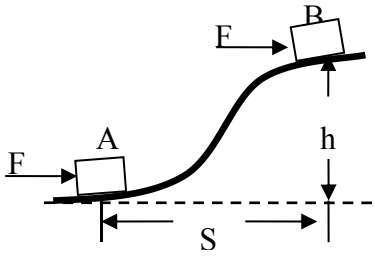
专题 11.3 机械能（提高训练）

1. 质量为 m 的小车在水平恒力 F 推动下，从山坡底部 A 处由静止起运动至高为 h 的坡顶 B，获得速度为v，AB 的水平距离为 S。下列说法正确的是（　　）



A．小车克服重力所做的功是 mgh　　B．合力对小车做的功是$\frac{1}{2}mv^2$

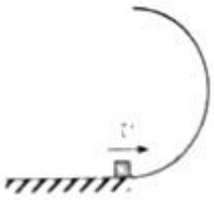
C．推力对小车做的功是 Fs-mgh　　D．小车克服阻力做的功是$\frac{1}{2}mv^2+mgh-Fs$

【答案】AB

【解析】重力做功大小与路径无关，与物体初始位置沿竖直方向的高度有关；WG=mgh;故 A 对；根据动能定理合力对小车做的功等于下车动能的变化量，大小为$\frac{1}{2}mv^2$故 B 对；推力对小车做的功等于推力乘以小车沿推力方向的位移；WF=F.S 故 C 错误；小车克服阻力做的功为变力做功，可通过动能定理计算：

$W_F-W_f-mgh=\frac{1}{2}mv^2-0$得$W_f=FS-mgh-\frac{1}{2}mv^2$故 D 错误；

2.（2017 全国 2）如图，半圆形光滑轨道固定在水平地面上，半圆的直径与地面垂直，一小物块以速度 v 从轨道下端滑入轨道，并从轨道上端水平飞出，小物块落地点到轨道下端的距离与轨道半径有关，此距离最大时对应的轨道半径为（重力加速度为 g）（　　）



A.$\frac{v^2}{16g}$　　B$\frac{v^2}{8g}$　　C.$\frac{v^2}{4g}$　　D.$\frac{v^2}{2g}$

【答案】B

【解析】选择 最低到最高点作为研究过程由动能定理得：

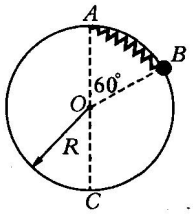
$\frac{1}{2}mv^2=2mgr+\frac{1}{2}mv_1^2;$

物块做平抛运动：x=v1t；$t=\sqrt{\frac{4r}{g}}$；求得：$x=\sqrt{\frac{4v^2}{g}+16r^2}$，由数学知识可知，当$r=\frac{\frac{4v^2}{g}}{2\times16}=\frac{v^2}{8g}$时，X 最大；

3.如图，一质量 m=0.2kg 的小球系于轻质弹簧一端，且套在光滑的竖直圆环上，弹簧固定于环的最高点 A，环的半径 R=0.5m，弹簧原长 L0 = 0.5m，劲度系数 k=4.8 N/m。若小球从 B 点由静止开始滑到最低点 C 时，弹簧的弹性势能 E 弹=0.6J；求：

（1）小球到 C 点时的速度 vC 的大小.

（2）小球在 C 点时对环的作用力（g=10 m/s2).



【答案】（1）3m/s　(2)3.2N

【解析】（1）小球由 B 点滑到 C 点，由动能定理得

mg (R +Rcos600)+W 弹=mvC2/2　而 W 弹= -ΔEP= -0.6J　　解得 vC=3 m/s

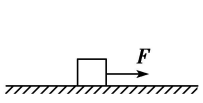
（2）在 C 点时有 F 弹=k (2R–l0)=2.4N

设环对小球作用力为 N，方向指向圆心，则 F 弹+FN –mg=mvC2/R

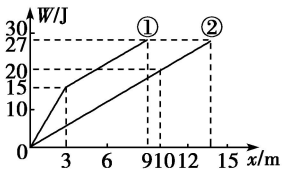
解得：FN=3.2N

由牛顿第三定律得：小球对环作用力为 FN /= - FN= - 3.2N

4．(多选)质量为 1 kg 的物体在水平粗糙的地面上受到一水平外力 F 作用运动，如图甲所示，外力 F 和物体克服摩擦力 Ff 做的功 W 与物体位移 x 的关系如图乙中的①和②所示，重力加速度 g 取 10 m/s2。下列分析正确的是(　　)



甲



乙

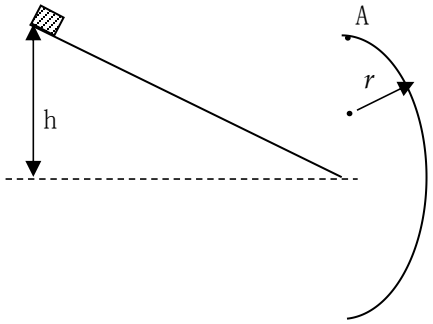
A．物体与地面之间的动摩擦因数为 0.2　　B．物体运动位移为 13 m

C．前 3 m 运动过程中物体的加速度为 3 m/s2　　D．x＝9 m 时，物体速度为 $3\sqrt{2}$ m/s

【答案】　ACD

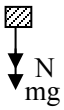
【解析】由 $W_f=F_{fx}$ 对应题图乙可知，物体与地面之间的滑动摩擦力 $F_f=2$ N，由 $F_f=\mu mg$ 可得$\mu=0.2$，A 正确；由 $W_F=Fx$ 对应题图乙可知，前 3 m 内，拉力 $F_1=5$ N,3～9 m 内拉力 $F_2=2$ N，物体在前 3 m 内的加速度 $a_1=\frac{F1-Ff}{m}=3$ m/s2，C 正确；由动能定理得 $W_F-F_{fx}=\frac{1}{2}mv^2$ 可得 x＝9 m 时，物体的速度为 $v=3\sqrt{2}$ m/s，D 正确；物体的最大位移 $xm=\frac{WF}{Ff}=13.5$ m，B 错误。

5.如图所示，质量 m=100g 的小物块，从距地面 h=2.0m 处的斜轨道上由静止开始下滑，与斜轨道相连的是半径 r=0.4m 的圆轨道。若物体运动到圆轨道的最高点 A 时，物块对轨道的压力恰好等于它自身所受的重力。求物块从开始下滑到 A 点的运动过程中克服阻力做的功多少？（g 取 10m/s2）



【答案】0.8J

【解析】在 A 点对物块进行受力分析：



N=mg……①

$$F_{合}=mg+N \quad \cdots\cdots②$$

$$F_{合}=F_{向}=\frac{mv_A^2}{r} \quad \cdots\cdots③$$

从开始到 A 点过程：$W_{合}=\Delta E_K$

$$\therefore W_G+W_f=\frac{1}{2}mv_A^2 \quad \cdots\cdots④$$

$$W_G=mg(h-2r) \quad \cdots\cdots⑤$$

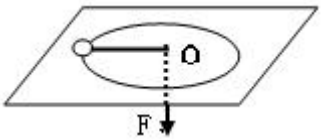
由①②③④⑤得 $W_f=-0.8J$

所以 $W_{克f}=-W_f=0.8$J

6.如图所示，质量为 m 的物体用细绳经过光滑小孔牵引在光滑水平面上做匀速圆周运动，拉力为某个值 F

时，转动半径为 R，当拉力逐渐减小到 F/4 时，物体仍做匀速圆周运动，半径为 2R，则外力对物体所做的功的大小是:

A、$\frac{FR}{4}$；B、$\frac{3FR}{4}$；C、$\frac{5FR}{2}$；D、零;



【答案】A

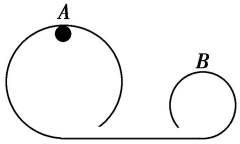
【解析】设当绳的拉力为 F 时，小球做匀速圆周运动的线速度为 v1，则有 F=mv12/R……①

当绳的拉力减为 F/4 时，小球做匀速圆周运动的线速度为 v2,则有 F/4=mv22/2R……②

在绳的拉力由 F 减为 F/4 的过程中，绳的拉力所做的功为 W=½mv22－½mv12=－¼FR

所以，绳的拉力所做的功的大小为 FR/4,A 选项正确.

7. (2018·济宁模拟)如图所示的竖直轨道，其圆形部分半径分别是 R 和$\frac{R}{2}$，质量为 m 的小球通过这段轨道时，在 A 点时刚好对轨道无压力，在 B 点时对轨道的压力为 mg。则小球由 A 点运动到 B 点的过程中摩擦力对小球做的功为(　　)



A．－mgR　　B．$-\frac{9}{8}$mgR　　C．$-\frac{5}{4}$mgR　　D．$-\frac{4}{3}$mgR

【答案】A

【解析】在 A 处对小球由牛顿第二定律 mg＝m$\frac{v_A^2}{R}$，vA＝$\sqrt{gR}$，在 B 处对小球由牛顿第二定律得 mg＋FN＝m$\frac{v_B^2}{\frac{R}{2}}$，又 FN＝mg，解得 vB＝$\sqrt{gR}$，小球由 A 到 B 的过程由动能定理得 mg(2R－2×$\frac{R}{2}$)＋Wf＝$\frac{1}{2}$mvB2－$\frac{1}{2}$mvA2，

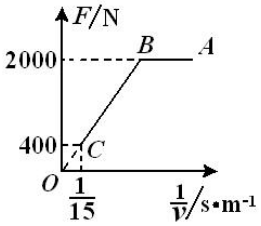
解得 Wf＝－mgR，故 A 正确。

8.北京奥运会为体现“绿色奥运”的理念，奥组委在各比赛场馆使用了新型节能环保电动车，湖北江汉大学的 500 名学生担任了司机，负责接送比赛选手和运输器材.在检测某款电动车性能的实验中，让电动车由静止开始沿平直公路行驶，利用仪器测得不同时刻电动车的牵引力 F 与对应的速度 v，绘出的 $F-\frac{1}{v}$ 图象如图所示（图中 AB、BD 均为直线，C 点为实线与虚线的分界点）.假设电动车行驶中所受的阻力恒定，则由图象可知：

（1）电动车所受的阻力为_____N；（2）电动车在 AB 段做_____运动；

（3）BC 段的斜率表示电动车的额定功率，大小为_____W；

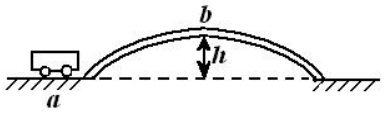
（4）电动车的最大速度为_____m/s。



【答案】（1）400；（2）匀变速；（3）6000；（4）15

【解析】由图象可知，AB 段电动车的牵引力F 不变，又电动车行驶中所受的阻力恒定，所以电动车在 AB 段由 A 到 B 的过程中沿平直公路做匀加速运动；电动车由 A 到 B 的过程中，牵引力 F 不变，速度增大，故电动车的功率变大，至 B 点电动车的功率达到达到最大值，即达到额定功率，BC 段的斜率为 Fv 表示电动车的额定功率；电动车在 BC 段由 B 到 C 的过程中以额定功率做加速度减小的加速运动，C 点为实践与虚线的分界点，电动车至 C 点时的加速度减小到 0，速度达到最大值 vm=15m/s，此时电动车所受的牵引力等于阻力，所以电动车所受的阻力为 f=F=400N，电动车的额定功率 P 额=fv_m=6000W.

9.如图所示，是上海“明珠线”某轻轨车站的设计方案，与站台连接的轨道有一个小坡度，电车进站时要上坡，出站时要下坡.如果坡高 2m，电车到 a 点时的速度是 25.2km/h，此后便切断电动机的电源，如果不考虑电车所受的摩擦力，则电车到 a 点切断电源后，能否冲上站台？如果能冲上，它到达 b 点时的速度多大？如果不能，请说明理由.



【答案】7m/s　　能

【解析】取 a 点所在水平面为零势能面，电车在 a 点的机械能为 $E_1 = E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2$，其中 v1=25.2km/h=7m/s

设电车所能达到的最大高度为 h'，则由机械能守恒定律有

$mgh' = \frac{1}{2}mv_1^2$，所以有 $h' = \frac{v_1^2}{2g} = 2.45\,\text{m}$

因为 h/>h，所以能冲上站台.

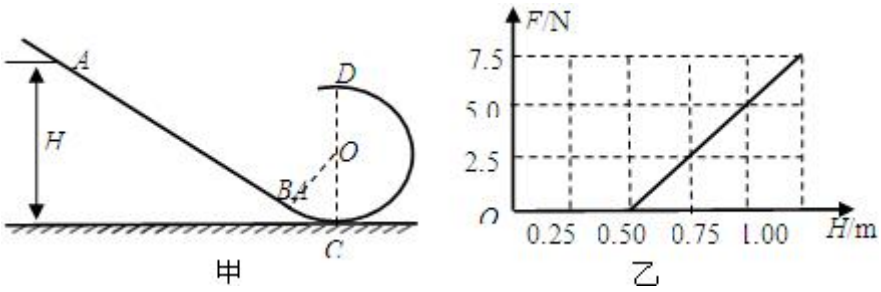
设电车到达 b 点时的速度为 v2，则由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_1^2 = mgh + \frac{1}{2}mv_2^2$

解得 $v_2=\sqrt{v_1^2-2gh}=\sqrt{7^2-2\times10\times2}$ m/s=3m/s.

10.如图甲所示，竖直平面内的光滑轨道由倾斜直轨道 AB 和圆轨道 BCD 组成，AB 和 BCD 相切于 B 点，CD 连线是圆轨道竖直方向的直径（C、D 为圆轨道的最低点和最高点），已知∠BOC=30°．可视为质点的小滑块从轨道 AB 上高 H 处的某点由静止滑下，用力传感器测出滑块经过圆轨道最高点 D 时对轨道的压力为 F，并得到如图乙所示的压力 F 与高度 H 的关系图象，取 g=10m/s2．求：

（1）滑块的质量和圆轨道的半径；

（2）是否存在某个 H 值，使得滑块经过最高点 D 后能直接落到直轨道 AB 上与圆心等高的点．若存在，请求出 H 值；若不存在，请说明理由．



甲　　乙

【答案】（1）0.1　0.2　（2）　0.6

【解析】选择 AD 作为研究过程，结合动能定理得：$mg(H-2R)=\frac{1}{2}mv_D^2$.....(1)；

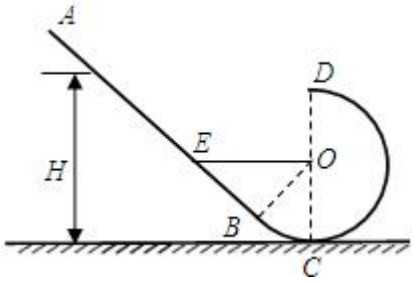
对 D 点结合牛二定律得：$F_N+mg=\frac{mv_D^2}{R}$...(2)

联立 1、2 式得：$F_N=\frac{2mgH}{R}-5mg$....(3)

由 3 式可知图像的斜率为$\frac{2mg}{R}$,图像与纵轴的截距为-5mg；将乙图反向延长交纵轴为-5；可知-5mg=-5

m=0.1kg;代入 2 式得 R=0.2m；

（2）2）假设滑块经过最高点 D 后能直接落到直轨道 AB 上与圆心等高的 E 点（如图所示）



从 D 到 E 过程滑块做平抛运动，水平方向有：$OE=\frac{R}{\sin30}=v_D.t$....(1)　竖直方向：$R=\frac{1}{2}gt^2$....(2)

联立 1、2 两式得：$v_D=2m/s$；小球能够到达圆弧最高点的临界速度为$v_{D/}=\sqrt{gR}=\sqrt{2}m/s$；$v_D>v_{D/}$

所以所以该速度存在；选择 AD 作为研究过程结合动能定理得：$mg(H'-2R)=\frac{1}{2}mv_D^2$，代入相关参数得：H=0.6m；

11. A、B 两物体分别在水平恒力 F1 和 F2 的作用下沿水平面运动，先后撤去 F1、F2 后，两物体最终停下，它们的 v－t 图象如图所示．已知两物体与水平面间的滑动摩擦力大小相等，则下列说法正确的是(　　)

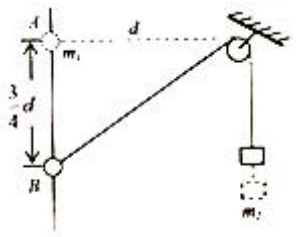
A. F1、F2 大小之比为 1∶2　　B. F1、F2 对 A、B 做功之比为 1∶2

C. A、B 质量之比为 2∶1　　D. 全过程中 A、B 克服摩擦力做功之比为 2∶1

【答案】C

【解析】　由图象与坐标轴围成的面积表示位移，可知两物体的位移相同，已知两物体与水平面间的滑动摩擦力大小相等，故全过程中两物体克服摩擦力做功相等，D 项错；由动能定理可知，两物体所受外力做的功与克服摩擦力做的功相等，故外力做的功相同，B 项错；由图象可知，A、B 在外力作用下的位移之比为 1∶2，由功的定义可知，F1∶F2＝2∶1，A 项错；由速度图象可知，两物体匀减速直线运动过程中的加速度大小之比为 1∶2，由牛顿第二定律有：Ff＝ma，可知两物体质量之比为 2∶1，C 项正确．

12.如图所示，一个质量为 m1 的有孔小球套在竖直固定的光滑直杆上，通过一条跨过定滑轮的轻绳与质量为 m2 的重物相连，光滑定滑轮与直杆的距离为 d，重力加速度为 g，现将小球从与定滑轮等高的 A 处由静止释放，当小球沿直杆下滑距离为 $\frac{3}{4}d$时（图中 B 处），下列说法正确的是（　）



A. 小球的速度与重物上升的速度大小之比为 5：4

B. 小球的速度与重物上升的速度大小之比为 5：3

C. 小球重力势能的减少量等于重物重力势能的增加量

D. 小球机械能的减少量等于重物机械能的增加量

【答案】B,D

【解析】【解答】A、B、根据绳系连接体的特点是沿绳的速度相等，故分解 B 的速度沿绳方向和垂直绳方向有：$v_{球}\cos\theta=v_{绳}=v_{物}$，而 $\cos\theta=\frac{\frac{3}{4}d}{\sqrt{(\frac{3}{4}d)^2+d^2}}=\frac{3}{5}$，故 $\frac{v_{球}}{v_{物}}=\frac{5}{3}$，A 不符合题意，B 符合题意。C、D、根据球和物体组成的系统，一对绳的拉力做功之和为零，则系统只有两物体的重力做功，系统的机械能

守恒，小球的机械能有部分转移给重物，C 不符合题意，D 符合题意。

13.在奥运比赛项目中，高台跳水是我国运动员的强项．质量为 m 的跳水运动员进入水中后受到水的阻力而做减速运动，设水对他的阻力大小恒为 F，那么在他减速下降高度为 h 的过程中，下列说法正确的是(g 为当地的重力加速度)(　　)

A．他的动能减少了 Fh　　B．他的重力势能增加了 mgh

C．他的机械能减少了(F－mg)h　　D．他的机械能减少了 Fh



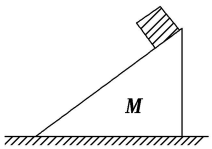
【答案】D

【解析】由动能定理，ΔEk＝mgh－Fh，动能减少了 Fh－mgh，A 选项不正确；他的重力势能减少了 mgh，B 选项错误；他的机械能减少了ΔE＝Fh，C 选项错误，D 选项正确．

14.如图所示，斜面置于光滑水平地面上，其光滑斜面上有一物体由静止下滑，在物体下滑过程中，下列说法正确的是(　　)

A．物体的重力势能减少，动能增加　　B．斜面的机械能不变

C．斜面对物体的作用力垂直于接触面，不对物体做功　　D．物体和斜面组成的系统机械能守恒



【答案】D

【解析】物体下滑过程中，由于物体与斜面相互间有垂直于斜面的作用力，使斜面加速运动，斜面的动能增加；物体沿斜面下滑时，既沿斜面向下运动，又随斜面向右运动，其合速度方向与弹力方向不垂直，且夹角大于 90°，所以物体克服相互作用力做功，物体的机械能减少，但动能增加，重力势能减少，故 A 项正确，B、C 项错误．对物体与斜面组成的系统内，只有动能和重力势能之间的转化，故系统机械能守恒，D 项正确．

15.利用图甲装置做“验证机械能守恒定律”实验。

(1)为验证机械能是否守恒，需要比较重物下落过程中任意两点间的_____。

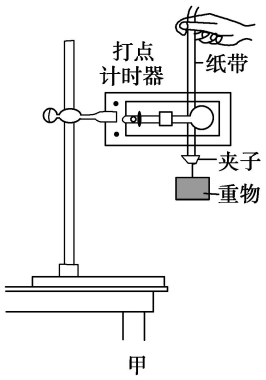
A．动能变化量与势能变化量

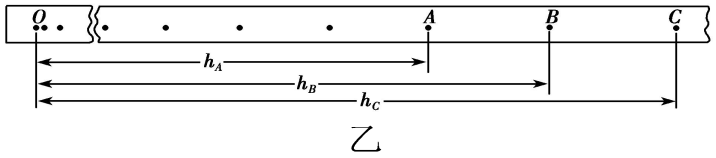
B．速度变化量和势能变化量

C．速度变化量和高度变化量

(2)除带夹子的重物、纸带、铁架台(含铁夹)、电磁打点计时器、导线及开关外，在下列器材中，还必须使用的两种器材是_____。

A．交流电源　　B．刻度尺　　C．天平(含砝码)





乙

(3)实验中，先接通电源，再释放重物，得到如图乙所示的一条纸带。在纸带上选取三个连续打出的点 A、B、C，测得它们到起始点 O 的距离分别为 hA、hB、hC。

已知当地重力加速度为 g，打点计时器

打点的周期为 T。设重物的质量为 m。

从打 O 点到打 B 点的过程中，重物的

重力势能变化量ΔEp＝_____，动能变化量ΔEk＝_____。

(4)大多数学生的实验结果显示，

重力势能的减少量大于动能的增加量，原因是____。

A．利用公式 v＝gt 计算重物速度　　B．利用公式 v＝$\sqrt{2gh}$计算重物速度

C．存在空气阻力和摩擦阻力的影响　D．没有采用多次实验取平均值的方法

(5)某同学想用下述方法研究机械能是否守恒：在纸带上选取多个计数点，测量它们到起始点 O 的距离 h，计算对应计数点的重物速度 v，描绘 v2 -h 图象，并做如下判断：若图象是一条过原点的直线，则重物下落过程中机械能守恒，请你分析论证该同学的判断是否正确的。

【答案】见解析

【解析】(1)重物下落过程中重力势能减少，动能增加，故该实验需要比较重物下落过程中任意两点间的动能变化量与势能变化量在误差范围内是否相等，A 项正确。

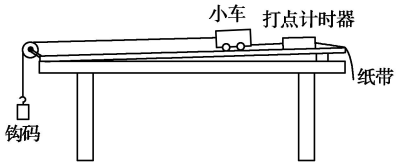
(2)电磁打点计时器使用的是交流电源，故要选 A，需要测纸带上两点间的距离，还需要刻度尺，选 B，根据 mgh＝$\frac{1}{2}$mv2－0 可将等式两边的质量抵消，不需要天平，故选 A、B。

(3)重物的重力势能变化量为ΔEp＝－mghB，动能的变化量ΔEk＝$\frac{1}{2}$mv$_B^2$＝$\frac{1}{2}$m$\left(\frac{hC－hA}{2T}\right)^2$

(4)重物重力势能的减少量略大于动能的增加量，是因为重物下落过程中存在空气阻力和摩擦阻力的影响，C正确。

(5)该同学的判断依据不正确，在重物下落 h 的过程中，若阻力 F 阻恒定，根据 mgh－F 阻 h＝$\frac{1}{2}$mv2－0，则 v2＝2$\left(g－\frac{F\ 阻}{m}\right)$h 可知，v2 -h 图象就是过原点的一条直线。要想通过 v2 -h 图象的方法验证机械能是否守恒，还必须看图象的斜率是否接近 2g。

16.利用如图甲所示的实验装置探究恒力做功与物体动能变化的关系。小车的质量为 M＝200.0 g，钩码的质量为 m＝10.0 g，打点计时器的电源为 50 Hz 的交流电。

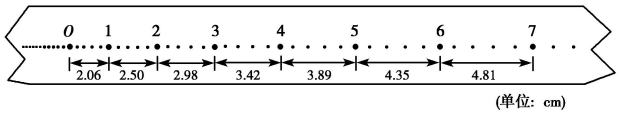


甲

(1)挂钩码前，为了消除摩擦力的影响，应调节木板右侧的高度，直至向左轻推小车观察到

_____。

(2)挂上钩码，按实验要求打出的一条纸带如图乙所示。选择某一点为 O，依次每隔 4 个计时点取一个计数点。用刻度尺量出相邻计数点间的距离Δx，记录在纸带上。计算打出各计数点时小车的速度 v，其中打出计数点“1”时小车的速度 v1＝_____m/s。

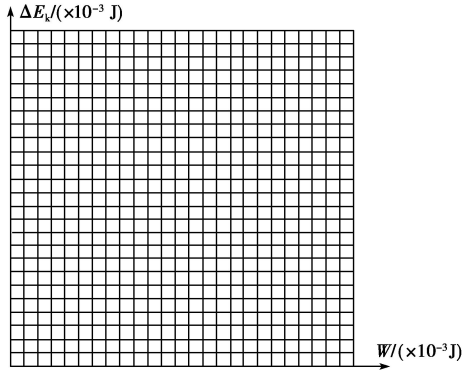


乙

(3)将钩码的重力视为小车受到的拉力，取 g＝9.80 m/s2，利用 W＝mgΔx 算出拉力对小车做的功 W。利用 Ek＝$\frac{1}{2}$Mv2 算出小车动能，并求出动能的变化量ΔEk。计算结果见下表。

W/(×10－3 J)	2.45	2.92	3.35	3.81	4.26
ΔEk/(×10－3 J)	2.31	2.73	3.12	3.61	4.00

请根据表中的数据，在图丙中作出ΔEk -W 图象。



丙

(4)实验结果表明，ΔEk 总是略小于 W。某同学猜想是由于小车所受拉力小于钩码重力造成的。用题中小车和钩码质量的数据可算出小车受到的实际拉力 F＝_____N。

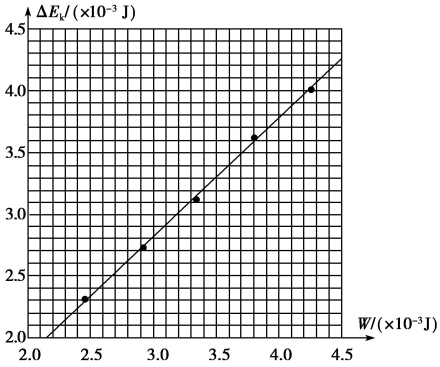
【答案】 (1)小车做匀速运动 (2)0.228 (3)见解析图 (4)0.093

【解析】 (1)完全平衡摩擦力的标志是轻推小车，小车做匀速运动。

(2)两计数点间的时间间隔 T＝5×0.02 s＝0.1 s

$v1=\frac{x02}{2T}=\frac{(2.06+2.50)\times0.01}{2\times0.1}$ m/s＝0.228 m/s

(3)确定标度，根据给出数据描点。作图如图所示。



(4)从图线上取两个点(4.5,4.24)，(2.15,2.0)

图线的斜率 $k=\frac{4.24-2.0}{4.5-2.15}\approx0.953$①

又有 $k=\frac{\Delta Ek}{\Delta W}=\frac{Mv2}{2mg\Delta x}$②

根据运动学公式有 v2＝2aΔx③

根据牛顿第二定律有

F＝Ma④

由①②③④式解得 F≈0.093 N