

第 5.5 节 实验：验证动能定理

{INCLUDEPICTURE"15WL5-88.TIF"}

一、实验目的

1. 探究外力对物体做功与物体速度变化的关系。
2. 通过实验数据分析，总结出做功与物体速度平方的正比关系。

二、实验器材

小车(前面带小钩)、100~200 g 砝码、长木板及两侧适当的对称位置钉两个铁钉、打点计时器及纸带、学生电源及导线(使用电火花计时器不用学生电源)、5~6 条等长的橡皮筋、刻度尺。

考点一 实验原理与操作

[典例 1] 在“探究恒力做功与动能改变的关系”实验中(装置如图实-5-1 甲):

(1)下列说法哪一项是正确的()

- A. 平衡摩擦力时必须将钩码通过细线挂在小车上
- B. 为减小系统误差，应使钩码质量远大于小车质量
- C. 实验时，应使小车靠近打点计时器由静止释放

(2)图乙是实验中获得的一条纸带的一部分，选取 O 、 A 、 B 、 C 为计数点，已知打点计时器使用的交流电频率为 50 Hz，则打 B 点时小车的瞬时速度大小为_____m/s(保留三位有效数字)。

{INCLUDEPICTURE"15WL5-89.TIF"}

图实-5-1

[题组突破]

1. 用如图实-5-2 所示的装置做“探究动能定理”的实验时，下列说法正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-90.TIF"}

图实-5-2

A. 为了平衡摩擦力，实验中可以将长木板的左端适当垫高，使小车拉着穿过打点计时器的纸带自由下滑时能保持匀速运动

- B. 每次实验中橡皮筋的规格要相同，拉伸的长度要一样
- C. 可以通过改变橡皮筋的条数来改变拉力做功的数值
- D. 可以通过改变小车的质量来改变拉力做功的数值
- E. 实验中要先释放小车再接通打点计时器的电源
- F. 通过打点计时器打下的纸带来测定小车加速过程中获得的最大速度
- G. 通过打点计时器打下的纸带来测定小车加速过程中获得的平均速度

2. (2014·天津高考)某同学把附有滑轮的长木板平放在实验桌上，将细绳一端拴在小车上，另一端绕过定滑轮，挂上适当的钩码，使小车在钩码的牵引下运动，以此定量探究绳拉

力做功与小车动能变化的关系。此外还准备了打点计时器及配套的电源、导线、复写纸、纸带、小木块等。组装的实验装置如图实-5-3 所示。

{INCLUDEPICTURE"14DG-19.TIF"}

图实-5-3

(1)若要完成该实验，必需的实验器材还有哪些_____。

(2)实验开始时，他先调节木板上定滑轮的高度，使牵引小车的细绳与木板平行。他这样做的目的是下列的哪个_____ (填字母代号)。

- A. 避免小车在运动过程中发生抖动
- B. 可使打点计时器在纸带上打出的点迹清晰
- C. 可以保证小车最终能够实现匀速直线运动
- D. 可在平衡摩擦力后使细绳拉力等于小车受的合力

(3)平衡摩擦力后，当他用多个钩码牵引小车时，发现小车运动过快，致使打出的纸带上点数较少，难以选到合适的点计算小车速度。在保证所挂钩码数目不变的条件下，请你利用本实验的器材提出一个解决方法：_____。

(4)他将钩码重力做的功当作细绳拉力做的功，经多次实验发现拉力做功总是要比小车动能增量多一些。这一情况可能是下列哪些原因造成的_____ (填字母代号)。

- A. 在接通电源的同时释放了小车
- B. 小车释放时离打点计时器太近
- C. 阻力未完全被小车重力沿木板方向的分力平衡掉
- D. 钩码做匀加速运动，钩码重力大于细绳拉力

考点二 数据处理与误差分析

[典例 2] 如图实-5-4 所示，是某研究性学习小组做探究“橡皮筋做功和物体速度变化的关系”的实验，图中是小车在一条橡皮筋作用下弹出，沿木板滑行的情形。这时，橡皮筋对小车做的功记为 W 。当我们把 2 条、3 条……完全相同的橡皮筋并在一起进行第 2 次、第 3 次……实验时，每次橡皮筋都拉伸到同一位置释放。小车每次实验中获得的速度由打点计时器所打点的纸带测出。

{INCLUDEPICTURE"15WL5-91.TIF"}

图实-5-4

(1)除了图中的已给出的实验器材外，还需要的器材有_____；

(2)平衡摩擦后，每次实验得到的纸带上的点并不都是均匀的，为了测量小车获得的速度，应选用纸带的_____部分进行测量；

(3)下面是本实验的数据记录表，请将第 2 次、第 3 次……实验中橡皮筋做的功填写在

对应的位置；

	橡皮筋 做的功	10 个间距的距离 $x(\text{m})$	10 个间距的 时间 $T(\text{s})$	小车获得 的速度 v_n	小车速度 的平方 v_n^2
第 1 次	W	0.200	0.2		
第 2 次		0.280	0.2		
第 3 次		0.300	0.2		
第 4 次		0.400	0.2		
第 5 次		0.450	0.2		

(4)从理论上讲，橡皮筋做的功 W_n 和物体速度 v_n 变化的关系应是 $W_n \propto$ _____，请你根据表中测定的数据在如图实-5-5 所示的坐标系中作出相应的图像验证理论的正确性。

{INCLUDEPICTURE"15WL5-92.TIF"}

图实-5-5

[题组突破]

3. 为了探究功与速度变化的关系，现提供如图实-5-6 所示的器材，让小车在橡皮筋的作用下弹出后沿木板滑行，请思考探究思路并回答下列问题。(打点计时器所接交流电频率为 50 Hz)

{INCLUDEPICTURE"15WL5-94.TIF"}

图实-5-6

(1)为了消除摩擦力的影响应采取的措施为_____。

(2)当我们分别用同样的橡皮筋 1 条、2 条、3 条……并起来进行第 1 次、第 2 次、第 3 次……实验时，每次实验中橡皮筋拉伸的长度都保持一致，我们把第 1 次实验中橡皮筋对小车做的功记为 W 。

由于橡皮筋对小车做功而使小车获得的速度可以由打点计时器和纸带测出，如图实-5-7 所示是其中四次实验打出的部分纸带。

{INCLUDEPICTURE"15WL5-95.TIF"}

图实-5-7

试根据以上信息，填写下表。

次数	1	2	3	4
橡皮筋对小车做的功	W			
小车速度 $v/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$				
$v^2(\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2})$				

从表中数据可得出结论：_____。

4. 某同学在实验室用如图实-5-8 甲所示的装置来研究有关做功的问题。

{INCLUDEPICTURE"15WL5-96.TIF"}

图实-5-8

(1)如图甲所示,在保持 $M > 7m$ 条件下,可以认为绳对小车的拉力近似等于砂和砂桶的总重力,在控制小车质量不变的情况下进行实验。在实验中,该同学先接通打点计时器的电源,再放开纸带,已知交流电的频率为 50 Hz。图乙是在 $m = 100\text{ g}$ 、 $M = 1\text{ kg}$ 情况下打出的一条纸带, O 为起点, A 、 B 、 C 为过程中 3 个相邻的计数点,相邻的计数点之间有 4 个没有标出,有关数据如图乙所示,则打 B 点时小车的动能 $E_k =$ _____ J,从开始运动到打 B 点时,绳的拉力对小车做的功 $W =$ _____ J。(保留 2 位有效数字, g 取 9.8 m/s^2)

(2)在第(1)问中,绳的拉力对小车做的功 W 大于小车获得的动能 E_k ,请你举出导致这一结果的主要原因: _____

_____。(写出一种即可)

考点三 实验的改进与创新

[典例 3] 为了“探究外力做功与物体动能变化的关系”,查资料得知,弹簧的弹性势能 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$,其中 k 是弹簧的劲度系数, x 是弹簧长度的变化量。某同学就设想用压缩的弹簧推静止的小球(质量为 m)运动来探究这一问题。为了研究方便,把小球放在水平桌面上做实验,让小球在弹力作用下运动,既只有弹簧弹力做功。该同学设计实验如下:

(1)首先进行如图实-5-9 甲所示的实验:将轻质弹簧竖直挂起来,在弹簧的另一端挂上小球,静止时测得弹簧的伸长量为 d 。

{INCLUDEPICTURE"15WL5-97.TIF"}

图实-5-9

在此步骤中,目的是要确定物理量_____,用 m 、 d 、 g 表示为_____。

(2)接着进行如图乙所示的实验:将这根弹簧水平放在桌面上,一端固定,另一端被小球压缩,测得压缩量为 x ,释放弹簧后,小球被推出去,从高为 h 的水平桌面上抛出,小球在空中运动的水平距离为 L 。

小球的初动能 $E_{k1} =$ _____。

小球离开桌面的动能 $E_{k2} =$ _____。

弹簧对小球做的功 $W =$ _____(用 m 、 x 、 d 、 g 表示)。

对比 W 和 $E_{k2} - E_{k1}$ 就可以得出“外力做功与物体动能变化的关系”。

[题组突破]

5. 某学习小组利用如图实-5-10 所示的装置验证动能定理。

{INCLUDEPICTURE"15WL5-98.TIF"}

图实-5-10

(1)将气垫导轨调至水平，安装好实验器材，从图中读出两光电门中心之间的距离 $s=$ _____ cm;

(2)测量挡光条的宽度 d ，记录挡光条通过光电门 1 和 2 所用的时间 Δt_1 和 Δt_2 ，并从拉力传感器中读出滑块受到的拉力 F ，为了完成实验，还需要直接测量的一个物理量是 _____;

(3)该实验是否需要满足砝码盘和砝码的总质量远小于滑块、挡光条和拉力传感器的总质量? _____(填“是”或“否”)

6. 某学习小组在“探究功与速度变化关系”的实验中采用了如图实-5-11 所示的实验装置。

{INCLUDEPICTURE"15WL5-99.TIF"}

图实-5-11

(1)将气垫导轨接通气泵，通过调平螺丝调整气垫导轨使之水平，检查是否调平的方法是 _____。

(2)如图实-5-12 所示，游标卡尺测得遮光条的宽度 $\Delta d=$ _____ cm。实验时，将橡皮条挂在滑块的挂钩上，向后拉伸一定的距离，并做好标记，以保证每次拉伸的距离恒定。现测得挂一根橡皮条时，滑块弹离橡皮条后，经过光电门的时间为 Δt ，则滑块最后匀速运动的速度表达式为 _____(用字母表示)。

{INCLUDEPICTURE"15WL5-100.TIF"}

图实-5-12

(3)逐根增加橡皮条，记录每次遮光条经过光电门的时间，并计算出对应的速度。则画出的 $W-v^2$ 图像应是 _____。

7. 某同学根据机械能守恒定律，设计实验探究弹簧的弹性势能与压缩量的关系。

(1)如图实-5-13(a)，将轻质弹簧下端固定于铁架台，在上端的托盘中依次增加砝码，测量相应的弹簧长度，部分数据如下表。由数据算得劲度系数 $k=$ _____ N/m。(g 取 9.80 m/s²)

砝码质量(g)	50	100	150
弹簧长度(cm)	8.62	7.63	6.66

(2)取下弹簧，将其一端固定于气垫导轨左侧，如图(b)所示；调整导轨使滑块自由滑动时，通过两个光电门的速度大小 _____。

(3)用滑块压缩弹簧，记录弹簧的压缩量 x ；释放滑块，记录滑块脱离弹簧后的速度 v 。

释放滑块过程中，弹簧的弹性势能转化为_____。

(4)重复(3)中的操作，得到 v 与 x 的关系如图(c)，由图可知， v 与 x 成_____关系。
由上述实验可得结论：对同一根弹簧，弹性势能与弹簧的_____成正比。

{INCLUDEPICTURE"14GD-19.TIF"}

图实-5-13