专题强化四　动力学中三种典型物理模型

【专题解读】 1.本专题是动力学方法在三类典型模型问题中的应用，其中等时圆模型常在选择题中考查，而滑块—木板模型和传送带模型常以计算题压轴题的形式命题。

2.通过本专题的学习，可以培养同学们的审题能力、建模能力、分析推理能力和规范表达等物理学科素养，针对性的专题强化，通过题型特点和解题方法的分析，能帮助同学们迅速提高解题能力。

3.用到的相关知识有：匀变速直线运动规律、牛顿运动定律、相对运动的有关知识。

模型一　“等时圆”模型

能力考点·师生共研

1.“等时圆”模型

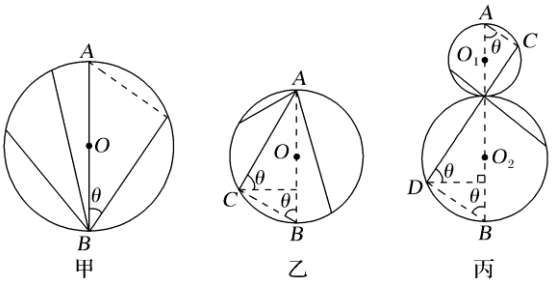
所谓“等时圆”就是物体沿着位于同一竖直圆上的所有光滑细杆由静止下滑，到达圆周的最低点(或从最高点到达同一圆周上各点)的时间相等，都等于物体沿直径做自由落体运动所用的时间。

2.基本规律

(1)物体从竖直圆环上沿不同的光滑弦上端由静止开始滑到环的最低点所用时间相等，如图甲所示。

(2)物体从竖直圆环上最高点沿不同的光滑弦由静止开始滑到下端所用时间相等，如图乙所示。

(3)两个竖直圆环相切且两环的竖直直径均为切点，物体沿不同的光滑弦上端由静止开始滑到下端所用时间相等，如图丙所示。



【例 1】 (多选)如图 1 所示，Oa、Ob 和 ad 是竖直平面内三根固定的光滑细杆，O、a、b、c、d 位于同一圆周上，c 为圆周的最高点，a 为最低点，O'为圆心。每根杆上都套着一个小圆环(未画出)，两个滑环从 O 点无初速释放，一个滑环从 d 点无初速释放，t_1、t_2、t_3 分别表示滑环沿 Oa、Ob、da 到达 a、b 所用的时间，则下列关系正确的是(　　)

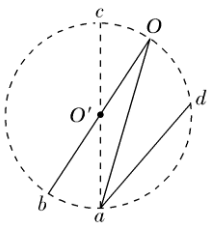


图 1

A.$t_1=t_2$　　B.$t_2>t_3$

C.$t_1<t_2$　　D.$t_1=t_3$

答案　BCD

解析　设想还有一根光滑固定细杆 ca，则 ca、Oa、da 三细杆交于圆的最低点 a，三杆顶点均在圆周上，根据等时圆模型可知，由 c、O、d 无初速释放的小滑环到达 a 点的时间相等，即 $t_{ca}=t_1=t_3$；而由 $c\to a$ 和由 $O\to b$ 滑动的小滑环相比较，滑行位移大小相同，初速度均为零，但 $a_{ca}>a_{Ob}$，由 $x=\frac{1}{2}at^2$ 可知，$t_2>t_{ca}$，故选项 A 错误，B、C、D 正确。

【变式 1】 如图 2 所示，PQ 为圆的竖直直径，AQ、BQ、CQ 为三个光滑斜面轨道，分别与圆相交于 A、B、C 三点。现让三个小球(可以看作质点)分别沿着 AQ、BQ、CQ 轨道自端点由静止滑到 Q 点，运动的平均速度分别为 v_1、v_2 和 v_3。则有(　　)

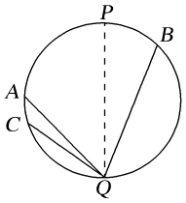


图 2

A.$v_2>v_1>v_3$　　B.$v_1>v_2>v_3$

C.$v_3>v_1>v_2$　　D.$v_1>v_3>v_2$

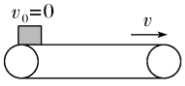
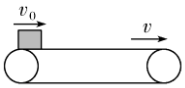
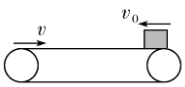
答案　A

解析　设任一斜面的倾角为 θ，圆的直径为 d。根据牛顿第二定律得到 $a=g\sin\theta$，斜面的长度为 $x=d\sin\theta$，则由 $x=\frac{1}{2}at^2$ 得 $t=\sqrt{\frac{2x}{a}}=\sqrt{\frac{2d\sin\theta}{g\sin\theta}}=\sqrt{\frac{2d}{g}}$，可见，物体下滑时间与斜面的倾角无关，则有 $t_1=t_2=t_3$，根据 $\bar{v}=\frac{x}{t}$，因 $x_2>x_1>x_3$，可知 $v_2>v_1>v_3$，故选项 A 正确。

模型二　“传送带”模型

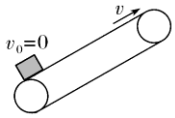
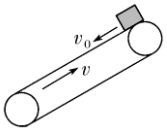
能力考点·师生共研

1.水平传送带模型

项目	图示	滑块可能的运动情况
情景 1		①可能一直加速 ②可能先加速后匀速
情景 2		①$v_0>v$，可能一直减速，也可能先减速再匀速 ②$v_0=v$，一直匀速 ③$v_0<v$，可能一直加速，也可能先加速再匀速
情景 3		①传送带较短时，滑块一直减速到达左端 ②传送带较长时，滑块还要被传送带传回右端。若 $v_0>v$，返回时速度为 v，若 $v_0<v$，返回时速度为 v_0

2.倾斜传送带模型

项目	图示	滑块可能的运动情况

情景 1		①可能一直加速 ②可能先加速后匀速
情景 2		①可能一直匀速 ②可能一直加速

3.模型特点

传送带问题的实质是相对运动问题，这样的相对运动将直接影响摩擦力的方向。

4.解题关键

(1)理清物体与传送带间的相对运动方向及摩擦力方向是解决传送带问题的关键。

(2)传送带问题还常常涉及临界问题，即物体与传送带达到相同速度，这时会出现摩擦力改变的临界状态，对这一临界状态进行分析往往是解题的突破口。

【例 2】 (多选)如图 3 所示，某传动装置与水平面的夹角为 30°，两轮轴心相距 L ＝2 m，A、B 分别是传送带与两轮的切点，传送带不打滑。现传送带沿顺时针方向匀速转动，将一小物块放置于 A 点，小物块与传送带间的动摩擦因数 $\mu=\frac{\sqrt{3}}{2}$，g 取 10 m/s^2。若传送带的速度可以任意调节，当小物块在 A 点以 $v_0=3\sqrt{6}$m/s 的速度沿传送带向上运动时，小物块到达 B 点的速度大小可能为(　　)

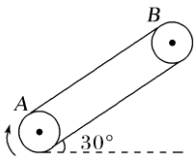


图 3

A.1 m/s　　B.3 m/s

C.6 m/s　　D.9 m/s

答案　BC

解析　由题意可知 $mg\sin 30° < \mu mg\cos 30°$，若传送带的速度很小(一直小于物块的速度)，小物块一直减速，加速度大小 $a_1 = g\sin 30° + \mu g\cos 30° = 12.5$ m/s^2，到达 B 点时的速度最小，且最小速度 $v_1 = \sqrt{v_0^2 - 2a_1L} = 2$ m/s；若传送带的速度很大(一直大于物块的速度)，小物块一直加速，加速度大小 $a_2 = \mu g\cos 30° - g\sin 30° = 2.5$ m/s^2，

到达 B 点时的速度最大，且最大速度 $v_2=\sqrt{v_0^2+2a_2L}=8$ m/s；综上可知小物块到达 B 点的速度在 2 m/s 到 8 m/s 的范围内，选项 B、C 正确。

【变式 2】 (2020·福建漳州市第一次教学质检)如图 4 甲所示，MN 是一段倾角为 $\theta=30°$的传送带，一个可以看作质点、质量为 $m=1$ kg 的物块，沿传动带向下以速度 $v_0=4$ m/s 从 M 点开始沿传送带运动。物块运动过程的部分 $v-t$ 图像如图乙所示，取 $g=10$ m/s^2，则(　　)

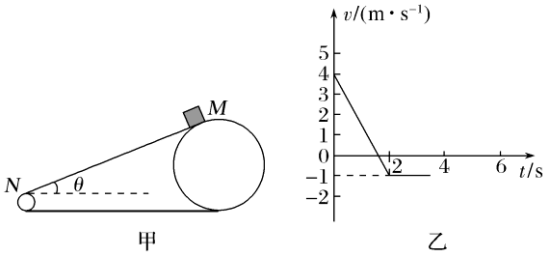


图 4

A.物块最终从传送带 N 点离开

B.传送带的速度 $v=1$ m/s，方向沿传送带向下

C.物块沿传送带下滑时的加速度 $a=2$ m/s^2

D.物块与传送带间的动摩擦因数 $\mu=\frac{\sqrt{3}}{2}$

答案　D

解析　从图像可知，物体速度减为零后反向向上运动，最终的速度大小为 1 m/s，因此没从 N 点离开，并且能推出传送带斜向上运动，速度大小为 1 m/s，A、B 错误；$v-t$ 图像中斜率表示加速度，可知物块沿传送带下滑时的加速度 $a=2.5$ m/s^2，C 错误；根据牛顿第二定律 $\mu mg\cos 30°-mg\sin 30°=ma$，可得 $\mu=\frac{\sqrt{3}}{2}$，D 正确。

模型三　“滑块—木板”模型

高考热点·讲透练熟

1.模型特点

“滑块—木板”模型类问题中，滑动摩擦力的分析方法与“传送带”模型类似，

但这类问题比传送带类问题更复杂，因为木板受到摩擦力的影响，往往做匀变速直线运动，解决此类问题要注意从速度、位移、时间等角度，寻找各运动过程之间的联系。

2.解题关键

(1)临界条件：使滑块不从木板的末端掉下来的临界条件是滑块到达木板末端时的速度与木板的速度恰好相同。

(2)问题实质：“板—块”模型和“传送带”模型一样，本质上都是相对运动问题，要分别求出各物体相对地面的位移，再求相对位移。

【例 3】 (2019·江苏卷，15)如图 5 所示，质量相等的物块 A 和 B 叠放在水平地面上，左边缘对齐。A 与 B、B 与地面间的动摩擦因数均为 μ。先敲击 A，A 立即获得水平向右的初速度，在 B 上滑动距离 L 后停下。接着敲击 B，B 立即获得水平向右的初速度，A、B 都向右运动，左边缘再次对齐时恰好相对静止，此后两者一起运动至停下。最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g。求：

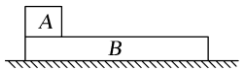


图 5

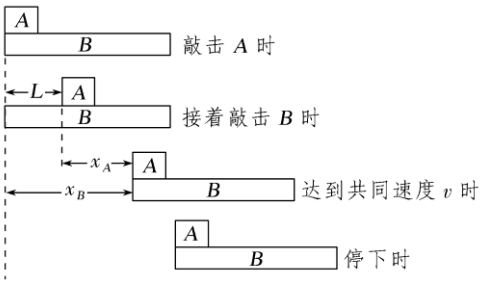
(1)A 被敲击后获得的初速度大小 v_A；

(2)在左边缘再次对齐的前、后，B 运动加速度的大小 a_B、a_B'；

(3)B 被敲击后获得的初速度大小 v_B。

答案 (1)$\sqrt{2\mu gL}$ (2)$3\mu g$ μg (3)$2\sqrt{2\mu gL}$

解析 A、B 的运动过程如图所示



(1)由牛顿第二定律知，A 加速度的大小 $a_A=\mu g$

匀变速直线运动 $v_A^2=2a_AL$

解得 $v_A=\sqrt{2\mu gL}$。

(2)设 A、B 的质量均为 m

对齐前，B 所受合力大小 $F=3\mu mg$

由牛顿第二定律 $F=ma_B$，得 $a_B=3\mu g$

对齐后，A、B 整体所受合力大小 $F'=2\mu mg$

由牛顿第二定律 $F'=2ma_B'$，得 $a_B'=\mu g$。

(3)设经过时间 t，A、B 达到共同速度 v，位移分别为 x_A、x_B，A 加速度的大小等于 a_A

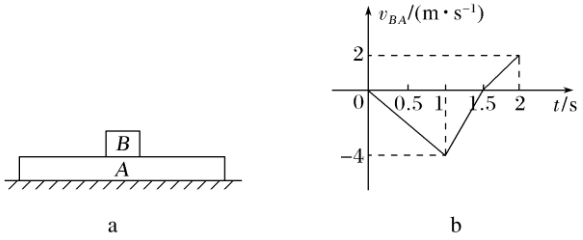
则 $v=a_At$，$v=v_B-a_Bt$

$x_A=\frac{1}{2}a_At^2$，$x_B=v_Bt-\frac{1}{2}a_Bt^2$

且 $x_B-x_A=L$

解得 $v_B=2\sqrt{2\mu gL}$。

【变式 3】 (2021·1 月湖北学业水平选择性考试模拟演练，15)如图 6a，在光滑水平面上放置一木板 A，在 A 上放置物块 B，A 和 B 的质量均为 $m=1$ kg。A 与 B 之间的动摩擦因数 $\mu=0.2$。$t=0$ 时刻起，对 A 施加沿水平方向的力，A 和 B 由静止开始运动。取水平向右为正方向，B 相对于 A 的速度用 $v_{BA}=v_B-v_A$ 表示，其中 v_A 和 v_B 分别为 A 和 B 相对水平面的速度。在 0～2 s 时间内，相对速度 v_{BA} 随时间 t 变化的关系如图 b 所示。运动过程中 B 始终未脱离 A，重力加速度取 $g=10$ m/s^2。求：



a　　b

图 6

(1)0～2 s 时间内，B 相对水平面的位移；

(2)$t=2$ s 时刻，A 相对水平面的速度。

答案　(1)3.5 m　(2)0

解析　(1)由题知 B 始终未脱离 A，

由 v_{BA} - t 图像可知

0 ~ 1.5 s 内，$v_B<v_A$，B 在方向向右的摩擦力作用下向右匀加速运动，1.5 ~ 2 s 内，$v_B>v_A$，B 在向左的摩擦力作用下向右匀减速运动，对物块 B，由牛顿第二定律，$\mu mg = ma$，得 $a = \mu g = 2\ \text{m/s}^2$，则物块 B 在 1.5 s 时，$v_{1.5} = at_{1.5} = 3\ \text{m/s}$，$x_{1.5} = \frac{v_{1.5}}{2}\ t_{1.5}$ $= 2.25\ \text{m}$

物块 B 在 $t = 2$ s 末，$v_2 = v_{1.5} - at_{0.5} = 2\ \text{m/s}$，

在 1.5 ~ 2 s 内位移 $x_2 = \frac{v_{1.5} + v_2}{2}t_{0.5} = 1.25\ \text{m}$

所以 B 相对水平面的位移

$x_{B\,总} = x_{1.5} + x_2 = 3.5\ \text{m}$。

(2)由图可知 $t = 2$ s 时，$v_{BA} = 2\ \text{m/s}$，又此时 B 的速度

$v_B = v_2 = 2\ \text{m/s}$

由 $v_{BA} = v_B - v_A$ 得 $v_A = 0$。

课时限时练

(限时：40 分钟)

基础对点练

对点练 1　等时圆模型

1.(2020·广东省东莞市质检)如图 1 所示，AB 和 CD 为两条光滑斜槽，它们各自的两个端点均分别位于半径为 R 和 r 的两个相切的圆上(两个圆过切点的直径在竖直方向上)，且斜槽都通过切点 P。设有一重物先后沿两个斜槽从静止出发，由 A 滑到 B 和由 C 滑到 D，所用的时间分别为 t_1 和 t_2，则 t_1 与 t_2 之比为(　　)

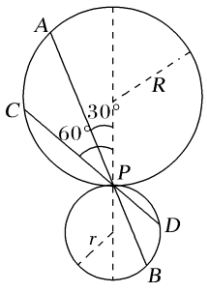


图 1

A.2∶1　　B.1∶1

C.$\sqrt{3}$∶1　　D.1∶$\sqrt{3}$

答案　B

对点练 2　传送带模型

2. (2020·山东枣庄市第二次模拟)某工厂检查立方体工件表面光滑程度的装置如图 2 所示，用弹簧将工件弹射到反向转动的水平皮带传送带上，恰好能传送到另一端是合格的最低标准。假设皮带传送带的长度为 10 m、运行速度是 8 m/s，工件刚被弹射到传送带左端时的速度是 10 m/s，取重力加速度 g＝10 m/s^2。下列说法正确的是(　　)

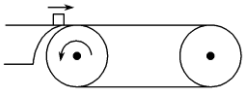


图 2

A.工件与皮带间动摩擦因数不大于 0.32 才为合格

B.工件被传送到另一端的最长时间是 2 s

C.若工件不被传送过去，返回的时间与正向运动的时间相等

D.若工件不被传送过去，返回到出发点的速度为 10 m/s

答案　B

解析　工件恰好传送到右端，有 $0-v_0^2=-2\mu gL$，代入数据解得 $\mu=0.5$，工件与皮带间动摩擦因数不大于 0.5 才为合格，此过程用时 $t=\frac{v_0}{\mu g}=2$ s，故 A 错误，B 正确；若工件不被传送过去，当反向运动时，最大速度与传送带共速，由于传送带的速度小于工件的初速度，根据匀变速运动速度时间关系可知，返回的时间与正向运动的时间不相等，故 C、D 错误。

3.(多选)如图 3，一足够长的倾斜传送带顺时针匀速转动。一小滑块以某初速度沿传送带向下运动，滑块与传送带间的动摩擦因数恒定，则其速度 v 随时间 t 变化的图像可能是(　　)

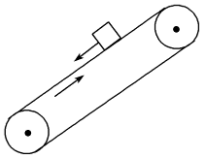
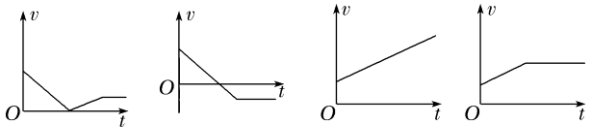


图 3



答案　BC

解析　设传送带倾角为 θ，动摩擦因数为 μ，若 $mg\sin\ \ \theta > \mu mg\cos\theta$，合力沿传送带向下，小滑块向下做匀加速运动；若 $mg\sin\theta = \mu mg\cos\theta$，沿传送带方向合力为零，小滑块匀速下滑；若 $mg\sin\theta < \mu mg\cos\theta$，小滑块所受合力沿传送带向上，小滑块做匀减速运动，当速度减为零时，开始反向加速，当加速到与传送带速度相同时，因为最大静摩擦力大于小滑块重力沿传送带向下的分力，故小滑块随传送带做匀速运动，A、D 错误，B、C 正确。

4.(多选)(2020·吉林市第三次调研)如图 4 所示，倾角为 θ 的足够长传送带沿顺时针方向转动，转动速度大小为 v_1，一个物体从传送带底端以初速度大小 $v_2(v_2 > v_1)$ 上滑，同时物块受到平行传送带向上的恒力 F 作用，物块与传送带间的动摩擦因数 $\mu = \tan\theta$，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，则物块运动的 $v-t$ 图像可能是(　　)

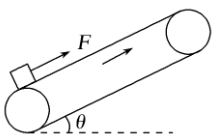
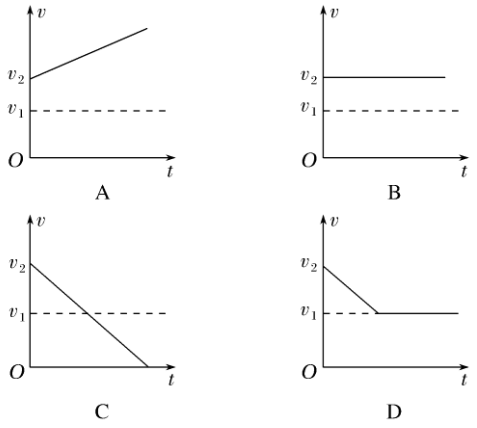


图 4



答案　ABD

解析　因 $v_2 > v_1$，则物块相对于传送带向上运动，所受滑动摩擦力向下，①若 $F = mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta$，则物体的加速度为零，将一直向上以 v_2 匀速运动，选项 B 正确；②若 $F > mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta$，则物体的加速度向上，将一直做匀加速直线运动，选项 A 正确；③若 $F < mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta$，则物体的加速度向下，将向上做匀减速直线运动，当两者速度相等时，物体受静摩擦力保证其合力为零，则和传送带一起向上匀速运动，故选项 C 错误，D 正确。

对点练 3　板块模型

5.(多选)(2020·东北三省四市下学期一模)如图 5 甲所示，水平地面上有足够长平板车 M，车上放一物块 m，开始时 M、m 均静止。$t=0$ 时，车在外力作用下开始沿水平面向右运动，其 $v-t$ 图像如图 5 乙所示，已知物块与平板车间的动摩擦因数为 0.2，取 $g=10\ \text{m/s}^2$。下列说法正确的是(　　)

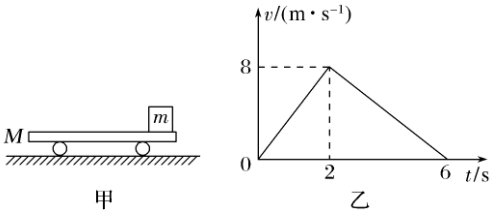


图 5

A.0～6 s 内，m 的加速度一直保持不变

B.m 相对 M 滑动的时间为 3 s

C.0～6 s 内，m 相对 M 滑动的位移的大小为 4 m

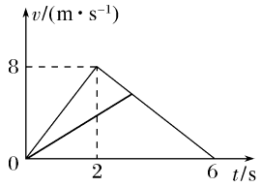
D.0～6 s 内，m、M 相对地面的位移大小之比为 3∶4

答案　BD

解析　物块相对于平板车滑动时的加速度

$a=\dfrac{\mu mg}{m}=\mu g=2\ \mathrm{m/s^2}$

若其加速度一直不变，速度—时间图像如图所示



由图像可以算出 $t=3$ s 时，速度相等，为 6 m/s。由于平板车减速阶段的加速度大小为 $a_1=\dfrac{8}{6-2}\ \mathrm{m/s^2}=2\ \mathrm{m/s^2}=a$，故二者等速后相对静止，物块的加速度大小不变，方向改变。物块相对平板车滑动的时间为 3 s，故 A 错误，B 正确；由图像可知，0～6 s 内，物块相对平板车滑动的位移的大小 $\Delta x=\dfrac{1}{2}\times2\times8\ \mathrm{m}+\dfrac{8+6}{2}\times1\ \mathrm{m}-\dfrac{1}{2}\times3\times6\ \mathrm{m}=6\ \mathrm{m}$，故 C 错误；0～6 s 内，由图像可知，物块相对地面的位移大小 $x_1=\dfrac{1}{2}\times6\times6\ \mathrm{m}=18\ \mathrm{m}$，平板车相对地面位移大小 $x_2=\dfrac{1}{2}\times6\times8\ \mathrm{m}=24\ \mathrm{m}$，二者之比为 3∶4，故 D 正确。

6.(2020·天津市六校联考期初检测)如图 6 所示，光滑的水平面上静置质量为 $M=8$ kg 的平板小车，在小车左端加一个由零逐渐增大的水平推力 F，一个大小不计、质量为 $m=2$ kg 的小物块放在小车右端，小物块与小车间的动摩擦因数 $\mu=0.2$，小车足够长。重力加速度 g 取 10 m/s²，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，下列说法中正确的是(　　)

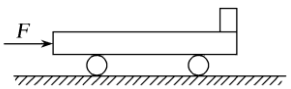


图 6

A.当 F 增加到 4 N 时，m 相对 M 开始运动

B.当 $F=10$ N 时，M 对 m 有向右的 2 N 的摩擦力

C.当 $F=15$ N 时，m 对 M 有向左的 4 N 的摩擦力

D.当 $F=30$ N 时，M 对 m 有向右的 6 N 的摩擦力

答案　B

解析　假设小车和小物块刚好相对静止，对小物块 m，其最大摩擦力 F_f 提供最大的加速度，故 $F_f=\mu mg=ma$

所以 $a=\mu g=2\ \mathrm{m/s^2}$

对整体 $F=(M+m)a=(8+2)\times 2\ \mathrm{N}=20\ \mathrm{N}$

可知若要小物块相对于平板小车开始运动，则推力满足

$F>20$ N，故 A 错误；

当 $F=10$ N 时，对整体 $F=(M+m)a'$

解得 $a'=\dfrac{F}{M+m}=1\ \mathrm{m/s^2}$

对小物块，受到的摩擦力提供加速度，有

$F_f'=ma'=2\times 1\ \mathrm{N}=2\ \mathrm{N}$

方向向右，故 B 正确；

同理，当 $F=15$ N 时，$a''=1.5\ \mathrm{m/s^2}$

m 受到的摩擦力 $F_f''=ma''=3$ N，方向向右，故 C 错误；

当 $F=30$ N 时，两者相对滑动，m 受到滑动摩擦力作用，

$F_f=\mu mg=4$ N，方向向右，故 D 错误。

综合提升练

7.(2020·安徽庐巢七校联盟第三次联考)如图 7 甲所示，倾角为 θ 的传送带以恒定速率逆时针运行。现将一质量 $m=2$ kg 的小物体轻轻放在传送带的 A 端，物体相对地面的速度随时间变化的关系如图 7 乙所示，2 s 末物体到达 B 端，取沿传送带

向下为正方向，$g=10\ \mathrm{m/s^2}$，求：

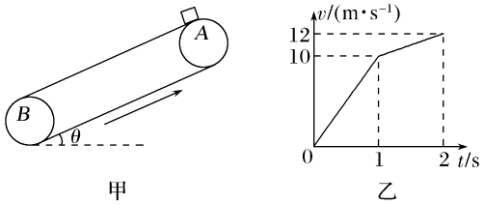


图 7

(1)小物体在传送带 A、B 两端间运动的平均速度 v；

(2)物体与传送带间的动摩擦因数 μ。

答案　(1)8 m/s　(2)0.5

解析　(1)由 $v-t$ 图像的面积规律可知传送带 A、B 间的距离 L 即为 $v-t$ 图线与 t 轴所围的面积，所以

$$L=\frac{1}{2}\times1\times10\ \mathrm{m}+\frac{1}{2}\times(10+12)\times1\ \mathrm{m}=16\ \mathrm{m}$$

由平均速度的定义得 $\bar{v}=\frac{L}{t}=8\ \mathrm{m/s}$。

(2)由 $v-t$ 图像可知传送带运行速度为 $v_1=10\ \mathrm{m/s}$

0～1 s 内物体的加速度为 $a_1=\frac{\Delta v}{\Delta t}=10\ \mathrm{m/s^2}$

1～2 s 内的加速度为 $a_2=2\ \mathrm{m/s^2}$

根据牛顿第二定律得 $mg\sin\theta+\mu mg\cos\theta=ma_1$

$mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma_2$

联立两式解得 $\mu=0.5$。

8.质量为 2 kg 的木板 B 静止在水平面上，可视为质点的物块 A 从木板的左侧沿木板上表面水平冲上木板，如图 8 甲所示。A 和 B 经过 1 s 达到同一速度，之后共同减速直至静止，A 和 B 的 $v-t$ 图像如图乙所示，重力加速度 g 取 $10\ \mathrm{m/s^2}$，求：

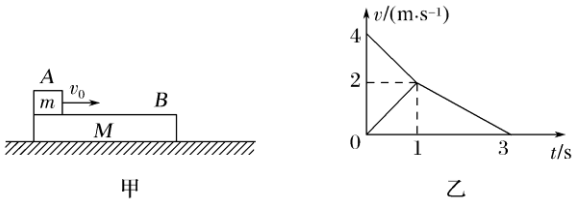


图 8

(1)A 与 B 上表面之间的动摩擦因数 μ_1；

(2)B 与水平面间的动摩擦因数 μ_2；

(3)A 的质量。

答案　(1)0.2　(2)0.1　(3)6 kg

解析　(1)由图像可知，A 在 0～1 s 内的加速度

$$a_1=\frac{v_1-v_0}{t_1}=-2\ \text{m/s}^2,$$

对 A 由牛顿第二定律得

$-\mu_1 mg=ma_1$，解得 $\mu_1=0.2$。

(2)由图像知，A、B 在 1～3 s 内的加速度

$$a_3=\frac{v_3-v_1}{t_2}=-1\ \text{m/s}^2,$$

对 A、B 整体由牛顿第二定律得

$-\mu_2(M+m)g=(M+m)a_3$，解得 $\mu_2=0.1$。

(3)由图可知 B 在 0～1 s 内的加速度 $a_2=\frac{v_1-0}{t_1}=2\ \text{m/s}^2$

对 B 由牛顿第二定律得 $\mu_1 mg-\mu_2(M+m)g=Ma_2$

代入数据解得 $m=6$ kg。

9.(2020·山东日照市 4 月模拟)如图 9 所示，质量 $M=2$ kg 的滑板 A 放在水平地面上，当 A 向右滑动的速度 $v_0=13.5$ m/s 时，在 A 中间位置轻轻地放上一个大小不计、质量 $m=1$ kg 的小物块 B，同时给 B 施加一个水平向右的 $F=6$ N 的恒力作用并开始计时。已知 A 与地面间的动摩擦因数 $\mu_1=0.1$，A 与 B 间的动摩擦因数 $\mu_2=0.4$。(设滑板 A 足够长，取 $g=10\ \text{m/s}^2$)求：

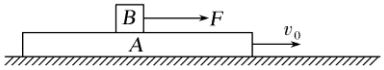


图 9

(1)经过多长时间 A、B 达到共同速度；

(2)从开始计时到 A、B 达到共同速度的时间内，A、B 间因摩擦而产生的热量 Q；

(3)2 s 内滑板 A 的位移大小。

答案　(1)1 s　(2)27 J　(3)22 m

解析　(1)设 A 的加速度大小为 a_1，对 A 由牛顿第二定律可得 $\mu_2 mg + \mu_1(M+m)g = Ma_1$

解得 $a_1 = 3.5\ \text{m/s}^2$，方向向左

设 B 的加速度大小为 a_2，对 B 由牛顿第二定律可得

$F + \mu_2 mg = ma_2$

解得 $a_2 = 10\ \text{m/s}^2$，方向向右

A 做减速运动，有 $v_1 = v_0 - a_1 t$

B 做加速运动，有 $v_2 = a_2 t$

A、B 达到共同速度时 $v_1 = v_2$

解得 $t = 1$ s。

(2)从开始计时到达到共同速度，A 的位移大小

$x_1 = v_0 t - \frac{1}{2} a_1 t^2 = 11.75\ \text{m}$

B 的位移大小 $x_2 = \frac{1}{2} a_2 t^2 = 5\ \text{m}$

A、B 间因摩擦而产生的热量为 Q，则

$Q = \mu_2 mg(x_1 - x_2) = 27\ \text{J}$。

(3)经分析，A、B 达到共同速度之后无法相对静止，各自做变速运动

设 A 的加速度大小为 a_3，对 A 由牛顿第二定律可得

$\mu_2 mg - \mu_1(M+m)g = Ma_3$

解得 $a_3 = 0.5\ \text{m/s}^2$，方向向右

1 s 时，由(1)可得 $v_1 = 10$ m/s，再经过 1 s，A 的位移大小 $x_3 = v_1 t + \frac{1}{2} a_3 t^2 = 10.25$ m

2 s 内滑板 A 的位移大小为 $x_A = x_1 + x_3 = 22$ m。