

提示 机器人正常工作时的电流  $I=\frac{P}{U}=$

$\frac{90\text{W}}{36\text{V}}=2.5\text{A}$ ，A 错误；若机器人工作电路为纯电

阻电路，则内电阻  $r=\frac{U}{I}=14.4\Omega$ ，但机器人工作电

路不是纯电阻电路，B 错误；由  $Q=It$  可得，机器人

可以连续正常工作的时间为  $t=\frac{Q}{I}=\frac{5\text{A}\cdot h\times 90\%}{2.5\text{A}}=$

$1.8\text{h}=108\text{min}$ ，C 正确；机器人充满电后正常工作

期间总共消耗的电能  $W=Pt=90\times 1.8\times 3600\text{J}=$

$583200\text{J}$ ，D 错误。

2.C

提示 由闭合电路欧姆定律得  $U=E-Ir$ ，当  $I=$

$0$  时， $E=U$ ，由图线  $a$  与纵轴的交点读出电动势为

$E=3.6\text{V}$ ，根据两图线交点处的状态可知，将它们

组成闭合回路时路端电压为  $U=2.5\text{V}$ ，回路中的

电流为  $I=0.2\text{A}$ ，则此时硅光电池的内阻为  $r=\frac{E-U}{I}=\frac{3.6-2.5}{0.2}\Omega=5.5\Omega$ ，A 错误；硅光电池的输

出功率为  $P_{\text{出}}=UI=0.5\text{W}$ ，B 错误；此时硅光电池的

总功率为  $P_{\text{总}}=EI=3.6\times 0.2\text{W}=0.72\text{W}$ ，C 正确；此时

硅光电池的输出效率为  $\eta=\frac{P_{\text{出}}}{P_{\text{总}}}\times 100\%=\frac{0.5}{0.72}\times$

$100\%\approx 69.4\%$ ，D 错误。

3.D

提示 灯泡  $A$ 、 $B$  变亮，说明实际功率增大了，

其电压和电流增大了； $C$ 、 $D$  两灯变暗，其电压和

电流减小了。具体故障可将每个选项逐一代入题

目检查是否符合题意，从而确定正确选项。

4.C

提示 由电流定义可知  $I=\frac{q}{t}=neSv$ ，由欧姆定

律可得  $U=IR=neSv\rho\frac{L}{S}=nev\rho L$ ，根据电场强度

$E=\frac{U}{L}$ ，解得  $E=nev$ ，故 C 正确，A、B、D 错误。

5.A

提示 将滑动变阻器的滑片向  $a$  端移动，阻

值增大，总电阻增大，总电流减小，根据闭合电路

欧姆定律可得  $U_3=E-(r+R_1)$ ，由于总电流减小，

电源内阻与定值电阻  $R_1$  不变，则  $R_3$  两端电压增

大，则通过  $R_3$  两端电流增大，由串并联关系有  $I_{\text{总}}=I_2+I_3$ ，则通过  $R_2$  的电流减小，电压表的读数

为  $\varphi_a-\varphi_b=U_{ab}=U_3-IR_2$ ，则电压表的读数增大， $a$  点

电势升高，则 A 正确，C 错误；根据电源的输出功

率特点，当外电阻等于电源内阻时，电源的输出

功率最大，由于电源内阻无法确定，所以电源的

输出功率无法确定，则 B 错误；电源的效率为  $\eta=\frac{P_{\text{出}}}{P_{\text{总}}}\times 100\%=\frac{UI}{EI}\times 100\%=\frac{R_{\text{外}}}{R_{\text{外}}+r}\times 100\%=\frac{1}{1+\frac{r}{R_{\text{外}}}}\times 100\%$ ，则将

$\frac{UI}{EI}\times 100\%=\frac{R_{\text{外}}}{R_{\text{外}}+r}\times 100\%=\frac{1}{1+\frac{r}{R_{\text{外}}}}\times 100\%$ ，外电

阻越大，电源效率越高，所以当  $R_{\text{外}}=10\Omega$  时，电源

的效率最高，故 D 错误。

7.C

提示 滑动变阻器  $R$  的滑片向右移动一段距

离后，滑动变阻器电阻  $R$  减小，总电流变大， $R_1$

两端电压变大，即电容器电压变大，粒子受到向

上的电场力变大，带电小球仍以  $v_0$  从  $O$  点沿

$OO'$  飞入，则飞出点在  $O'$  点上方，A、B 错误；

若金属板  $MN$  平行上移一小段距离，电容器

电容变小，电容器电压不变，所以电容器电量减

小，但由于二极管的单向导电性，电容器电量无

法减小，其电量不变，由  $C=\frac{eS}{4k\pi d}$ ， $C=\frac{Q}{U}$ ， $E=\frac{U}{d}$ ，

可得  $E=\frac{4\pi kQ}{eS}$ ，可知场强  $E$  不变，粒子受到向上

的电场力不变，带电小球仍以  $v_0$  从  $O$  点沿

$OO'$  飞入，将在  $O'$  点飞出，C 正确；

若金属  $MN$  板平行下移一小段距离，电容器

电容变大，电容器电压不变，所以电容器电量变

大，由  $E=\frac{4\pi kQ}{eS}$ ，可知场强  $E$  变大，粒子受到向

上的电场力变大，带电小球仍以  $v_0$  从  $O$  点沿

$OO'$  飞入，将在  $O'$  点上方飞出，D 错误。

二、多项选择题

8.BD

提示 题图甲中的  $A_1$ 、 $A_2$  并联，表头的电压

相等，电流相等，指针偏转的角度相同，量程不

同的电流表读数不同，故 A 错误，B 正确；题图乙

中的  $A_1$ 、 $A_2$  串联， $A_1$ 、 $A_2$  的示数相同，由于量程不

同，内阻不同，电表两端的电压不同，流过表头

的电流不同，指针偏转的角度不同，故 C 错误，D 正确。

9.AC

提示 当  $R_1$  为零时， $a$  板接电源正极，电势最

高，带正电；当  $R_1=2\Omega$  时，电容器两板等势，不带

电；当  $R_1>2\Omega$  时， $b$  板电势较高， $a$  板带负电，即电

容器两端的电压先减小后增大，故 A 正确，B、D

错误。当  $R_1$  为零时，外电阻最小，最小值为  $R_{\text{min}}=\frac{R_2(R_1+R_4)}{R_1+R_3+R_4}\approx 1.67\Omega$ ，当  $R_1$  最大时，外电阻最大，

最大值为  $R_{\text{max}}=\frac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1+R_2+R_3+R_4}\approx 9.10\Omega$ ，根据电

源的输出功率与外电阻的图像（如下图所示），可

知电源的输出功率先增大后减小，故 C 正确。

10.CD

提示 由题图可知，电源的内阻  $r$ 、 $R_0$ 、 $R$  串联

构成回路，电流表串联在干路中，电压表  $V_1$  与  $R_0$

并联， $V_3$  与  $R$  并联， $V_2$  测路端电压，当  $R$  向上滑

动时， $R$  的阻值增大，整个电路电阻变大， $V_3$ 、 $V_2$

示数变大，电流表示数变小，A、B 错误；根据闭合

电路欧姆定律得  $E=U_3+I(r+R_0)$ ，所以  $\frac{\Delta U_3}{\Delta I}=r+R_0$ ，

C 正确； $V_2$  增加的数值的绝对值  $\Delta U_2$  等于电源内

阻两端内部电压降低的数值绝对值  $\Delta U_{\text{内}}$ ，即  $\Delta U_2=\Delta U_{\text{内}}$ ，整个电路是串联关系，由于  $R_0>r$ ，所以  $\Delta U_1>\Delta U_{\text{内}}=\Delta U_2$ ，D 正确。

三、非选择题

11.(1)0.900 (2) $c$ 、 $d$  间断路

(3) $6\times 10^{-6}$  (4)等于

12.(1)0.75 (2) $R_1$  (3)0.8

13.(1) $4\text{A}\leq I\leq 5.7\text{A}$  (2)当滑动头  $P$  滑至滑

片左边部分电阻为  $R_1'=2\Omega$  时，伏特计示数为零

提示 (1)电流表示数最大时，并联部分合电

阻最小，即滑片  $P$  处于  $A$  端时，电路总电阻最小，

则

$R_{\text{并}}=\frac{R_1(R_1+R_3)}{R_1+R_1+R_3}=1.6\Omega$

最大电流为

$I_{\text{m}}=\frac{E}{r+R_{\text{并}}}\approx 5.7\text{A}$

当并联部分支路电阻相等时，合电阻最大，

即滑片把滑动变阻器分为两部分，左边电阻为

$R_4=3\Omega$ ，右边电阻为  $R_6=2\Omega$ ，并联电阻为

$R'_{\text{并}}=\frac{(R_1+R_4)\cdot (R_2+R_6)}{R_1+R_1+R_2+R_6}=2.5\Omega$

最大电流为

$I_{\text{m}}=\frac{E}{r+R'_{\text{并}}}=4\text{A}$

电流表的取值范围为  $4\text{A}\leq I\leq 5.7\text{A}$ ；

(2)当滑动头  $P$  滑至滑片左边部分电阻为  $R'_{\text{A}}$

时，伏特计示数为零，即  $R_1$ 、 $R_2$  两端电压  $U'$  相等，

设并联部分电压为  $U$ ，则

$\frac{U'}{R_1}=\frac{U-U'}{R'_{\text{A}}}$

$\frac{U'}{R_2}=\frac{U-U'}{R_3-R'_{\text{A}}}$

解得  $R'_{\text{A}}=2\Omega$

故当滑动头  $P$  滑至滑片左边部分电阻为  $R'_{\text{A}}=$

$2\Omega$  时，伏特计示数为零。

14.(1) $6.0\times 10^{-12}\text{C}$  (2)不能从  $C$  的电场中射出

提示 (1)S 断开时，电阻  $R_3$  两端电压为

$U_3=\frac{R_3}{R_2+R_3+r}E=16\text{V}$

S 闭合后，外阻为

$R=\frac{R_1(R_2+R_3)}{R_1+R_2+R_3}=6\Omega$

路端电压为

$U=\frac{R}{R+r}E=21\text{V}$

电阻  $R_3$  两端电压为

$U'_{\text{3}}=\frac{R_3}{R_2+R_3}U=14\text{V}$

则流过  $R_4$  的总电荷量为

$\Delta Q=CU_3-CU'_{\text{3}}=6.0\times 10^{-12}\text{C}$ ；

(2)设微粒质量为  $m$ ，电荷量为  $q$ ，当开关 S

断开时有

$\frac{qU_3}{d}=mg$

当开关 S 闭合后，设微粒加速度为  $a$ ，则

$mg-\frac{qU_3'}{d}=ma$

设微粒能从  $C$  的电场中射出，则水平方向有

$t=\frac{l}{v_0}$

竖直方向有

$y=\frac{1}{2}at^2$

由以上各式求得  $y=6.25\times 10^{-3}\text{m}>\frac{d}{2}$

故微粒不能从  $C$  的电场中射出。

1.A

提示 高压水流冲击到石球底部后，在竖直

方向的速度变为零，以竖直向上为正方向，根据

动量定理得  $-Mgt=\rho Svt(0-v)$ ，解得  $v=\sqrt{\frac{Mg}{\rho S}}$ 。

2.D

提示 在爆炸过程中，由于重力远小于内力，

系统的动量守恒。爆炸前炮弹在最高点的速度沿

水平方向，爆炸后  $P$  的运动方向与爆炸前的运动

方向相同，根据动量守恒定律判断出  $Q$  的速度一

定沿水平方向，但爆炸后的运动方向取决于  $P$  的

动量与爆炸前炮弹的动量的大小关系，因此  $Q$  的

运动方向不一定与爆炸前的运动方向相同，故 A

错误；在爆炸过程中， $P$ 、 $Q$  受到爆炸力大小相等，

作用时间相同，则爆炸力的冲量大小一定相等，

由动量定理可知，在炸裂过程中， $P$ 、 $Q$  动量的

改变量大小相等、方向相反，D 正确；爆炸后  $P$ 、 $Q$  均

做平抛运动，竖直方向做自由落体运动，由于高

度相同，飞行时间一定相同，所以  $P$ 、 $Q$  一定同时

落地，B 错误；由于爆炸后两部分速度的大小关

系无法判断，因此落地点到爆炸点的水平距离无

法确定，C 错误。

3.B

提示 子弹射入木块过程中，子弹和木块组

成系统动量守恒，能量守恒，A 错误；系统所受合

外力不等于零，所以  $M$ 、 $N$  与弹簧组成的系统动

量不守恒，除重力和弹簧弹力外，其他力做功之

和为零，所以  $M$ 、 $N$  与弹簧组成的系统机械能守

恒，B 正确；细线断裂后，木球和铁球在水中运

动的过程，两球组成的系统所受合外力为零，所

以动量守恒，由于浮力对系统做功，系统机械能不

守恒，C 错误；木块沿放在光滑水平面上的斜面

下滑，木块和斜面组成的系统在水平方向动量守

恒，由于斜面可能不光滑，所以机械能可能有损

失，D 错误。

4.A

提示 物体在斜面上下滑过程，由动能定理

得  $mgh=\frac{1}{2}mv^2-0$ ，解得  $v=\sqrt{2gh}$ ，两个小物块滑

7.C

提示 A 下摆到竖直位置之前，机械能守恒，

有  $mgL=\frac{1}{2}mv^2$ ，在最低点，根据牛顿第二定律有

$F-mg=m\frac{v^2}{L}$ ，解得  $F=3mg$ ；对  $B$  受力分析，未释放

$A$  时，由平衡条件得  $B$  所受的静摩擦力  $F_f=$

$4mgsin30^\circ=2mg$ ，方向沿斜面向上，在  $A$  到达最低

点的瞬间，有  $F'=F-4mgsin30^\circ=mg$ ，方向沿斜面

向下，故 A、B 错误。假设地面光滑，小球  $A$ 、 $B$  及

斜面整体水平方向上不受外力，系统水平方向动

量守恒，故小球下摆，具有向右的水平动量，则斜

面体和  $B$  有向左的水平动量，即有向左的运动趋

势，故地面对斜面的摩擦力方向一直水平向

右，故 C 正确，D 错误。

二、多项选择题

8.CD

提示 滑块从  $A$  到  $B$  过程，小车与滑块组成

的系统在竖直方向所受合外力不为零，系统所受

合外力不为零，系统动量不守恒，滑块从  $B$  到  $C$

过程系统所受合外力为零，系统动量守恒，整个

过程，小车和滑块组成的系统动量不守恒，故 A

错误；滑块到达  $B$  时的速度最大，设此时滑块的

速度大小为  $v_1$ ，小车的速度大小为  $v_2$ ，滑块从  $A$

到  $B$  过程系统在水平方向所受合外力为零，系统

在水平方向动量守恒，以向右为正方向，由动量

守恒定律得  $mv_1-Mv_2=0$ ，由机械能守恒定律得

$mgR=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}Mv_2^2$ ，解得  $v_1=v_2=\sqrt{gR}$ ，滑块运

动过程最大速度大小为  $\sqrt{gR}$ ，故 B 错误；滑块

从  $B$  到  $C$  过程系统所受合外力为零，系统动量守

恒，滑块到达  $C$  时滑块与小车速度都为零，设滑

块从  $B$  到  $C$  过程小车的位移大小为  $x$ ，则滑块的

位移大小为  $L-x$ ，小车与滑块的运动时间相等，以

向右为正方向，由动量守恒定律得  $m\frac{L-x}{t}-M\frac{x}{t}=$

$0$ ，解得  $x=\frac{L}{2}$ ，故 C 正确；滑块到达  $B$  点时，滑

块对小车的压力最大，小车的支持力  $F$  与滑块重

力的合力提供向心力，由牛顿第二定律得  $F-mg=$

$m\frac{(v_1+v_2)^2}{R}$ ，解得  $F=5mgR$ ，由牛顿第三定律可

知，滑块对小车的最大压力大小为  $5mg$ ，方向竖

直向下，故 D 正确。

9.BD

提示 子弹射入物块的过程中，物块的动量

增大，所以物块和木板组成的系统动量不守恒，

故 A 错误；选取向右为正方向，子弹射入物块过

程，由动量守恒定律可得  $mv_0=(m_0+m)v_1$ ，物块在

木板上滑动过程，由动量守恒定律可得  $(m_0+m)v_1=$

$(m_0+m+M)v_2$ ，联立可得  $v_1=6\text{m/s}</$

1.D  
提示 图片与实物的比例为1:10,图中通过8cm距离,实际位移为 $x_1=80\text{cm}=0.8\text{m}$ ,时间 $t_1=0.4\text{s}$ ,故平均速度为 $v_1=\frac{x_1}{t_1}=\frac{0.8\text{m}}{0.4\text{s}}=2\text{m/s}$ ,故A、B错误;图中小球通过6cm处瞬时速度即第三个小球处瞬时速度,则为第二到第四球位置的平均速度,则 $v_2=\frac{x_2}{t_2}=\frac{0.4\text{m}}{0.2\text{s}}=2\text{m/s}$ ,故C错误,D正确。

2.D  
提示 电磁打点计时器使用的是工作电压约为8V的交流电源,故A错误;实验过程应先接通电源,后释放纸带,否则在纸带上留下的点很少,不利于数据的处理和减小误差,故B错误;打点的时间间隔取决于交流电压的频率,电源频率越高,打点的时间间隔就越小,故C错误;纸带上打的点越密,说明相等的时间间隔位移越小,即物体运动得越慢,故D正确。

3.D  
提示 该实验采用“等效替代”法,要求两次拉橡皮筋要到同一位置,根据力的平行四边形定则,以拉力 $F_1$ 和 $F_2$ 为邻边,作出平行四边形,平行四边形的对角线表示拉力的理论值,然后与一个弹簧拉橡皮筋的拉力 $F$ 比较,若二者基本重合,则验证了力的平行四边形定则,故A、B、C正确;该实验的误差主要来源于弹簧测力计的拉力读数和方向记录误差,弹簧测力计自身重力对实验无影响,故D错误。

4.C  
提示 建立“瞬时速度”的概念采用的是极限的方法,故A错误;显示微小形变的过程采用了微小量放大法,故B错误;建立“合力与分力”的概念采用的是等效替代的方法,故C正确;研究加速度与合力、质量的关系采用的是控制变量法,故D错误。

5.C  
提示 提示 在 $F-l$ 图像中,横轴截距表示弹簧的原长,因此 $b$ 的原长比 $a$ 的长,故A错误;图像的斜率表示弹簧的劲度系数, $b$ 的劲度系数比 $a$ 的大,故B错误;因 $b$ 的劲度系数比 $a$ 的大,所以施加同样大的力, $a$ 的形变量比 $b$ 的大,故C正确;在弹性限度内,弹簧的弹力满足胡克定律,所以弹力与弹簧的形变量成正比,与弹簧的总长度不成正比,故D错误。

6.B  
提示 根据相片可知小球做斜抛运动,所以斜槽末端不水平,故A错误;每次曝光的时间间隔相等,所以小球从0运动到2和从4运动到6的时间相等,故B正确;速度为矢量,小球在1、2位置的速度方向不同,所以小球在1、2位置速度不同;故C错误;小球在竖直方向的分运动为竖直上抛运动,故D错误。

7.D  
提示 此装置可以用来“研究匀变速直线运动”时,只需要分析运动情况即可,不需要平衡摩擦力,故A错误;用此装置“研究匀变速直线运动”时,小车做匀变速直线运动,必须设法保证小车所受合外力为恒力,无须使砂和砂桶总质量远小于小车的质量,故B错误;用此装置做“探究加速度 $a$ 与力 $F$ 的关系”的实验时,平衡摩擦力的方法是将木板带打点计时器的一端适当垫高,这样做的目的是利用小车重力沿斜面分力补偿小车运动中所受阻力的影响,即 $mg\sin\theta=\mu mg\cos\theta$ ,式子成立与

质量无关,故改变质量后不需重新进行平衡,故C错误;在利用该装置来做“探究加速度 $a$ 与力 $F$ 关系”时要调整滑轮高度使连接小车细线与木板平行,才能确保小车的加速度稳定,否则随着小车的移动,细线与木板之间的夹角变化,会导致在运动过程中拉小车的力发生变化,故D正确。

二、多项选择题

8.BC  
提示 探究小车速度随时间变化的规律,只需要使得小车在钩码带动下做匀加速直线运动,不需要补偿阻力,故A错误;探究加速度与力、质量的关系,需要使得绳的拉力等于小车所受外力的合力,需要补偿阻力,故B正确;用小车完全非弹性碰撞验证动量守恒定律,需要使得系统所受外力的合力为0,则需要补偿阻力,故C正确;研究平抛运动时,只需确保初速度水平且大小一定,不需要补偿阻力,故D错误。

9.AC  
提示 在使用弹簧测力计时,需要保证弹簧测力计与木板相平行,从而减小力的测量误差,故A正确;研究平抛运动时要求小球每次抛出的初速度要相同而且水平,因此要求小球从同一位置静止释放,至于是否光滑没有影响,故B错误;探究加速度 $a$ 与力 $F$ 、质量 $m$ 之间的关系时,保持 $m$ 恒定的情况下,探究 $a$ 与 $F$ 的关系,采用的是控制变量法,故C正确;如果先放开纸带让重物下落,再接通打点计时器电源,由于重物运动较快,不利于数据的采集和处理,会对实验产生较大的误差,故D错误。

10.ABD  
提示 两线等长能保证两球正碰,以减小实验误差,故A正确;由于计算碰撞前速度时用到了 $mgh=\frac{1}{2}mv^2-0$ ,即初速度为0,故B正确;本实验中对小球的弹性性能无要求,故C错误;两球正碰后,有各种运动情况,故D正确。

三、非选择题

11.21.72 4.300  
提示 根据游标卡尺读数规则可知工件的长度为 $21\text{mm}+0.02\text{mm}\times36=21.72\text{mm}$ ;根据螺旋测微器读数规则可知工件的直径为 $4\text{mm}+0.01\text{mm}\times30.0=4.300\text{mm}$ 。

12.0.43 0.32  
提示 根据逐差法有 $a=\frac{(s_5+s_4)-(s_2+s_3)}{(2\Delta T)^2}$ ,代入数据可得小铜块沿斜面下滑的加速度大小 $a\approx0.43\text{m/s}^2$ ;对小铜块受力分析根据牛顿第二定律有 $mg\sin\alpha-\mu mg\cos\alpha=ma$ ,代入数据解得 $\mu\approx0.32$ 。

13.(1) $\frac{d}{\Delta t_1}$  (2) $\frac{(\Delta t_2^2-\Delta t_1^2)d^2}{2\Delta t_2^2\Delta t_1^2x}$   
(3) $\frac{(\Delta t_2^2-\Delta t_1^2)d^2}{2\mu\Delta t_2^2\Delta t_1^2x}$   
提示 (1)滑块通过光电门A的瞬时速度近似等于滑块通过光电门的平均速度,即 $v_A=\frac{d}{\Delta t_1}$ ,同理滑块通过光电门B的瞬时速度 $v_B=\frac{d}{\Delta t_2}$ 。

(2)滑块沿水平导轨做匀减速运动,则有 $v_A^2-v_B^2=2ax$ ,解得 $a=\frac{(\Delta t_2^2-\Delta t_1^2)d^2}{2\Delta t_2^2\Delta t_1^2x}$ 。  
(3)根据牛顿第二定律,有 $\mu mg=ma$ ,解得 $g=\frac{a}{\mu}=\frac{(\Delta t_2^2-\Delta t_1^2)d^2}{2\mu\Delta t_2^2\Delta t_1^2x}$ 。  
14.(1)11.50 1.00 (2)11.0 100  
(3)弹簧自身有重力

提示 (1)因刻度尺的最小分度为1mm,读数时应估读到最小分度的 $\frac{1}{10}$ ,所以刻度尺的读数为11.50cm;挂2个钩码时,弹簧弹力等于此时钩码的重力,即 $F_2=2mg=1.00\text{N}$ 。

(2)当弹簧下不挂钩码时,弹簧的长度即弹簧的原长,由题图知弹簧的原长为11.0cm,图线的斜率表示弹簧的劲度系数,即 $k=\frac{\Delta F}{\Delta l}=\frac{\Delta G}{\Delta l}=100\text{N/m}$ 。  
(3)图线不过原点的原因是弹簧自身有重力。

15.(1)左  
(2)0.98m/s  
(3)0.49J 0.48J  
(4)> 实验中存在阻力  
(5)在实验误差允许范围内,机械能守恒

提示 (1)重物在开始下落时速度较慢,在纸带上打的点较密,越往后,物体下落得越快,纸带上的点越稀。所以,纸带上靠近重物的一端点较密,因此纸带的左端与重物相连。

(2) $v_B=\frac{\overline{OC}-\overline{OA}}{2T}=0.98\text{m/s}$ 。  
(3) $\Delta E_F=mg\times\overline{OB}\approx0.49\text{J}$   
 $\Delta E_k=\frac{1}{2}mv_B^2\approx0.48\text{J}$ 。  
(4) $\Delta E_F>\Delta E_k$ ,这是因为实验中有阻力。  
(5)实验中不可避免的存在有阻力作用,可以通过改进实验方法或用更精密的仪器进行测量,但只能使误差减小,不能消除,故在阻力影响不大的情况下,即在实验误差允许范围内,机械能守恒。

16.(1)③ $\frac{d}{t}$  ④仍用小车压缩弹簧使其右端到位置P (2)无 (3) $\frac{b}{2a}$

提示 (1)③经过光电门的瞬时速度可以由经过光电门时的平均速度表示,则有 $v=\frac{d}{t}$ ;④减小小车里的砝码,仍用小车把弹簧的右端压缩到位置P,重复③的操作。

(2)对小车运动过程,由动能定理可知 $W-\mu mgx=\frac{1}{2}mv^2$ ,解得 $v^2=2W\frac{1}{m}-2\mu gx$ ;由于小车与水平桌面之间存在摩擦,导致图像没过原点,但对于弹性势能的求解无影响。

(3)由 $v^2=2W\frac{1}{m}-2\mu gx$ 和图像可知,图像的斜率 $k=2W=\frac{b}{a}$ ,那么弹簧被压缩到位置P时具有的弹性势能大小为 $E_P=\frac{k}{2}=\frac{b}{2a}$ 。

17.(1)2~3 4~5 (2)0.420 0.417 在实验允许的误差范围内碰撞前后总动量不变  
提示 (1)因小车做匀速运动,应取纸带上点迹均匀的一段来计算速度,碰前2~3段点迹均匀,碰后4~5段点迹均匀,故取2~3段计算碰前小车的速度,4~5段计算碰后小车的共同速度。

(2)碰前小车的速度 $v_A=\frac{x_{23}}{T}=\frac{10.50\times10^{-2}}{0.02\times5}\text{m/s}=1.05\text{m/s}$ ,其动量 $p_A=m_Av_A=0.420\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ;碰后两小车的共同速度为 $v_{AB}=\frac{x_{45}}{T}=\frac{6.95\times10^{-2}}{0.02\times5}\text{m/s}=0.695\text{m/s}$ ,其总动量 $p_{AB}=(m_A+m_B)v_{AB}=0.417\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ,由计算结果可知:在实验允许的误差范围内,碰撞前后总动量不变。

1.C  
提示 建立“点电荷”的概念采用了理想模型法,故A错误;建立“瞬时加速度”的概念采用了极值法,故B错误;建立“合运动和分运动”的概念采用的是等效替代的方法,故C正确;探究合力与物体质量、加速度之间的定量关系采用了控制变量的方法,故D错误。

2.B  
提示 根据 $U=Ed$ ,代入数据可得 $d=1.1\text{m}$ ,故B正确。

3.C  
提示 由于不知道带电质点的电性,无法判断电场的方向,所以不能确定各点电势的高低,故A错误;由图可知,P点处等势线比Q点处密集,则P点处的电场强度比Q点处大,该带电质点在P点处受到的电场力比在Q点处大,故B错误,C正确;若带电质点从P向Q运动,根据合外力指向轨迹弯曲的凹侧,可知电场力做负功,电势能增加,动能减小;若从Q向P运动,则电场力做正功,电势能减小,动能增大,故带电质点在P点处的动能大于在Q点处的动能,在P点具有的电势能小于在Q点具有的电势能,故D错误。

4.D  
提示 由电场强度的叠加可得 $k\frac{Q_1}{(L-\frac{L}{2})^2}=k\frac{Q_2}{L^2}$ ,解得 $Q_2=4Q_1$ ,故A错误;在点电荷 $Q_2$ 形成的电场中,圆弧BDC上各点的电势相同;在点电荷 $Q_1$ 形成的电场中,由B到D电势逐渐降低,由D到C电势逐渐升高,根据电势的叠加可知圆弧BDC上的各点中,D点的电势最低,故B错误;由以上分析可知,从B沿着圆弧到C,电势先降低后升高,所以电子沿着圆弧从B点运动到C点的过程中,电势能先增大后减小,故C错误,D正确。

5.A  
提示 由题意得 $y=\frac{1}{2}at^2,a=\frac{qU_2}{md}$ , $t=\frac{L}{v_0}$ , $qU_1=\frac{1}{2}mv_0^2$ ,联立解得 $y=\frac{U_2L^2}{4U_1d}$ ,速度偏转角正切值为 $\tan\theta=\frac{v_x}{v_0}=\frac{at}{v_0}=\frac{U_2L}{2U_1d}$ ,可以看出,电性相同的不同粒子从静止开始经同一加速电场加速后,沿着中心轴线垂直进入同一偏转电场,最终会打在屏上的同一位置,A正确,B错误;从开始到最终离开偏转电场过程,由动能定理得 $qU_1+q\frac{U_2}{d}y=\frac{1}{2}mv^2$ ,即粒子电荷量越大,最终动能越大,故 $\alpha$ 粒子离开偏转电场时的动能较大,C、D错误。

6.D  
提示 由题图乙可知,粒子从a到b过程做加速度减小的减速直线运动,在b点时粒子速度最小,加速度为零,则粒子在b点受力为零,b点电场强度为零,C错误;在b点 $Q_1$ 对带负电粒子的电场力方向水平向右,要使b点粒子所受合力为零,则 $Q_2$ 对带负电粒子的电场力方向水平向左,所以 $Q_2$ 带正电,A错误;b点与 $Q_1$ 的间距大于与 $Q_2$ 的间距,由库仑定律知, $Q_1$ 的带电量大于 $Q_2$ 的带电量,B错误;粒子从a点运动到c点过程,动能先减小后增大,根据能量守恒定律知,粒子电势能先增大后减小,D正确。

7.B  
提示 由平行板电容器电容的决定式 $C=\frac{\epsilon S}{4\pi kd}$ 可知,板间距离增大,电容减小,A错误。 $K_1$ 、 $K_2$ 闭合时, $R_1$ 中无电流通过,由于电阻 $R_2$ 下端接地,故B板电势为零,电容器两极板电势差与 $R_2$ 两端电压相等,故Q点与电容器上极板电势相等;断开开关 $K_2$ ,电路结构未发生变化,Q点电势不变,电容器所带电荷量保持不变;B板下移,即板间距离 $d$ 增大,由 $C=\frac{\epsilon S}{4\pi kd}$ , $C=\frac{Q}{U}$ ,可知

$d$ 增大,电容 $C$ 减小,电量保持不变,则两极板电势差 $U$ 增大,B板电势为零不变,故A板电势升高,B正确。由场强与电势差关系 $E=\frac{U}{d}$ , $C=\frac{Q}{U}$ ,

$C=\frac{\epsilon S}{4\pi kd}$ ,可知两极板间场强 $E=\frac{4\pi kQ}{\epsilon S}$ ,故两极板间场强不变,因此带电液滴受电场力不变,液滴保持静止,C错误。根据 $U=Ed$ 知,液滴距离下极板B的距离增大,所以液滴所在位置与B板的电势差增大,B板电势为零,故液滴所在位置电势 $\varphi$ 升高,而根据液滴静止、上极板与电源正极相连可知液滴带负电,由 $E_e=q\varphi$ 可知,液滴的电势能降低,D错误。

二、多项选择题

8.AC  
提示 设斜面倾角为 $\theta$ ,小球在竖直方向上的

加速度大小为 $a$ ,则 $\tan\theta=\frac{\frac{1}{2}at^2}{v_0t}=\frac{at}{2v_0}$ ,解得 $t=\frac{2v_0\tan\theta}{a}$ ,由题意可知 $a_1=g,a_2=g+\frac{qE}{m}=2g$ ,所以 $\frac{t_1}{t_2}=\frac{a_2}{a_1}=2$ ,故A正确,B错误;根据速度的合成与分解有 $\tan\alpha=\frac{at}{v_0}=2\tan\theta$ ,所以 $\alpha=2\theta$ ,故C正确,D错误。

9.ABD  
提示 如图1所示,在 $ac$ 连线上,确定一 $b'$ 点,电势为20V,将 $bb'$ 连线,即为等势线,那么垂直 $bb'$ 连线,则为电场线,再依据沿着电场线方向,电势降低,电场线方向如图所示,则有 $\frac{ab'}{b'c}=\frac{U_{ba}}{U_{bc}}=\frac{20-18}{26-20}=\frac{1}{3}$ ,因此可知 $ab'=2\text{cm}$ 。

图1  
根据 $\varphi_c-\varphi_e=\varphi_e-\varphi_a$ ,因 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 三点电势分别为 $\varphi_a=18\text{V}$ 、 $\varphi_b=20\text{V}$ 、 $\varphi_c=26\text{V}$ ,解得原点处的电势为 $\varphi_e=12\text{V}$ ,故A正确;因为是匀强电场,则有 $E=\frac{U_{ac}}{d}$ ,依据几何关系得 $d=\frac{b'c\times bc}{bb'}=\frac{6\times6}{\sqrt{6^2+6^2}}\text{cm}=3\sqrt{2}\text{cm}$ ,因此电场强度大小为 $E=\frac{26-20}{3\sqrt{2}}\text{V/cm}=\sqrt{2}\text{V/m}$ ,故B正确; $bc$ 间的电势差 $U_{bc}=\varphi_b-\varphi_c=20\text{V}-26\text{V}=-6\text{V}$ ,电子从 $b$ 点运动到 $c$ 点,电场力做正功为 $W=qU_{bc}=6\text{eV}$ ,故C错误;因 $U_{ab}=\varphi_a-\varphi_b=18\text{V}-20\text{V}=-2\text{V}$ ,电子从 $a$ 点到 $b$ 点电场力做功为 $W=qU_{ab}=2\text{eV}$ ,因电场力做正功,则电势能减小,那么电子在 $a$ 点的电势能比在 $b$ 点的高2eV,故D正确。

10.BC  
提示 若电子从 $t=0$ 时刻进入,电子将做单向直线运动,A错误;若电子从 $\frac{T}{2}$ 时刻进入两板,则电子受到电场力方向向左,故无法到达B板,B正确;电子从 $\frac{T}{4}$ 时刻进入两板时,电子先加速,经 $\frac{T}{4}$ 时速度最大,此时电子受到电场力反向,经 $\frac{T}{4}$ 速度减为零,再加速 $\frac{T}{4}$ 反向速度最大,接着减速 $\frac{T}{4}$ 回到原位置,即电子在大于 $\frac{T}{4}$ 时刻进入时一定不能到达B板,小于 $\frac{T}{4}$ 时刻进入时一定能到达B板,所以C正确,D错误。

三、非选择题

11.(1) $\frac{7}{9}Q$  (2) $\frac{7}{12}mg$   
12.(1) $\frac{8}{3}\times10^7\text{m/s}$  (2)0.45cm

提示 (1)根据动能定理得 $U_e=\frac{1}{2}mv^2-0$   
解得 $v=\frac{8}{3}\times10^7\text{m/s}$ 。

(2)设电子在偏转电场中运动的时间为 $t$ ,在偏转电场中,在水平方向上做匀速运动 $t=\frac{L}{v}$

电子在竖直方向上做匀加速运动,则其加速度 $a=\frac{eE}{m}$

电场的电场强度为 $E=\frac{U_2}{d}$

电子射出偏转电场在竖直方向上的侧移量 $y=\frac{1}{2}at^2=\frac{U_2L^2}{4dU_1}$   
解得 $y=0.45\text{cm}$ 。

13.(1) $\frac{3mg}{4q}$  (2) $\frac{5}{2}\sqrt{gR}$   
提示 (1)在A点,小球受重力、水平向右的电场力和垂直轨道向上的弹力,根据平衡条件知 $Eq=mg\tan37^\circ$   
解得 $E=\frac{3mg}{4q}$ ;

(2)要使小球能通过B点,则小球能通过等效最高点,设等效最高点速度为 $v$ ,根据牛顿第二定律有 $\sqrt{(mg)^2+(qE)^2}=\frac{mv_0^2}{R}$

解得 $v_0=\sqrt{\frac{5gR}{4}}$   
从A到等效最高点,根据动能定理有 $mgR(1-\cos37^\circ)-qE(2R\sin37^\circ+\frac{R+R\cos37^\circ}{\tan37^\circ})=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}mv^2$   
解得 $v=\frac{5}{2}\sqrt{gR}$ 。

14.(1) $4.5\times10^4\text{N/C}$  (2)0.5 (3) $4.1\times10^4\text{N/C}$ ,方向与水平成 $\alpha$ 角,斜向右上方,满足 $\tan\alpha=0.5$

提示 (1)以球B为研究对象,受到重力、电场力和拉力,三力平衡,则 $Eq=m_g\tan\theta$   
可得匀强电场的电场强度 $E=4.5\times10^4\text{N/C}$ ;  
(2)对整体分析,在水平方向上有 $Eq=f_1$   
竖直方向上有 $N_1=(m_A+m_B)g$   
又 $f_1=\mu N_1$   
联立得 $\mu=0.5$ ;

(3)对A、B整体受力分析如图2所示,设电场与水平方向夹角为 $\alpha$ ,斜向右上方,根据平衡条件,水平方向 $qE\cos\alpha=f_2$

竖直方向 $qE\sin\alpha+N_2=(m_A+m_B)g$   
又 $f_2=\mu N_2$   
整理得 $E=\frac{\mu(m_A+m_B)g}{q\sqrt{1+\mu^2}\sin(\alpha+\beta)}$

其中 $\tan\beta=\frac{1}{\mu}=2$   
当 $\alpha=\frac{\pi}{2}-\beta$ 时,即 $\tan\alpha=\frac{1}{\tan\beta}=0.5$ 时,电场强度 $E$ 最小,最小值为

$E_m=\frac{\mu(m_A+m_B)g}{q\sqrt{1+\mu^2}}\approx4.1\times10^4\text{N/C}$ 。

