

**2**

匀变速直线运动的公式及常用方法

基本公式

$$v = v_0 + at,$$
$$x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

速度位移公式

$$v^2 - v_0^2 = 2ax$$

平均速度公式

$$\bar{v} = \frac{x}{t} \text{ (任意运动)}$$
$$\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$$
$$\bar{v} = \frac{v_t}{2}$$

匀变速  
直线运  
动

纸带法求瞬时速度  
 $\bar{v} = \frac{x_1 + x_2}{2T}$ ; 板块或传送带问题中求位移  
 $x = \frac{v_0 + v}{2}t$ ; 带电粒子偏转中的应用  
 $x = v_0t, y = \frac{v_{\perp}}{2}t$

位移差公式

$$\Delta x = x_2 - x_1 = aT^2$$
$$x_m - x_n = (m - n)aT^2$$

逐差法求加速度  
 $a = \frac{(x_4 + x_3) - (x_2 + x_1)}{4T^2}$

比例法

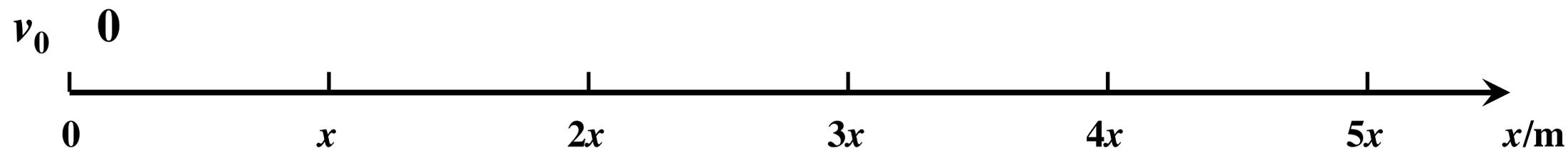
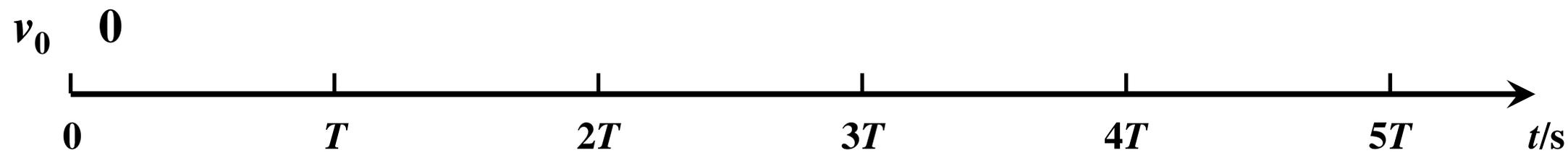
初速度为零的匀加速直线运动

逆向思维法

末速度为零的匀减速直线运动可视为反向的初速度为零的匀加速直线运动

图像法

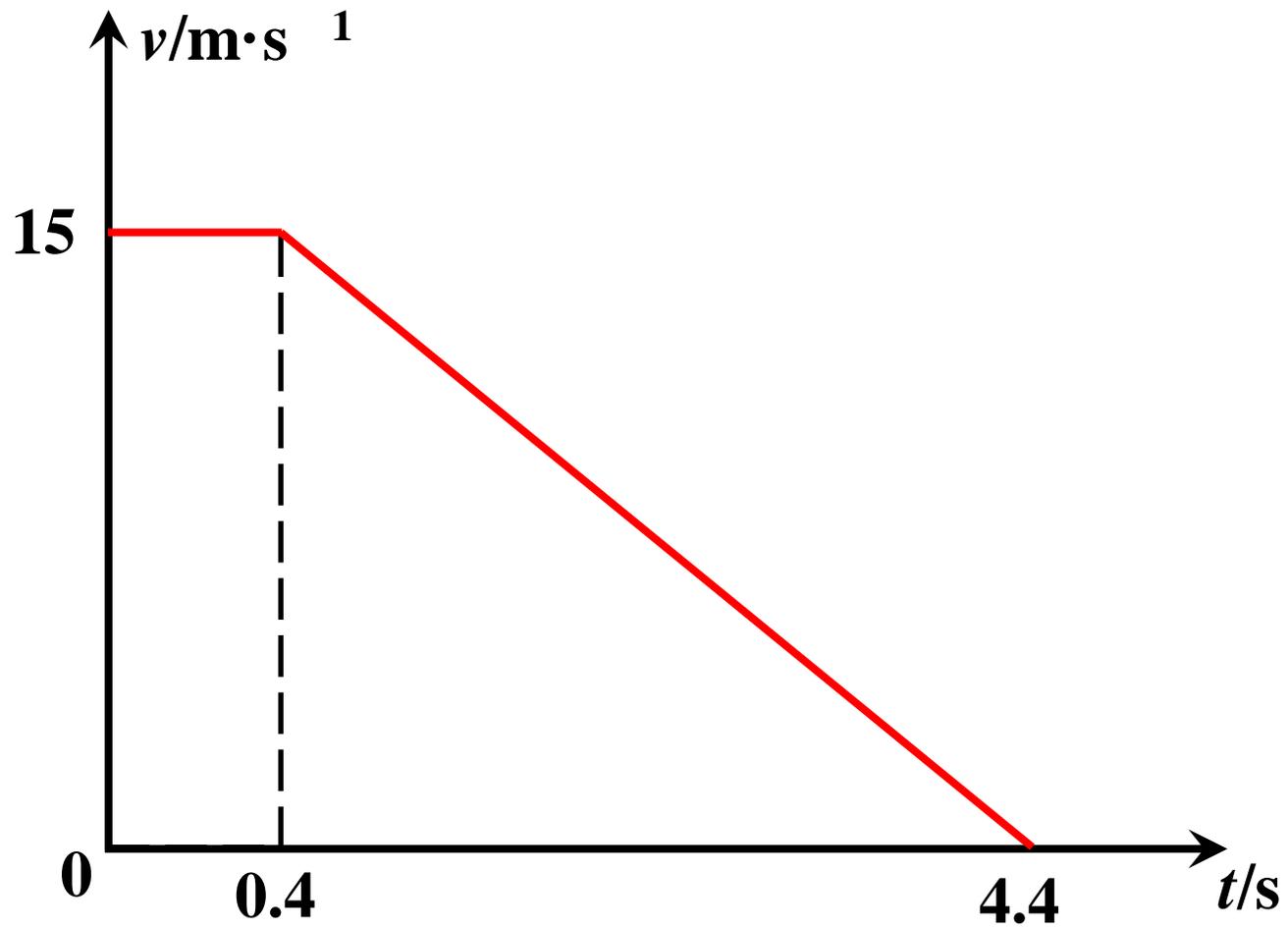
利用斜率或面积直观反映运动过程



【例1】某汽车正以54 km/h的速度行驶在城市道路上，在车头距离“礼让行人”停车线36 m时，驾驶员发现前方有行人通过人行横道，0.4 s后刹车使汽车匀减速滑行，为了使汽车不越过停车线停止让行，下列说法中正确的是

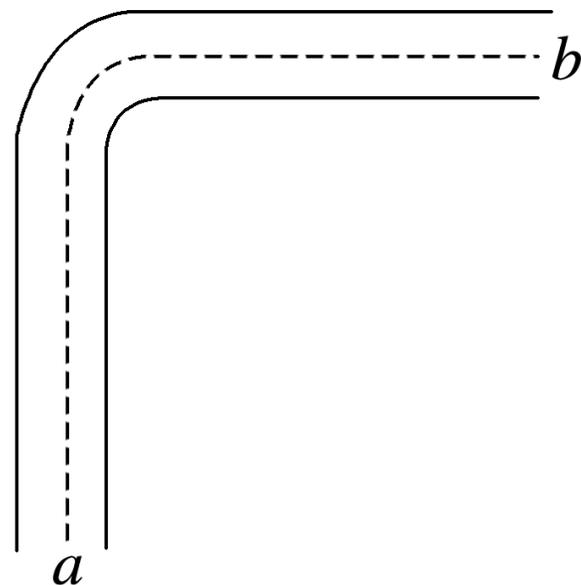
- A. 汽车刹车滑行的最大距离为36 m
- B. 汽车刹车的最小加速度为 $3 \text{ m/s}^2$
- C. 汽车用于减速滑行的最长时间为4 s
- D. 汽车行驶的平均速度不能超过 $7.5 \text{ m/s}$

【例1】

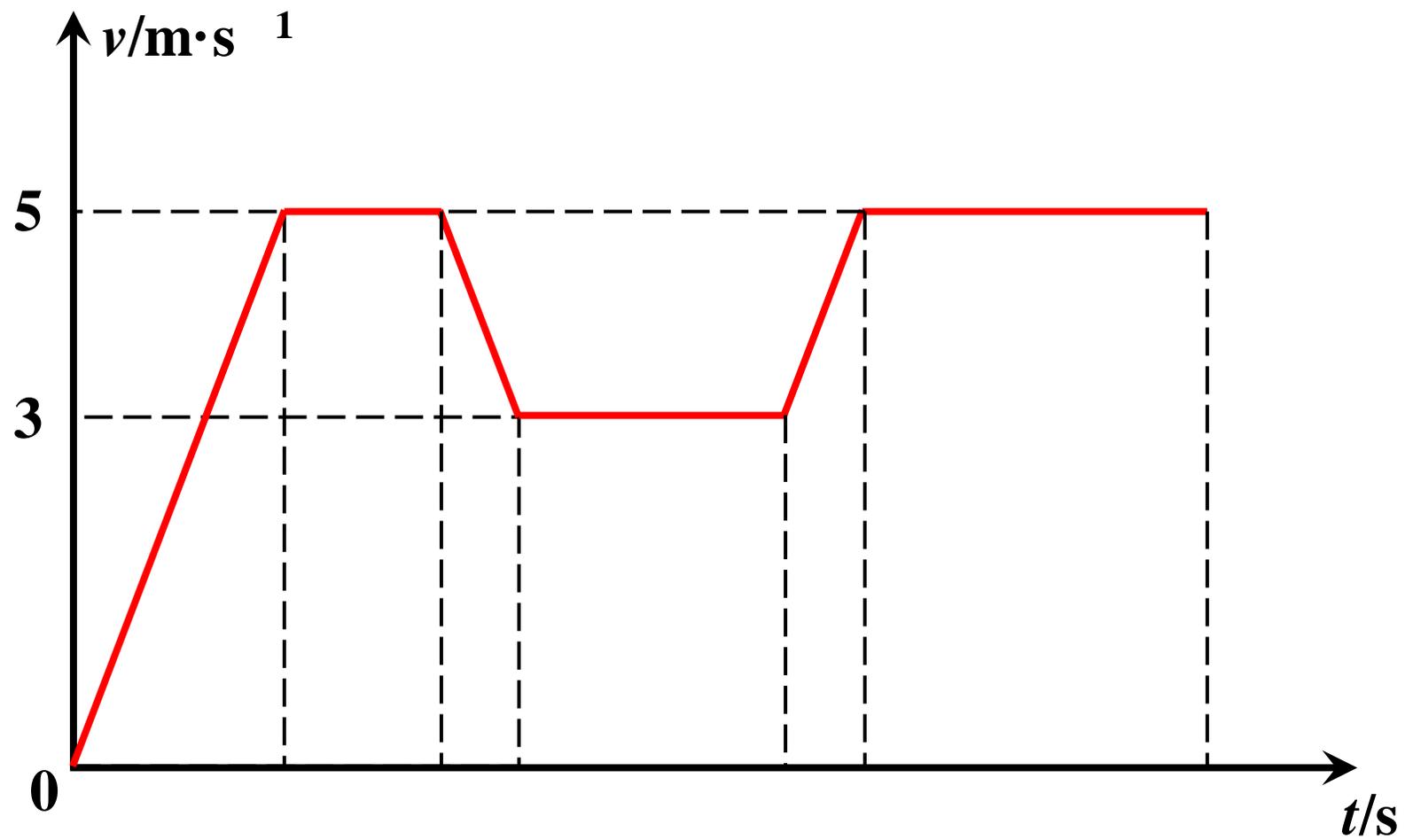


【例2】2023年1月，由中国航天科工三院磁电总体部抓总研制的国内首台“管道磁浮高精度智能无人巡检车”，在山西省大同市阳高县高速飞车试验基地，成功完成管道动态测量与检测一体化的快速高精度智能化无人巡检试验。假设该巡检车经过的某段管道如图所示，巡检车沿图中虚线从 $a$ 处由静止开始运动到 $b$ 处，由两段长度均为20 m的直线段和半径为 $R = 5$  m的圆弧段组成。为了保证巡检效果，车沿直线运动的最大速度为5 m/s，沿圆弧段运动的最大速度为3 m/s，巡检车的最大加速度为 $2 \text{ m/s}^2$ 。求：

- (1) 巡检车沿直线段运动加速到最大速度时通过的最小位移的大小；
- (2) 巡检车从 $a$ 到 $b$ 过程所需的最短时间。

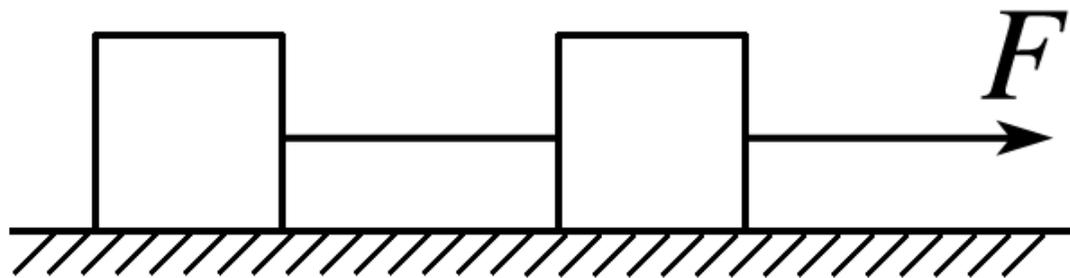


【例2】

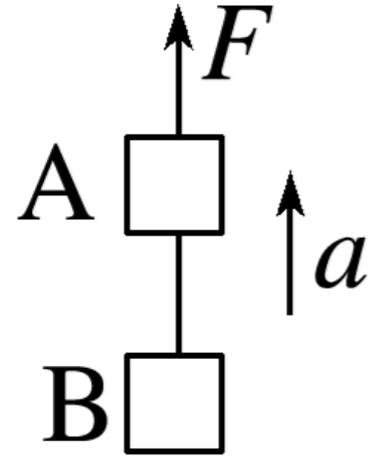
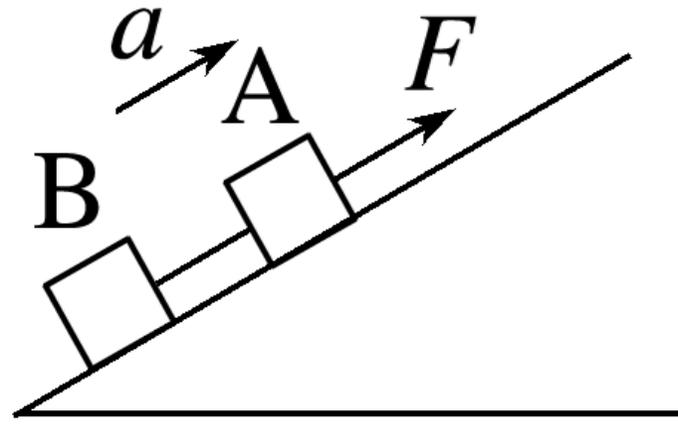
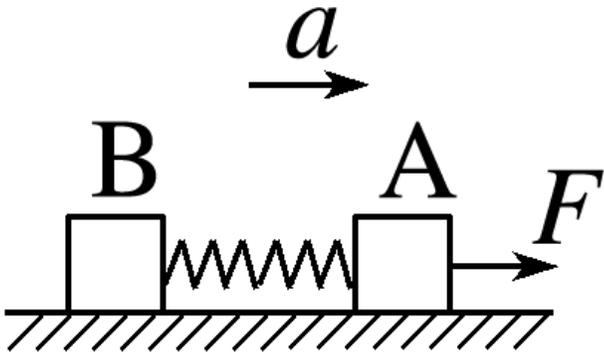


【例3】如图所示，在光滑水平地面上，两相同物块用细线相连，两物块质量均为1 kg，细线能承受的最大拉力为2 N。若在水平拉力 $F$ 作用下，两物块一起向右做匀加速直线运动。则 $F$ 的最大值为

- A.1 N
- B.2 N
- C.4 N
- D.5 N

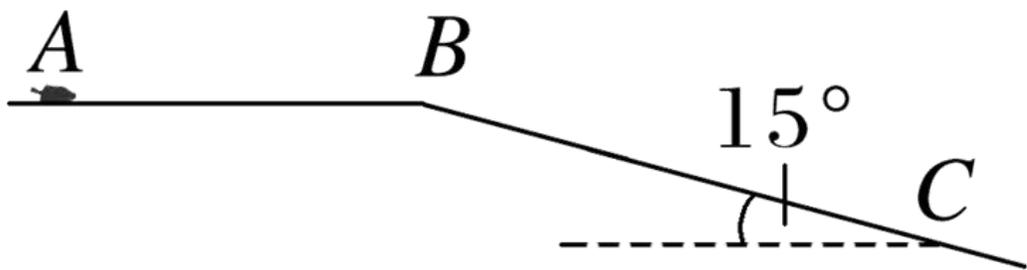


$\mu_A \quad \mu_B$

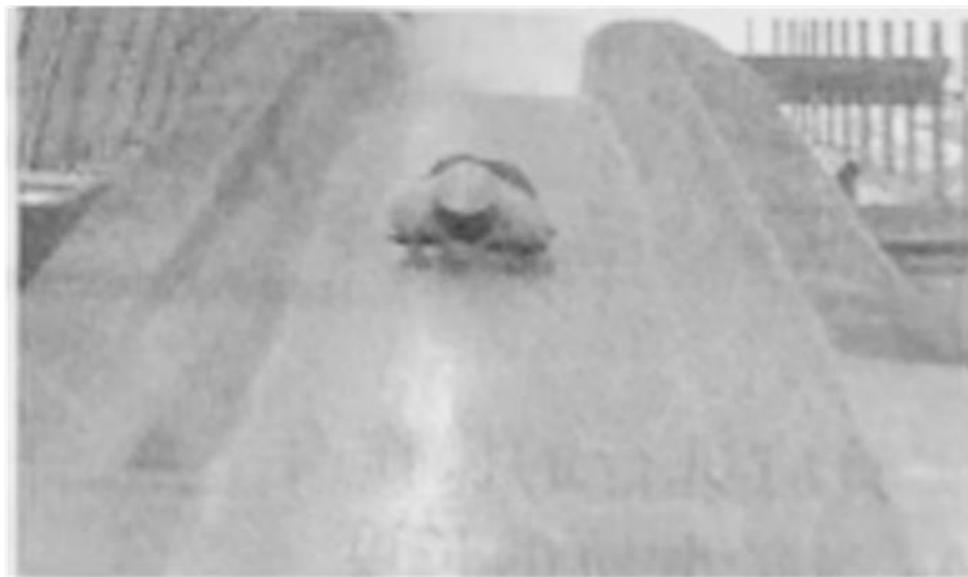


【例4】第24届冬奥会将在我国举办. 钢架雪车比赛的一段赛道如图甲所示, 长12 m水平直道AB与长20 m的倾斜直道BC在B点平滑连接, 斜道与水平面的夹角为 $15^\circ$ . 运动员从A点由静止出发, 推着雪车匀加速到B点时速度大小为8 m/s, 紧接着快速俯卧到车上沿BC匀加速下滑(图乙所示), 到C点共用时5.0 s. 若雪车(包括运动员)可视为质点, 始终在冰面上运动, 其总质量为110 kg, 重力加速度 $g$ 取 $10\text{ m/s}^2$ ,  $\sin 15^\circ = 0.26$ , 求雪车(包括运动员)

- (1)在直道AB上的加速度大小;
- (2)过C点的速度大小;
- (3)在斜道BC上运动时受到的阻力大小.

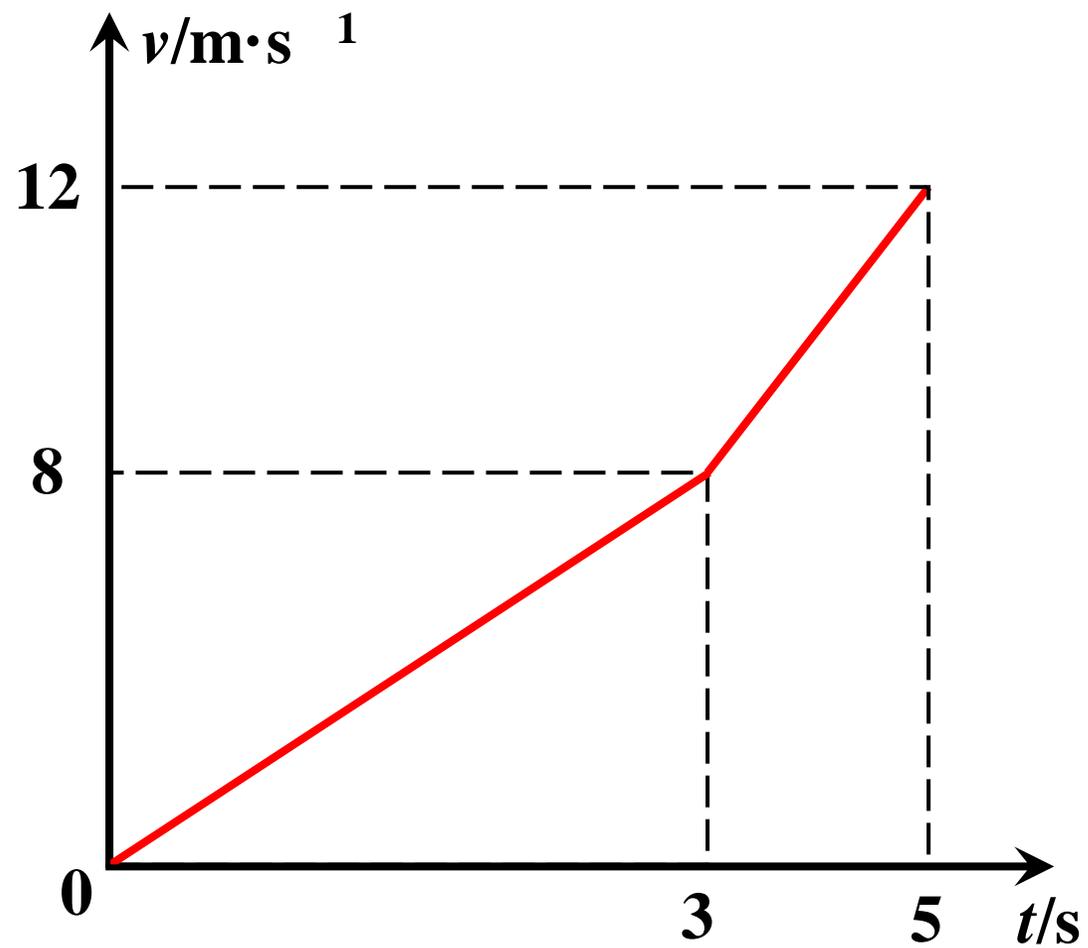
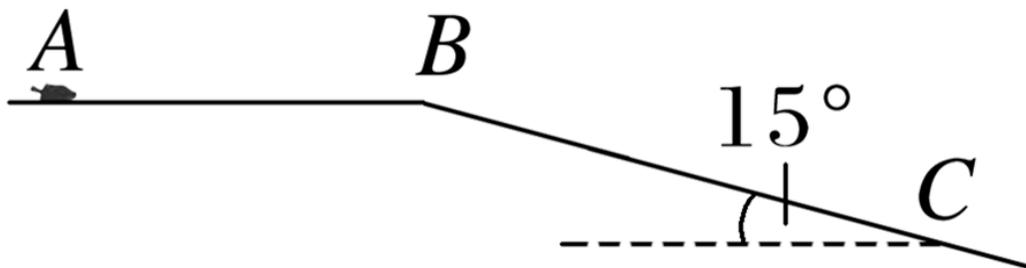


甲



乙

【例4】



【例5】质量为 $M = 2 \text{ kg}$ 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，如图甲所示。A和B经过 $1 \text{ s}$ 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 $10 \text{ m/s}^2$ ，下列说法正确的是

A. A与B上表面之间的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.1$

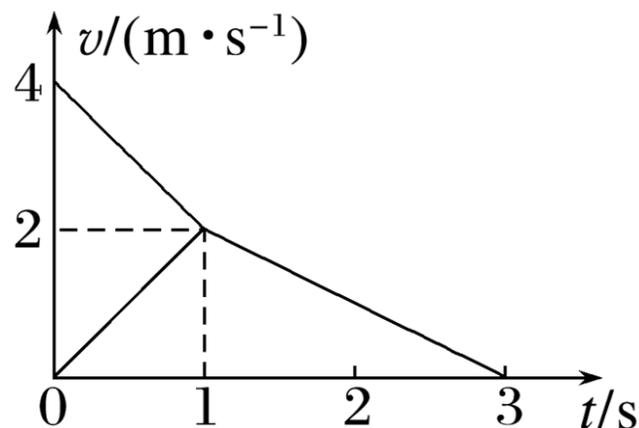
B. B与水平面间的动摩擦因数 $\mu_2 = 0.2$

C. A的质量 $m = 6 \text{ kg}$

D. A的质量 $m = 4 \text{ kg}$

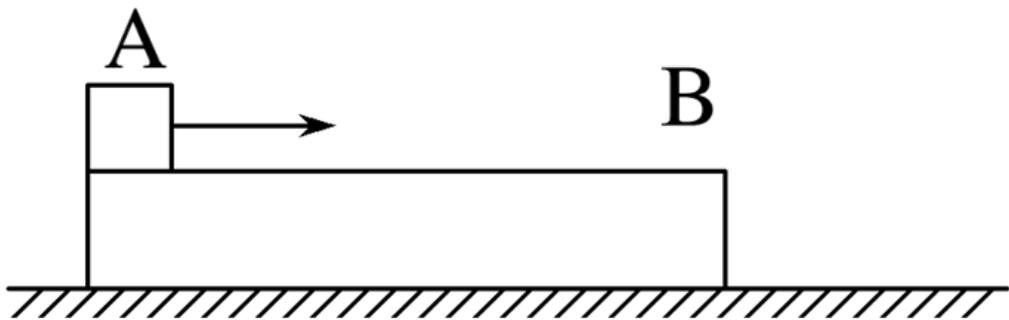


甲

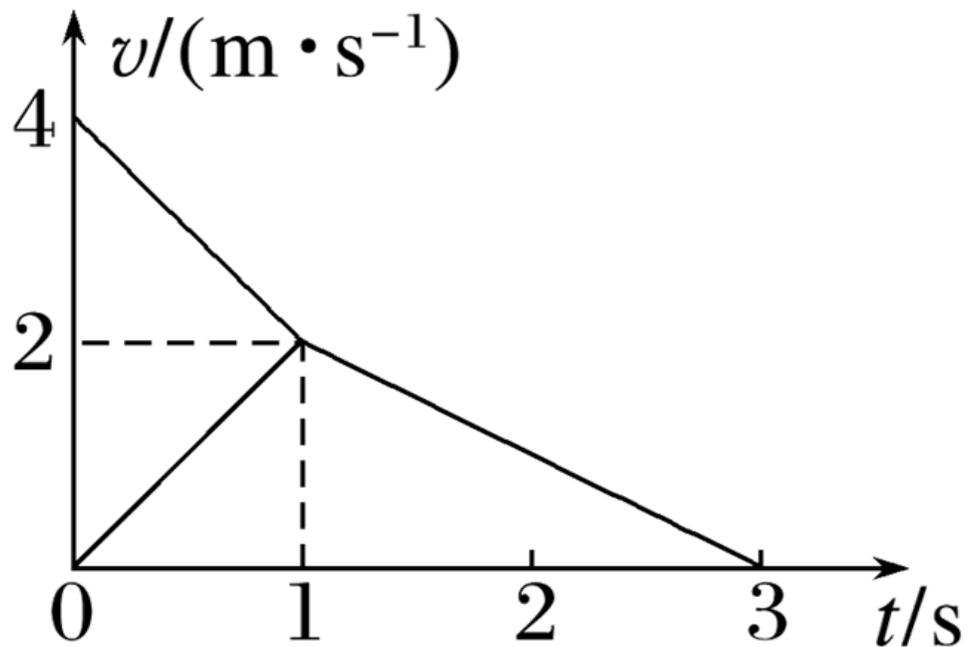


乙

【例5】



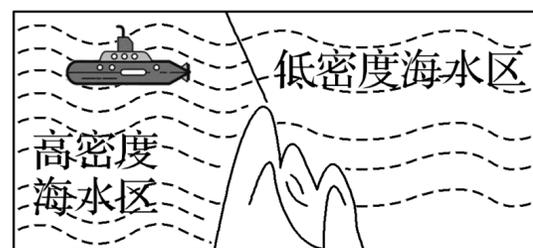
甲



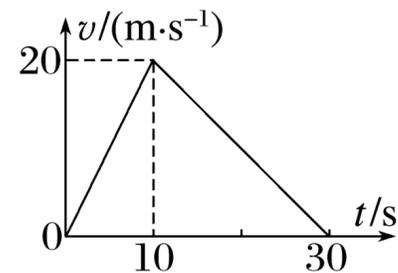
乙

【例6】 潜艇从海水高密度区域驶入低密度区域，浮力顿减，称之为“掉深”。如图甲所示，某潜艇在高密度海水区域沿水平方向缓慢航行。  $t = 0$  时，该潜艇“掉深”，随后采取措施成功脱险，在  $0 \sim 30$  s 时间内潜艇竖直方向的  $v - t$  图像如图乙所示(设竖直向下为正方向)。不计水的粘滞阻力，则

- A. 潜艇在“掉深”时的加速度大小为  $1 \text{ m/s}^2$
- B.  $t = 30$  s 时潜艇回到初始高度
- C. 潜艇竖直向下的最大位移为  $100 \text{ m}$
- D. 潜艇在  $10 \sim 30$  s 时间内处于超重状态

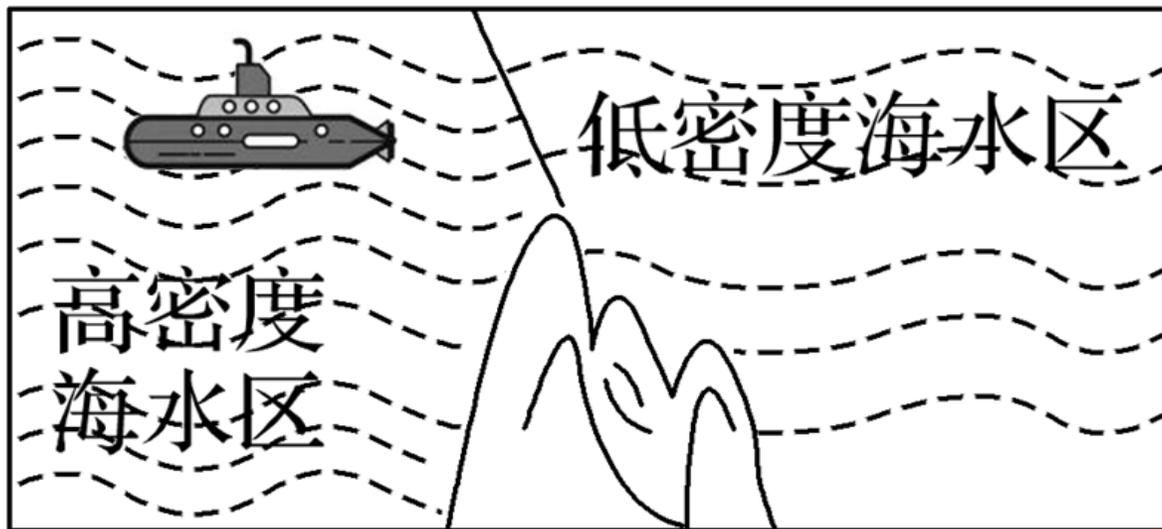


甲

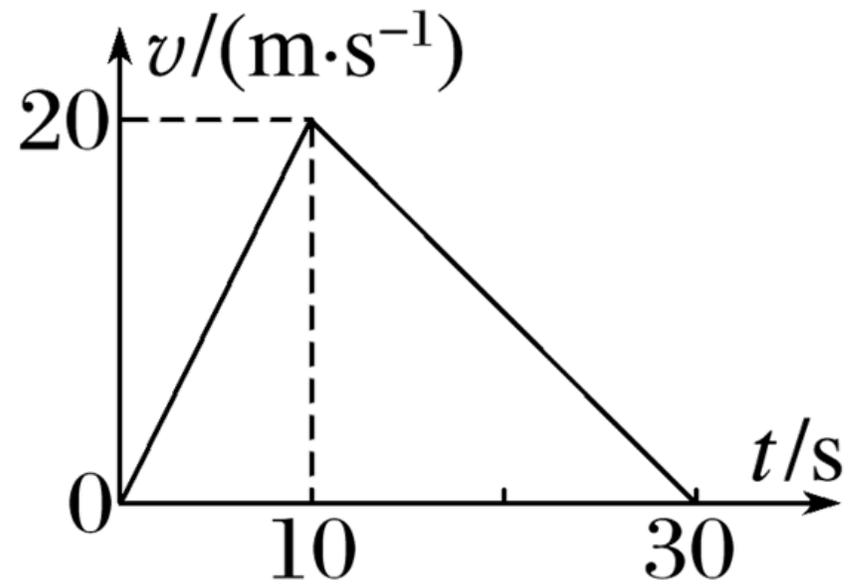


乙

【例6】



甲



乙

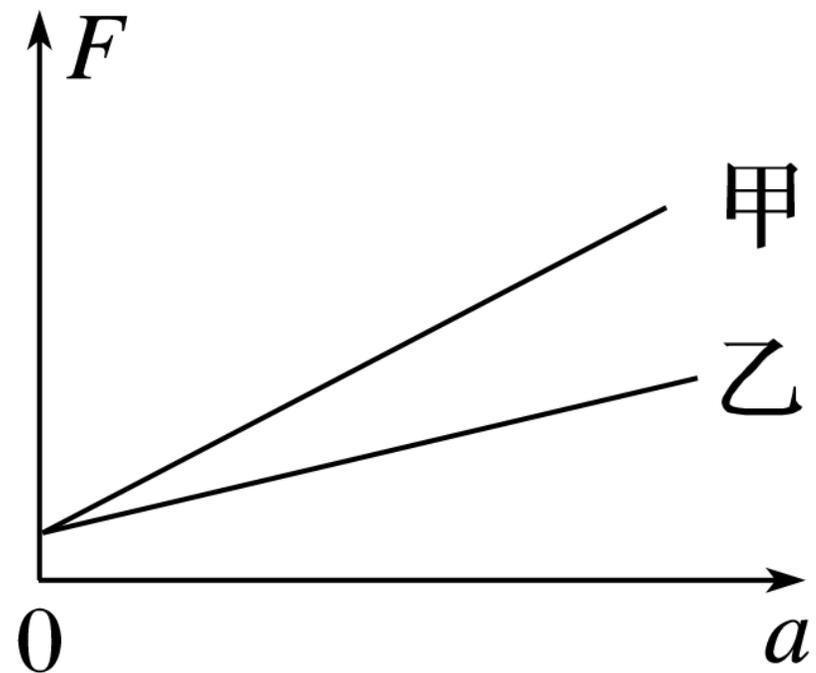
【例7】用水平拉力使质量分别为 $m_{\text{甲}}$ 、 $m_{\text{乙}}$ 的甲、乙两物体在水平桌面上由静止开始沿直线运动，两物体与桌面间的动摩擦因数分别为 $\mu_{\text{甲}}$ 和 $\mu_{\text{乙}}$ 。甲、乙两物体运动后，所受拉力 $F$ 与其加速度 $a$ 的关系图线如图所示。由图可知

A.  $m_{\text{甲}} < m_{\text{乙}}$

B.  $m_{\text{甲}} = m_{\text{乙}}$

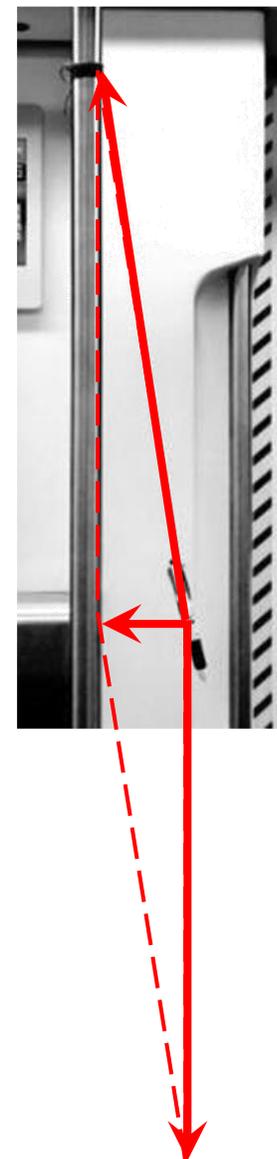
C.  $\mu_{\text{甲}} < \mu_{\text{乙}}$

D.  $\mu_{\text{甲}} > \mu_{\text{乙}}$



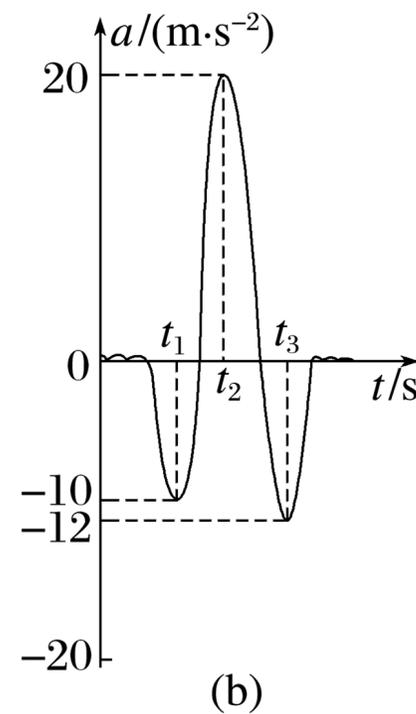
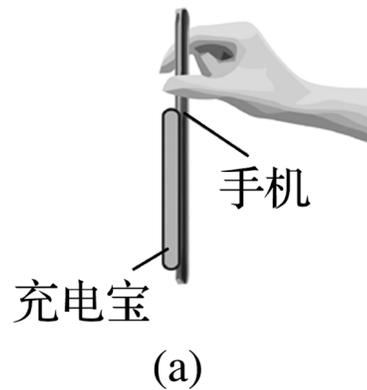
1.(2023·江苏省靖江中学期末)一地铁在水平直轨道上运动,某同学为了研究该地铁的运动情况,他用细线将一支圆珠笔悬挂在地铁的竖直扶手上,地铁运行时用手机拍摄了如图所示的照片,拍摄方向跟地铁前进方向垂直,细线相对竖直扶手偏东,该同学根据照片分析正确的是

- A.地铁一定向西加速运动
- B.地铁可能向东加速运动
- C.细线中拉力大小与地铁加速度大小无关
- D.若用刻度尺测量细线的长度和圆珠笔到竖直扶手的距离,可以估算此时地铁的加速度

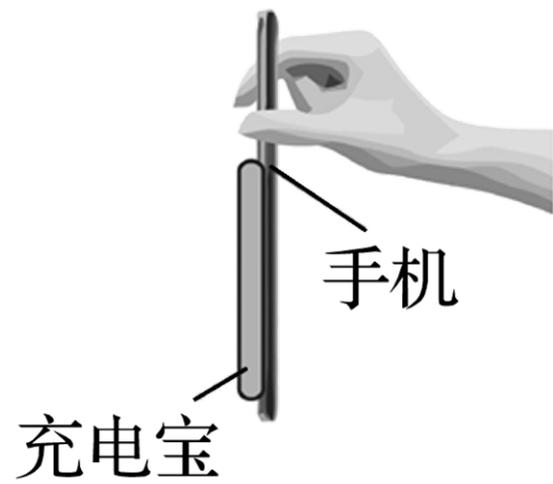


2.无线充电宝可通过磁吸力吸附在手机背面，利用电磁感应实现无线充电。劣质的无线充电宝使用过程中可能因吸力不足发生滑落造成安全隐患。图(a)为科创小组某同学手握手机(手不接触充电宝)，利用手机软件记录竖直放置的手机及吸附的充电宝从静止开始在竖直方向上的一次变速运动过程(手机与充电宝始终相对静止)，记录的加速度 $a$ 随时间 $t$ 变化的图像如图(b)所示(规定向上为正方向)，且图像上下部分分别与 $t$ 轴围成的面积相等，已知无线充电宝质量为 $0.2\text{ kg}$ ，手机与充电宝之间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$ ，重力加速度 $g$ 取 $10\text{ m/s}^2$ ，则在该过程中

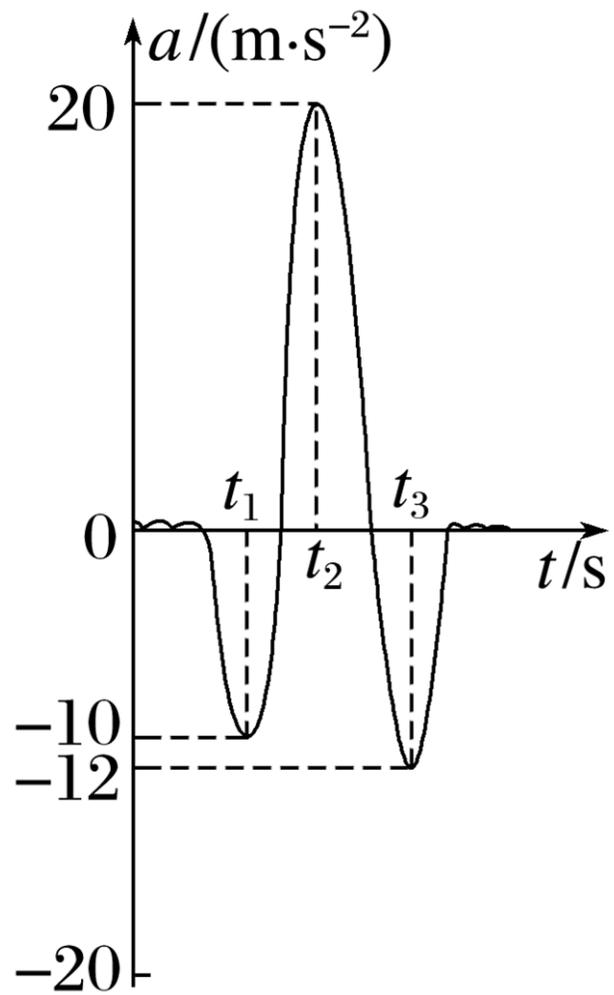
- A.手机与充电宝全程向下运动，最终处于静止状态
- B.充电宝在 $t_2$ 与 $t_3$ 时刻所受的摩擦力方向相同
- C.充电宝与手机之间的摩擦力最小值为 $2\text{ N}$
- D.充电宝与手机之间的吸引力大小至少为 $12\text{ N}$



2.



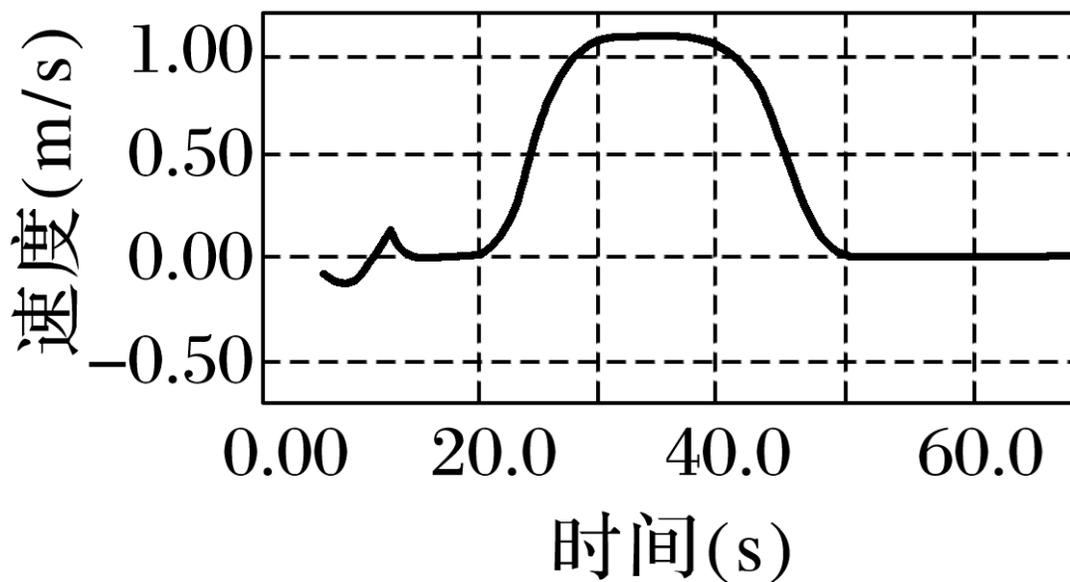
(a)



(b)

1.(2023·江苏卷·1)电梯上升过程中,某同学用智能手机记录了电梯速度随时间变化的关系,如图所示.电梯加速上升的时段是

- A.从20.0 s到30.0 s
- B.从30.0 s到40.0 s
- C.从40.0 s到50.0 s
- D.从50.0 s到60.0 s



2.(2023·江苏扬州市高邮中学模拟)蹦极可以使蹦极者在空中体验几秒钟的“自由落体”。如图所示, 蹦极者站在高塔顶端, 将一端固定的弹性长绳绑在踝关节处。然后双臂伸开, 双腿并拢, 头朝下跳离高塔。设弹性绳的原长为 $L$ , 蹦极者下落第一个时动量的增加量为 $\Delta p_1$ , 下落第五个时动量的增加量为 $\Delta p_2$ , 把蹦极者视为质点, 蹦极者离开塔顶时的速度为零, 不计空气阻力, 则满足

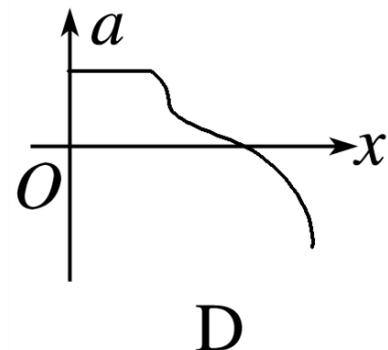
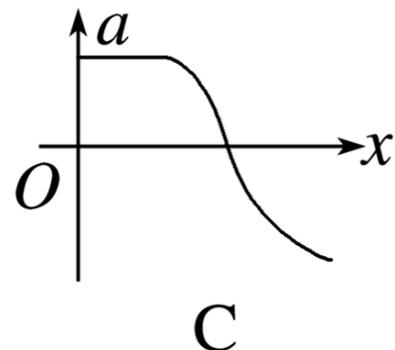
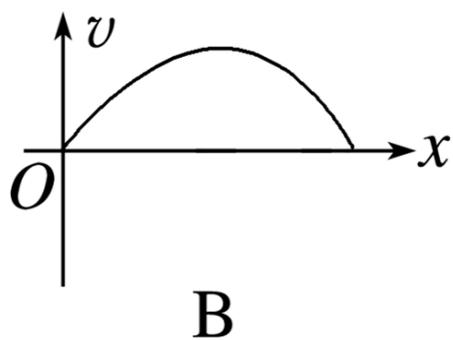
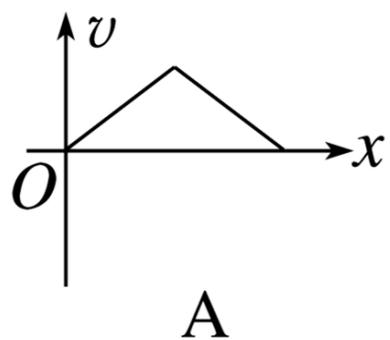
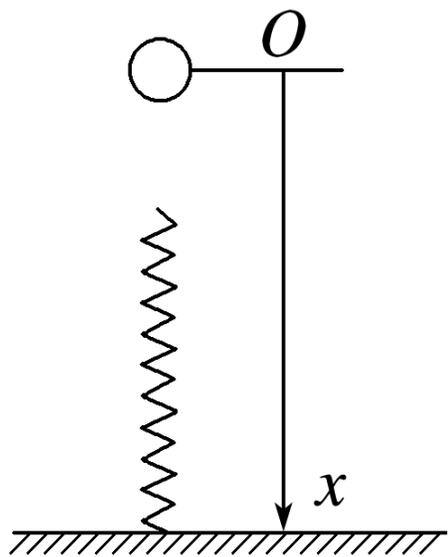
- A.  $1 \ll 2$
- B.  $2 \ll 3$
- C.  $3 \ll 4$
- D.  $4 \ll 5$



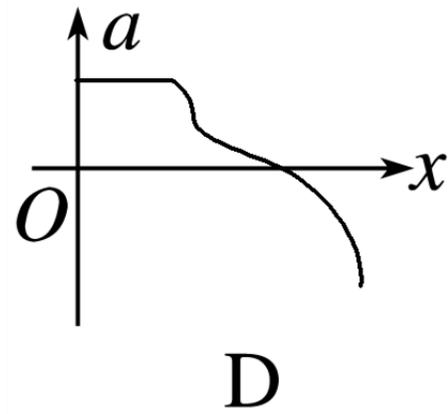
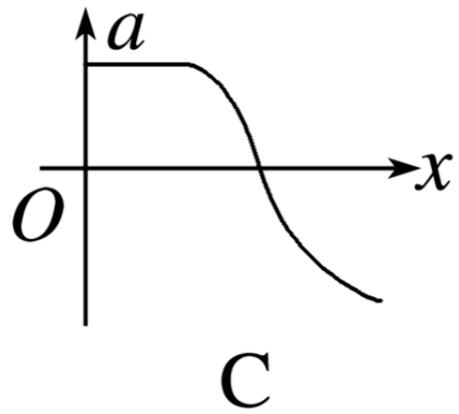
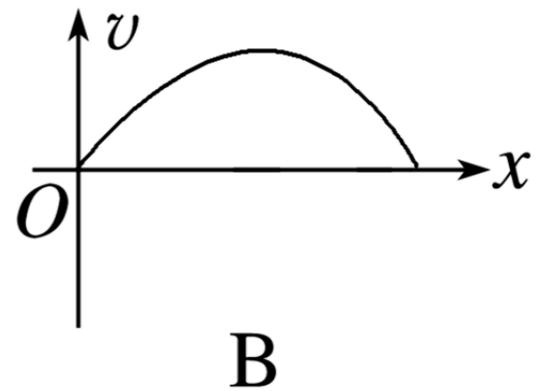
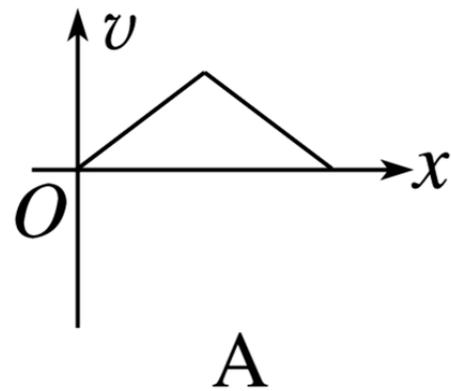
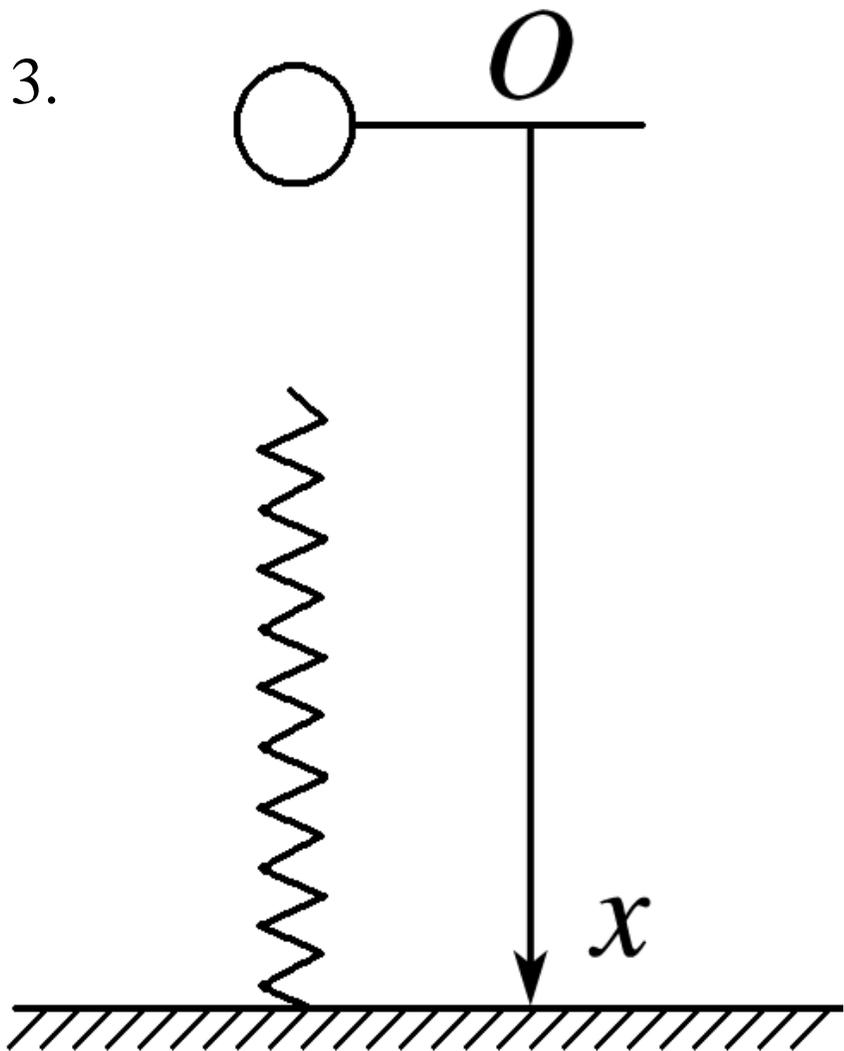
2.



3.(2023·江苏模拟预测)一轻弹簧竖直固定在桌面上，将一小球从弹簧正上方的 $O$ 点由静止释放。以开始下落的位置为坐标原点，以竖直向下为 $x$ 轴正方向，不计空气阻力，则关于小球运动过程中的速度 $v$ 或加速度 $a$ 随位移 $x$ 变化的关系图像中，可能正确的是



3.



4. 某次蹦床比赛中，运动员双脚离开蹦床后竖直向上运动，把上升过程分为等距的三段，运动员从下至上运动过程中，依次经历三段的时间记为 $t_1$ 、 $t_2$ 、

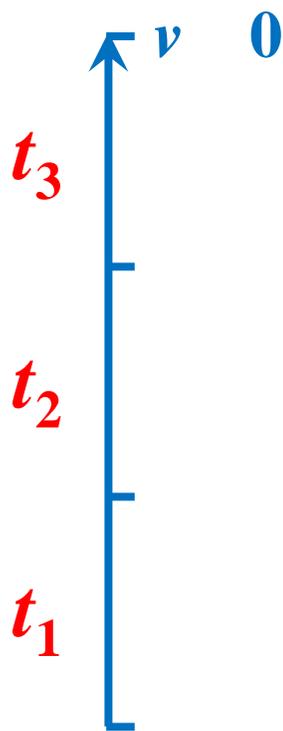
$t_3$ 。则 $t_1 : t_2 : t_3$ 最接近

A. 3 : 6 : 10

B. 3 : 4 : 10

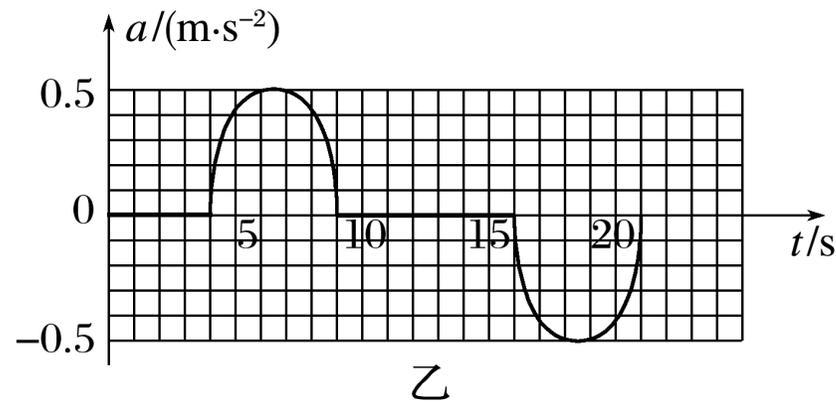
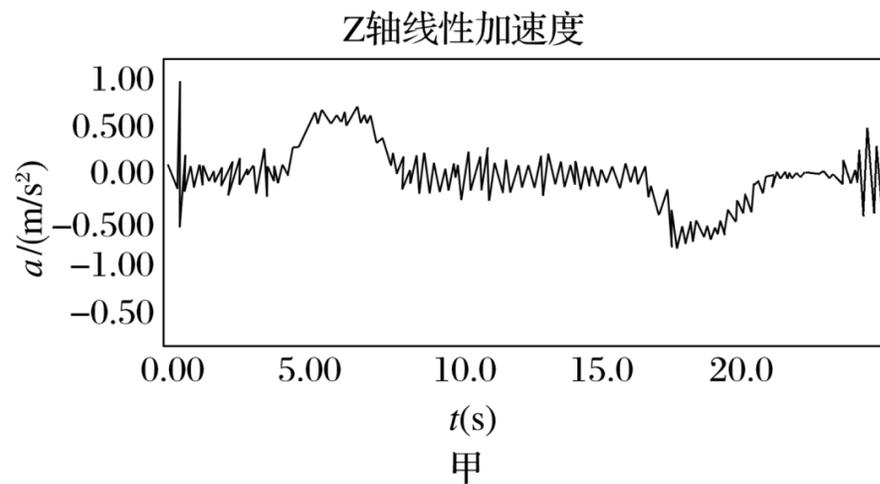
C. 3 : 6 : 20

D. 3 : 4 : 20

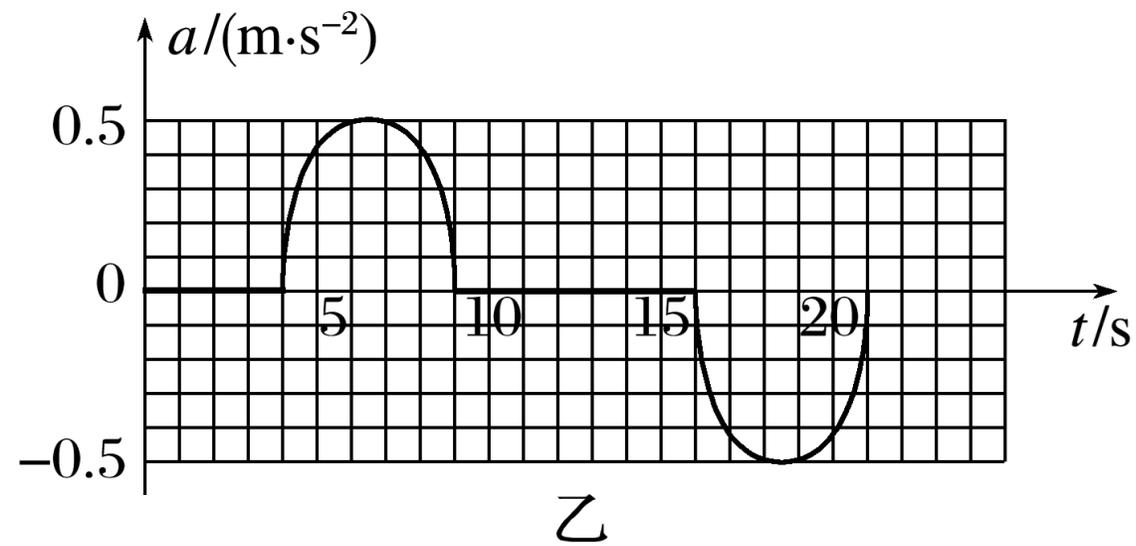
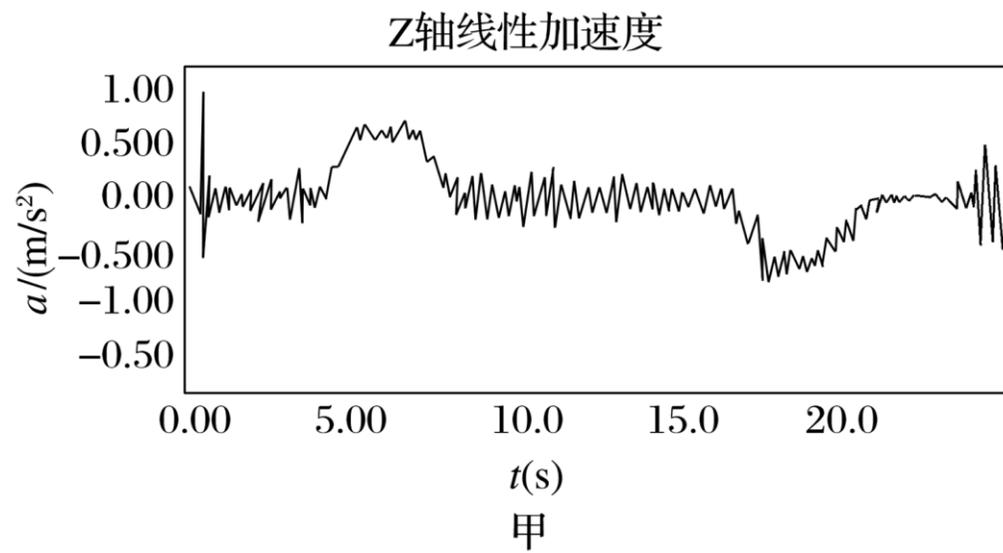


5.(2023·江苏南京市阶段练习)某同学用手机的加速度传感器测量了电梯运行过程中的加速度,得到了图甲所示的图线(规定竖直向上为正方向),为了简化问题研究,将图线简化为图乙所示的图像.已知 $t = 0$ 时电梯处于静止状态,则以下判断正确的是

- A.  $t = 5$  s时电梯处于失重状态
- B. 8 ~ 9 s内电梯在做减速运动
- C. 10 ~ 15 s内电梯在上行
- D. 17 ~ 20 s内电梯在下行

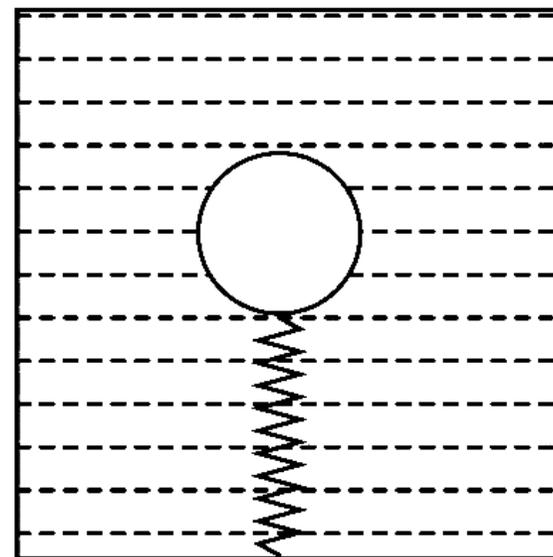


5.

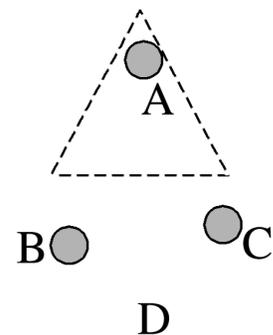
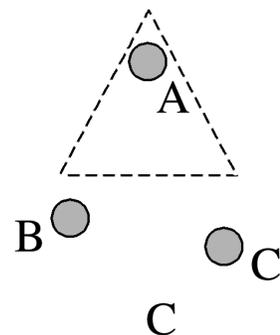
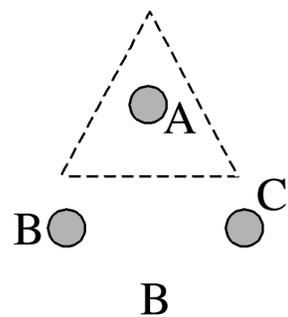
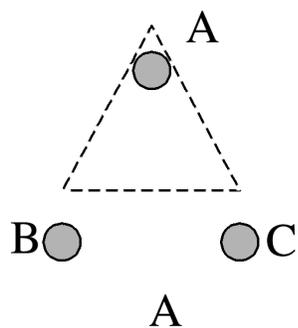
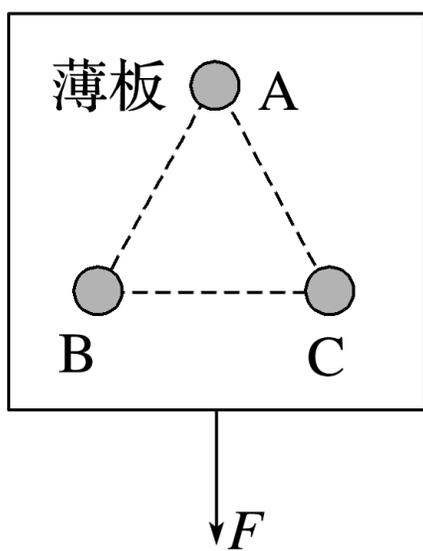


6.(2023·江苏苏州市月考)2021年12月9日,我国航天员王亚平再次进行太空授课,使得我国很多中小学生对微重力下液体内部的受力情况感到好奇,某同学为了在地面探究微重力下液体内部的受力情况,设计了实验,如图所示,密度为 $\rho$ 的木球与轻质弹簧相连后置于充满水的密闭容器中,弹簧的另一端固定于容器的底部.水与木球的密度差为 $\Delta\rho(\Delta\rho>0)$ ,重力加速度为 $g$ .初始时整个系统静止,现将容器由静止释放,则释放瞬间木球相对于地面的加速度大小为

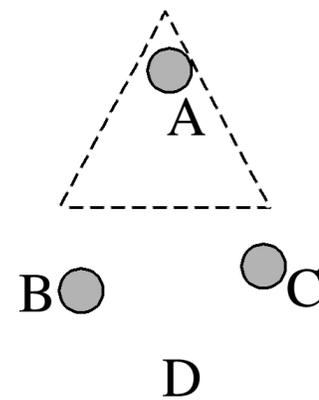
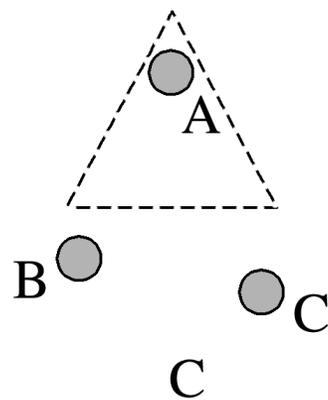
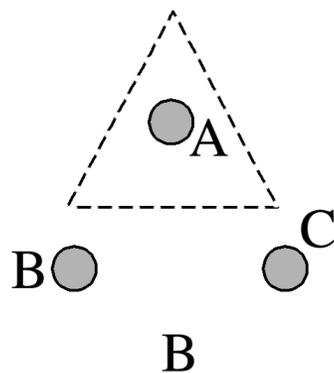
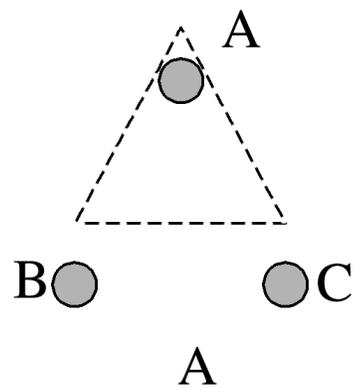
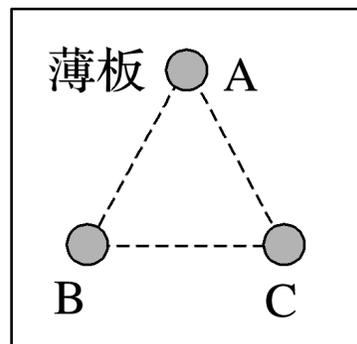
- A. $g$
- B. $g$
- C. $(1 - )g$
- D. $(1 + )g$



7.(2023·江苏南通市海安高级中学月考)如图,水平桌面上有一薄板,薄板上摆放着小圆柱体A、B、C,圆柱体的质量分别为 $m_A$ 、 $m_B$ 、 $m_C$ ,且 $m_A > m_B > m_C$ .用一水平外力将薄板沿垂直BC的方向抽出,圆柱体与薄板间的动摩擦因数均相同,圆柱体与桌面间的动摩擦因数也均相同.则抽出后,三个圆柱体留在桌面上的位置所组成的图形可能是



7.



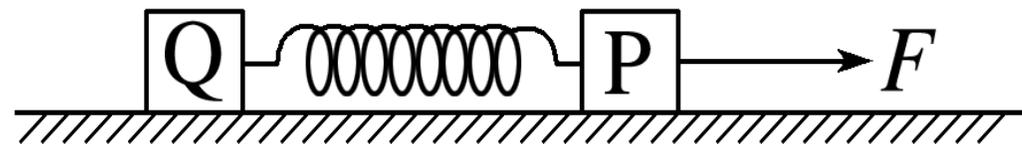
8.(2022·全国甲卷·19改编)如图,质量相等的两滑块P、Q置于水平桌面上,二者用一轻弹簧水平连接,两滑块与桌面间的动摩擦因数均为 $\mu$ .重力加速度大小为 $g$ .用水平向右的拉力 $F$ 拉动P,使两滑块均做匀速运动;某时刻突然撤去该拉力,则从此刻开始到弹簧第一次恢复原长之前

A.P的加速度大小的最大值为 $\mu g$

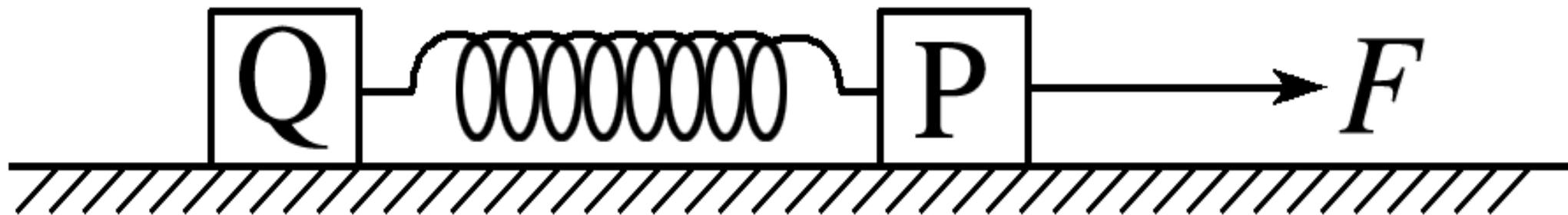
B.Q的加速度大小的最大值为 $2\mu g$

C.P的位移大小一定大于Q的位移大小

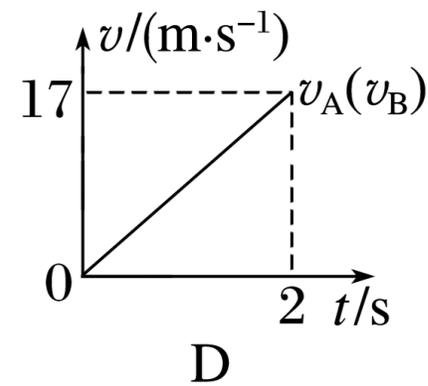
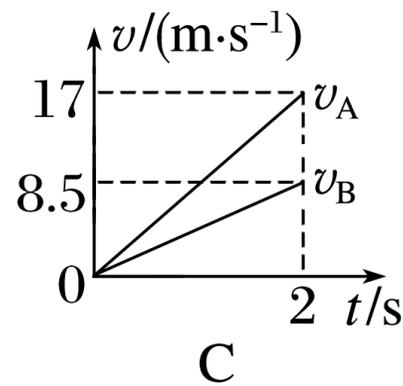
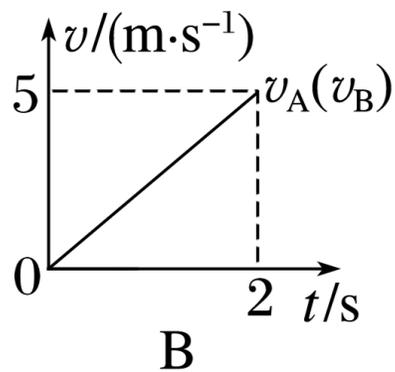
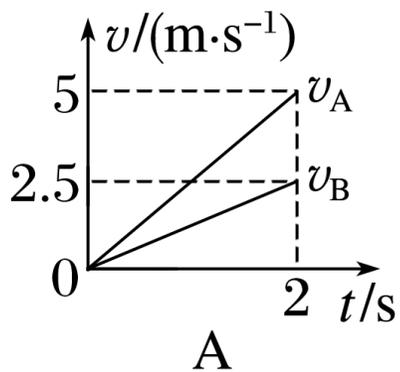
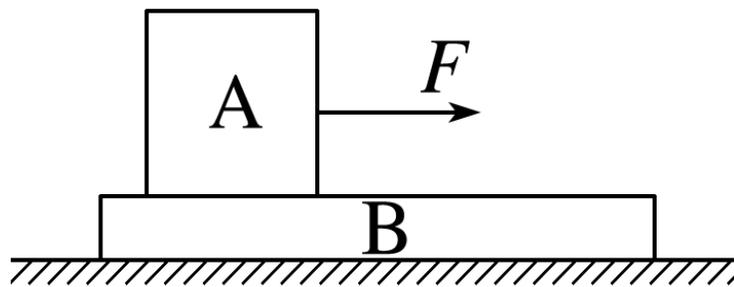
D.P的速度大小均不大于同一时刻Q的速度大小



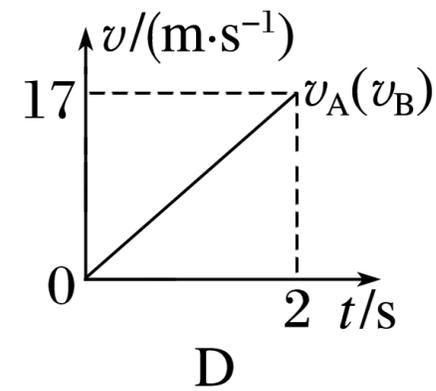
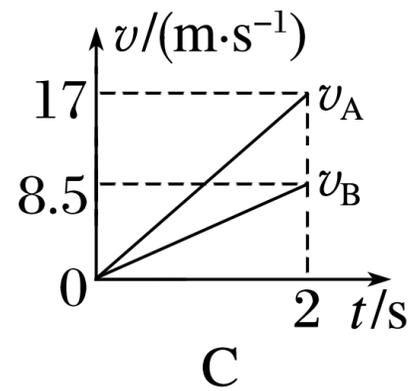
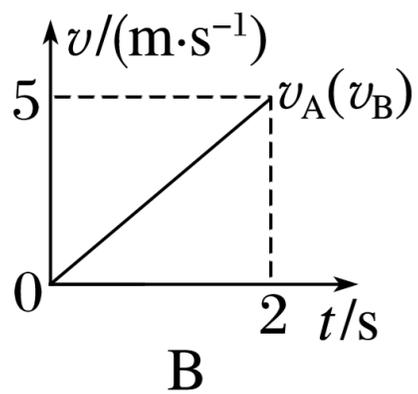
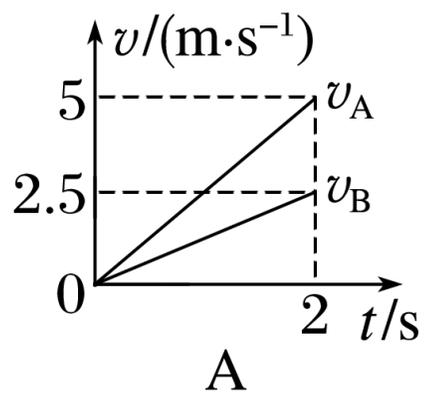
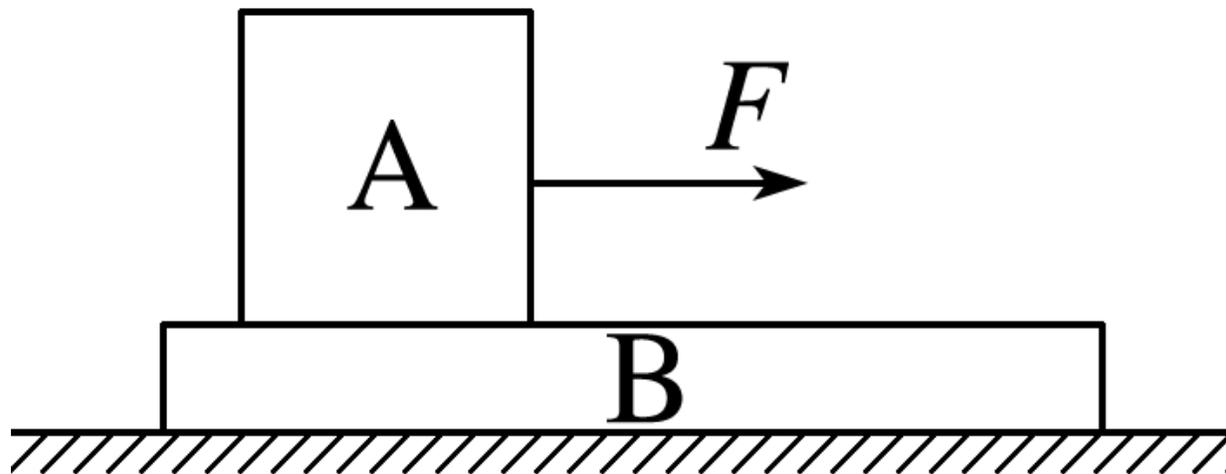
8.



9.(2023·江苏省学业水平考试押题卷)如图所示, 质量为1 kg的长木板B放在水平地面上, 质量为2 kg的物块A放在木板B的左端. 物块A与木板B间的动摩擦因数为0.7, 木板B与地面间的动摩擦因数为0.2. 设最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度为 $10 \text{ m/s}^2$ . 现对A施加一水平拉力 $F$ , 则物块速度 $v_A$ 、木板速度 $v_B$ 随时间变化的图像可能是



9.

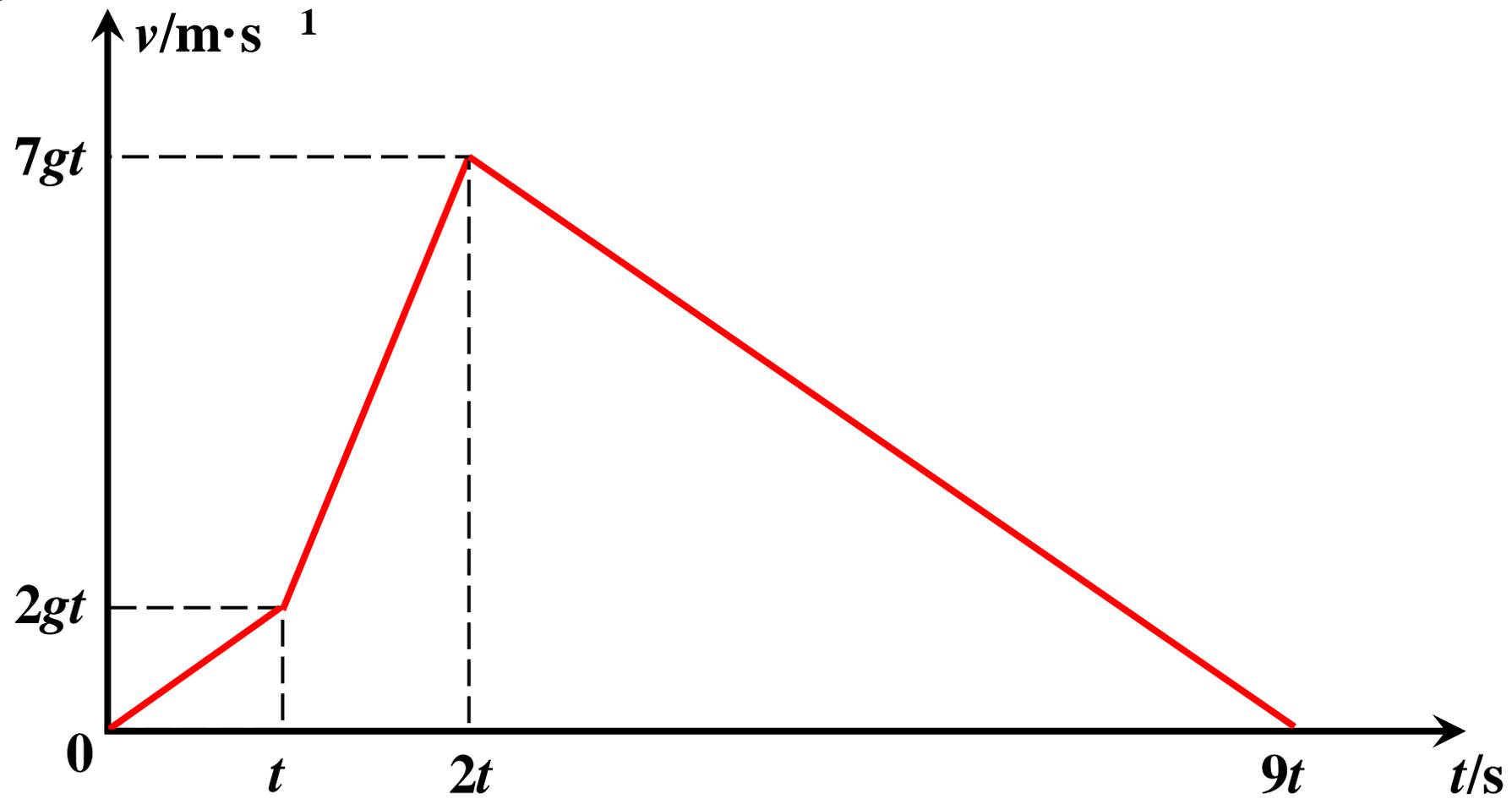


10. 大功率火箭一般采用多级推进技术，以提高发射速度。某中学的物理兴趣小组同学制作了一个两级推进火箭模型进行试验。已知火箭质量为 $m$ ，提供的推动力恒定且为 $F = 3mg$ ，火箭先经过一级推动力推进时间 $t$ 后，丢弃掉质量为的一级箭体，再由二级推动力继续推动剩余质量为的火箭，推动力仍为 $F = 3mg$ ，火箭飞行时间 $t$ 后结束推进。重力加速度恒定且为 $g$ ，不考虑燃料消耗引起的质量变化，不计空气阻力，求：

(1) 火箭上升过程的最大速度为多少？

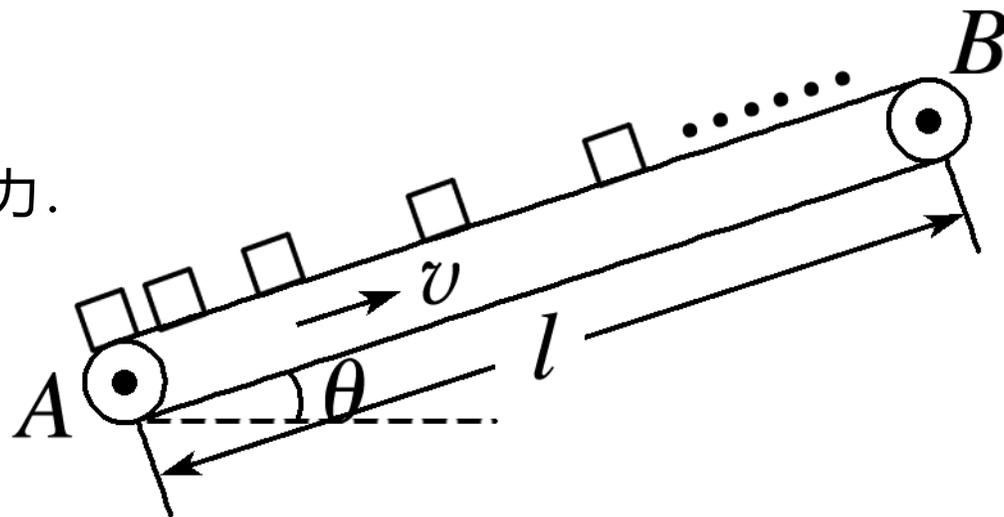
(2) 火箭上升的最大高度为多少？

10.

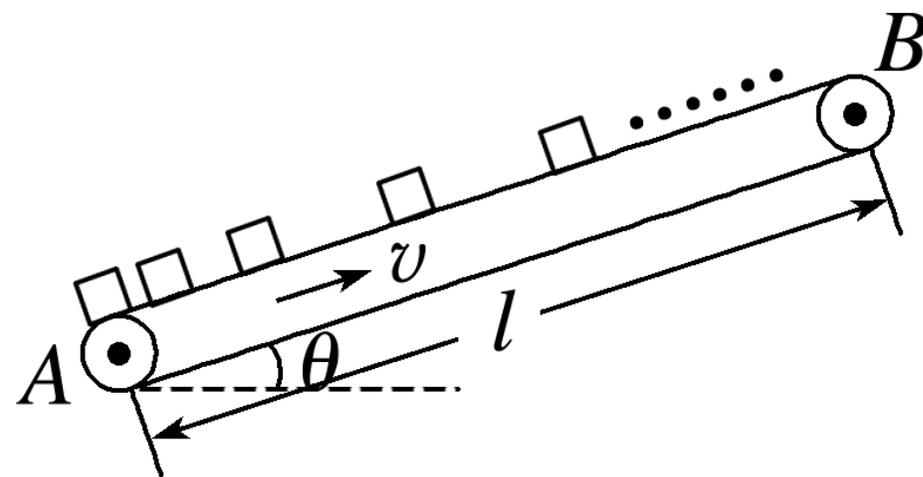
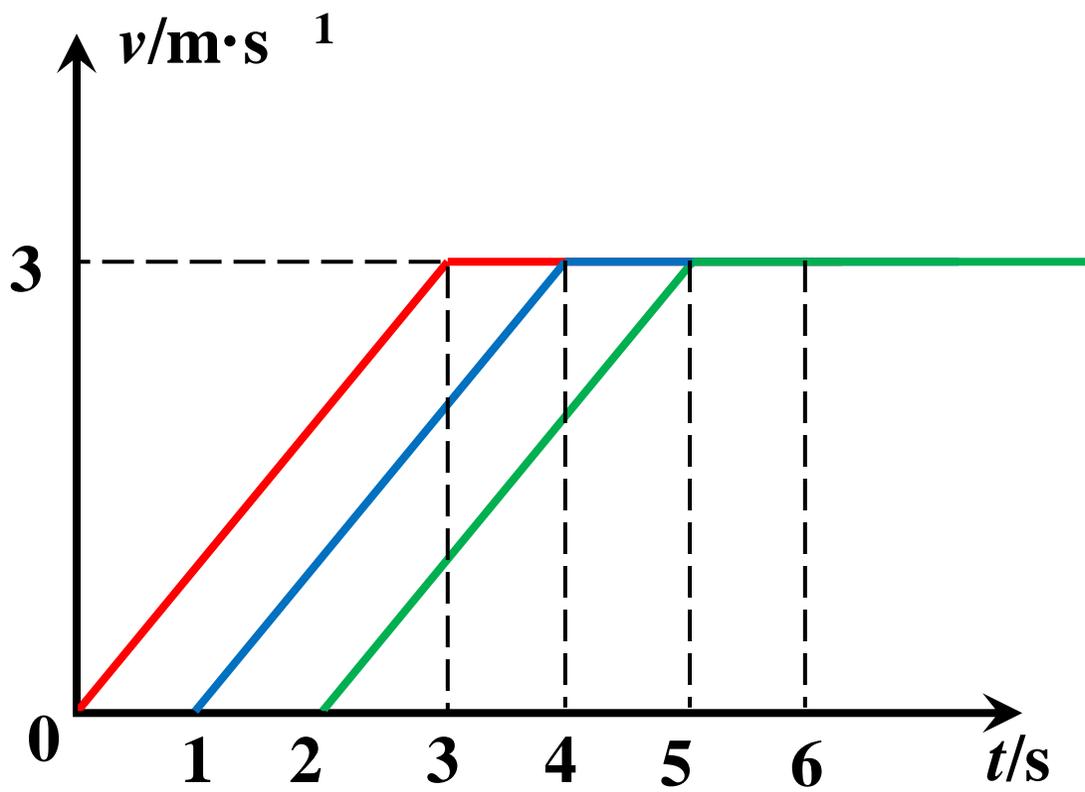


11.(2023·江苏苏州市联考)如图所示, 分拣快递的车间里, 与水平面成 $\theta = 30^\circ$ 的传送带正以 $v = 3 \text{ m/s}$ 的速度顺时针匀速运行,  $A$ 、 $B$ 两端相距 $l = 13.5 \text{ m}$ . 现每隔 $1 \text{ s}$ 把质量 $m = 1 \text{ kg}$ 的工件(视为质点)轻放在传送带上, 工件在传送带的带动下向上运动, 工件与传送带间的动摩擦因数 $\mu =$  , 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 结果保留两位有效数字. 求:

- (1)工件刚刚放上去时的加速度大小;
- (2)工件从 $A$ 到 $B$ 所用的时间;
- (3)相邻工件之间的最大和最小距离;
- (4)满载与空载相比, 传送带需要增加多大的牵引力.

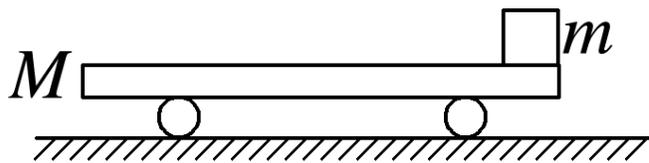


11.

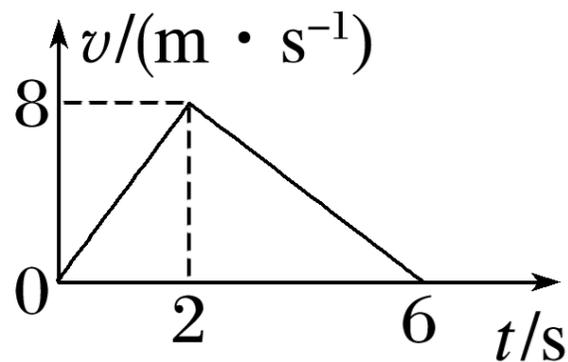


12.(2023·江苏省盐城中学期末)如图甲所示,水平地面上有一质量为 $M$ 的长平板车,平板车右端放一质量为 $m$ 的物块,开始时平板车和物块均静止. $t=0$ 时,平板车在外力作用下开始沿水平面向右运动,其 $v-t$ 图像如图乙所示,整个过程中物块恰好没有从平板车上滑下.已知物块与平板车间的动摩擦因数为0.1,取 $g=10\text{ m/s}^2$ ,下列说法正确的是

- A.  $0\sim 4\text{ s}$ 内,物块的加速度一直变大
- B. 整个过程中,物块相对平板车滑动的时间为 $4\text{ s}$
- C. 平板车的长度为 $12\text{ m}$
- D. 物块相对平板车的位移为 $16\text{ m}$

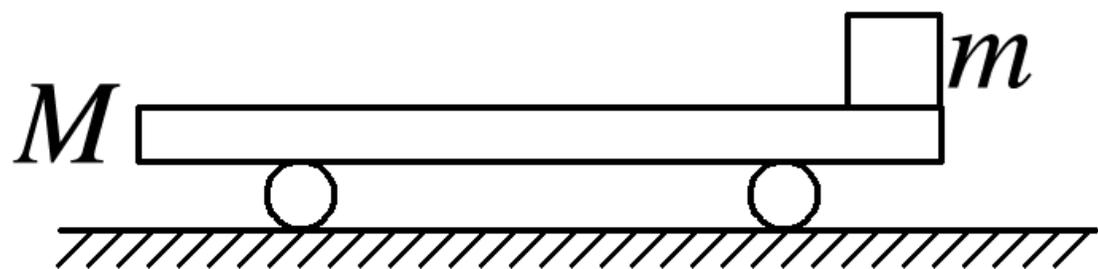


甲

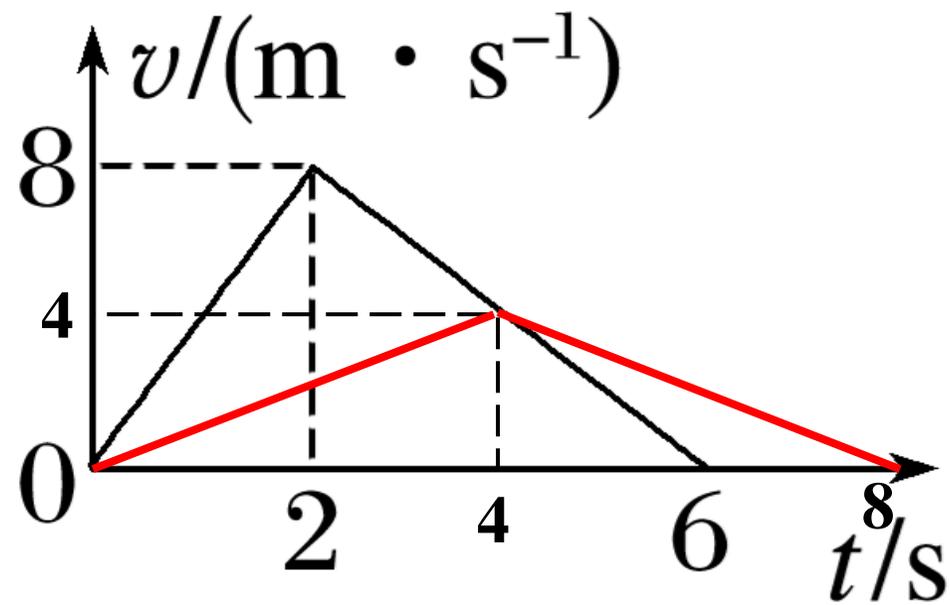


乙

12.



甲



乙