

## 功和能、机械能守恒定律

高中物理必修二知识点总结：第七章机械能守恒定律（人教版）

人类的所有活动都离不开能量，本章将学习最基本的能量形式：机械能，对于机械能得理解以及在实际中的灵活运用将是本章的难点，同时还将学习动能与动能定理和能量守恒定律，这都是物理学中的重要定律，也是本章的重点。

考试的要求：

I、对所学知识要知道其含义，并能在有关的问题中识别并直接运用，相当于课程标准中的“了解”和“认识”。

II、能够理解所学知识的确切含义以及和其他知识的联系，能够解释，在实际问题的分析、综合、推理、和判断等过程中加以运用，相当于课程标准的“理解”，“应用”。

要求 I：弹性势能、能量和能量耗散。

要求 II：功和功率、重力势能、动能和动能定律、机械能守恒定律及其应用。

新知归纳：

### 一、功

●概念：一个物体受到力的作用，并在力的方向上发生了一段位移，这个力就对物体做了功。

●公式： $W=FS\cos\theta$

●功是标量，但它有正功、负功。功的正负表示能量传递的方向，即功是能量转化的量度。

当  $\theta \in [0, \frac{\pi}{2})$  时，即力与位移成锐角，力做正功，功为正

当  $\theta = \frac{\pi}{2}$  时，即力与位移垂直，力不做功，功为零

当  $\theta \in (\frac{\pi}{2}, \pi]$  时，即力与位移成钝角，力做负功，功为负

●功是一个过程所对应的量，因此功是过程量。

●功仅与F、S、 $\theta$ 有关，与物体所受的其它外力、速度、加速度无关。

●几个力对一个物体做功的代数和等于这几个力的合力对物体所做的功。

即： $W_{总}=W_1+W_2+\dots+W_n$ 或 $W_{总}=F_{合}S\cos\theta$

## 二、功率

●概念：功跟完成功所用时间的比值，表示力(或物体)做功的快慢。

●公式： $P = \frac{W}{t}$  (平均功率)

$P = Fv\cos\theta$  (平均功率或瞬时功率) 单位：瓦特W

●分类：

额定功率：指发动机正常工作时最大输出功率

实际功率：指发动机实际输出的功率即发动机产生牵引力的功率， $P_{实} \leq P_{额}$ 。

## 三、重力势能

●定义：物体由于被举高而具有的能，叫做重力势能。

●公式： $E_p = mgh$ ；h——物体具参考面的竖直高度。

●参考面

①重力势能为零的平面称为参考面；

②选取：原则是任意选取，但通常以地面为参考面

若参考面未定，重力势能无意义，不能说重力势能大小如何

选取不同的参考面，物体具有的重力势能不同，但重力势能改变与参考面选取无关。

●重力势能是标量，但有正负。

重力势能为正，表示物体在参考面的上方；重力势能为负，表示物体在参考面的下方；重力势能为零，表示物体在参考面的上

●重力做功特点：物体运动时，重力对它做的功之跟它的初、末位置有关，而跟物体运动的路径无关。

●重力做功与重力势能的关系： $W_G = E_{P1} - E_{P2}$

## 四、弹性势能

●概念：发生弹性形变的物体的各部分之间，由于弹力的相互作用具有势能，称之为弹性势能。

●弹簧的弹性势能： $E_p = \frac{1}{2}kx^2$

影响弹簧弹性势能的因素有：弹簧的劲度系数k和弹簧形变量x。

●弹力做功与弹性势能的关系： $W_F = E_{p1} - E_{p2}$

弹力做正功时，物体弹性势能减少；弹力做负功时，物体弹性势能增加。

●势能：相互作用的物体凭借其位置而具有的能量叫势能，势能是系统所共有的。

## 五、实验：探究功与物体速度变化的关系

### (1) 实验目的

通过实验探究力对物体做的功与物体速度变化的关系；体会探究的过程和所用的方法

### (2) 实验器材

木板、小车、橡皮筋、打点计时器及电源、纸带等。

### (3) 探究思路：

①设法让橡皮筋对小车做的功分别为W、2W、3W……

②由纸带和打点计时器分别测出小车获得的速度v1、v2、v3……

③以橡皮筋对小车做的功为纵坐标（以第一次实验时的功W为单位），小车获得的速度为横坐标，作出W-v曲线。

④如果W-v曲线是一条直线，表明 $W \propto v$ ；如果不是直线，可着手考虑是否存在下列关系： $W \propto v^2$ 、 $W \propto v^3$ 、 $W \propto v^4$ 。

⑤根据W-v草图，大致判断两个量可能是什么关系。如果认为很可能是 $W \propto v^2$ ，就作出W-v<sup>2</sup>曲线，如果这条曲线是一条直线，就可以证明你的判断是正确的。

## 六、动能与动能定理

●概念：物体由于运动而具有的能量，称为动能。

●动能表达式： $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

●动能定理（即合外力做功与动能关系）： $W = E_{k2} - E_{k1}$

●理解：① $F_{合}$ 在一个过程中对物体做的功，等于物体在这个过程中动能的变化。

② $F_{合}$ 做正功时，物体动能增加； $F_{合}$ 做负功时，物体动能减少。

③动能定理揭示了合外力的功与动能变化的关系。

●适用范围：适用于恒力、变力做功；适用于直线运动，也适用于曲线运动。

●应用动能定理解题步骤：

①确定研究对象及其运动过程

②分析研究对象在研究过程中受力情况，弄清各力做功

③确定研究对象在运动过程中初末状态，找出初、末动能

④列方程、求解。

## 七、实验：验证机械能守恒定律

●实验目的：

学会用打点计时器验证验证机械能守恒定律的实验方法和技能。

●实验器材：

打点计时器、纸带、复写纸、低压电源、重物（附纸带夹子）、刻度尺、铁架台（附夹子）、导线。

●实验原理：

只有重力做功的自由落体运动遵守机械能守恒定律，即重力势能的减少量等于动能的增加量。利用打点计时器在纸带上记录下物体自由下落的高度，计算出瞬时速度，即可验证物体重力势能的减少量与物体动能的增加量相等。

●实验步骤：

1、将打点计时器固定在支架上，并用导线将打点计时器接在交流电源上；

2、将纸带穿过打点计时器，纸带下端用夹子与重物相连，手提纸带使重

物静止在靠近打点计时器的地方；

3、接通电源，松开纸带，让重物自由下落，打点计时器就在纸带上打下一系列小点；

4、重复实验几次，从几条打上点的纸带中挑选第一、二两点间的距离接近2mm，且点迹清晰的纸带进行测量；

5、记下第一个点的位置0，在纸带上选取方便的个连续点1, 2, 3, 4, 5，用刻度尺测出对应的下落高度 $h_1, h_2, \dots$ ；

6、用公式计算各点对应的瞬时速度；

7、计算各点对应的势能减少量和动能增加量，进行比较。

## 八、机械能

●机械能包含动能和势能（重力势能和弹性势能）两部分，即  $E = E_K + E_P$ 。

●机械能守恒定律：在只有重力或弹力做功的物体系统内，动能与势能可以相互转化，而总的机械能保持不变，即

$$E_1 = E_2$$

$$E_{K1} + E_{P1} = E_{K2} + E_{P2}$$

$$\Delta E_K = -\Delta E_P$$

$$\Delta E_1 = -\Delta E_2$$

●机械能守恒条件：

做功角度：只有重力或弹力做功，无其它力做功；外力不做功或外力做功的代数和为零；系统内如摩擦阻力对系统不做功。

能量角度：首先只有动能和势能之间能量转化，无其它形式能量转化；只有系统内能量的交换，没有与外界的能量交换。

●运用机械能守恒定律解题步骤：

①确定研究对象及其运动过程

②分析研究对象在研究过程中受力情况，弄清各力做功，判断机械能是否守恒

③恰当选取参考面，确定研究对象在运动过程中初末状态的机械能



④列方程、求解。

## 九、能量守恒定律

●内容：能量既不会消灭，也不会创生，它只会从一种形式转化为其他形式，或者从一个物体转移到另一个物体，而在转化和转移的过程中，能量的总量保持不变。

$$\text{即 } E_{\text{机械能1}} + E_{\text{其它1}} = E_{\text{机械能2}} + E_{\text{其它2}}$$

●能量耗散：无法将释放能量收集起来重新利用的现象叫能量耗散，它反映了自然界中能量转化具有方向性。

### 课标导航

课程内容标准：

1. 举例说明功是能量变化的量度，理解功和功率。关心生活和生产中常见机械功率的大小及其意义。
2. 通过实验，探究恒力做功与物体动能变化的关系，理解动能和动能定理。用动能定理解释生活和生产中的现象。
3. 理解重力势能。知道重力势能的变化与重力做功的关系。
4. 通过实验，验证机械能守恒定律。理解机械能守恒定律，用它分析生活和生产中的有关问题。
5. 了解自然界中存在多种形式的能量。知道能量守恒定律是最基本、最普遍的自然规律之一。
6. 通过能量守恒定律以及能量转化和转移的方向性，认识提高效率的重要性。了解能源与人类生存和社会发展的关系，知道可持续发展的重大意义。

### 复习导航

复习本章内容时应注意把握：抓住“功和能的关系”这一基本线索，通过“能量转化”把各部分知识联系在一起。

1. 功和功率是物理学中两个重要的基本概念，是学习动能定理、机械能守恒定律、功能原理的基础，也往往是用能量观点分析问题的切入点。复习时

重点把握好功德概念、正功和负功；变力的功；功率的概念；平均功率和瞬时功率，发动机的额定功率和实际功率问题；与生产生活相关的功率问题。解决此问题必须准确理解功和功率的意义，建立相关的物理模型，对能力要求较高。

2. 动能定理是一条适用范围很广的物理规律，一般在处理不含时间的动力学问题时应优先考虑动能定理，特别涉及到求变力做功的问题，动能定理几乎是唯一的选择。作为传统考点，历年高考在不同题型、不同难度的试题中，从不同角度，都对该定理有相当充分的考查，今后仍是高考命题的重中之重，在复习中对本知识应有足够的重视。重视物理过程的分析 and 各力做功情况，务必搞清做功的正负，熟练掌握定理的应用方法。

机械能的概念和机械能守恒定律是学习各种不同形式的能量转化规律的起点，也是运动学知识的进一步综合和扩展，也是用能量观点分析解决问题的开始。题目特点以学科的内综合为主。例如机械能守恒与圆周运动、平抛运动、动量守恒定律及其他知识的综合。

3. 有时也出现与生产和科技相结合的题目，对实际问题，能熟练运用知识对其进行分析、综合、推理和判断，学习构建“理论”和“实际”的“桥梁”。

## 第 1 课时 功 功率

### 1、高考解读

#### 真题品析

知识：电动车参数在物理中的应用

例 1. (09 年上海卷) 46. 与普通自行车相比，电动自行车骑行更省力。下表为某一品牌电动自行车的部分技术参数。

在额定输出功率不变的情况下，质量为 60Kg 的人骑着此自行车沿平直公路行驶，所受阻力恒为车和人总重的 0.04 倍。当此电动车达到最大速度时，牵引力为  $\quad\quad\quad$  N, 当车速为 2s/m 时，其加速度为  $\quad\quad\quad$  m/s<sup>2</sup> (g=10m/s<sup>2</sup>)

规格		后轮驱动直流永磁铁电机	
车型	14 电动自行车	额定输出功率	200W
整车质量	40Kg	额定电压	48V
最大载重	120 Kg	额定电流	4.5A

解析：当电动车受力平衡时，电动车达到最大速度即牵引力=阻力=（人重+车重）\*0.04=40N，当车速为 2s/m 时，由上表可以得到额定功率为 200W，即

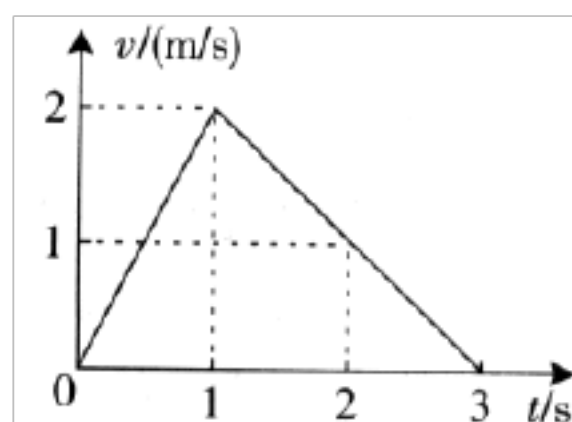
可以得到牵引力为 100N,  $a = \frac{F - f}{m} = \frac{100 - 40}{100} = 0.6 \text{ m/s}^2$

答案：40：0.6

## 热点关注

知识：功的定义

例 2. （09 年广东理科基础）9. 物体在合外力作用下做直线运动的  $v - t$  图象如图所示。下列表述正确的是



- A. 在 0—1s 内，合外力做正功
- B. 在 0—2s 内，合外力总是做负功
- C. 在 1—2s 内，合外力不做功
- D. 在 0—3s 内，合外力总是做正功

解析：根据物体的速度图象可知，物体 0-1s 内做匀加速合外力做正功，A 正确；1-3s 内做匀减速合外力做负功。根据动能定理 0 到 3s 内，1—2s 内合外力做功为零。

答案：A

## 2、知识网络

### 考点 1. 功

1. 功的公式：  $W = F \cos \theta$

$0 \leq \theta < 90^\circ$                       力 F 对物体做正功，

$\theta = 90^\circ$                                 力 F 对物体不做功，



$90^\circ < \theta \leq 180^\circ$  力 F 对物体做负功。

特别注意：①公式只适用于恒力做功 ② F 和 S 是对应同一个物体的；

③某力做的功仅由 F、S 和  $\theta$  决定，与其它力是否存在以及物体的运动情况都无关。

2. 重力的功： $W_G = mgh$ ——只跟物体的重力及物体移动的始终位置的高度差有关，跟移动的路径无关。

3. 摩擦力的功（包括静摩擦力和滑动摩擦力）

摩擦力可以做负功，摩擦力可以做正功，摩擦力可以不做功，

一对静摩擦力的总功一定等于 0，一对滑动摩擦力的总功等于  $-f \Delta S$

4. 弹力的功

(1) 弹力对物体可以做正功可以不做功，也可以做负功。

(2) 弹簧的弹力的功—— $W = \frac{1}{2} kx_1^2 - \frac{1}{2} kx_2^2$  ( $x_1$ 、 $x_2$  为弹簧的形变量)

5. 合力的功——有两种方法：

(1) 先求出合力，然后求总功，表达式为

$$\Sigma W = \Sigma F \times S \times \cos \theta$$

(2) 合力的功等于各分力所做功的代数和，即

$$\Sigma W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$$

6. 变力做功：基本原则——过程分割与代数累积

(1) 一般用动能定理  $W_{\text{合}} = \Delta E_K$  求之；

(2) 也可用（微元法）无限分小法来求，过程无限分小后，可认为每小段是恒力做功

(3) 还可用 F-S 图线下的“面积”计算。

解析：根据物体的速度图象可知，物体 0-1s 内做匀加速合外力做正功，A 正确；1-3s 内做匀减速合外力做负功。根据动能定理 0 到 3s 内，1—2s 内合外力做功为零。

答案：A

## 2、知识网络

### 考点 1. 功

1. 功的公式： $W = F s \cos \theta$

$0 \leq \theta < 90^\circ$                       力  $F$  对物体做正功，

$\theta = 90^\circ$                               力  $F$  对物体不做功，

$90^\circ < \theta \leq 180^\circ$                 力  $F$  对物体做负功。

特别注意：①公式只适用于恒力做功 ②  $F$  和  $S$  是对应同一个物体的；

③某力做的功仅由  $F$ 、 $S$  和  $\theta$  决定，与其它力是否存在以及物体的运动情况都无关。

2. 重力的功： $W_G = mgh$  ——只跟物体的重力及物体移动的始终位置的高度差有关，跟移动的路径无关。

3. 摩擦力的功（包括静摩擦力和滑动摩擦力）

摩擦力可以做负功，摩擦力可以做正功，摩擦力可以不做功，

一对静摩擦力的总功一定等于 0，一对滑动摩擦力的总功等于  $-f \Delta S$

4. 弹力的功

(1) 弹力对物体可以做正功可以不做功，也可以做负功。

(2) 弹簧的弹力的功—— $W = \frac{1}{2} kx_1^2 - \frac{1}{2} kx_2^2$  ( $x_1$ 、 $x_2$  为弹簧的形变量)

5. 合力的功——有两种方法：

(1) 先求出合力，然后求总功，表达式为

$$\Sigma W = \Sigma F \times S \times \cos \theta$$

(2) 合力的功等于各分力所做功的代数和，即

$$\Sigma W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$$

6. 变力做功：基本原则——过程分割与代数累积

(1) 一般用动能定理  $W_{\text{合}} = \Delta E_K$  求之；

(2) 也可用（微元法）无限分小法来求，过程无限分小后，可认为每小段是恒力做功

(3) 还可用 F-S 图线下的“面积”计算.

(4) 或先寻求 F 对 S 的平均作用力  $\bar{F}$  ,  $W = \bar{F}S$

7. 做功意义的理解问题: 解决功能问题时, 把握“功是能量转化的量度”这一要点, 做功意味着能量的转移与转化, 做多少功, 相应就有多少能量发生转移或转化

## 考点 2. 功率

1. 定义式:  $P = \frac{W}{t}$ , 所求出的功率是时间 t 内的平均功率。

2. 计算式:  $P = Fv \cos \theta$  , 其中  $\theta$  是力 F 与速度 v 间的夹角。用该公式时, 要求 F 为恒力。

(1) 当 v 为即时速度时, 对应的 P 为即时功率;

(2) 当 v 为平均速度时, 对应的 P 为平均功率。

(3) 重力的功率可表示为  $P_G = mgv_{\perp}$  , 仅由重力及物体的竖直分运动的速度大小决定。

(4) 若力和速度在一条直线上, 上式可简化为  $P = F \cdot v$

## 3、复习方案

### 基础过关

重难点: 功率

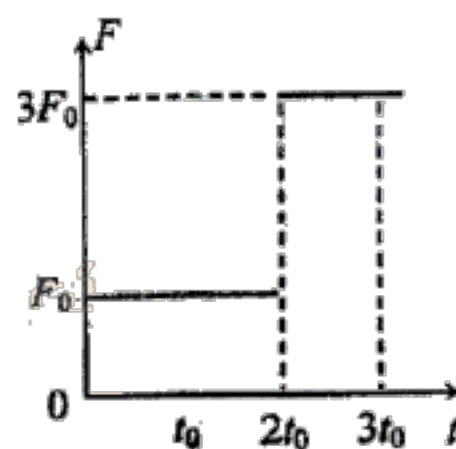
例 3. (09 年宁夏卷) 17. 质量为 m 的物体静止在光滑水平面上, 从 t=0 时刻开始受到水平力的作用。力的大小 F 与时间 t 的关系

如图所示, 力的方向保持不变, 则

A.  $3t_0$  时刻的瞬时功率为  $\frac{5F_0^2 t_0}{m}$

B.  $3t_0$  时刻的瞬时功率为  $\frac{15F_0^2 t_0}{m}$

C. 在  $t_0$  到  $3t_0$  这段时间内, 水平力的平均功率为  $\frac{23F_0^2 t_0}{4m}$



D. 在  $t_0$  到  $3t_0$  这段时间内，水平力的平均功率为  $\frac{25F_0^2 t_0}{6m}$

解析：AB 选项 0 到  $3t_0$  时刻物体的速度为  $5F_0 t_0/m$ ，所以  $3t_0$  的瞬时功率为  $\frac{15F_0^2 t_0}{m}$

错 B 对。

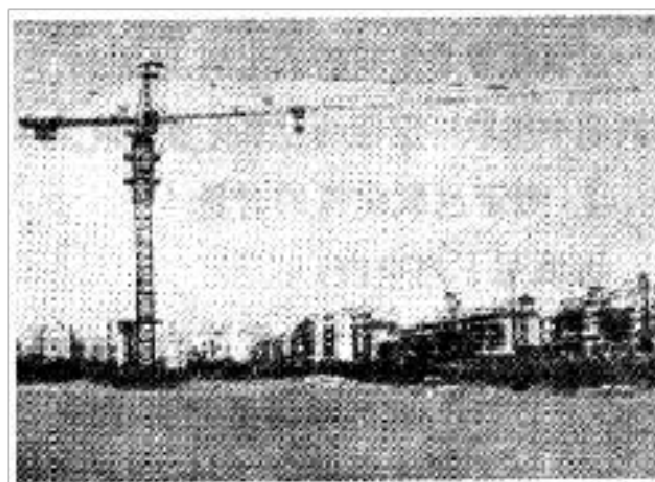
CD 选项 0 到  $3t_0$  时刻 F 对物体做的功为  $25F_0^2 t_0^2/2m$ ，所以  $3t_0$  内平均功率为

$25F_0^2 t_0/6m$  C 错 D 对。

答案：BD

例 4. (09 年四川卷) 23. (16 分) 图示为修建高层建筑常用的塔式起重机。在

起重机将质量  $m=5 \times 10^3$  kg 的重物竖  
过程中，重物由静止开始向上作匀加  
动，加速度  $a=0.2$  m/s<sup>2</sup>，当起重机输  
到其允许的最大值时，保持该功率直



直吊起的  
速直线运  
出功率达  
到重物做

$v_m=1.02$  m/s 的匀速运动。取  $g=10$  m/s<sup>2</sup>，不计额外功。求：

(1) 起重机允许输出的最大功率。

(2) 重物做匀加速运动所经历的时间和起重机在第 2 秒末的输出功率。

解析：

(1) 设起重机允许输出的最大功率为  $P_0$ ，重物达到最大速度时，拉力  $F_0$  等于重力。

$$P_0 = F_0 v_m \quad \text{①}$$

$$P_0 = mg v_1 \quad \text{②}$$

$$\text{代入数据，有：} P_0 = 5.1 \times 10^4 \text{ W} \quad \text{③}$$

(2) 匀加速运动结束时，起重机达到允许输出的最大功率，设此时重物受到的拉力为  $F$ ，速度为  $v_1$ ，匀加速运动经历时间为  $t_1$ ，有：

$$P_0 = F v_1 \quad \text{④}$$

$$F - mg = ma$$

⑤

$$v_1 = at_1$$

⑥

由③④⑤⑥，代入数据，得： $t_1 = 5 \text{ s}$  ⑦

$T = 2 \text{ s}$  时，重物处于匀加速运动阶段，设此时速度为  $v_2$ ，输出功率为  $P$ ，则

$$v_2 = at$$

⑧

$$P = Fv_2$$

⑨

由⑤⑧⑨，代入数据，得： $P = 2.04 \times 10^4 \text{ W}$ 。

答案：(1)  $5.1 \times 10^4 \text{ W}$  (2)  $2.04 \times 10^4 \text{ W}$

## 第 2 课时 动能、动能定理

### 1、高考解读

#### 真题品析

知识： 动能定理

例 1. (09 年全国卷 II)20. 以初速度  $v_0$  竖直向上抛出一质量为  $m$  的小物体。假定物块所受的空气阻力  $f$  大小不变。已知重力加速度为  $g$ ，则物体上升的最大高度和返回到原抛出点的速率分别为

A.  $\frac{v_0^2}{2g(1-\frac{f}{mg})}$  和  $v_0\sqrt{\frac{mg-f}{mg}}$       B.  $\frac{v_0^2}{2g(1-\frac{f}{mg})}$  和  $v_0\sqrt{\frac{mg}{mg-f}}$

C.  $\frac{v_0^2}{2g(1-\frac{2f}{mg})}$  和  $v_0\sqrt{\frac{mg-f}{mg}}$       D.  $\frac{v_0^2}{2g(1-\frac{2f}{mg})}$  和  $v_0\sqrt{\frac{mg}{mg-f}}$

解析： 上升的过程中，重力做负功，阻力  $f$  做负功，由动能定理得

$$(mgh - fh) = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2, \quad h = \frac{v_0^2}{2g(1-\frac{f}{mg})}, \text{ 求返回抛出点的速度由全程使用动能定理}$$

重力做功为零，只有阻力做功为有  $2mgh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，解得  $v = v_0\sqrt{\frac{mg-f}{mg}}$ ，A 正

确。

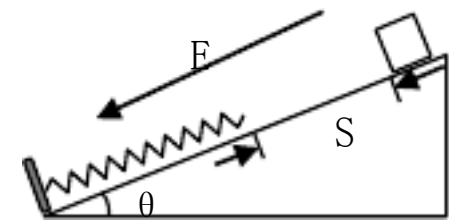


答案：A

点评：此题求返回原抛出点的速率还可以对下落过程采用动能定理再和上升过程联立方程求解，当然这种解法比对全过程采用动能定理繁琐。

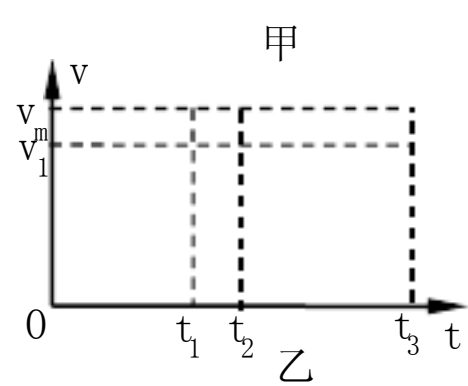
热点关注：

知识：匀变速直线运动、运用动能定理处理变力题、最大速度问题



功问

例 2. (09 年福建卷) 21. (19 分) 如图甲，在面上固定一倾角为  $\theta$  的光滑绝缘斜面，斜面处强度大小为  $E$ 、方向沿斜面向下的匀强电场中。系数为  $k$  的绝缘轻质弹簧的一端固定在斜面底端，整根弹簧处于自然状态。一质量为  $m$ 、带电量为  $q$  ( $q > 0$ ) 的滑块从距离弹簧上端为  $s_0$  处静止释放，滑块在运动过程中电量保持不变，设滑块与弹簧接触过程没有机械能损失，弹簧始终处在弹性限度内，重力加速度大小为  $g$ 。



水平地于电场一劲度端，整

- (1) 求滑块从静止释放到与弹簧上端接触瞬间所经历的时间  $t_1$
- (2) 若滑块在沿斜面向下运动的整个过程中最大速度大小为  $v_m$ ，求滑块从静止释放到速度大小为  $v_m$  过程中弹簧的弹力所做的功  $W$ ；

(3) 从滑块静止释放瞬间开始计时，请在乙图中画出滑块在沿斜面向下运动的整个过程中速度与时间关系  $v-t$  图象。图中横坐标轴上的  $t_1$ 、 $t_2$  及  $t_3$  分别表示滑块第一次与弹簧上端接触、第一次速度达到最大值及第一次速度减为零的时刻，纵坐标轴上的  $v_1$  为滑块在  $t_1$  时刻的速度大小， $v_m$  是题中所指的物理量。(本小题不要求写出计算过程)

解析：(1) 滑块从静止释放到与弹簧刚接触的过程中作初速度为零的匀加速直线运动，设加速度大小为  $a$ ，则有

$$qE + mg \sin \theta = ma \quad (1)$$

$$s_0 = \frac{1}{2} a t_1^2 \quad (2)$$

联立①②可得

$$t_1 = \sqrt{\frac{2ms_0}{qE + mg \sin \theta}} \quad (3)$$

(2) 滑块速度最大时受力平衡，设此时弹簧压缩量为  $x_0$ ，则有

$$mg \sin \theta + qE = kx_0 \quad (4)$$

从静止释放到速度达到最大的过程中，由动能定理得

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/338112024141007004>