛顿第二定律得

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m}$$

所以从 A 到 B 场强越来越小，等量同种电荷中垂线上从 A 到 B 场强可能越来越小，正电荷可能做加速度减小的加速运动，故 A 错误；

B. 正电荷周围从  $A$  到  $B$  场强越来越小, 正电荷从  $A$  点静止释放后做加速度减小的加速运动, 故 B 错误;

C. 等量异种电荷连线的中点电场强度最小, 正电荷从  $A$  点到  $B$  点做加速度减小的加速运动, 故 C 错误;

D. 设在  $-Q$  右侧  $x$  处场强为 0, 根据  $\frac{4kQ}{(L+x)^2} = k\frac{Q}{x^2}$ , 解得  $x = L$

图中  $A$  点在紧邻  $E = 0$  位置右侧, 从  $A$  到  $B$  场强可能一直增大, 也可能先增大后减小, 均不可能出现如图所示  $v-t$  图像, 故 D 正确。

故选 D。

6. B

【详解】设  $OM$  与竖直方向的夹角为  $\theta$ , 游客由  $P$  点滑到  $M$  点的过程根据动能定理得

$$mgR(1 - \cos\theta) = \frac{1}{2}mv^2 - 0, \text{ 游客经过 } M \text{ 点时有 } mg\cos\theta = m\frac{v^2}{R}$$

$M$  点离水面的高度  $h = R\cos\theta$ , 联立解得  $h = \frac{2R}{3}$ , 故选 B。

7. BC

【详解】已知  $W_G = 4\text{J}$ ,  $W_F = -3\text{J}$

A. 外力做的总功等于  $W_{\text{总}} = W_G + W_F = 4 - 3\text{J} = 1\text{J}$ , A 错误;

B. 根据动能定理, 外力做的总功等于物体动能的增量, 所以动能增量为  $1\text{J}$ , B 正确;

C. 物体的机械能增加量等于除重力以外的其它力做的功, 故机械能增加量等于  $\Delta E_{\text{机}} = W_F = -3\text{J}$ , 即机械能减少  $3\text{J}$ , C 正确;

D. 重力做正功, 重力势能减少  $4\text{J}$ , D 错误。

故选 BC。

8. CD

【详解】A. 在  $0 \sim t_1$  时间内, 汽车的功率均匀增加, 由于阻力随着速度的增大而增大, 故汽车在这一过程受到的合力不可能为恒力, 汽车不可能做匀加速直线运动, 故 A 错误;

B. 汽车  $t_1$  时刻达到额定功率, 根据  $P = Fv$  可知, 速度继续增大, 牵引力减小, 阻力增大, 则加速度逐渐减小, 在  $t_1 \sim t_2$  时间内, 汽车做加速度减小的加速运动, 故 B 错误;

C. 当加速度为零时, 即牵引力等于阻力, 汽车速度达到最大, 由题意可知汽车在  $t_2$  时刻达到最大速度, 所以在  $t_2 \sim t_3$  时间内, 牵引力等于阻力, 汽车做匀速运动, 故 C 正确;

D. 在  $t_2$  时刻, 汽车速度达到最大, 此时牵引力等于阻力, 则有  $P_0 = Fv_m = fv_m = kv_m^2 \propto v_m^2$ , 故 D 正确。

故选 CD。

9. BD

【详解】A. 根据动能定理  $\frac{1}{2}mv^2 = mgL$ ,  $v = \sqrt{2gL}$

在最低点, 根据牛顿第二定律得:  $F - mg = m\frac{v^2}{L}$  得:  $F = mg + m\frac{v^2}{L} = 3mg$

与绳的长度无关. 所以两绳拉力大小相等. 故 A 错误;

B. 向心加速度  $a = \frac{v^2}{L} = 2g$

故加速度相等, 故 B 正确;

C. 根据动能定理  $\frac{1}{2}mv^2 = mgL$ , 可知, 因绳长不相等, 故在最低点时的动能不相等, 故 C 错误;

D.  $A$ 、 $B$  两球在运动的过程中, 只有重力做功, 机械能守恒, 初始位置的机械能相等, 所以相对同一参考平面, 甲、乙两球的机械能一样大, 故 D 正确。

10. BD

【详解】A.  $b$  的初速度为 0, 因为杆对滑块  $b$  的限制,  $a$  落地时  $b$  的速度为零, 所以  $b$  的运

动为先加速后减速，杆对  $b$  的作用力对  $b$  做的功即为  $b$  所受合外力做的总功，由动能定理可知，杆对  $b$  先做正功后做负功，故 A 错误；

B. 对  $a$ 、 $b$  组成的系统，根据机械能守恒定律有  $mgh = \frac{1}{2}mv_a^2$

解得  $v_a = \sqrt{2gh}$ ，故 B 正确；

C. 结合上述可知，杆对  $a$  的作用效果为先推后拉，杆对  $a$  的作用力为拉力时， $a$  下落过程中的加速度大小会大于  $g$ ，故 C 错误；

D. 结合上述， $b$  的运动为先加速后减速，由功能关系可知，当  $b$  的速度达到最大值时，杆的作用力为零，杆对  $a$  的推力减为零的时刻，即为  $a$  的机械能最小的时刻，此时杆对  $a$  和  $b$  的作用力均为零，故  $a$  的加速度为  $g$ ，故 D 正确。

故选 BD。

11. (1)B (2)B (3)3

【详解】(1) 实验前用一个弹簧测力计钩住细绳套拉至满量程，此时橡皮筋伸长到位置  $A$ ，本实验中  $O$  点的位置不能超过  $A$  点的原因是：避免拉力超过弹簧测力计量程。

故选 B。

(2) A. “探究两个互成角度的力的合成规律”时，拉着细绳套的两只弹簧测力计，稳定后读数不需要一定相同，故 A 错误；

B. 实验中使用弹簧测力计时，为了减小误差，应避免弹簧及拉杆与测力计外壳间的摩擦，故 B 正确；

C. 在已记录结点位置的情况下，确定一个拉力的方向时需要再选择与结点相距较远的一点，故 C 错误。

故选 B。

(3) 如果只有一个弹簧测力计，用两个细绳套时，应先后两次将弹簧测力计挂在不同细绳套上，用手拉另一个细绳套，然后先后两次将结点拉到同一位置  $O$ ，并保证两次细绳的夹角不变；再将弹簧测力计挂在一个细绳套上，用弹簧测力计将结点拉到同一位置  $O$ ，因此为了完成实验至少需要 3 次把橡皮条的结点拉到  $O$ 。

12. 2:1 4:1 AB  $mgh_B$   $\frac{m(h_C - h_A)^2}{8T^2}$  C

【详解】(1) [1]  $a$ 、 $b$  两轮在皮带的传动下匀速转动，且  $a$ 、 $b$  轮半径相同，可知  $\omega_a = \omega_b$ ，根据  $v = \omega r$

可知钢球①，②的线速度大小之比为  $v_1 : v_2 = r_1 : r_2 = 2 : 1$

[2] 根据向心力表达式  $F = m\omega^2 r$

可知钢球①，②的向心力大小之比为  $F_1 : F_2 = m_1 r_1 : m_2 r_2 = 4 : 1$

(2) ①[3] 电磁打点计时器需用低压交流电源，还需要刻度尺测量各点的距离。

故选 AB。

②[4] 从打  $O$  点到打  $B$  点的过程中，重物的重力势能减少量为  $\Delta E_p = mgh_B$

[5] 从打  $O$  点到打  $B$  点的过程中，动能变化量为  $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0 = \frac{1}{2}m\left(\frac{h_C - h_A}{2T}\right)^2 = \frac{m(h_C - h_A)^2}{8T^2}$

③[6] 重力势能的减少量大于动能的增加量，最可能的原因是存在空气阻力和摩擦阻力的影响，使得重力势能的减少量有一部分转化为内能。

故选 C。

13. (1)  $\frac{7}{8}$ , (2) 112J, (3) 320J

【详解】(1) 根据快件速度的平方  $v^2$  随位移  $x$  的变化图像可知，快件在 8m 之前做匀加速运动，加速度大小为  $1\text{m/s}^2$

根据牛顿第二定律  $\mu mg \cos 37^\circ - mg \sin 37^\circ = ma$

代入数据解得  $\mu = \frac{7}{8}$

(2) 根据图像可知，传送带的速度为  $4\text{m/s}$ ，快件加速到  $4\text{m/s}$  以后做匀速运动，快件加速

的时间为4s, 位移为8m, 传送带的位移为  $x_{\text{传}} = v_{\text{传}}t = 16\text{m}$

二者的相对位移为8m

快件与传送带摩擦而产生的热量  $Q = \mu mg \cos 37^\circ \Delta x$

解得快件与传送带摩擦而产生的热量  $Q = 112\text{J}$

(3) 根据能量守恒定律, 快件从传送带底端运动到顶端过程中, 电动机多做的功包括快件增加的动能、增加的重力势能和与传送带摩擦而产生的热量, 所以电动机多做的功

$$W = mgL \sin 37^\circ + \frac{1}{2}mv^2 + Q$$

代入数据解得  $W = 320\text{J}$

14. (1)5m/s (2) $0.4 < \mu_1 < 0.6$  (3)2.64m

【详解】(1) 货物在倾斜轨道上的受力如图, 由牛顿第二定律:

$$mg \sin \theta - \mu_0 mg \cos \theta = ma_0, \text{ 由运动学公式 } v_0^2 = 2a_0 \frac{h_0}{\sin 37^\circ}$$

代入数据解得  $v_0 = 5\text{m/s}$

(2) 若滑上木板 A 时, 木板不动, 由受力分析得  $\mu_1 mg \leq \mu_2 (m + 2m)g$

若滑上木板 B 时, 木板 B 开始滑动, 由受力分析得  $\mu_1 mg > \mu_2 (m + m)g$

联立代入数据得  $0.4 < \mu_1 \leq 0.6$

(3) 由(2)知货物滑上 A 时, 木板不动, 而滑上木板 B 时, 木板 B 开始滑动。货物下滑

高度记为  $h$ , 到达斜道末端时速度记为  $v_2$   $v_2^2 = 2a_0 \frac{h}{\sin 37^\circ}$

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

货物离开 A 时速度记为  $v_3$   $v_3^2 - v_2^2 = -2a_1 l$

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

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

由题意, 货物到达 B 最右端时两者恰好具有共同速度, 记为  $v_4$ , 货物做匀减速运动

$$v_4 = v_3 - a_2 t, \quad v_4^2 - v_3^2 = -2a_2 l_{\text{货}}$$

B 做匀加速运动  $v_4 = a_3 t$ ,  $v_4^2 = 2a_3 l_B$ , 位移关系满足  $l_B + l = l_{\text{货}}$

代入数据解得  $h = 2.64\text{m}$

15. (1)  $5mg$ ; (2)  $(\sqrt{2} + 1)mgR$ ; (3)  $(8 + 2\sqrt{6})mgR$

【详解】(1) 小球从  $a$  点运动到  $b$  点, 根据动能定理有  $qE \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_b^2$

在  $b$  点, 有  $N_b - mg = m \frac{v_b^2}{R}$ , 解得  $N_b = 5mg$

根据牛顿第三定律可知小球运动到  $b$  点时对轨道的压力大小为  $F = N_b = 5mg$

(2) 由题意可知, 等效重力为  $mg' = \sqrt{2}mg$

等效最低点在  $bc$  的中点, 从  $b$  到等效最低点, 根据动能定理有  $mg'R(1 - \cos 45^\circ) = E_{\text{km}} - \frac{1}{2}mv_b^2$

解得最大动能为  $E_{\text{km}} = (\sqrt{2} + 1)mgR$

(3) 小球从  $a$  点运动到  $c$  点, 有  $qE \cdot 3R - mgR = \frac{1}{2}mv_c^2$

设小球从  $c$  点运动到水平面经过的时间为  $t$ , 这段时间  $t$  内, 小球在竖直方向上做抛体运动,

在水平方向上做匀加速运动, 有  $R = -v_c t + \frac{1}{2}gt^2$ ,  $x = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2$  解得  $x = (5 + 2\sqrt{6})R$

整个过程中, 小球机械能的增量为  $\Delta E = qE(3R + x) = (8 + 2\sqrt{6})mgR$