

运动学、动力学计算题

大题小做巧解计算题



猿辅导

突破计算题

分拆组合，化繁为易

1. 高考大题担负着区分考生、选拔人才的功能，很多考生一见大题就发怵，甚至看也不看就放弃。殊不知，高考大题也是由基础知识步步拼合而成的，对于物理学科而言，高考大题更是如此，基本上都是由多物体、多运动过程组合而成。只要我们静下心来，将一个看似复杂的运动系统拆分成多个单一的运动物体，化整为零、个个击破，问题就会化难为易、迎刃而解。本讲通过研究力学和电磁学两大典型计算题的“分与合”，帮助学生洞悉高考大题命题的“拼装”机密，体会“大题小做”的技巧。

明白过程

2. 计算题的“思路剖析”过程关键有三点：

(1)明过程

“明过程”就是建立物理模型的过程，在审题获取一定信息的基础上，要对研究对象的各个运动过程进行剖析，建立起清晰的物理图景，确定每一个过程对应的物理模型、规律及各过程间的联系。

画出草图

(2)画草图

“画草图”就是根据题中各已知量的数量关系充分想象、分析、判断，在草稿纸上或答题纸上画出草图(如运动轨迹图、受力分析图、等效图等)以展示题述物理情境、物理模型，使物理过程更加直观、物理特征更加明显，进而方便确立题给条件、物理量与物理过程的对应关系。

选取规律

(3)析规律

“析规律”就是指在解答物理计算题时，在透彻分析题给物理情境的基础上，灵活选用规律，如力学计算题可用力的观点，即牛顿运动定律与运动学公式求解，也可用能量观点，即功能关系、机械能守恒定律和能量守恒定律联立求解。

例题 1

7. 我市某公路的、十字路口，红灯拦停了很多汽车，拦停的汽车排成笔直的一列，最前面的一辆汽车的前端刚好与路口停车线相齐，相邻两车的前端之间的距离均为 $l=5.0\text{m}$ ，假设绿灯亮起瞬时，每辆汽车都同时以加速度 $a=1.0\text{m/s}^2$ 启动，做匀加速直线运动，速度达到 $v=5.0\text{m/s}$ 时做匀速运动通过路口。该路口亮绿灯时间 $t=20.0\text{s}$ ，而且有按倒计时显示的时间显示灯。另外交通规则规定：原在绿灯时通行的汽车，绿灯结束时刻，车头已越过停车线的汽车允许通过。求：↵

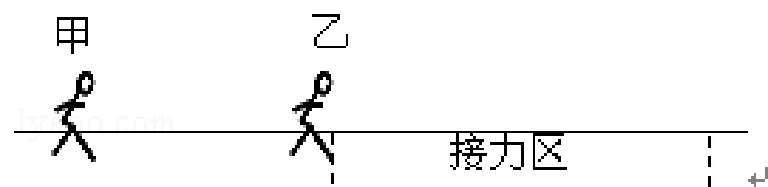


- (1) 一次绿灯时间有多少辆汽车能通过路口？↵
- (2) 若不能通过路口的第一辆汽车司机，在时间显示灯刚亮出“3”时开始刹车做匀减速直线运动，结果车的前端与停车线相齐时刚好停下，则刹车后汽车经多长时间停下。↵
- (3) 事实上由于人要有反应时间，绿灯亮起时不可能所有司机同时起动汽车，现假设绿灯亮起时，第一个司机迟后 $t_0=0.90\text{s}$ 起动汽车，后面司机都比前一辆车迟后 $t_0=0.90\text{s}$ 起动汽车，在该情况下，有多少辆车能通过路口？↵

对应练习 1

8. 北京时间 2016 年 5 月 14 日，国际田联钻石联赛上海站的比赛在上海体育场拉开帷幕，在男子 4×100 米接力的比赛中，谢震业、苏炳添、张培萌和陈时伟组成的中国队以 38 秒 71 的成绩打破赛会纪录夺冠。如图所示，这是某一次接力训练中。已知甲、乙两运动员经短距离加速后都能达到并保持 10m/s 的速度跑完全程。设乙从起跑后到接棒前的运动是匀加速的，加速度大小为 3m/s^2 。乙在接力区前端听到口令时起跑，在甲、乙相遇时完成交接棒。在某次练习中，甲以 $v=10\text{m/s}$ 的速度跑到接力区前端 $s_0=14.0\text{m}$ 处向乙发出起跑口令。已知接力区的长度为 $L=20\text{m}$ 。求：↵

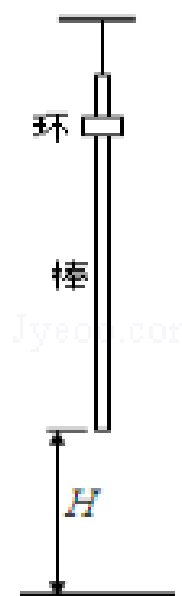
- (1) 此次练习中交接棒处离接力区前端（即乙出发的位置）的距离。↵
- (2) 为了达到理想成绩，需要乙恰好在速度达到与甲相同时被甲追上，则甲应在接力区前端多远时对乙发出起跑口令？↵
- (3) 在 (2) 中，棒经过接力区的时间是多少？↵



例题2

27. 如图所示，一轻绳吊着粗细均匀的棒，棒下端离地面高 $H=1.2\text{m}$ ，上端套着一个细环。棒和环的质量均为 $m=2\text{kg}$ ，相互间最大静摩擦力等于滑动摩擦力 kmg ($k=2$)。断开轻绳，棒和环自由下落。假设棒足够长，与地面发生碰撞时，触地时间极短，无机械能损失。棒在整个运动过程中始终保持竖直，空气阻力不计， g 取 9.8m/s^2 。求：↵

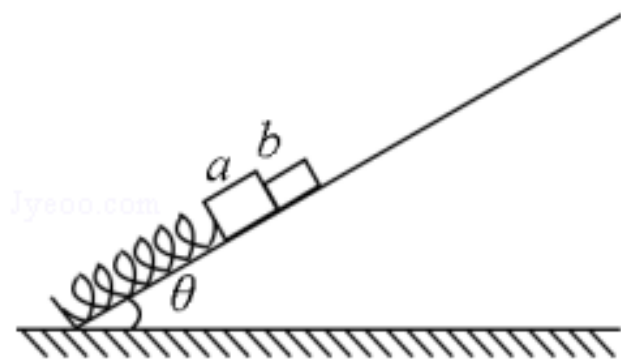
- (1) 棒第一次与地面碰撞弹起上升过程中，环的加速度大小；↵
- (2) 从断开轻绳到棒与地面第二次碰撞的瞬间，棒运动的路程 s 。↵



例题3

47. 一轻弹簧的一端固定在倾角为 θ 的固定光滑斜面的底部，另一端和质量为 m 的小物块 a 相连，如图所示。质量为 $\frac{3}{5}m$ 的小物块 b 紧靠 a 静止在斜面上，此时弹簧的压缩量为 x_0 ，从 $t=0$ 时开始，对 b 施加沿斜面向上的外力，使 b 始终做匀加速直线运动。经过一段时间后，物块 a 、 b 分离；再经过同样长的时间， b 距其出发点的距离恰好也为 x_0 。弹簧的形变始终在弹性限度内，重力加速度大小为 g 。求：

- (1) 弹簧的劲度系数；
- (2) 物块 b 加速度的大小；
- (3) 在物块 a 、 b 分离前，外力大小随时间变化的关系式。

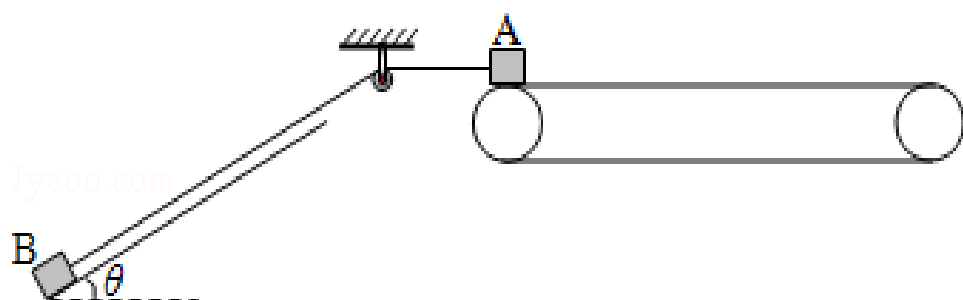


例题4

27. 如图所示, 不可伸长的、绷紧的轻绳两端各拴接一个质量均为 m 的物体 A、B (均可视为质点), 跨过光滑的轻质定滑轮, 物体 B 静止在倾角为 $\theta=30^\circ$ 的斜面底端, B 与斜面间的动摩擦因数为 $\mu_1=\frac{\sqrt{3}}{2}$, 物体 A 静止在水平传送带左端, A 与传送带之间的动摩擦因数为 $\mu_2=0.25$. $t=0$ 时刻, 给 A、B 同时提供等大的初速度 $v_0=20\text{m/s}$, 使 A 水平向右、B 沿斜面向上运动. 连接 A 的轻绳水平. 连接 B 的轻绳与斜面平行, 轻绳、传送带和斜面都足够长, 取 $g=10\text{m/s}^2$. ↵

(1) 若传送带以速度 $v=10\text{m/s}$ 逆时针转动, 求 A 物体开始运动时的加速度 a_1 的大小; ↵

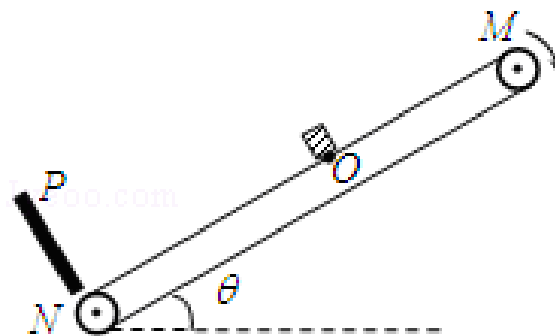
(2) 若传送带以速度 $v=10\text{m/s}$ 顺时针转动, 求 5s 内 B 沿斜面的位移. ↵



对应练习4

30. 传送带被广泛应用与各行各业，由于不同的物体与传送带之间的动摩擦因数不同，物体在传送带上的运动情况也有所不同。如图所示，一倾斜放置的传送带与水平面的倾角 $\theta=37^\circ$ ，在电动机的带动下以 $v=2\text{m/s}$ 的速率顺时针方向匀速运行。M、N 为传送带的两个端点，MN 两点间的距离 $L=7\text{m}$ 。N 端有一离传送带很近的挡板 P 可将传送带上的物块挡住。在传送带上的 O 处先后由静止释放金属块 A 和木块 B，金属块与木块质量均为 1kg ，且均可视为质点，OM 间距离 $L=3\text{m}$ 。 $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ， g 取 10m/s^2 ，传送带与轮子间无相对滑动，不计轮轴处的摩擦。

(1) 金属块 A 由静止释放后沿传送带向上运动，经过 2s 到达 M 端，求金属块与传送带间的动摩擦因数 μ_1 。

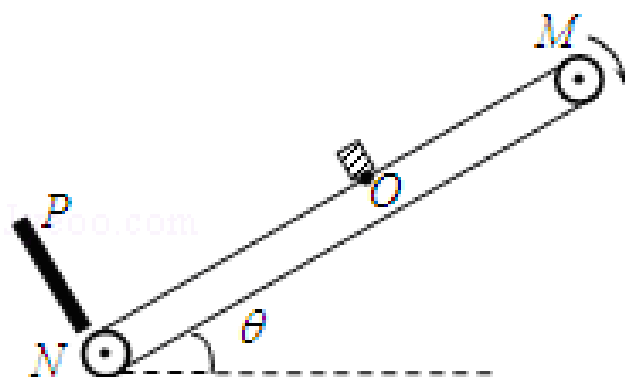


对应练习4

(2) 木块 B 由静止释放后沿传送带向下运动，并与挡板 P 发生碰撞。已知碰撞时间极短，木块 B 与挡板 P 碰撞前后速度大小不变，木块 B 与传送带间的动摩擦因数 $\mu_2=0.5$ 。求：↵

a、与挡板 P 第一次碰撞后，木块 B 所达到的最高位置与挡板 P 的距离；↵

b、经过足够长时间，电动机的输出功率恒定，求此时电动机的输出功率。↵



例题5

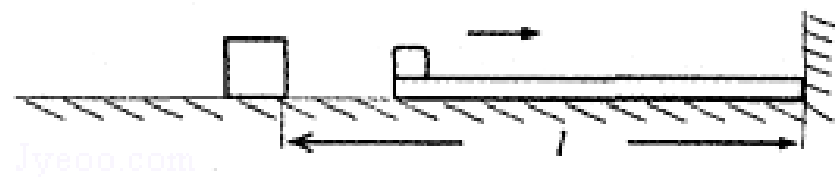
49. 如图，两个滑块 A 和 B 的质量分别为 $m_A=1\text{kg}$ 和 $m_B=5\text{kg}$ ，放在静止于水平地面上的木板的两端，两者与木板间的动摩擦因数均为 $\mu_1=0.5$ ；木板的质量为 $m=4\text{kg}$ ，与地面间的动摩擦因数为 $\mu_2=0.1$ 。某时刻 A、B 两滑块开始相向滑动，初速度大小均为 $v_0=3\text{m/s}$ 。A、B 相遇时，A 与木板恰好相对静止。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，取重力加速度大小 $g=10\text{m/s}^2$ 。求

- (1) B 与木板相对静止时，木板的速度；
- (2) A、B 开始运动时，两者之间的距离。

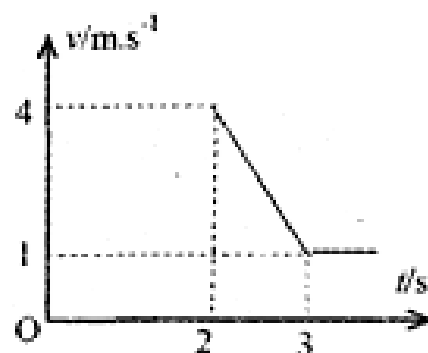


对应练习5

9. 如图甲所示，长木板处于光滑的水平面上，右端紧靠墙壁，墙壁左侧 $l=16\text{m}$ 处放有一物块 P，P 的质量是木板质量的 2 倍， $t=0$ 时，一小铁块从左端以某一速度滑上长木板，铁块与墙壁碰撞后，速度随时间变化关系如图乙所示。不计所有碰撞的机械能损失，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ，求：



图甲



图乙

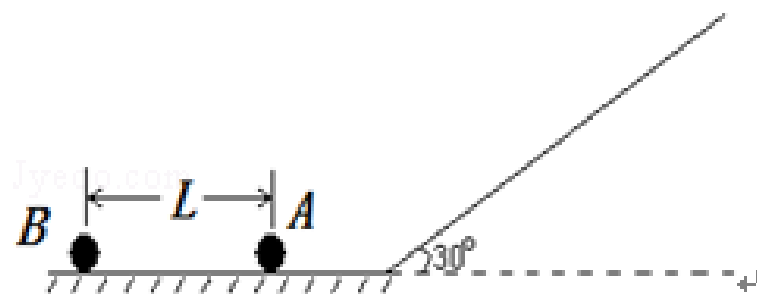
- (1) 小铁块与木板间的摩擦因数；
- (2) 长木板的长度；
- (3) 小铁块最终与墙壁间的距离。

课后练习1

50. 如图所示, 在光滑的水平地面上, 相距 $L=10\text{m}$ 的 A、B 两个小球均以 $v_0=10\text{m/s}$ 向右运动, 随后两球相继滑上倾角为 30° 的足够长的光滑斜坡, 地面与斜坡平滑连接, 取 $g=10\text{m/s}^2$. 求: ↵

(1) B 球刚要滑上斜坡时 A、B 两球的距离是多少; ↵

(2) A 球滑上斜坡后经过多长时间两球相遇。↵



课后练习2

43. 如图 1 所示，足够长和足够高的光滑斜面倾角 $\theta=37^\circ$ ，固定在水平面上，A、B 两物体用非弹性轻绳连接绕过光滑滑轮，物体 A 放在斜面上，当物体 A 在 P 点时开始计时，它在第一秒内运动的 $v-t$ 图象如图 2 所示，设沿斜面向下为正方向，已知 B 的质量 $m_B=1\text{kg}$ ，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。

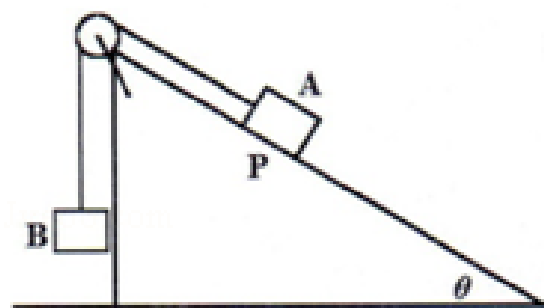


图1

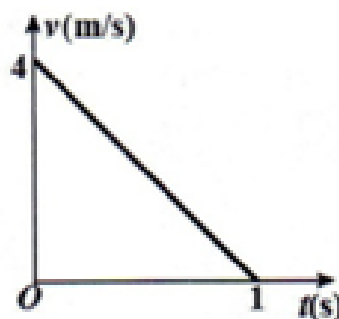


图2

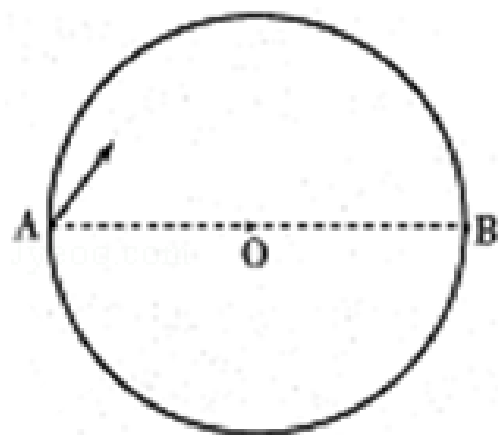
- (1) 试求第一秒内绳中张力及 A 物体的质量：
- (2) 第一秒末在 A 物体上施加一个水平向左的恒力 $F=8\text{N}$ ，求 A 物体经过多长时间又回到 P 点。

课后练习3

12. 2022 年冬奥会将在北京举行，为训练运动员的判断力和身体应变力，在一直径为 200m 的圆形滑冰场上，教练和运动员分别站在直径 AB 的两端。教练从 A 端沿冰面击出冰球的同时，运动员开始从 B 点沿直线匀加速运动，在冰球离开原形场地前拦住冰球。教练若沿 AB 方向以 20m/s 的速度击出冰球。运动员不拦截冰球，球恰好能沿冰面滑道 B 点， $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $g = 10\text{m/s}^2$ 。求：↵

(1) 冰球与冰面间的摩擦因数；↵

(2) 若教练沿与 AB 成 53° 角的方向以 16m/s 的速度将冰球击出，为保证拦截成功，运动员的加速度至少多大。↵

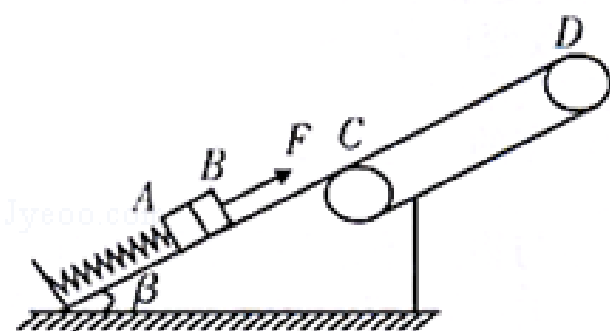


课后 练习 4

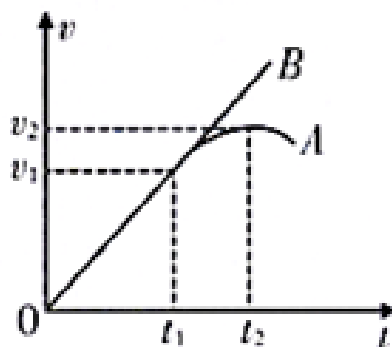
45. 如图甲所示, 平行于光滑斜面的轻弹簧劲度系数为 k , 一端固定在倾角为 β 的斜面底端, 另一端与物块 A 连接, 物块 B 沿斜面叠放在物块 A 上但不黏连。光滑斜面轨道与传送轨道良好对接, 传送轨道平面与水平方向倾角也是 β , 皮带传动装置顺时针匀速转动, 物块 A 的质量为 m , 物块 B 的质量为 $2m$. 初始时两物块均静止。现用平行于斜面向上的拉力拉动物块 B, 使 B 做加速度为 a 的匀加速运动, 两物块在开始一段时间内 (物块还没到达传送带上) 的 $v-t$ 图象如图乙所示 (t_1 时刻 A、B 的图线相切, t_2 时刻对应 A 图线的最高点), 重力加速度为 g . (t_1 和 t_2 , v_1 和 v_2 均未知)

(1) 求 t_2 时刻弹簧的形变长度 x ;

(2) 求 t_1 的值;



甲



乙

课后练习4

(3) 已知 $\beta=37^\circ$ ，传动带两轮轴心相距 $L=5\text{m}$ ，物体 B 与皮带间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ 。设 AB 刚好在 C 点（斜面与传送带的连接点）分离并进入传送轨道，设物体 B 滑到传送带的 C 点时速度为 8m/s ，物体可视为质点，如果在物体 B 到达 C 点同时撤去拉力 F，若传送带装置匀速转动的速度 v 可在 $v>4\text{m/s}$ 的范围内调节，试推导物体 B 滑动到顶端 D 时速度 v_D 随传送带速度 v 变化的关系式， g 取 10m/s^2 。（ $\sin 37^\circ=0.6$ 、 $\cos 37^\circ=0.8$ ）

