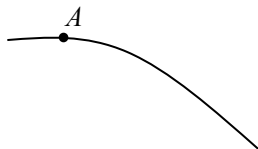


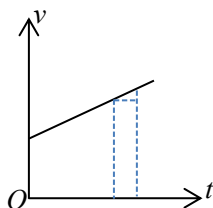
物理第一讲 运动学

1. 概念

1. 为什么轨迹的切向代表物体运动的方向？



2. 无穷小量 Δv 在什么条件下可以忽略？



3. 物体沿什么形状的山坡下滑，速度增大但加速度减小？

4. 位移-时间图像中点的真实含义

5. 如果说“加速度是速度的变化率”；那么速度是什么物理量的变化率？

2. 运动学的大局观

已知物体做匀加速直线运动，初速度为 v_0 ，末速度为 v_t ，能否求物体在这段过程的位移 s ？

1. 一物体沿长度为 l_1 的斜面从静止开始做匀加速下滑，后又沿水平面做匀减速滑行了距离 l_2 后静止。已知物体在整个滑行过程中所用的时间为 t 。求物体沿斜面及沿水平面运动的加速度大小 a_1 和 a_2 。

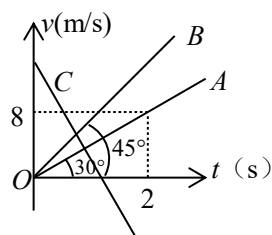
2. 已知 O 、 A 、 B 、 C 为同一直线上的四点， AB 间的距离为 l_1 ， BC 间的距离为 l_2 ，一物体自 O 点由静止出发，沿此直线做匀加速运动，依次经过 A 、 B 、 C 三点，已知物体通过 AB 段与 BC 段所用的时间相等。求 O 与 A 的距离。



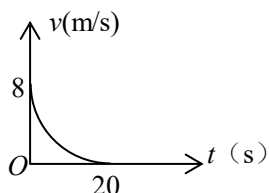
3：斜率与 $\tan\alpha$ 的关系；切线斜率与割线斜率

1.如图所示，判断正误：

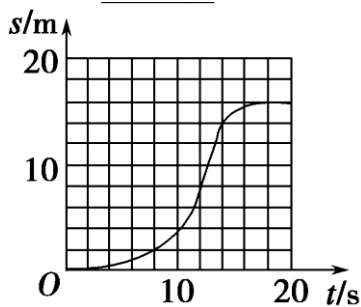
- (1) A 图像代表的运动加速度为 $\tan 30^\circ \text{m/s}^2$ ()
- (2) A 、 B 运动加速度之比等于 $\frac{\tan 30^\circ}{\tan 45^\circ}$ ()
- (3) C 图线垂直于图线 A ，则 C 代表运动加速度为多少？



2.一质点沿直线运动，其速度随时间变化的关系图像恰好是与坐标轴相切的 $1/4$ 圆弧，如图所示，质点在第 10s 的加速度 a 为多少？



3. 质点做直线运动，其 $s-t$ 关系如图所示。质点在 $0\sim 20\text{ s}$ 内的平均速度大小为 _____ m/s ；质点在 _____ 时的瞬时速度等于它在 $6\sim 20\text{ s}$ 内的平均速度。

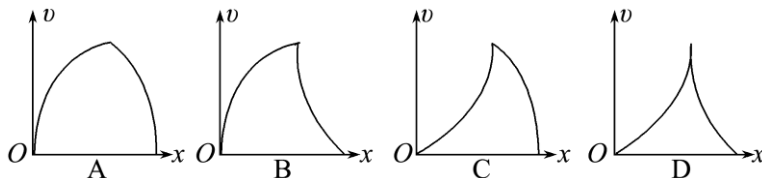


笔记：



4: 如何提取 $v-x$, $a-t$, $a-x$ 图像的信息

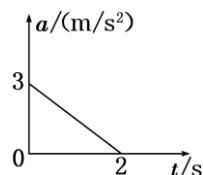
1. 一汽车从静止开始做匀加速直线运动，然后刹车做匀减速直线运动，直到停止。下列速度 v 和位移 x 的关系图象中，能描述该过程的是()



2. 研究表明：加速度的变化率能引起人的心理效应，车辆的平稳加速(即加速度基本不变)使人感到舒服，否则感到不舒服。关于“加速度的变化率”下列说法正确的是()

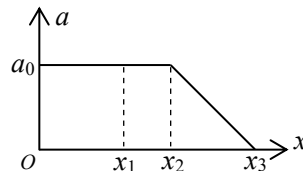
- A. 从运动学角度的定义，“加速度的变化率”的单位应是 m/s^2
- B. 加速度的变化率为零的运动是匀速直线运动
- C. 若加速度与速度同方向，如图所示的 $a-t$ 图象，表示的是物体的速度在减小

D. 若加速度与速度同方向，如图所示的 $a-t$ 图象中，已知物体在 $t=0$ 时速度为 5 m/s ，则 2 s 末的速度大小为 8 m/s



3. 放在水平面上的物体，在水平力 F 作用下开始做直线运动，以物体静止时的位置为坐标原点，力 F 的方向为正方向建立 x 轴，物体的加速度随位移的变化图象如图所示。下列说法中正确的是()

- A. 位移为 x_1 时，物体的速度大小为 $\sqrt{2a_0x_1}$
- B. 位移为 x_2 时，物体的速度达到最大
- C. 物体的最大速度为 $\sqrt{2a_0(x_2+x_3)}$
- D. $0 \sim x_2$ 过程中物体做匀加速直线运动， $x_2 \sim x_3$ 过程中物体做匀减速直线运动



4. 某同学研究小车在斜面上的匀加速直线运动。从某时刻开始计时，测量不同时刻 t 小车的位移 s ，根据 $\frac{s}{t}-t$ 图线判断，在 $t=0$ 时，小车的速度 $v_0=$ _____ m/s ；它在斜面上运动的加速度 $a=$ _____ m/s^2 。(结果保留 2 位有效数字)

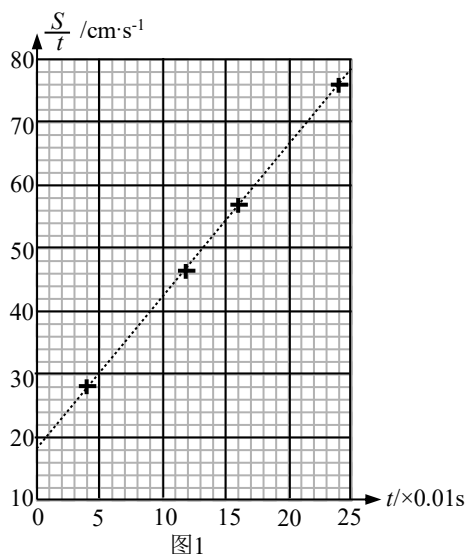


图1

【挑战】

1.摩天大楼中一部直通高层的客运电梯，行程超过百米。电梯的简化模型如图1所示。考虑安全、舒适、省时等因素，电梯的加速度 a 随时间 t 变化的。已知电梯在 $t=0$ 时由静止开始上升， $a-t$ 图像如图2所示。

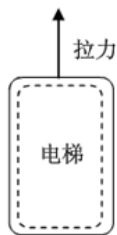


图1

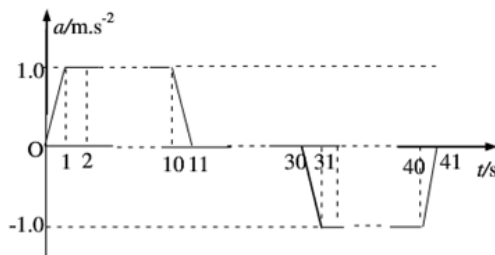


图2

类比是一种常用的研究方法。对于直线运动，教科书中讲解了由 $v-t$ 图像求位移的方法。请你借鉴此方法，对比加速度的和速度的定义，根据图2所示 $a-t$ 图像，求电梯：

- (1) 全过程的最大速度 v_m ;
- (2) 设第1s内、第2s内、第11s内电梯的位移分别为 S_I 、 S_{II} 、 S_{III} ，判断它们的大小关系，填在横线上（填“>”或“<”或“=”）
 S_I _____ S_{II} 、 S_{II} _____ S_{III} 、 S_I _____ S_{III}
- (3) 已知整个上升过程电梯运动300m，求 $S_I+S_{II}+S_{III}$ 等于多少？

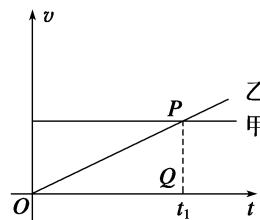


5: 图像的应用

1.某同学欲估算飞机着陆时的速度，他假设飞机在平直跑道上做匀减速运动，飞机在跑道上滑行的距离为 x ，从着陆到停下来所用的时间为 t ，实际上，飞机的速度越大，所受的阻力越大，则飞机着陆时的速度应是（ ）

- A. $v = \frac{x}{t}$ B. $v = \frac{2x}{t}$ C. $v > \frac{2x}{t}$ D. $\frac{x}{t} < v < \frac{2x}{t}$

2.甲、乙两车在公路上沿同一方向做直线运动，它们的 $v-t$ 图像如图所示。两图像在 $t=t_1$ 时相交于 P 点， P 在横轴上的投影为 Q ， $\triangle OPQ$ 的面积为 S 。在 $t=0$ 时刻，乙车在甲车前面，相距为 d 。已知此后两车相遇两次，且第一次相遇的时刻为 t' ，则下面四组 t' 和 d 的组合可能的是（ ）



- A. $t' = \frac{1}{2}t_1, d = \frac{1}{2}S$ B. $t' = \frac{1}{2}t_1, d = \frac{1}{4}S$
 C. $t' = \frac{1}{3}t_1, d = \frac{5}{9}S$ D. $t' = \frac{1}{3}t_1, d = \frac{4}{9}S$

3.历史上有些科学家曾把在相等位移内速度变化相等的单向直线运动称为“匀变速直线运动”（现称“另类匀变速直线运动”），“另类加速度”定义为 $A = (v_t - v_0) / s$ ，其中 v_0 和 v_t 分别表示某段位移 s 内的初速和末速。 $A > 0$ 表示物体做加速运动， $A < 0$ 表示物体做减速运动。而现在物理学中加速度的定义式为 $a = (v_t - v_0) / t$ ，下列说法正确的是（ ）

- A. 若 A 不变，则 a 也不变
 B. 若 $A > 0$ 且保持不变，则 a 逐渐变大
 C. 若 A 不变，则物体在中间位置处的速度为 $(v_0 + v_t) / 2$
 D. 若 A 不变，则物体在中间位置处的速度为 $\sqrt{(v_0^2 + v_t^2) / 2}$

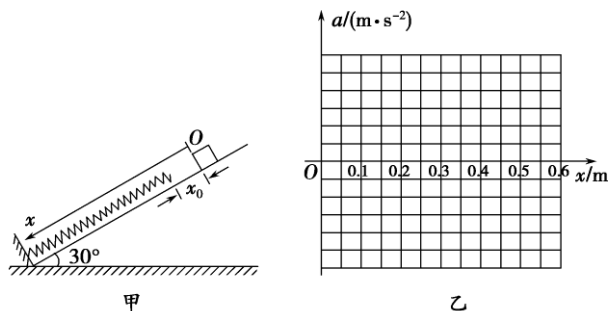
4. 一个物体原来静止在光滑的水平地面上，从 $t=0$ 时刻开始运动，在第 1, 3, 5, ... 奇数秒内，给物体施加方向向北的水平推力，使物体获得大小为 2 m/s^2 的加速度，在第 2, 4, 6, ... 偶数秒内，撤去水平推力。经过多长时间，物体位移的大小为 40.25 m ？

5. 蚂蚁离开蚁巢沿着直线爬行，它的速度 v 与到蚁巢中心距离 x 成反比。当蚂蚁爬到距蚁巢中心的距离为 1 m 时速度为 2 cm/s 。求蚂蚁从离蚁巢中心 1 m 处爬到离蚁巢中心 2 m 处共需多长时间？

6. 如图甲所示，在水平地面上固定一倾角为 30° 的光滑斜面，一劲度系数 $k=100 \text{ N/m}$ 的轻质弹簧，其下端固定在斜面底端，整根弹簧足够长且处于自然状态。质量为 $m=2.0 \text{ kg}$ 的滑块从距离弹簧上端 $x_0=0.35 \text{ m}$ 处由静止释放。设滑块与弹簧接触过程系统没有机械能损失，弹簧始终处在弹性限度内，取重力加速度大小为 $g=10 \text{ m/s}^2$ 。规定滑块释放处为坐标原点、沿斜面向下为位移 x 正向。

(1) 请在图乙所示的坐标纸上画出滑块下滑位移在 0.55 m 范围内，滑块加速度 a 随位移 x 变化的图象(即 $a-x$ 图象)；

(2) 由 $a-x$ 图象求出滑块下滑速度的最大值 v_m 。



6: 坐标系的价值——数学语言

1. 一物体从静止开始做匀加速直线运动，加速度大小为 a ，当速度为 v 时将加速度反向，大小恒定。为使这物体在相同的时间内回到原出发点，则反向后的加速度应为多大？回到原出发点的速度多大？

2. 一物体自空中的 A 点以一定的初速度竖直向上抛出， 3 s 后物体的速率变为 10 m/s ，不计空气阻力， $g=10 \text{ m/s}^2$ ，则关于物体此时的位置和速度方向的说法可能正确的是 ()

- A. 在 A 点上方 15 m 处，速度方向竖直向上
- B. 在 A 点上方 15 m 处，速度方向竖直向下
- C. 在 A 点上方 75 m 处，速度方向竖直向上
- D. 在 A 点上方 75 m 处，速度方向竖直向下

3.从地面上以初速度 $2v_0$ 竖直上抛物体 A ，相隔时间 T 后在同一初始位置再以初速度 v_0 竖直上抛物体 B 。重力加速度大小为 g ，不计空气阻力。

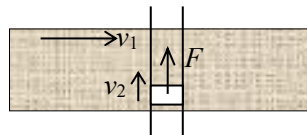
- (1) 若 B 上升到最高点时恰好与 A 相遇，求 T 应满足什么条件？
- (2) 若要使 A 、 B 在空中相遇，求 T 应满足什么条件？



7.相对运动（伽利略变换）

1.自行车以速度为 4m/s 向东行驶，骑车人感到风从正南方向吹来，当速度增加到 6m/s 时，骑车人又感到风是从东南方向吹来，求风速的大小。

2.如图所示（俯视图）皮带速度为 v_1 匀速运动，物体被限制在一水平轨道中，平行轨道的拉力 F 推动物体以速度 v_2 垂直皮带边匀速运动，已知物体质量为 m ，物体与皮带之间的动摩擦系数为 μ ，物体与轨道之间没有摩擦力，试求拉力 F 的大小。重力加速度大小为 g 。



8.多普勒效应

1. 如图 1 是在高速公路上用超声波测速仪测量车速的示意图，测速仪发出并接收超声波脉冲信号。根据发出和接收到的信号间的时间差，测出被测物体的速度。图中 p_1 、 p_2 是测速仪发出的超声波信号， n_1 、 n_2 分别是 p_1 、 p_2 由汽车反射回来的信号。设测速仪匀速扫描， p_1 、 p_2 之间的时间间隔 $\Delta t = 2.0\text{s}$ ，超声波在空气中传播的速度是 $v = 342\text{m/s}$ ，若汽车



图1

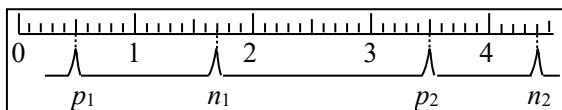


图2

是匀速运动的，则根据图 2 可知，汽车在接收到 p_1 、 p_2 两个信号之间的时间内_____（靠近或远离）测速仪，运动的距离是_____m，汽车的速度大小是_____m/s。

2.如图所示，声源 S 和观察者 A 都沿 x 轴正方向运动，相对于地面的速率分别为 v_S 和 v_A ，空气中声音传播的速率为 v_P ，设 $v_S < v_P$ ， $v_A < v_P$ ，空气相对于地面没有流动。

若声源相继发出两个声信号，时间间隔为 Δt ，请根据发出的这两个声信号从声源传播到观察者的过程，确定观察者接收到这两个声信号的时间间隔 $\Delta t'$ 。

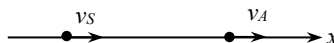


图3



9. 其他类型

1. 一质点沿直线 Ox 方向做加速运动，它离开 O 点的距离 x 随时间变化的关系为 $x=3+2t^3$ (m)，它的速度随时间变化的关系为 $v=6t^2$ (m/s)。则该质点在 $t=2$ s 时的瞬时速度和 $t=0$ 到 $t=2$ s 间的平均速度分别为()。

- A. 8 m/s, 24 m/s
C. 12 m/s, 24 m/s

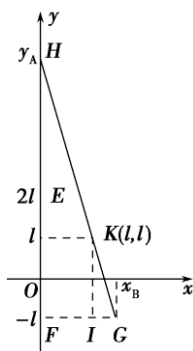
- B. 24 m/s, 8 m/s
D. 24 m/s, 12 m/s

2. 一物体在粗糙地面上以一定的初速度匀减速滑动。若已知物体在第 1 s 内位移为 8.0 m，在第 3 s 内位移为 0.5 m。则下列说法正确的是()。

- A. 物体的加速度大小一定为 4.0 m/s^2
B. 物体的加速度大小一定为 3.75 m/s^2
C. 物体在第 0.5 s 末速度一定为 8.0 m/s
D. 物体在第 2.5 s 末速度一定为 0.5 m/s

3. 水龙头开口竖直朝下，开口处 A 的直径是 2cm， A 离地面 B 的高度是 75cm，当水龙头打开时，从 A 处流出的水流速度是 1m/s，当空中形成了一完整的水流束，则该水流束在地面 B 处的截面直径约为多少？不计空气阻力， $g=10\text{m/s}^2$ 。

4. 水平桌面上有两个玩具车 A 和 B ，两者用一轻质细橡皮筋相连，在橡皮筋上有一红色标记 R 。在初始时橡皮筋处于拉直状态， A 、 B 和 R 分别位于直角坐标系中的 $(0, 2l)$ 、 $(0, -l)$ 和 $(0, 0)$ 点。已知 A 从静止开始沿 y 轴正向做加速度大小为 a 的匀加速运动， B 平行于 x 轴朝 x 轴正向匀速运动。在两车此后运动的过程中，标记 R 在某时刻通过点 (l, l) 。假定橡皮筋的伸长是均匀的，求 B 运动速度的大小。

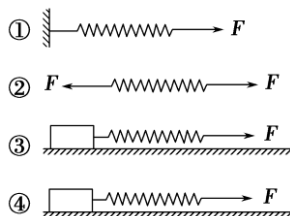


物理第二讲 相互作用



1. 弹力的再认识

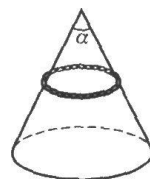
1. 如图所示，四个完全相同的弹簧都处于水平位置，它们的右端受到大小皆为 F 的拉力作用，而左端的情况各不相同：



- ① 弹簧的左端固定在墙上；
- ② 弹簧的左端受大小也为 F 的拉力作用；
- ③ 弹簧的左端拴一小物块，物块在光滑的桌面上滑动；
- ④ 弹簧的左端拴一小物块，物块在有摩擦的桌面上滑动。

若认为弹簧质量都为零，以 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 依次表示四个弹簧的伸长量，它们的大小关系是_____。

2. 如图所示，一质量均匀为 M 的链条套在一表面光滑、顶角为 α 的圆锥上，当链条在圆锥面上静止时，链条中的张力是多少？重力加速度为 g 。



3. 已知原长为 l_0 ，弹性系数为 k 的弹簧，其单位长度的质量为 ρ ，竖直悬挂在天花板上，求由其自重引起的伸长 Δl 。重力加速度为 g 。

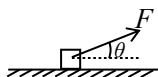
笔记:



2.全反力（弹力与摩擦力）

1.水平地面上有一质量为 m 木箱，木箱与地面之间的动摩擦因数为 μ ($0 < \mu < 1$)。现对木箱施加一拉力 F ，使木箱沿水平地面做匀速直线运动。重力加速度为 g 。

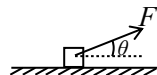
(1) 为了最省力， F 的方向与水平面夹角 θ 应为多少？此时 F 多大？



(2) 在倾角为 α 的斜面上使物体向上运动所需要的最小作用力 F 是多少？动摩擦系数仍为 μ 。

2. 水平地面上有一木箱，木箱与地面之间的动摩擦因数为 μ ($0 < \mu < 1$)。现对木箱施加一拉力 F ，使木箱做匀速直线运动。设 F 的方向与水平面夹角为 θ ，如图，在 θ 从 0 逐渐增大到 90° 的过程中，木箱的速度保持不变，则 ()

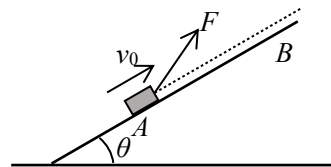
- A. F 先减小后增大
- B. F 一直增大
- C. 地面的摩擦力减小
- D. 地面的支持力减小



3. 如图所示，一质量 $m=0.4\text{kg}$ 的小物块，以 $v_0=2\text{m/s}$ 的初速度，在与斜面成某一夹角的拉力 F 作用下，沿斜面向上做匀加速运动，经 $t=2\text{s}$ 的时间物块由 A 点运动到 B 点， A 、 B 之间的距离 $L=10\text{m}$ 。已知斜面倾角 $\theta=30^\circ$ ，物块与斜面之间的动摩擦因数 $\mu=\sqrt{3}/3$ 。重力加速度 g 取 10 m/s^2 。

(1) 求物块加速度的大小及到达 B 点时速度的大小。

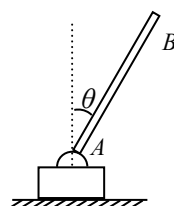
(2) 拉力 F 与斜面的夹角多大时，拉力 F 最小？拉力 F 的最小值是多少？



4. 有一倾角为 $\theta=45^\circ$ 的固定斜面，将一质量为 m 的正方体物块置于其上，若两者间的动摩擦因数为 μ ，且 $\mu < 1$ 。认为最大静摩擦力等于滑动摩擦力。重力加速度为 g 。

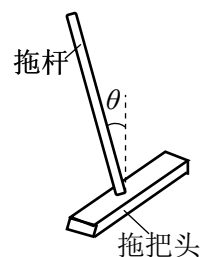
- (1) 为使物块不下滑，作用于物块上的最小力 F_1 为多少？
- (2) 为使物块沿斜面上滑，作用于物块上的最小力 F_2 又为多少？

5. 夹角 θ 小于某个值，那么无论连杆 AB 对滑块施加多大的作用力，都不可能使之滑动，且连杆 AB 对滑块施加的作用力越大，滑块就越稳定，工程力学上称为“自锁”现象。求自锁时 θ 应满足什么条件？设滑块与所在平面间的动摩擦因数为 μ 。



6. 拖把是由拖杆和拖把头构成的擦地工具（如图）。设拖把头的质量为 m ，拖杆质量可以忽略；拖把头与地板之间的动摩擦因数为常数 μ ，重力加速度为 g ，某同学用该拖把在水平地板上拖地时，沿拖杆方向推拖把，拖杆与竖直方向的夹角为 θ 。

- (1) 若拖把头在地板上匀速移动，求推拖把的力的大小。
- (2) 设能使该拖把在地板上从静止刚好开始运动的水平推力与此时地板对拖把的正压力的比值为 λ 。已知存在一临界角 θ_0 ，若 $\theta \leq \theta_0$ ，则不管沿拖杆方向的推力多大，都不可能使拖把从静止开始运动。求这一临界角的正切 $\tan \theta_0$ 。



笔记:

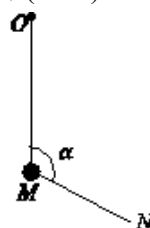


3. 共点力的平衡

方法归纳：余弦定理；正弦定理；正交分解；三角形法则。

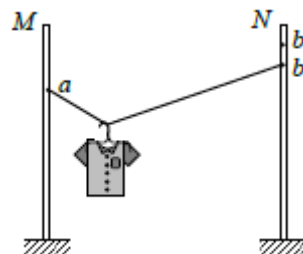
1. 如图，柔软轻绳 ON 的一端 O 固定，其中间某点 M 拴一重物，用手拉住绳的另一端 N ，初始时， OM 竖直且 MN 被拉直， OM 与 MN 之间的夹角为 α ($\alpha > \frac{\pi}{2}$)。现将重物向右上方缓慢拉起，并保持夹角 α 不变，在 OM 由竖直被拉到水平的过程中()

- A. MN 上的张力逐渐增大
- B. MN 上的张力先增大后减小
- C. OM 上的张力逐渐增大
- D. OM 上的张力先增大后减小



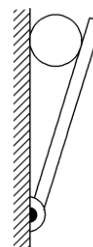
2. 如图所示，轻质不可伸长的晾衣绳两端分别固定在竖杆 M 、 N 上的 a 、 b 两点，悬挂衣服的衣架钩是光滑的，挂于绳上处于静止状态。如果只人为改变一个条件，当衣架静止时，下列说法正确的是()

- A. 绳的右端上移到 b' ，绳子拉力不变
- B. 将杆 N 向右移一些，绳子拉力变大
- C. 绳的两端高度差越小，绳子拉力越小
- D. 若换挂质量更大的衣服，则衣服架悬挂点右移

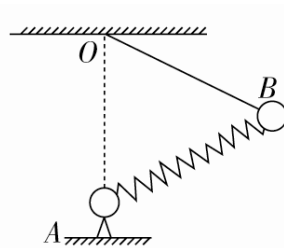


3. 如图，一小球放置在木板与竖直墙面之间。设墙面对球的压力大小为 N_1 ，球对木板的压力大小为 N_2 。以木板与墙连接点所形成的水平直线为轴，将木板从图示位置开始缓慢地转到水平位置。不计摩擦，在此过程中()

- A. N_1 始终减小， N_2 始终增大
- B. N_1 始终减小， N_2 始终减小
- C. N_1 先增大后减小， N_2 始终减小
- D. N_1 先增大后减小， N_2 先减小后增大

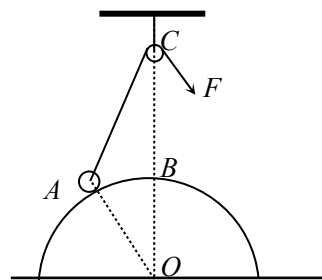


4. 如图所示, 质量均为 m 的小球 A 、 B 用劲度系数为 k_1 的轻弹簧相连, B 球用长为 L 的细绳悬于 O 点, A 球固定在 O 点正下方, 当小球 B 平衡时, 绳子所受的拉力为 T_1 , 弹簧的弹力为 F_1 ; 现把 A 、 B 间的弹簧换成原长相同但劲度系数为 $k_2(k_2 > k_1)$ 的另一轻弹簧, 在其他条件不变的情况下仍使系统平衡, 此时绳子所受的拉力为 T_2 , 弹簧的弹力为 F_2 , 则下列关于 T_1 与 T_2 、 F_1 与 F_2 大小之间的关系, 正确的是()

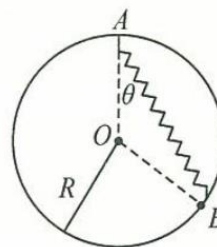


- A. $T_1 > T_2$
B. $T_1 = T_2$
C. $F_1 < F_2$
D. $F_1 = F_2$

5. 光滑的半球形物体固定在水平地面上，球心正上方有一光滑的小滑轮，轻绳的一端系一小球，靠放在半球上的 A 点，另一端绕过定滑轮后用力拉住，使小球静止，如图。现缓慢地拉绳，在使小球沿球面由 A 到 B 的过程中，半球对小球的支持力 N 和绳对小球的拉力 T 的大小如何变化？



6. 一个重为 G 的小环, 套在竖直放置的半径为 R 的光滑大圆上。一个劲度系数为 k , 自然长度为 L ($L < 2R$) 的轻质弹簧, 其上端固定在大圆环最高点, 下端与小环相接, 不考虑一切摩擦, 小环静止时弹簧与竖直方向的夹角为_____。



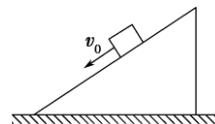


4. 整体法与隔离法

原理分析：作用力与反作用力可以合成吗？

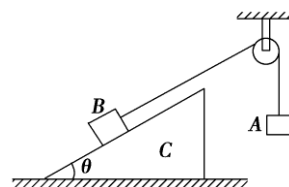
1. 如图，粗糙的水平地面上有一斜劈，斜劈上一物块正在沿斜面以速度 v_0 匀速下滑，斜劈保持静止，则地面对斜劈的摩擦力()。

- A. 等于零
- B. 不为零，方向向右
- C. 不为零，方向向左
- D. 取决于地面是否粗糙



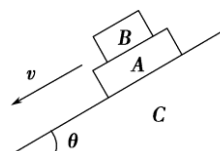
2. 如图所示，倾角为 θ 的斜面 C 置于水平地面上，小物块 B 置于斜面上，通过细绳跨过光滑的定滑轮与物体 A 相连接，连接 B 的一段细绳与斜面平行，已知 A 、 B 、 C 都处于静止状态。则()。

- A. B 受到 C 的摩擦力一定不为零
- B. C 受到地面的摩擦力一定为零
- C. C 有沿地面向右滑动的趋势，一定受到地面向左的摩擦力
- D. 将细绳剪断，若 B 依然静止在斜面上，此时地面对 C 的摩擦力为 0



3. 如图所示，物体 B 叠放在物体 A 上， A 、 B 的质量均为 m ，且上、下表面均与斜面平行，它们以共同速度沿倾角为 θ 的固定斜面 C 匀速下滑，则()

- A. A 、 B 间没有静摩擦力
- B. A 受到 B 的静摩擦力方向沿斜面向上
- C. A 受到斜面的滑动摩擦力大小为 $2mg\sin\theta$
- D. A 与 B 间的动摩擦因数 $\mu = \tan\theta$



4. 用轻质细绳把两个质量未知的小球悬挂起来，如图5所示，今对小球 a 持续施加一个向左偏下 30° 角的恒力，并对小球 b 施加一个向右偏上 30° 角的同样大小的恒力，最后系统达到平衡，下列能表示小球 a 、 b 处于平衡状态的示意图可能是图中的()

- A. (a) 图 B. (b) 图 C. (c) 图 D. (d) 图

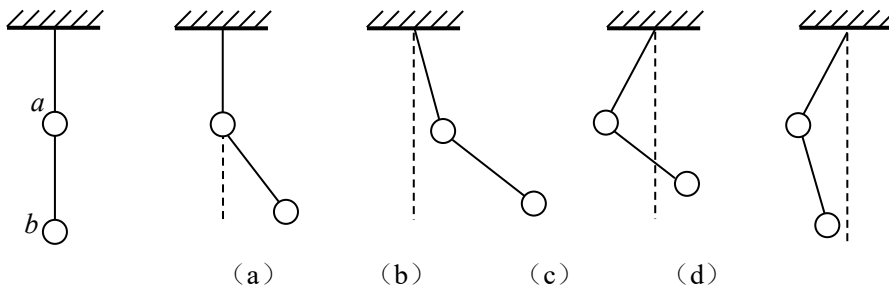
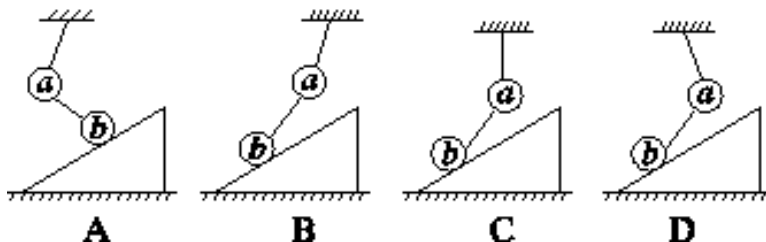
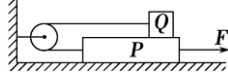


图5

5. a 、 b 两个质量相同的球用线相连接， a 球用线挂在天花板上， b 球放在光滑斜面上，系统保持静止(线的质量不计)，则图中正确的是()



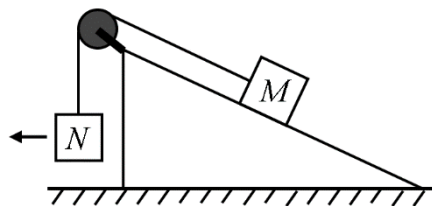
6. 如图所示，位于水平桌面上的物块 P ，由跨过定滑轮的轻绳与物块 Q 相连，从滑轮到 P 和到 Q 的两段绳都是水平的。已知 Q 与 P 之间以及 P 与桌面之间的动摩擦因数都是 μ ，两物块的质量都是 m ，滑轮的质量、滑轮轴上的摩擦都不计，若用一水平向右的力 F 拉 P 使它做匀速运动，则 F 的大小为()



- A. $4\mu mg$
C. $2\mu mg$

- B. $3\mu mg$
D. μmg

7. 如图，一粗糙斜面固定在地面上，斜面顶端装有一光滑定滑轮。一细绳跨过滑轮，其一端悬挂物块 N 。另一端与斜面上的物块 M 相连，系统处于静止状态。现用水平向左的拉力缓慢拉动 N ，直至悬挂 N 的细绳与竖直方向成 45° 。已知 M 始终保持静止，则在此过程中()



- A. 水平拉力的大小可能保持不变
B. M 所受细绳的拉力大小一定一直增加
C. M 所受斜面的摩擦力大小一定一直增加
D. M 所受斜面的摩擦力大小可能先减小后增加

8. 如图所示，完全相同的四个足球彼此相互接触叠放在水平面上，每个足球的质量都是 m ，不考虑转动情况，下列说法正确的是()

- A. 下面每个球对地面的压力均为 $\frac{4}{3}mg$
B. 下面的球不受地面给的摩擦力
C. 下面每个球受地面给的摩擦力均为 $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$
D. 上面球对下面每个球的压力均为 $\frac{\sqrt{6}}{6}mg$



物理第三讲 动力学一

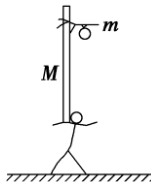


1: 广义连接体

原理分析:

【例题】

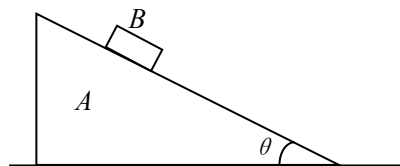
1. 如图所示为杂技“顶竿”表演，一人站在地上，肩上扛一质量为 M 的竖直竹竿，当竿上一质量为 m 的人以加速度 a 加速下滑时，竿对“底人”的压力大小为()。



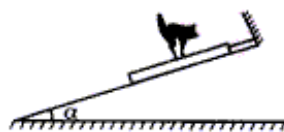
- A. $(M+m)g$ B. $(M+m)g - ma$
C. $(M+m)g + ma$ D. $(M-m)g$

2. 在水平面上放一质量为 M 的三角形木块 A ，其斜面的倾角为 θ ，在 A 的斜面上有质量为 m 的物体 B ，求下列情况下水平面对三角形木块 A 的支持力与摩擦力。重力加速度为 g 。

- (1) 物体 A 静止，物体 B 匀速下滑。
(2) 物体 A 静止且斜面光滑，物体 B 匀加速下滑。

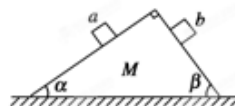


3. 如图，在倾角为 α 的固定光滑斜面上，有一用绳子拴着的长木板，木板上站着一只猫。已知木板的质量是猫的质量的 2 倍。当绳子突然断开时，猫立即沿着板向上跑，以保持其相对斜面的位置不变。则此时木板沿斜面下滑的加速度为()



- A. $\frac{g}{2} \sin \alpha$ B. $g \sin \alpha$ C. $\frac{3}{2} g \sin \alpha$ D. $2 g \sin \alpha$

4. 如图所示，一质量为 M 的斜面体放在水平桌面上，它的顶角为 90° ，两底角为 α 和 β ； a 、 b 是两个位于斜面上质量均为 m 的木块，已知所有接触面都是光滑的。现发现 a 、 b 沿斜面下滑，而斜面体静止不动，这时斜面体对水平桌面的压力等于()



- A. $Mg + mg$ B. $Mg + 2mg$
C. $Mg + mg(\sin \alpha + \sin \beta)$ D. $Mg + mg(\cos \alpha + \cos \beta)$



2：运动和力的关系（直线和曲线）

原理分析：

1.物体做曲线运动和直线运动的条件（合力的观点、分力的观点）

2.物体做加速运动和减速运动的条件（合力的观点、分力的观点）

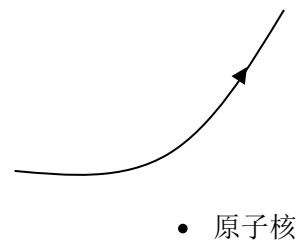
3.以斜上抛运动为例加深理解

4. 以小船靠岸分析速度关联

【例题】

1.如图所示，某带电粒子从原子核附近飞过，轨迹如图，原子核质量较大可视为固定不动。

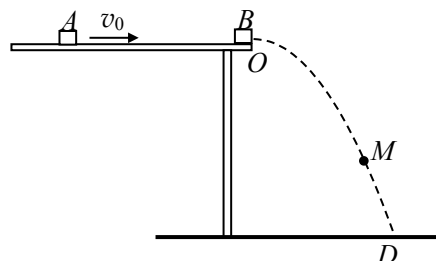
- （1）该粒子带什么性质的电荷？
- （2）什么位置粒子的速度有极值？
- （3）绘出该粒子的反粒子的轨迹线？



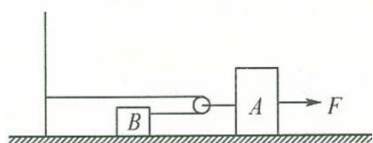
2. 有两个完全相同的小滑块 A 和 B ， A 沿光滑水平面以速度 v_0 与静止在平面边缘 O 点的 B 发生正碰，碰撞后二者交换速度。碰后 B 运动的轨迹为 OD 曲线，如图所示。

为了研究物体从光滑抛物线轨道顶端无初速下滑的运动，特制做一个与 B 平抛轨道完全相同的光滑轨道，并将该轨道固定在与 OD 曲线重合的位置，让 A 沿该轨道无初速下滑（经分析， A 下滑过程中不会脱离轨道），重力加速度为 g 。

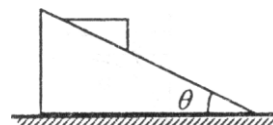
- 分析 A 沿轨道下滑到任意一点的速度 v_A 与 B 平抛经过该点的速度 v_B 的大小关系；
- 在 OD 曲线上有一 M 点， O 和 M 两点连线与竖直方向的夹角为 45° 。求 A 通过 M 点时的水平分速度和竖直分速度。



3. 如图所示，物块 A 、 B 质量分别为 $m_A=0.8\text{kg}$ ， $m_B=0.3\text{kg}$ ， A 、 B 与地面间的动摩擦系数均为 $\mu=0.2$ 。滑轮、绳子质量及摩擦均不计，外力 $F=4\text{N}$ 作用在 A 上。问 A 、 B 的加速度分别为多少？



4. 在足够大的光滑的水平面上有一质量为 M 、倾角为 θ 的光滑斜面，其上有一质量为 m 的物块，如图所示。重力加速度为 g ，求物块在下滑的过程中斜面与物块之间的作用力？



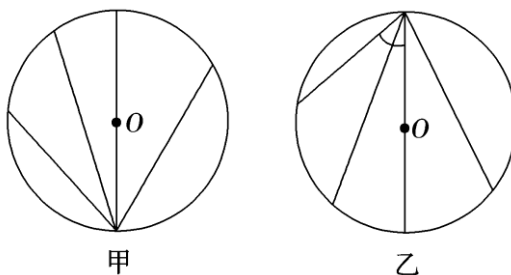


3.最速降落线问题

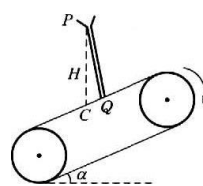
最快的路线不一定是最短的：最速降线问题

等时圆模型：如图甲，物体沿着位于同一竖直圆上的所有光滑细杆由静止下滑，到达圆周最低点的时间相等。

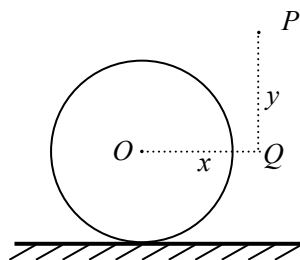
推论：若将图甲倒置成图乙的形式，同样可以证明物体从最高点由静止开始沿不同的光滑细杆到圆周上各点所用的时间相等。



1.如图所示，倾角为 α 的传送带，以一定的速度将送料机送来的料——货物，传送到仓库里。送料漏斗出口 P 距传送带的竖直高度为 H 。送料管 PQ 的内壁光滑且有一定的伸缩性(即，在 PQ 管与竖直夹角 θ 取不同值时，通过伸缩其长度总能保持其出口 Q 很贴近传送带)。为使被送料能尽快地从漏斗出口 P 点通过送料直管运送到管的出口 Q 点，送料直管与竖直方向夹角应取何值，料从 P 到 Q 所用时间最短，最短时间是多少？



2、如图所示，地面上有一固定的球面 O ，半径为 R ，球面的斜上方 P 处有一质点，离球心的水平距离 $x = \frac{3}{4}\sqrt{3}R$ ，竖直距离 $y = 1.25R$ 。现要确定一条从 P 到球面的光滑斜直轨道，求质点从静止开始沿轨道滑行到球面上所经的最短时间。已知重力加速度为 g 。



物理第四讲 动力学二



4. 摩擦力与相对运动

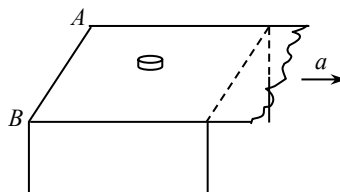
【点拨】

相对运动是分析板块模型、滑动摩擦力、传送带模型的重要方法，立足牛顿运动定律，灵活运用隔离法、图像法是常见技巧。

【分析】

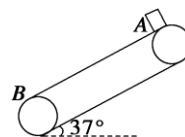
【例题】

1. 一小圆盘静止在桌布上，位于一方桌的水平桌面的中央。桌布的一边与桌的 AB 边重合，如图所示。已知盘与桌布间的动摩擦因数为 μ_1 ，盘与桌面间的动摩擦因数为 μ_2 。现突然以恒定加速度 a 将桌布抽离桌面，加速度方向是水平的且垂直于 AB 边。若圆盘最后未从桌面掉下，则加速度 a 满足的条件是什么？（以 g 表示重力加速度）



2. 如图所示，倾角为 37° ，长为 $l=16\text{ m}$ 的传送带，转动速度为 $v=10\text{ m/s}$ ，动摩擦因数 $\mu=0.5$ ，在传送带顶端 A 处无初速度地释放一个质量为 $m=0.5\text{ kg}$ 的物体。已知 $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ， $g=10\text{ m/s}^2$ 。求：

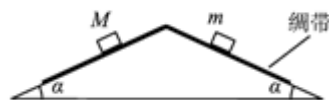
- (1) 传送带顺时针转动时，物体从顶端 A 滑到底端 B 的时间；
- (2) 传送带逆时针转动时，物体从顶端 A 滑到底端 B 的时间。



【练习】

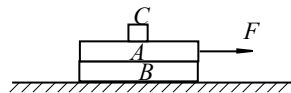
3. 如图所示，倾角为 α 的等腰三角形斜面固定在水平面上，一足够长的轻质绸带跨过斜面的顶端铺放在斜面的两侧，绸带与斜面间无摩擦。现将质量分别为 M 、 m ($M > m$) 的小物块同时轻放在斜面两侧的绸带上。两物块与绸带间的动摩擦因数相等，且最大静摩擦力与滑动摩擦力大小相等。在 α 角取不同值的情况下，下列说法正确的有（ ）

- A. 两物块所受摩擦力的大小总是相等
- B. 两物块不可能同时相对绸带静止
- C. M 不可能相对绸带发生滑动
- D. m 不可能相对斜面向上滑动

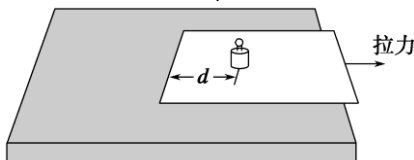


4. 如图所示，在水平桌面上叠放着质量均为 M 的 A 、 B 两块木板，在木板 A 的上方放着一个质量为 m 的物块 C ，木板和物块均处于静止状态。 A 、 B 、 C 之间以及 B 与地面之间的动摩擦因数都为 μ 。若用水平恒力 F 向右拉动木板 A ，使之从 C 、 B 之间抽出来，已知重力加速度为 g 。则拉力 F 的大小应该满足的条件是（ ）

- A. $F > \mu(2m + M)g$
- B. $F > \mu(m + 2M)g$
- C. $F > 2\mu(m + M)g$
- D. $F > 2\mu mg$



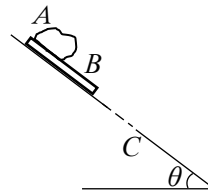
5. 如图所示，将小砝码置于桌面上的薄纸板上，用水平向右的拉力将纸板迅速抽出，砝码的移动很小，几乎观察不到，这就是大家熟悉的惯性演示实验。若砝码和纸板的质量分别为 m_1 和 m_2 ，各接触面间的动摩擦因数均为 μ ，重力加速度为 g 。



- (1) 当纸板相对砝码运动时，求纸板所受摩擦力的大小；
- (2) 要使纸板相对砝码运动，求所需拉力的大小；
- (3) 本实验中， $m_1 = 0.5 \text{ kg}$ ， $m_2 = 0.1 \text{ kg}$ ， $\mu = 0.2$ ，砝码与纸板左端的距离 $d = 0.1 \text{ m}$ ，取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。若砝码移动的距离超过 $l = 0.002 \text{ m}$ ，人眼就能感知。为确保实验成功，纸板所需的拉力至少多大？

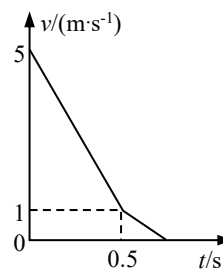
6. 下暴雨时，有时会发生山体滑坡或泥石流等地质灾害。某地有一倾角为 $\theta=37^\circ$ ($\sin 37^\circ=\frac{3}{5}$) 的山坡 C ，上面有一质量为 m 的石板 B ，其上下表面与斜坡平行； B 上有一碎石堆 A (含有大量泥土)， A 和 B 均处于静止状态，如图所示。假设某次暴雨中， A 浸透雨水后总质量也为 m (可视为质量不变的滑块)，在极短时间内， A 、 B 间的动摩擦因数 μ_1 减小为 $\frac{3}{8}$ ， B 、 C 间的动摩擦因数 μ_2 减小为 0.5 ， A 、 B 开始运动，此时刻为计时起点；在第 2s 末， B 的上表面突然变为光滑， μ_2 保持不变。已知 A 开始运动时， A 离 B 下边缘的距离 $l=27\text{m}$ ， C 足够长，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力。取重力加速度大小 $g=10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1) 在 $0\sim 2\text{s}$ 时间内 A 和 B 加速度的大小；
- (2) A 在 B 上总的运动时间。

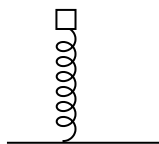


7. 一长木板在水平地面上运动，在 $t=0$ 时刻将一相对于地面静止的物块轻放到木板上，以后木板运动的速度-时间图像如图所示。已知物块与木板的质量相等，物块与木板间及木板与地面间均有摩擦，物块与木板间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力，且物块始终在木板上。取重力加速度的大小 $g=10\text{m/s}^2$ ，求：

- (1) 物块与木板间、木板与地面间的动摩擦因数；
- (2) 从 $t=0$ 时刻到物块与木板均停止运动时，物块相对于木板的位移的大小。



5. 弹簧振子

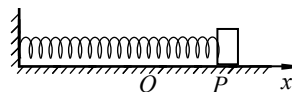


【例题】

1. 经典模型 如图所示，若水平面不光滑，且已知小滑块与水平面之间的动摩擦因数为 μ 。仍以弹簧原长时小滑块的位置 O 为坐标原点，建立水平向右的坐标轴 Ox ，将小滑块沿水平面向右拉到距离 O 点为 l_0 的 P 点按住 ($l_0 > \mu mg/k$)。计算中可以认为滑动摩擦力与最大静摩擦力大小相等，已知重力加速度为 g ，弹簧的劲度系数为 k 。

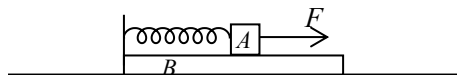
①若放手后小滑块第一次经过 O 点向左运动至最远点 Q ，求 Q 点与 O 点的距离，并分析如果小滑块在 Q 点停不住， l_0 与 μ 、 m 和 k 等物理量之间应满足什么条件；

②若放手后小滑块第二次经过 O 点后在向右运动的过程中逐渐减速最终静止，求小滑块从 P 点开始运动的整个过程中所通过的总路程。



2. 双弹簧振子 如图所示，两质量相等的物块 A 、 B 通过一轻质弹簧连接， B 足够长、放置在水平面上，所有接触面均光滑。弹簧开始时处于原长，运动过程中始终处在弹性限度内。在物块 A 上施加一个水平恒力 F ， A 、 B 从静止开始运动到第一次速度相等的过程中，下列说法中正确的有 ()

- A. 当 A 、 B 加速度相等时，弹簧的形变量最大
- B. 当 A 、 B 加速度相等时， A 、 B 的速度差最大
- C. 当 A 、 B 的速度相等时， A 的速度达到最大
- D. 当 A 、 B 的速度相等时，弹簧的形变量最大



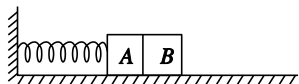
3. 分离条件

1. 应用物理知识分析生活中的常见现象，可以使物理学习更加有趣和深入。例如平伸手掌托起物体，由静止开始竖直向上运动，直至将物体抛出。对此现象分析正确的是 ()

- A. 受托物体向上运动的过程中，物体始终处于超重状态
- B. 受托物体向上运动的过程中，物体始终处于失重状态
- C. 在物体离开手的瞬间，物体的加速度大于重力加速度
- D. 在物体离开手的瞬间，手的加速度大于重力加速度

2. 如图所示，质量均为 $m=3\text{ kg}$ 的物块 A 、 B 紧挨着放置在粗糙的水平地面上，物块 A 的左侧连接一劲度系数为 $k=100\text{ N/m}$ 的轻质弹簧，弹簧另一端固定在竖直墙壁上。开始时两物块压紧弹簧并恰好处于静止状态，现使物块 B 在水平外力 F 作用下向右做 $a=2\text{ m/s}^2$ 的匀加速直线运动直至与 A 分离，已知两物块与地面间的动摩擦因数均为 $\mu=0.5$ ， g 取 10 m/s^2 。求：

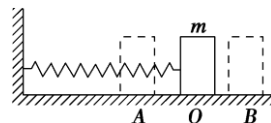
- (1) 物块 A 、 B 分离时所加外力 F 的大小；
- (2) 物块 A 、 B 由静止开始运动到分离所用的时间；
- (3) 如果水平地面改为倾角为 37° 的光滑斜面，开始时两物块压紧弹簧并处于静止状态，其他条件不变，重做 (1)、(2)。



【练习】

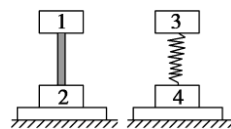
1. 如图所示，弹簧左端固定，右端自由伸长到 O 点并系住质量为 m 的物体，现将弹簧压缩到 A 点，然后释放，物体可以一直运动到 B 点。如果物体受到的阻力恒定，则()

- A. 物体从 A 到 O 先加速后减速
- B. 物体从 A 到 O 做加速运动，从 O 到 B 做减速运动
- C. 物体运动到 O 点时，所受合力为零
- D. 物体从 A 到 O 的过程中，加速度逐渐减小

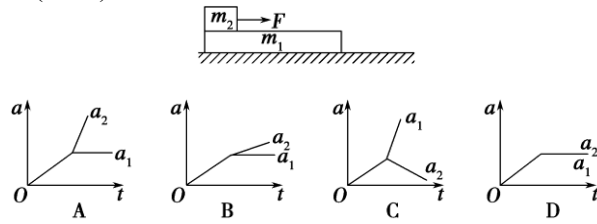


2. 如图所示，物块 1、2 间用刚性轻质杆连接，物块 3、4 间用轻质弹簧相连，物块 1、3 质量为 m ，2、4 质量为 M ，两个系统均置于水平放置的光滑木板上，并处于静止状态。现将两木板沿水平方向突然抽出，设抽出后的瞬间，物块 1、2、3、4 的加速度大小分别为 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 ，重力加速度大小为 g ，则有()。

- A. $a_1=a_2=a_3=a_4=0$
- B. $a_1=a_2=a_3=a_4=g$
- C. $a_1=a_2=g$ ， $a_3=0$ ， $a_4=\frac{m+M}{M}g$
- D. $a_1=g$ ， $a_2=\frac{m+M}{M}g$ ， $a_3=0$ ， $a_4=\frac{m+M}{M}g$



3. 如图所示，在光滑水平面上有一质量为 m_1 的足够长的木板，其上叠放一质量为 m_2 的木块。假定木块和木板之间的最大静摩擦力和滑动摩擦力相等。现给木块施加一随时间 t 增大的水平力 $F=kt$ (k 是常数)，木板和木块加速度的大小分别为 a_1 和 a_2 。下列反映 a_1 和 a_2 的变化的图线中正确的是()。



4. 如图所示，一弹簧秤秤盘 $M=1.5\text{kg}$ ，其内放一个质量 $m=10.5\text{kg}$ 的物体 P ，轻弹簧的劲度系数 $k=800\text{N/m}$ ，系统原来处于静止状态。现给物体 P 施加一竖直向上的拉力 F ，使 P 由静止开始向上作匀加速直线运动。已知在前 0.2s 时间内 F 是变力，在 0.2s 以后是恒力。求力 F 的最小值和最大值各多大？取 $g=10\text{m/s}^2$ 。

