

第三章、牛顿运动定律

第二节、运动定律的解题方法

【知识要点回顾】

一、运动牛顿运动定律的基本步骤

- 1、明确研究对象
- 2、分析研究对象的____及____状态，同时画出正确的_____图和_____图
- 3、选取正方向或建立直角坐标系，将各个力分解在_____方向和_____方向，根据_____列方程，在_____方向上 $F_{\text{合}} = \text{_____}$ ，在_____方向上 $F_{\text{合}} = \text{_____}$ 。
- 4、解方程，检验，求出结果。

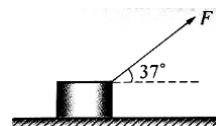
二、两类典型问题

1、由受力情况判断物体的运动情况

(1) 基本思路：

(2) 解题步骤：

例题 1 工人用绳索拉铸件，从静止开始在水平面上前进。如果铸件的质量是 20kg ，铸件与地面间的动摩擦因数是 0.25 ，工人用 60N 的力拉动铸件，绳跟水平方向的夹角为 37° 并保持不变。经 4s 后松手，问送售后铸件开能前进多远？



2、由运动情况判断受力情况

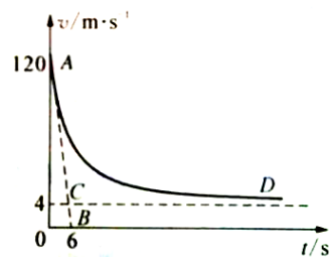
(1) 基本思路：

(2) 解题步骤：

例题 2 “神舟五号”返回地球，穿越大气层后，在一定的高度打开阻力降落伞进一步减速下降，这一过程中若返回舱所受的下降空气阻力与速度的平方成正比，所受空气浮力恒定不变，且认为返回舱竖直降落。从某时刻开始计时，返回舱运动的 $v-t$ 图像如图中的 AD 曲线所示，图中 AB 是曲线在 A 点的切线，切线交于横轴上一点 B ，其坐标为 $(6, 0)$ ， CD 是曲线 AD 的渐近线，假如返回舱的总质量 $M=400\text{kg}$ ， $g=10\text{m/s}^2$ ，问：

(1) 开始计时时返回舱的加速度多大？

(2) 在这一阶段返回舱所受的浮力多大？（答案保留整数）



三、整体法与隔离法基本步骤

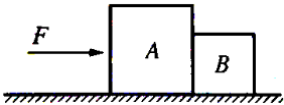
整体分析：

- 1、明确研究的系统或运动的全过程
- 2、画出系统的受力图 and 运动全过程的示意图
- 3、寻找未知量与已知量之间的关系，选择适当的物理规律列方程求解

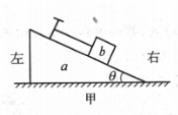
隔离分析：

- 1、明确研究对象或过程、状态，选择隔离对象。选择原则是：一要包含待求量，二是所选隔离对象和所列方程数尽可能少
- 2、将研究对象从系统中隔离出来；或将研究的某状态、某过程从运动的全过程中隔离出来
- 3、对隔离出的研究对象、过程、状态分析研究，画出某状态下的受力图或某阶段的运动过程示意图。
- 4、寻找未知量与已知量之间的关系，选择适当的物理规律列方程求解

例题 3 如图所示， A 、 B 两木块的质量分别为 m_A 、 m_B ，在水平推力 F 作用下沿光滑水平面匀加速向右运动，求 A 、 B 间的弹力 N 。如果水平面与两个木块的摩擦系数为 μ ，那么弹力 N 又是多少？



例题 4 如图甲所示，水平地面上有一楔形物块 a ，其斜面上有一小物块 b ， b 与平行于斜面的细绳的一端相连，细绳的另一端固定在斜面上。 a 与 b 之间光滑， a 和 b 以共同速度在地面轨道的光滑段向左运动。当它们刚运行至轨道的粗糙段时（ ）。



- A. 绳的张力减小， b 对 a 的正压力减小
- B. 绳的张力增加，斜面对 b 的支持力增加
- C. 绳的张力减小，地面对 a 的支持力增加
- D. 绳的张力增加，地面对 a 的支持力减小

四、临界状态

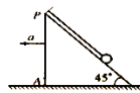
1、什么是临界状态？

2、临界状态的特点是什么？

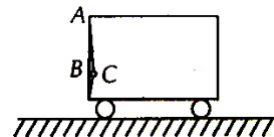
3、牛顿运动定律中常见的临界状态

临界情况	临界条件
速度达到最大	
刚好不相撞	
刚好不分离	
刚好不上（下）滑保持物体静止在斜面上	
绳刚好被拉直	
绳刚好被拉断	

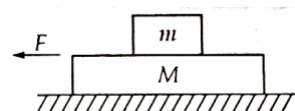
例题 5 如图，细线的一端固定于倾角为 45° 的光滑斜面 A 的顶端 P 处，细线的另一端拴一质量为 m 的小球。当滑块至少以加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ 向左运动时，小球对滑块的压力等于零，当滑块以 $a = 2g$ 的加速度向左运动时，线中拉力 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



例题 6 如图所示，一轻绳上端系在车的左上角的 A 点，另一轻绳一端系在车左端 B 点， B 点在 A 点正下方， A 、 B 距离为 $\sqrt{2}b$ ，两绳另一端在 C 点相结并系一质量为 m 的小球，绳 AC 长度为 $\sqrt{2}b$ ，绳 BC 长度为 b 。两绳能够承受的最大拉力均为 $2mg$ 。求绳子不断时的最大加速度。



例题 7 如图所示，质量为 M 的木板上放着一质量为 m 的木块，木块与木板间的动摩擦因数为 μ_1 ，木板与地面间动摩擦因数为 μ_2 。求加在木板上的力 F 至少为多大时，才能将木板从木块下抽出？



例题 8 如图所示，在光滑水平面上放着紧靠在一起的 A 、 B 两物体， B 的质量是 A 的 2 倍， B 受到向右的恒力 $F_B = 2N$ ， A 受到的水平力 $F_A = (9 - 2t) N$ 。从 $t = 0$ 开始计时，则 ()

A、 A 物体在 $3s$ 末时刻的加速度是初始时刻的 $5/11$ 倍

B、 $t > 4s$ 后， B 物体做匀加速直线运动

C、 $t = 4.5s$ 时， A 物体的速度为零

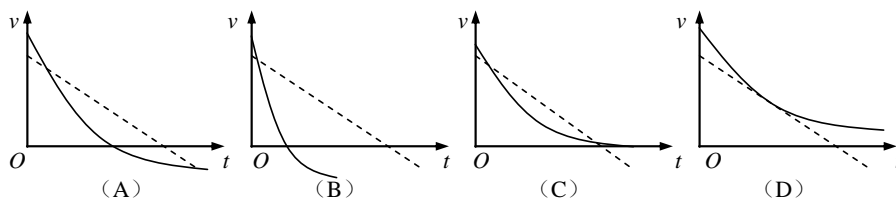
D、 $t > 4.5s$ 后， AB 的加速度方向相反



四、动力学图像问题

1、通过 $v-t$ 图像、 $s-t$ 图像分析动力学问题：

例题 9 以不同初速度将两个物体同时竖直向上抛出并开始计时，一个物体所受空气阻力可以忽略，另一个物体所受空气阻力大小与物体速率成正比，下列用虚线和实线描述两物体运动的 $v-t$ 图像可能正确的是 ()



2、通过 a 、 F 、 t 等关系图像分析动力学问题

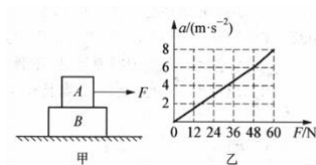
例题 10 如图甲所示，在光滑水平面上叠放着 A 、 B 两物体，现对 A 施加水平向右的拉力 F ，通过传感器可测得物体 A 的加速度 a 随拉力 F 变化的关系图像如图乙所示。则由图像可知：

A、物体 A 的质量为 $2kg$

B、物体 A 的质量为 $6kg$

C、物体 A 、 B 间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$

D、物体 A 、 B 间的动摩擦因数 $\mu = 0.6$

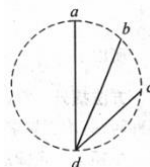


五、等时圆问题

1、等时圆规律的适用条件：

2、运用等时圆规律解题的一般步骤：

例题 11 如图所示， ad 、 bd 、 cd 是竖直面内三根固定的光滑细杆， a 、 b 、 c 、 d 位于同一圆周上， a 点为圆周的最高点， d 点为圆周的最低点。每根杆上都套着一个小滑环，三个滑环分别从 a 、 b 、 c 处释放（初速度为零），则三个滑环滑到 d 点所用的时间大小有什么关系？为什么？如果杆与滑环之间粗糙，摩擦因数为 μ ，那么关系又是什么？



六、牛顿运动定律中的复杂运动问题

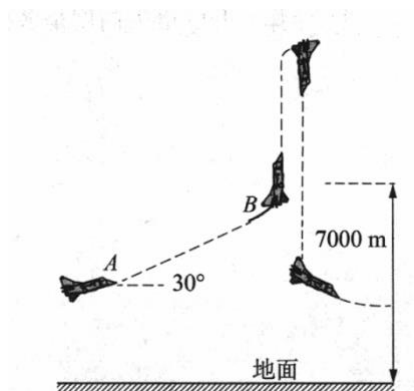
解决多过程问题的一般思路：

例题 12 为了使航天员能适应在失重环境下的工作和生活，国家航天局组织对航天员进行失重训练。故需要创造一种失重环境；训练客机总重 $5 \times 10^4 \text{ kg}$ ，航天员乘坐到训练客机上后，以 200 m/s 速度沿 30° 倾角爬升到 7000 m 高空后飞机向上拉起，沿竖直方向以 200 m/s 的初速度向上做匀减速直线运动，匀减速的加速度为 g ，当飞机到最高点后立即掉头向下，仍沿竖直方向以加速度为 g 加速运动，在前段时间内创造出完全失重，当飞机离地 2000 m 高时为了安全必须拉起，后又可一次次重复对航天员进行失重训练。若飞机飞行时所受的空气阻力 $f = kv$ ($k = 900 \text{ N} \cdot \text{s/m}$)，每次飞机速度达到 350 m/s 后必须终止失重训练（否则飞机可能失速）。求：

(1) 飞机一次上下运动为航天员创造的完全失重的时间；

(2) 飞机下降离地 4500 m 时飞机发动机的推力（整个运动空间重力加速度不变）；

(3) 经过几次飞行后，驾驶员想在保持其他条件不变，在失重训练时间不变的情况下，降低飞机拉起的高度（在 B 点前把飞机拉起）以节约燃油，若不考虑飞机的长度，计算出一次最多能节约的能量。



【针对练习】

一、牛顿运动定律的两类基本问题

1、竖直上抛物体受到的空气阻力 f 大小恒定，物体上升到最高点时间为 t_1 ，从最高点再落回抛出点历时 t_2 ，上升时加速度大小为 a_1 ，下降时加速度大小为 a_2 ，则 ()

- A、 $a_1 < a_2$, $t_1 < t_2$ B、 $a_1 > a_2$, $t_1 > t_2$ C、 $a_1 < a_2$, $t_1 > t_2$ D、 $a_1 > a_2$, $t_1 < t_2$

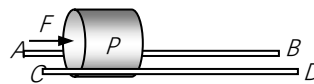
2、一质量为 m 的物体，放在粗糙水平面上，受水平推力 F 的作用产生加速度 a ，物体所受摩擦力为 f ，当水平推力变为 $2F$ 时 ()

- A、物体的加速度小于 $2a$ B、物体的加速度大于 $2a$
C、物体的加速度等于 $2a$ D、物体所受摩擦力变为 $2f$

3、如图所示，两根粗糙的直木棍 AB 和 CD 相互平行，固定在同一个水平面上。一个圆柱形工件 P 架在两木棍之间，在水平向右的推力 F 的作用下，向右做匀加速运动。若保持两木棍在同一水平面内，但将它们间的距离稍微减小一些后固定，仍将圆柱形工件 P 架在两木棍之间，用同样大小的水平推力 F 向右推该工件，则下列说法

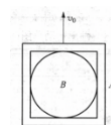
中正确的是 ()

- A、可能向右做匀速运动 B、一定向右加速运动
C、一定向右减速运动 D、可能静止不动



4、如图所示，小球 B 放在真空容器 A 内，球 B 的直径恰好等于正方体 A 的边长，将它们以初速度 v 竖直向上抛出， A 受到的空气阻力与速度大小成正比，下列说法中正确的是 ()。

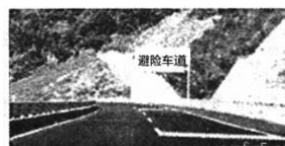
- A、上升过程中， A 对 B 作用力向上且越来越小
B、上升过程中， A 对 B 作用力向下且越来越小
C、下降过程中， A 对 B 作用力向上且越来越小
D、下降过程中， A 对 B 作用力向下且越来越小



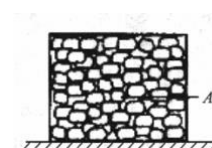
5、如图所示是公路上的“避险车道”，车道表面是粗糙的碎石，其作用是供下坡的汽车在刹车失灵的情况下避险。质量 $m=2.0 \times 10^3 \text{ kg}$ 的汽车沿下坡行驶，当驾驶员发现刹车失灵的同时发动机失去动力，此时速度表示数 $v_1=36 \text{ km/h}$ ，汽车继续沿下坡匀加速直行 $l=350 \text{ m}$ 、下降高度 $h=50 \text{ m}$ 时到达“避险车道”，此时速度表示数 $v_2=72 \text{ km/h}$ 。

(1) 求汽车在下坡过程中所受的阻力；

(2) 若“避险车道”与水平面间的夹角为 17° ，汽车在“避险车道”受到的阻力是在下坡公路上的 3 倍，求汽车在“避险车道”上运动的最大位移 ($\sin 17^\circ \approx 0.3$)。



6、如图所示，一装满土豆的箱子，以一定的初速度在动摩擦因数为 μ 的水平地面上做匀减速运动，不计其他外力及空气阻力，则中间一质量为 m 的土豆受到其他土豆对它的作用力大小应该是多少？

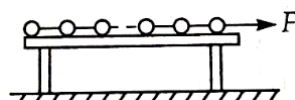


7、楼梯口一倾斜的天花板与水平面成 $\theta=37^\circ$ ，一装潢工人手持木杆帮着刷子粉刷天花板。工人所持木杆对刷子的作用力始终保持竖直向上，大小为 $F=10\text{N}$ ，刷子的质量为 $m=0.5\text{kg}$ ，刷子可视为质点。刷子与板间的动摩擦系数为 0.5 ，天花板长 $L=4\text{m}$ ，试求：

- (1) 刷子沿天花板向上运动时的加速度
- (2) 工人把刷子从天花板底端由静止开始推到顶端所用的时间

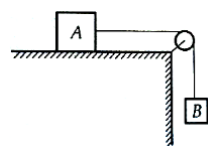
二、整体法与隔离法问题

1、光滑水平桌面上有一链条如图所示，共有 $(P+Q)$ 个环，每个环的质量均为 m ，链条右端受到一个水平力 F ，则从右向左数，第 P 环对第 $(P+1)$ 环的拉力是（ ）



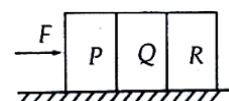
- A、 $QF/(P+Q)$ B、 $PF/(P+Q)$ C、 F D、 $(P+1)F$

2、如图所示，在光滑的水平桌面上有一个物体 A ，通过绳子与物体 B 相连，假设绳子的质量以及绳子与定滑轮间的摩擦力都可以忽略不计，绳子不可伸长，如果 $m_B=3m_A$ ，则物体 A 的加速度大小等于（ ）



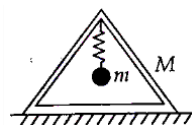
- A、 $3g$ B、 g C、 $3g/4$ D、 $g/2$

3、如图所示，用力 F 推放在光滑水平面上的物体 P 、 Q 、 R ，使其做匀加速运动，若 P 和 Q 之间的相互作用力为 6N ， Q 和 R 之间的相互作用力为 4N ， Q 的质量是 2kg ，则 R 的质量是（ ）



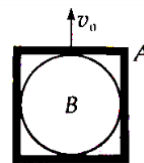
- A、 2kg B、 3kg C、 4kg D、 5kg

4、如图所示，质量为 M 的框架放在水平地面上，一轻弹簧上端固定一个质量为 m 的小球，小球上下振动时，框架始终没有跳起。当框架对地面压力为零瞬间，小球的加速度大小为（ ）

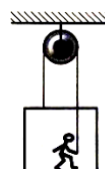


- A、 g B、 $(M-m)g/m$ C、 0 D、 $(M+m)g/m$

5、物体 B 放在真空容器 A 内，且 B 略小于 A 。现将它们以初速度 v_0 竖直向上抛出，如图所示。若不计空气阻力，系统在上升、下落过程中， B 对 A 的压力为_____，若考虑空气阻力 f ，系统在上升过程中 B 对 A 的压力为_____，下落过程中， B 对 A 的压力为_____。



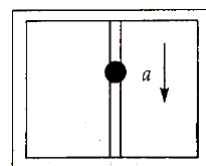
6、一人在井下站在吊台上，用如图所示的定滑轮装置拉绳把吊台和自己提升上来。图中跨过滑轮的两段绳都认为是竖直的且不计摩擦。吊台的质量 $m=15\text{kg}$ ，人的质量为 $M=55\text{kg}$ ，启动时吊台向上的加速度是 $a=0.2\text{m/s}^2$ ，求这时人对吊台的压力。



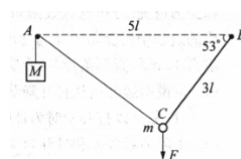
7、如图，倾角为 α 的斜面与水平面间、斜面与质量为 m 的木块间的动摩擦因数均 μ ，木块由静止开始沿斜面加速下滑时斜面始终保持静止。求水平面给斜面的摩擦力。



8、如图所示，质量为 M 的木箱放在水平面上，木箱中的立杆上套着一个质量为 m 的小球，开始时小球在杆的顶端，由静止释放后，小球沿杆下滑的加速度为重力加速度的 $1/2$ ，则小球在下滑的过程中，木箱对地面的压力为多大？



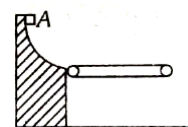
9、如图所示，钉子 A、B 相距 $5l$ ，处于同一高度。细线的一端系有质量为 M 的小物块，另一端绕过 A 固定于 B。质量为 m 的小球固定在细线上 C 点，B、C 间的线长为 $3l$ 。用手竖直向下拉住小球，使小球和物块都静止，此时 BC 与水平方向的夹角为 53° 。松手后，小球运动到与 A、B 相同高度时的速度恰好为零，然后向下运动。忽略一切摩擦，重力加速度为 g ，取 $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ 。求：



- (1) 小球受到手的拉力大小 F
- (2) 物块和小球的质量之比 $M:m$;
- (3) 小球向下运动到最低点时，物块 M 所受的拉力大小 T 。

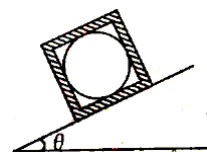
三、牛顿运动定律的临界问题

1、如图所示，物块 A 从滑槽某一不变高度滑下后又滑上粗糙的水平传送带，传送带静止不动时，A 滑至传送带最右端的速度为 v_1 ，需时 t_1 ，若传送带逆时针转动，A 滑至传送带最右端速度为 v_2 ，需时 t_2 ，则 ()



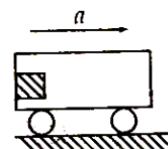
- A、 $v_1 > v_2$, $t_1 < t_2$ B、 $v_1 < v_2$, $t_1 < t_2$ C、 $v_1 > v_2$, $t_1 > t_2$ D、 $v_1 = v_2$, $t_1 = t_2$

2、如图所示，质量为 m 的小球放在一个内壁光滑的盒子里，盒子从倾角为 θ 的斜面顶端下滑。已知盒子和斜面的动摩擦因数为 μ ，那么在盒子下滑的过程中，小球对盒子的压力的方向和大小是 ()



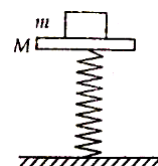
- A、若 $\mu > \tan \theta$ ，则对盒子的前壁有压力，大小为 $\mu mg \tan \theta$
 B、若 $\mu = \tan \theta$ ，则对盒子的前后壁的压力均为零
 C、若 $\mu < \tan \theta$ ，则对盒子的前壁有压力，大小为 $mg \sin \theta$
 E、若 $\mu < \tan \theta$ ，则对盒子的后壁有压力，大小为 $\mu mg \cos \theta$

3、如图所示，在前进的车厢的竖直后壁上放一个物体，物体与壁间的静摩擦系数为 μ ，要使物体不至于下滑，车厢至少应以多大的加速度前进 ()

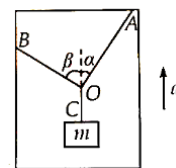


- A、 g/μ B、 $g\mu$ C、 μ/g D、 g

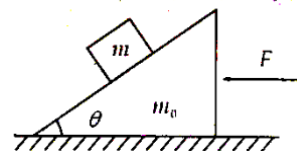
4、如图所示，用一轻弹簧把质量为 m 和 M 的两物体连接在一起，放在水平地面上，在 m 上加一竖直压力使弹簧压缩，当把 F 突然撤去瞬间， m 的加速度大小是_____。 F 撤去后，为使 m 上跳中恰能将 M 提离地面，则所加压力 F 的最小值是_____。



5、如图所示，升降机中质量为 m 的物体 C 通过轻绳结于 O 点悬挂起来，OC 能承受的最大拉力为 $3mg$ ，OA 和 OB 绳能承受的最大拉力为 $\sqrt{3}mg$ ，OA、OB 绳与竖直方向的夹角分别为 60° 和 30° ，为防止绳子被拉断，升降机加速上升时，加速度的最大值为_____。

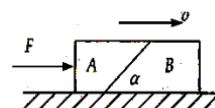


6、如图所示，三角形滑块的质量为 m_0 ，斜面倾角为 θ ，一个质量为 m 的滑块放于三角形斜面上刚好匀速下滑。已知三角形斜面与地面间的动摩擦因数与滑块 m 与斜面间的动摩擦因数相同。当用水平力 F 作用于三角形斜面上时， m_0 和 m 一起向左运动，且没有相对运动趋势，则 $F=_____$ 。



7、如图所示，两个质量都是 m 的滑块 A 和 B，紧挨着并排放在水平桌面上，A、B 间的接触面垂直于图中直面且与水平面成 α 角，所有接触面都光滑无摩擦，现用一个水平推力作用于滑块 A 上，使 A、B 一起向右做加速运动，试求：

- (1) 如果要 A、B 间不发生相对滑动，它们共同向右的最大加速度是多少？
- (2) 要使 A、B 间不发生相对滑动，水平推力的大小应在什么范围内？



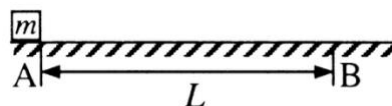
8、拖把是由拖杆和拖把头构成的擦地工具（如图）。设拖把头的质量为 m ，拖杆质量可以忽略；拖把头与地板之间的动摩擦因数为常数 μ ，重力加速度为 g ，某同学用该拖把在水平地板上拖地时，沿拖杆方向推拖把，拖杆与竖直方向的夹角为 θ 。

- (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 $\tan \theta_0$ 。



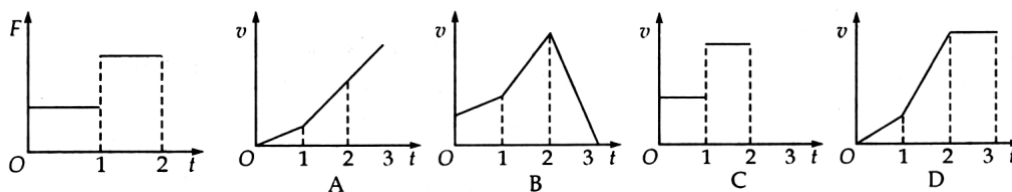
9、如图，质量 $m=2\text{kg}$ 的物体静止于水平地面的 A 处，A、B 间距 $L=20\text{m}$ 。用大小为 30N ，沿水平方向的外力拉此物体，经 $t_0=2\text{s}$ 拉至 B 处。

- (1) 求物体与地面间的动摩擦因数 μ ；
- (2) 用大小为 30N ，与水平方向成 37° 的力斜向上拉此物体，使物体从 A 处由静止开始运动并能到达 B 处，求该力作用的最短时间 t 。

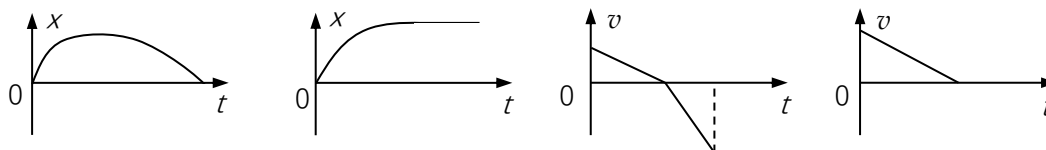


四、牛顿运动定律的图像问题与等时圆

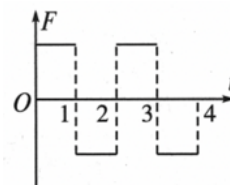
1、一静止物体受合外力随时间变化关系如左图，则它运动的速度图线应是图（ ）



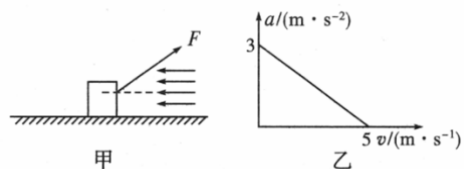
2、某物体以一定的初速度沿足够长的斜面从底端向上滑去，此后该物体的运动图象（图中 x 是位移、 v 是速度、 t 是时间）不可能的是[]



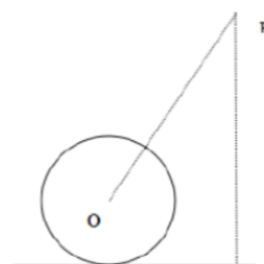
3、如图所示为某个小球所受的合力与时间的关系，各段的合力大小相同，作用时间相同，且一直作用下去，设小球从静止开始运动，请描述小球的运动情况，并说明为什么。



4、一质量为 2kg 的物体在水平方向成 37° 恒力 $F=10\text{N}$ 作用下沿粗糙的水平面向右运动如图甲所示，运动过程中，风对物体的作用力沿水平方向向左，其大小与风速 v 成正比，比例系数用 k 表示，物体加速度 a 与风速 v 的关系如图所示，求物体与水平面间的动摩擦因数 μ 与比例系数 k



5、如图所示，地面上有一个固定的球面，球半径为 R ，球面的斜上方 P 处有一个质点（ P 与球心 O 在同一个竖直平面内）。已知 P 到球心 O 的距离为 L ， P 到地面的垂直距离为 H ，现要使得此质点从静止开始沿一光滑斜直轨道在最短时间内滑到球面上，求最短时间。



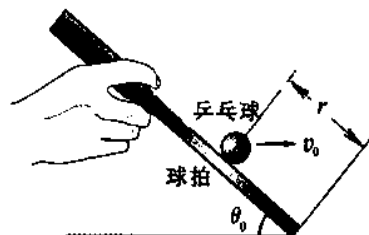
五、牛顿运动定律的复杂运动问题

1、某校举行托乒乓球跑步比赛，赛道为水平直道，比赛距离为 S ，比赛时，某同学将球置于球拍中心，以大小 a 的加速度从静止开始做匀加速运动，当速度达到 v_0 时，再以 v_0 做匀速直线运动跑至终点。整个过程中球一直保持在球中心不动。比赛中，该同学在匀速直线运动阶段保持球拍的倾角为 θ_0 ，如题 25 图所示。设球在运动过程中受到的空气阻力与其速度大小成正比，方向与运动方向相反，不计球与球拍之间的摩擦，球的质量为 m ，重力加速度为 g

(1)空气阻力大小与球速大小的比例系数 k

(2)求在加速跑阶段球拍倾角 θ 随球速 v 变化的关系式

(3)整个匀速跑阶段，若该同学速率仍为 v_0 ，而球拍的倾角比 θ_0 大了 β 并保持不变，不计球在球拍上的移动引起的空气阻力的变化，为保证到达终点前球不从球拍上距离中心为 r 的下边沿掉落，求 β 应满足的条件。

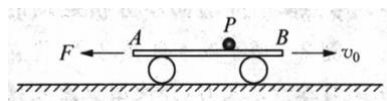


2、如图所示，平板车长为 $L=6\text{m}$ ，质量为 $M=10\text{kg}$ ，上表面距离水平地面高为 $h=1.25\text{m}$ 。在水平面上向右做直线运动，A、B 是其左右两个端点。某时刻小车速度为 7.2 m/s ，在此时刻对平板车施加一个方向水平向左的恒力 $F=50\text{ N}$ ，与此同时，将一个质量 $m=1\text{ kg}$ 的小球轻放在平板车上的 P 点（小球可视为质点，放在 P 点时相对于地面的速度为零），PB 长度为 L 的三分之一，经过一段时间，小球脱离平板车落到地面。车与地面的动摩擦因数为 0.2 ，其他摩擦均不计。取 $g=10\text{m/s}^2$ 。求：

(1) 小球从离开平板车开始至落到地面所用的时间。

(2) 小球从轻放到平板车开始至离开平板车所用的时间。

(3) 从小球轻放上平板车到落地瞬间，平板车的位移大小。



3、从地面发射质量为 m 的导弹，导弹上的喷气发动机可产生恒定的推力，且可通过改变喷气发动机尾喷管的喷气质量和方向改变发动机推力的大小和方向，导弹起飞时发动机推力大小为 $F=\sqrt{3}mg$ ，导弹沿和水平方向成 $\theta=30^\circ$ 角的直线斜向右上方匀加速飞行.经过时间 t 后，遥控导弹上的发动机，使推力的方向逆时针旋转 60° ，导弹依然可以沿原方向匀减速直线飞行.（不计空气阻力和喷气过程中导弹质量的变化）.求：

- （1） t 时刻导弹的速率及位移是多少？
- （2）旋转方向后导弹还要经过多长时间到达最高点？
- （3）导弹上升的最大高度是多少？

4、研究表明，一般人的刹车反应时间（即图甲中“反应过程”所用时间） $t_0 = 0.4\text{ s}$ ，但饮酒会导致反应时间延长.在某次试验中，志愿者少量饮酒后驾车，以 $v_0=72\text{ km/h}$ 的速度在试验场的水平路面上匀速行驶，从发现情况到汽车停止，行驶的距离 $L=39\text{ m}$ ，减速过程中汽车位移 s 与速度 v 的关系曲线如图乙所示，此过程可视为匀变速直线运动.取重力加速度的大小 g 为 10 m/s^2 .求：

- （1）减速过程汽车加速度的大小及所用的时间；
- （2）饮酒使志愿者的反应时间比一般人增加了多少；
- （3）减速过程汽车对志愿者作用力的大小与志愿者重力大小的比值.

