2026 北京海淀高三二模

物　　理

学校:_____姓名：_____班级：_____考号：_____

一、单选题

1．关于原子及其结构，下列说法正确的是（　　）

A．利用原子的特征谱线可以确定物质的组成成分

B．原子核与电子之间的万有引力大于它们之间的库仑力

C．通过 α 粒子散射实验可以推测核外电子的轨道是量子化的

D．根据玻尔理论，原子从低能级向高能级跃迁时会放出光子

2．关于光现象及其应用，下列说法正确的是（　　）

A．观察到筷子在水中的部分发生偏折，是由于光的全反射

B．光盘记录信息的轨道可以做得很密，是由于激光亮度高

C．观看立体电影时观众要戴上特制的眼镜，是利用了光的衍射

D．拍摄水下景物，在相机镜头前装上偏振片可使景物的像清晰

3．关于分子动理论，下列说法正确的是（　　）

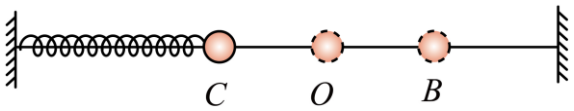
A．扩散现象是由于对流、重力等外界作用引起的

B．分子势能的大小由分子间的相对位置决定

C．液体温度越低、悬浮在液体中的颗粒越大，布朗运动越明显

D．做加速运动的物体，其分子热运动的平均动能会增大

4．如图所示，弹簧振子的平衡位置为 O 点，小球在 B、C 两点之间做简谐运动，B 点与 C 点相距 20cm。小球经过 B 点时开始计时，经过 2s 首次到达 C 点。下列说法正确的是（　　）



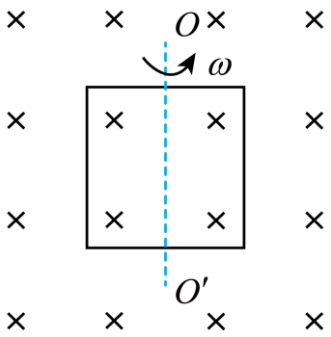
A．弹簧振子做简谐运动的周期为 2s

B．0~3s 内，小球通过的路程为 0.1m

C．0~2s 内，弹簧弹力对小球始终做负功

D．0~1s 内和 1~2s 内，小球所受弹簧弹力的冲量大小相等

5．如图所示，一矩形线圈在匀强磁场中绕垂直于磁场的 OO' 轴以角速度 ω 匀速转动。下列说法正确的是（　　）



A．线圈位于图示位置时不受安培力

B．线圈位于图示位置时产生的感应电动势最大

C．线圈从图示位置转过半个周期，通过线圈某横截面的电荷量为 0

D．仅增大角速度 ω，线圈在一个周期内产生的热量减少

6．t=0 时，物块（可视为质点）在水平推力 F 作用下由静止开始沿水平面做匀加速直线运动。经过时间 T 撤去水平推力，又经过 $2T$，物块停在水平面上。已知物块在运动过程中所受阻力大小恒定。根据上述信息无法求出（　　）

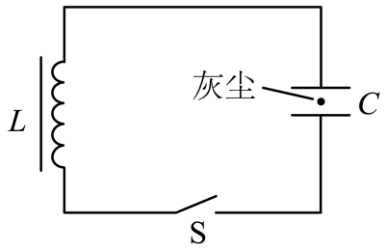
A．物块所受阻力的大小

B．当 t=T 时，物块的速度大小

C．0~T 内和 T~3T 内，物块的位移之比

D．0~T 内和 T~3T 内，物块所受阻力做功之比

7．在如图所示的 LC 电路中，已充电的平行板电容器 C 的两极板水平放置。开关 S 断开，极板间一带电灰尘恰好静止。从闭合开关 S 开始计时，灰尘在电容器内运动。已知 LC 电路的周期为 T，重力加速度为 g，$0\sim T$ 内灰尘未与两极板接触，不考虑空气阻力和 LC 电路的能量损耗。下列说法正确的是（　　）



A．$0\sim\frac{T}{2}$ 内，灰尘一直做加速运动

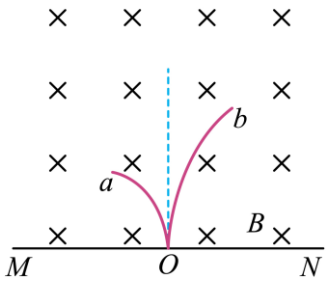
B．$0\sim T$ 内，灰尘在极板间做往复运动

C．当 $t=\frac{T}{2}$ 时，灰尘的加速度大小为 g

D．当线圈中电流最大时，灰尘的加速度大小为 $2g$

8．边界 MN 上方区域内存在垂直于纸面的匀强磁场，带电粒子 a、b 垂直于磁场方向（同时垂直于磁场边

界）从 O 点射入，它们的部分运动轨迹如图所示。不计粒子所受重力及粒子间的相互作用。下列说法正确的是（　　）



A．粒子 a 带负电

B．若两粒子射入时的初速度相同，则粒子 a 先回到磁场边界

C．若两粒子射入时的初动量相同，则粒子 b 先回到磁场边界

D．若两粒子射入时的初动能相同，则粒子 b 先回到磁场边界

9．如图所示，在一静止点电荷形成的电场中，一试探电荷仅在静电力作用下先、后经过 P、Q 两点，图中箭头方向表示试探电荷在 P、Q 两点处的受力方向，已知 $\alpha>\beta$。下列判断正确的是（　　）



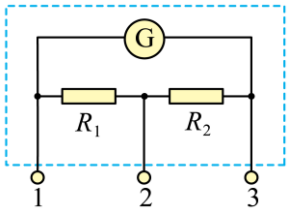
A．P 点电势高于 Q 点电势

B．P 点电场强度小于 Q 点电场强度

C．试探电荷与场源电荷的电性一定相同

D．试探电荷的电势能一定先减小后增大

10．如图所示为一种双量程电流表的电路图。定值电阻 R_1 的阻值与表头 G 的内阻相等，R_2 的阻值为表头内阻的 4 倍。用表头的表盘刻度表示流过接线柱 1 的电流值，将接线柱 1、2 接入电路时，电流表的量程为 I。下列说法正确的是（　　）



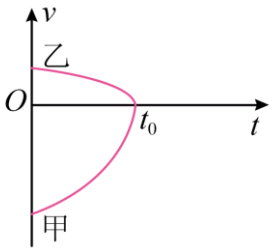
A．将接线柱 1、2 接入电路时，通过 R_2 的电流为 $\frac{I}{5}$

B．将接线柱 1、3 接入电路时，电流表的量程为 $\frac{I}{4}$

C．将接线柱 1、2 接入电路时，若仅使 R_2 阻值变小，电流表的量程会变大

D．将接线柱 1、3 接入电路时，若仅使 R_2 阻值变小，电流表的量程会变大

11．光滑水平面上，用轻质橡皮条将两物块甲和乙相连，橡皮条处于松弛状态。物块甲受到一水平向左的瞬时冲量I_1，同时物块乙受到一水平向右的瞬时冲量I_2（I_1和I_2沿两物块连线方向）。从橡皮条刚达到原长时开始计时，此后t_0时间内，两物块运动的速度v随时间t变化关系如图所示。橡皮条始终处于弹性限度内。下列说法正确的是（　　）



A．物块甲的质量大于物块乙的质量

B．瞬时冲量I_1的大小等于瞬时冲量I_2的大小

C．$0\sim t_0$内，橡皮条对物块甲做负功、对物块乙做正功

D．$0\sim t_0$内，物块甲的动能变化量等于物块乙的动能变化量

12．中国载人登月工程规划在2030年前实现航天员登月。假设航天员登月后，在月球表面尝试估测月球质量。已知月球半径和引力常量。航天员分别用到如下器材，其中无法实现目标的是（　　）

A．一个质量已知的钩码和一个弹簧测力计

B．一个质量已知的钩码、一把刻度尺和一块停表

C．一个质量未知的钩码、一把刻度尺和一块停表

D．一个质量未知的钩码、一根长度未知的细线和一块停表

13．磁电式电流表依据的原理是通电线圈因受安培力而转动，其结构如图1所示。极靴和铁芯间的磁场都沿半径方向，线圈无论转到什么位置，其平面都与磁感线平行，如图2所示，线圈左、右两边所在处的磁感应强度的大小都相等。当电流通过线圈时，线圈在安培力的作用下转动，螺旋弹簧发生形变，以反抗线圈的转动。当线圈停止转动时满足$NBIS=k\theta$，式中N为线圈匝数，B为磁感应强度的大小，I为线圈中的电流，S为线圈围成的面积，k为与螺旋弹簧有关的常量，θ为线圈（指针）的偏角。用$\frac{\Delta\theta}{\Delta I}$表示电流表的灵敏度。下列说法正确的是（　　）

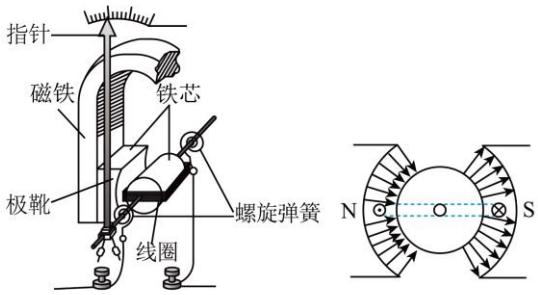


图1　　图2

A．电流表刻度盘上各刻度对应的电流的值是不均匀的

B．仅更换 k 值更大的螺旋弹簧，可以增大电流表的灵敏度

C．若磁极磁性减弱，则电流表的测量值偏小

D．仅增加线圈匝数 N，电流表的量程将变大

14．微波技术中某种磁控管装置可简化为如图 1 的示意图。一电子群在垂直于磁场的平面内沿虚线轨迹做圆周运动，它们时而接近位置 1，时而接近位置 2，从而使位置 1 与位置 2 之间的电势差 U_{12} 随时间 t 周期性变化，如图 2 所示。虚线轨迹的中心位于位置 1 和位置 2 连线的中点 O 上，轨迹上 P 点距离位置 1 最近。可将电子群整体视为点电荷。下列说法正确的是（　　）

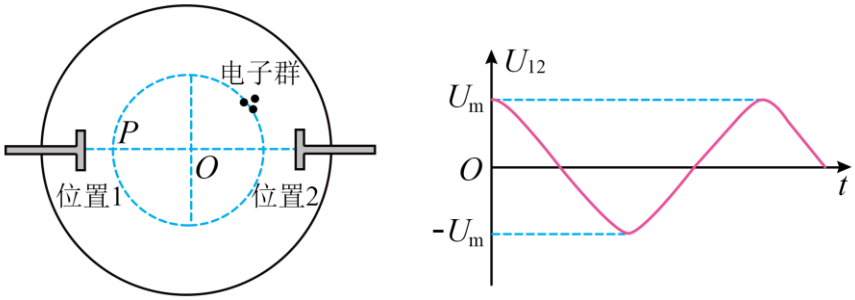


图1　　图2

A．磁场方向一定垂直纸面向里

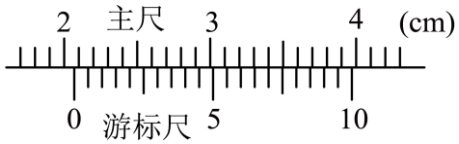
B．当 $U_{12}=U_m$ 时，电子群可能运动到 P 点

C．当 $U_{12}=0$ 时，电子群可能运动到 P 点

D．若电子群绕 O 点做半径更小的圆周运动，则图 2 中 U_m 的值一定变小

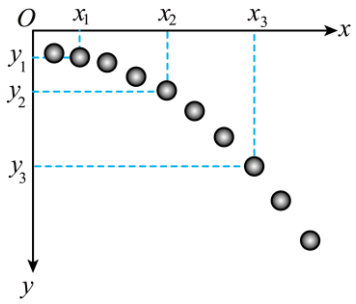
二、填空题

15．用 20 分度的游标卡尺测量某小球的直径 d，示数如图所示，则该小球的直径 d=_____mm。



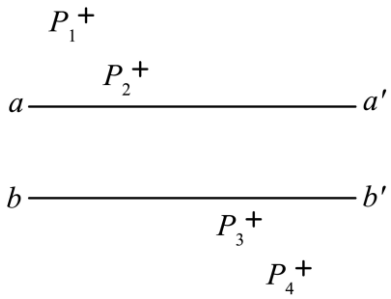
16．用频闪照相记录平抛小球在不同时刻的位置，如图所示。以某位置为坐标原点，沿水平向右和竖直向下的方向建立直角坐标系，测得小球在三个位置的坐标值分别为（x_1，y_1）、（x_2，y_2）、（x_3，y_3）。若满足

_____，可判断小球在水平方向做匀速直线运动。



三、实验题

17．“测量玻璃的折射率”实验中，在白纸上放好平行玻璃砖，*aa′*和 *bb′*分别是玻璃砖与空气的两个界面，如图所示。在玻璃砖的一侧插上两枚大头针 P_1 和 P_2，用“+”表示大头针的位置，然后在另一侧透过玻璃砖观察，并依次插上大头针 P_3 和 P_4。



(1)确定大头针 P_3 位置的方法是_____。

(2)若大头针 P_4 插得偏右了一点，则折射率的测量值_____。（选填“偏大”“偏小”或“不变”）

18．某同学用图 1 所示的电路测量电池的电动势和内阻。

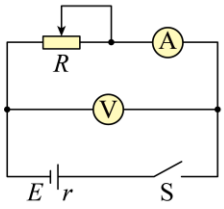


图1

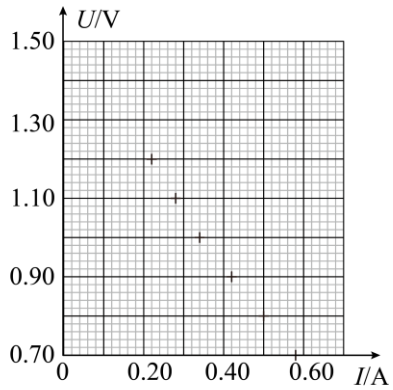


图2

(1)调节滑动变阻器，测得多组电压 *U* 和电流 *I* 的数据，在图 2 中已标出若干组数据对应的坐标点，请画出 *U-I* 图线_____，并根据图线得出电池的电动势 *E*=_____V，内阻 *r*=_____Ω。（结果保留小数点后两位）

(2)在图 3 所示的 *U-I* 图像中，*a* 为电池的路端电压与电流的关系图线，*b*、*c*、*d* 分别为三个电学元件的电压与电流的关系图线。若将这三个元件分别与该电池连接成闭合电路，则电池与元件_____连接，电池

的输出功率最大；电池与元件_____连接，电池中非静电力做功的功率最大。（选填“*b*”“*c*”或“*d*”）

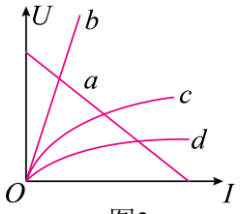


图3

(3)恒流源（输出电流大小恒定）与定值电阻 R_0 并联后可视为一个电源，将其与电流表（内阻很小且未知）、电阻箱 R、开关 S 和若干导线按图 4 连接电路。为测量恒流源的输出电流 I_0 和并联电阻 R_0，某同学进行如下操作：闭合开关 S，调节电阻箱 R 的阻值，记录多组 R 和 I 的值，绘出图 5 所示的 $\frac{1}{I}-R$ 图线，图线的纵轴截距为 b、斜率为 k。

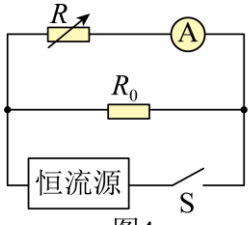


图4

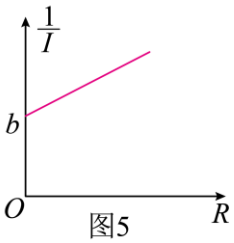


图5

根据图 5 可得恒流源的输出电流 I_0=_____和并联电阻 R_0=_____。（用 b 和 k 表示）

若考虑电流表的内阻，上述结果与恒流源输出电流的真实值 $I_{0真}$和并联电阻的真实值 $R_{0真}$的大小关系为_____。（选填选项前字母）

A．$I_0>I_{0真}$　B．$I_0=I_{0真}$　C．$R_0>R_{0真}$　D．$R_0=R_{0真}$

四、解答题

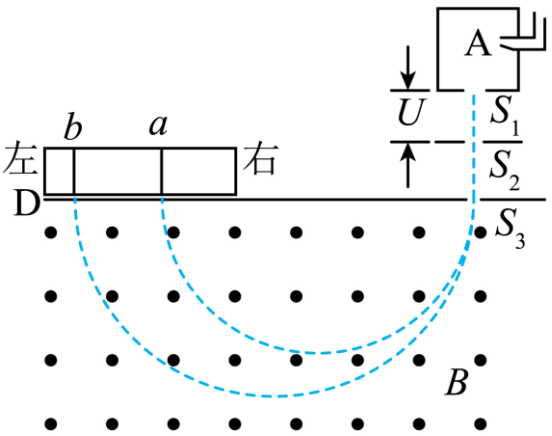
19．木块静止在光滑的水平桌面上，一子弹水平射入木块并嵌入其中，之后木块从桌面边缘抛出落至地面。落地点到桌面边缘的水平距离为 x。已知子弹和木块的质量分别为 m 和 $2m$，桌面到地面的高度为 $2x$，重力加速度为 g。不计空气阻力。求：

(1)木块从桌面边缘抛出时的速度大小 v。

(2)子弹射入木块前的速度大小 v_0。

(3)子弹嵌入木块过程中产生的热量 Q。

20．质谱仪可用来研究微观粒子的同位素。电荷量均为 q 的某元素的两种同位素粒子 a、b，从容器 A 下方飘入 S_1、S_2 间电压为 U 的加速电场，加速后从小孔 S_3 垂直于磁场方向进入磁感应强度大小为 B、方向垂直纸面向外的匀强磁场，最后打到照相底片 D 上，如图所示。不计同位素粒子飘入电场的初速度、粒子所受重力及粒子间的相互作用。



(1)求同位素粒子 a 进入匀强磁场时的动能 E_k。

(2)若测得该元素的两种同位素粒子 a、b 打到底片上的位置到小孔 S_3 的距离分别为 d_1、d_2，求同位素粒子 a 与 b 的质量之比 k_1。

(3)调节磁感应强度的大小，同位素粒子打到 D 上的位置到 S_3 的距离会随之改变。已知同位素粒子 a、b 的质量分别为 m_1、m_2，D 的最左端、最右端到小孔 S_3 的距离分别为 L_1、L_2，为使同位素粒子 a、b 都能打到 D 上，求磁感应强度最大值与最小值之比 k_2。

21．示波器是一种多功能电学仪器，可以在荧光屏上显示出电压波形。示波管是示波器的核心部件。如图 1 所示为某种示波管的原理图，它由电子枪、第一阳极 P1（图中未画出）、第二阳极 P2、偏转电极和第三阳极 P3（荧光屏）组成。电子枪上产生的电子被加速后形成沿 z 轴运动的电子束。当偏转电极间均不加电压时，电子打到荧光屏上 O 点。已知电子的质量为 m、电荷量为 e，所有电子沿 z 轴到达 P2 时的速度大小为 v_0，两偏转电极的长度均为 L_1、极板之间的距离均为 d，偏转电极 YY'右端与 P3 之间的距离为 L_2，整个装置处于真空中。当偏转电极间加电压时，极板间的电场可视为匀强电场，所有电子均从极板间射出。忽略电子所受重力及电子间的相互作用，不考虑相对论效应。

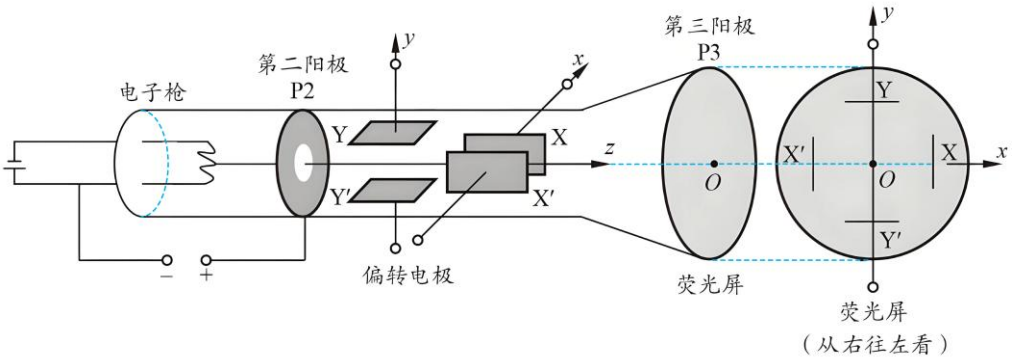


图 1

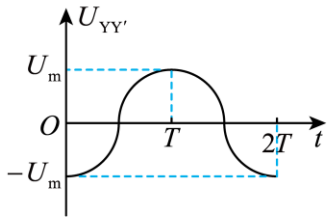


图2

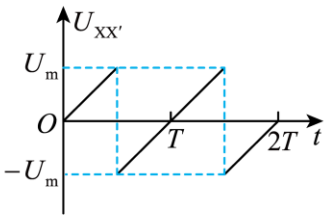


图3

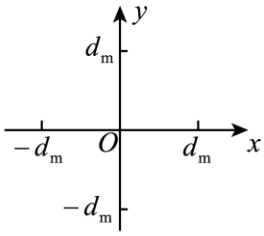


图4

(1)当 P2 和 P3 之间不加电压时，研究下列问题。

a．仅在偏转电极 *YY′*上加恒定电压 *U*，求电子从 *YY′*射出时的偏转距离 *y*。

b．在（1）*a* 的基础上，电子从 *YY′*射出后打到荧光屏上的位置到 *O* 点的距离与偏转电极间所加电压的比值称为示波管的灵敏度（用 *A* 表示），求 *A* 的表达式。

c．在 *YY′*之间加图 2 所示的偏转电压（其中每段曲线都是四分之一圆弧且半径相同）时，电子打在荧光屏上的位置到 *O* 点的最大距离为 d_m。已知电压变化的周期远大于电子在示波管内的飞行时间。在 *XX′*之间加图 3 所示的扫描电压，请在图 4 中画出荧光屏上呈现的稳定图像。

(2)为了使荧光屏的亮度更高，在 P2 和 P3 之间加上加速电压，使电子获得更大的动能。在示波管结构确定的情况下，结合（1）*b* 定性说明在 P2 和 P3 之间加上电压后，示波管灵敏度 *A* 的变化情况。

五、综合题

22．振动系统广泛存在于物理研究的各个领域，在无外力作用时，周期性调整其内部结构即可改变振动情况。

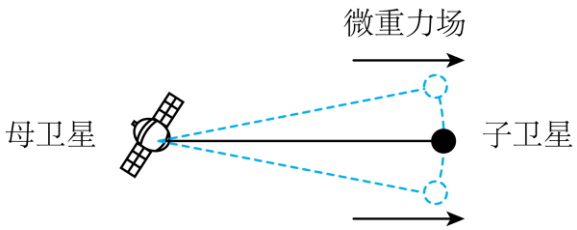
(1)“十年蹴踘将雏远，万里秋千习俗同。”荡秋千时不须旁人助力，也可以越荡越高。某秋千由踏板和轻杆构成，将秋千的摆动过程简化为单摆的摆动，等效“摆球”的质量为 *m*，人蹲在踏板上时摆长为 L_1，人站立时摆长为 L_2。

荡秋千过程中，为了摆得越来越高，人每次运动到最低点时突然站起，此后摆到最高点，在最高点时突然下蹲，再摆回到最低点。假定人站起前、后，等效“摆球”垂直于杆的速度分量与摆长的乘积保持不变。已知人第一次在最低点站起前的动能为 E_{k0}，重力加速度为 *g*。不计空气阻力。求：

a．人第一次在最低点站起前，等效“摆球”所受拉力的大小 *F*。

b．人再次回到最低点站起前，等效“摆球”的动能 E_k。

(2)绳系卫星是由母卫星和子卫星组成的航天器，可以用来完成特定的科学观测任务。从母卫星上用一根细长绳索连接一质量为 *m* 的子卫星（*m* 远小于母卫星质量），由于空间存在微重力场，子卫星相对母卫星会像单摆一样摆动。某同学以图中的绳系卫星为研究对象，他设计了一种抑制子卫星摆动的方案：以母卫星为参考系（视为惯性参考系），当子卫星在速度为 0 或速度最大时，通过释放或收缩绳索来抑制其摆动。每次释放后绳索长为 *L*，收缩后绳索长为 $L-\Delta L$（ΔL 远小于 *L*）。



a．根据该同学的方案，当子卫星速度为 0 时_____绳索，速度最大时_____绳索。（选填“收缩”或“释放”）

b．假设绳索质量忽略不计，且一次收缩或释放绳索的时间远小于子卫星摆动的周期。若通过一次释放和一次收缩进行调整，在（1）的基础上，求子卫星调整后最大速度与调整前最大速度之比 k。

（注意：解题过程中需要用到，但题目没有给出的物理量，要在解题中做必要说明）

参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	D	B	D	A	B	A	B	C	D
题号	11	12	13	14						
答案	B	D	C	D						

1．A

【详解】A．每种原子都有独特的特征谱线，通过光谱分析对比特征谱线可以确定物质的组成成分，故 A 正确；

B．原子核与电子之间的库仑力远大于万有引力，万有引力通常可忽略，故 B 错误；

C．α 粒子散射实验的结论是提出原子的核式结构模型，核外电子轨道量子化是玻尔理论的内容，无法由 α 粒子散射实验推测，故 C 错误；

D．根据玻尔理论，原子从低能级向高能级跃迁时需要吸收光子，从高能级向低能级跃迁才会放出光子，故 D 错误。

故选 A。

2．D

【详解】A．筷子在水中部分偏折是光的折射现象，全反射需要光从光密介质射向光疏介质且入射角大于临界角，与该现象无关，故 A 错误；

B．光盘记录轨道能做得很密是利用了激光平行度好、可会聚到极小光点的特性，与激光亮度高无关，故 B 错误；

C．立体电影利用的是光的偏振原理：两台放映机发出偏振方向不同的光，观众佩戴的偏振眼镜左右镜片偏振方向分别与之匹配，使左右眼获得不同图像从而产生立体感，与光的衍射无关，故 C 错误；

D．水面的反射光多为偏振光，在相机镜头前加装偏振片可以过滤掉这些反射杂光，减少画面干扰，使水下景物的像更清晰，故 D 正确。

故选 D。

3．B

【详解】A．扩散现象的本质是分子的无规则热运动，即使没有对流、重力等外界作用也能发生，故 A 错误；

B．分子势能由分子间相互作用产生，其大小仅由分子间的相对位置决定，故 B 正确；

C．布朗运动的剧烈程度满足：温度越高、悬浮颗粒越小，布朗运动越明显，温度越低、颗粒越大时布朗运动越弱，故 C 错误；

D．分子热运动的平均动能仅与温度有关，和物体宏观的机械运动速度无关，故 D 错误。

故选 B。

4．D

【详解】A．根据题意小球经过 B 点时开始计时，经过 2s 首次到达 C 点，可知弹簧振子做简谐运动的周期为 4s，故 A 错误；

B．根据题意可知，小球做简谐运动的振幅为 10cm，0~3s 内，即 $t=\frac{3}{4}T$ 时间内，小球通过的路程为 $s=3A=30\text{cm}=0.3\text{m}$，故 B 错误；

C．0~2s 内，弹簧弹力开始为拉力，与小球运动方向相同，对小球做正功，经过平衡位置后，弹簧弹力表现为向右的支持力，与小球的运动方向相反，对小球做负功，即 0~2s 内，弹簧弹力对小球先做正功，后做负功，故 C 错误；

D．根据题意可知，小球在 B 点的速度为零，在 C 点的速度也为零，0~1s 内弹簧弹力表现为拉力，1~2s 内弹簧弹力表现为支持力，根据动量定理可知 0~1s 内和 1~2s 内，小球所受弹簧弹力的冲量大小相等，方向相反，故 D 正确。

故选 D。

5．A

【详解】A．线圈位于图示位置时，线圈与磁感应强度方向平行，不受安培力，故 A 正确；

B．线圈位于图示位置时，穿过线圈的磁通量最大，磁通量变化率为零，此时感应电动势为零，故 B 错误；

C．线圈从图示位置转过半个周期，磁通量的变化量 $\Delta\Phi=2BS\neq0$

通过线圈某横截面的电荷量 $q=\frac{N\Delta\Phi}{R}\neq0$，故 C 错误；

D．感应电动势的最大值 $E_{\text{m}}=NBS\omega$

感应电动势的有效值 $E=\frac{E_{\text{m}}}{\sqrt{2}}$

线圈在一个周期内产生的热量 $Q=\frac{E^2}{R}\cdot\frac{2\pi}{\omega}$

联立可得 $Q=\frac{2\pi N^2B^2S^2\omega}{2R}$

可知仅增大角速度 ω，线圈在一个周期内产生的热量增加，故 D 错误。

故选 A。

6．B

【详解】A．对物块整个运动过程（从静止到静止）应用动量定理 $F\cdot T-f\cdot\left(T+2T\right)=0$

解得 $F=3f$

即推力是阻力的 3 倍，可求出物块所受阻力的大小 $f=\frac{F}{3}$，故 A 错误；

B．设 $t=T$ 时速度为 v，加速阶段 $v=a_1T=\frac{F-f}{m}T=\frac{2f}{m}T=\frac{2F}{3m}T$

减速阶段 $0=v-a_2\cdot 2T=v-\frac{f}{m}\cdot 2T$

但由于 m 未知，无法求出 v 的具体数值，故 B 正确；

C．加速阶段位移大小 $x_1=\frac{1}{2}a_1T^2=\frac{1}{2}\cdot\frac{2f}{m}T^2=\frac{f}{m}T^2$

利用逆向思维，减速阶段位移大小 $x_2=\frac{1}{2}a_2\left(2T\right)^2=\frac{1}{2}\cdot\frac{f}{m}\cdot 4T^2=\frac{2f}{m}T^2$

位移之比 $x_1:x_2=1:2$，可以求出，故 C 错误；

D．阻力做功 $W_f=-f\cdot x$，做功的绝对值之比等于位移之比，即 $1:2$，可以求出，故 D 错误。

故选 B。

7．A

【详解】开关 S 断开时，灰尘静止，说明电场力与重力平衡，即 $qE_0=mg$

电场力方向向上，重力向下。闭合开关后，LC 电路开始无损耗振荡，周期为 T，电容器电荷量满足

$Q=Q_0\cos\frac{2\pi}{T}t$

以向上为电场正方向，电场强度满足 $E=E_0\cos\frac{2\pi}{T}t$

以向下为受力的正方向，灰尘受到的合力满足 $F_{合}=mg-qE=mg\left(1-\cos\frac{2\pi}{T}t\right)$

A．$0\sim\frac{T}{2}$ 内，灰尘受到的合力始终为正值，故加速度方向始终向下；灰尘初速度为 0，因此一直向下做加速运动，故 A 正确；

B．$\frac{T}{2}\sim T$ 内，灰尘受到的合力始终为正值，故加速度方向始终向下；因此在 $0\sim T$ 内灰尘加速度始终向下，灰尘一直向下运动，不会往复，故 B 错误；

C．当 $t=\frac{T}{2}$ 时，灰尘受到的合力 $F_{合}=mg\left(1-\cos\pi\right)=2mg$

根据牛顿第二定律可知，灰尘的加速度大小为 $a=\frac{F_{合}}{m}=2g$，故 C 错误；

D．LC 电路中，电容器的电场能和电感线圈的磁场能总和不变，由能量守恒可知，当线圈中电流最大时，电感线圈的磁场能最大，电容器的电场能为 0，因此电容器内的电场强度 $E=0$

此时，灰尘仅受重力作用，由牛顿第二定律可知，此时灰尘的加速度大小为 g，故 D 错误。

故选 A。

8．B

【详解】A．根据左手定则，磁场方向垂直纸面向里，粒子初速度向上。粒子a向左偏转，受到的洛伦兹力向左，可知粒子a带正电；粒子b向右偏转，受到的洛伦兹力向右，可知粒子b带负电，故A错误；

B．粒子垂直射入并在边界射出匀强磁场，均做半个圆周的运动，由图可知轨道半径$R_a < R_b$。若初速度v相同，根据在磁场中运动时间$t = \dfrac{\pi R}{v}$可知$t_a < t_b$，即粒子a先回到磁场边界，故B正确；

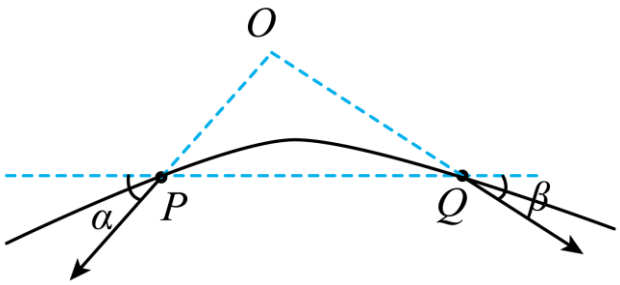
C．若两粒子初动量$p = mv$相同，由$R = \dfrac{mv}{qB} = \dfrac{p}{qB}$和$R_a < R_b$可知，两粒子电荷量大小$q_a > q_b$。粒子在磁场中运动时间$t = \dfrac{\pi R}{v} = \dfrac{\pi m}{qB}$，由于两粒子的质量关系未知，无法比较运动时间的长短，故C错误；

D．若两粒子初动能$E_{\mathrm{k}} = \dfrac{1}{2}mv^2$相同，则粒子在磁场中运动时间$t = \dfrac{\pi R}{v} = \pi R\sqrt{\dfrac{m}{2E_{\mathrm{k}}}}$，由于两粒子的质量关系未知，无法比较运动时间的长短，故D错误。

故选B。

9．C

【详解】AC．根据点电荷电场分布特点和试探电荷受力情况，试探电荷轨迹如图所示



可知，点电荷位于O点，两电荷带同种电荷，由于电性无法判断，所以点电荷周围电场方向无法判断，P点电势和Q点电势高低无法判断，故A错误，C正确；

B．由于P点离点电荷较近，由$E = \dfrac{kQ}{r^2}$可知，P点电场强度一定大于Q点电场强度，故B错误；

D．由轨迹图可知，电场力方向与运动方向的夹角先为钝角，后为锐角，所以电场力先做负功，后做正功，试探电荷的电势能一定先增大后减小，故D错误；

故选C。

10．D

【详解】设表头G的内阻为r，则R_1=r，R_2=4r；

A．将接线柱1、2接入电路时，电流表的量程为I。通过R_2的电流为$I_{R_2} = \dfrac{r}{6r}I = \dfrac{I}{6}$，A错误；

B．电流表的最大满偏电流为$I_g = \dfrac{I}{6}$；将接线柱1、3接入电路时，$I_g r = (I' - I_g)(R_1 + R_2)$

解得电流表的量程为$I' = \dfrac{I}{5}$，B错误；

C．将接线柱 1、2 接入电路时，若仅使 R_2 阻值变小，当电流计满偏的情况下，电流计与 R_2 两端的电压之和减小，则 R_1 两端电压减小，R_1 的分流减小，则电流表的量程会变小，C 错误；

D．将接线柱 1、3 接入电路时，根据 $I_g r=(I^{'}-I_g)(R_1+R_2)$，若仅使 R_2 阻值变小，电流表的量程 I' 会变大，D 正确。

故选 D。

11．B

【详解】A．由图可知，$t=t_0$ 时刻 $v'_{甲}=v'_{乙}=0$

故 $t=t_0$ 时刻系统动量为 0，因水平面光滑，物块甲、乙运动过程中受到的合外力为 0，系统动量守恒，故

$p_{初}=p_{末}=0$

规定向右为正方向，设 $t=0$ 时刻，甲、乙的初速度大小分别为 $v_{甲}$ 和 $v_{乙}$，可知 $-m_{甲}v_{甲}+m_{乙}v_{乙}=0$

结合图像，$t=0$ 时有 $v_{甲}>v_{乙}$

可知 $m_{甲}<m_{乙}$，故 A 错误；

B．根据动量定理有 $I_2+I_1=p_{初}=0$

可知 $|I_1|=I_2$

即瞬时冲量 I_1 的大小等于瞬时冲量 I_2 的大小，故 B 正确；

C．$0\sim t_0$ 内，橡皮条对物块甲的拉力方向向右，物块甲向左运动，橡皮条对物块甲做负功；橡皮条对物块乙的拉力方向向左，物块乙向右运动，橡皮条对物块乙做负功，故 C 错误；

D．因 $t=t_0$ 时刻 $v'_{甲}=v'_{乙}=0$

在 $0\sim t_0$ 内，物块甲、乙的动能变化量分别为 $\Delta E_{k甲}=0-\frac{1}{2}m_{甲}v_{甲}^2$，$\Delta E_{k乙}=0-\frac{1}{2}m_{乙}v_{乙}^2$

由动量定理有 $I_1=m_{甲}v_{甲}$，$I_2=m_{乙}v_{乙}$

故 $\Delta E_{k甲}=-\frac{I_1^2}{2m_{甲}}$，$\Delta E_{k乙}=-\frac{I_2^2}{2m_{乙}}$

因 $|I_1|=I_2$，$m_{甲}<m_{乙}$

可知物块甲的动能变化量与物块乙的动能变化量不相等，故 D 错误。

故选 B。

12．D

【详解】月球表面物体所受万有引力近似等于重力，由$G\frac{Mm}{R^2}=mg_{月}$

推导得$M=\frac{g_{月}R^2}{G}$

已知月球半径R和引力常量G，只需测得月球表面重力加速度$g_{月}$即可求出月球质量M。

A．弹簧测力计可测得已知质量钩码的重力F，由$F=mg_{月}$

得$g_{月}=\frac{F}{m}$，可求出$g_{月}$进而得到M，故A不符合题意；

B．利用自由落体运动规律$h=\frac{1}{2}g_{月}t^2$

用刻度尺测下落高度h、停表测下落时间t，可求出$g_{月}$进而得到M，故B不符合题意；

C．自由落体运动求$g_{月}$不需要钩码质量，仍可通过刻度尺测高度、停表测时间得到$g_{月}$，进而求出M，故C不符合题意；

D．无刻度尺，既无法测量自由落体的下落高度，也无法测量单摆的摆长，无法求出$g_{月}$，因此不能得到月球质量，故D符合题意。

故选D。

13．C

【详解】A．由$NBIS=k\theta$变形得$\theta=\frac{NBIS}{k}$

由于上式中N、B、S、k为常数，则θ与I成正比，故电流表的刻度是均匀的，故A错误；

B．电流表的灵敏度为$\frac{\Delta\theta}{\Delta I}=\frac{NBS}{k}$

所以仅更换k值更大的螺旋弹簧，可以使电流表的灵敏度减小，故B错误；

C．若磁极磁性减弱，B会减小。由$NBIS=k\theta$变形得$\theta=\frac{NBIS}{k}$

对于相同的真实电流I，由于B减小，导致θ减小，即指针偏转角度变小，所以电流表的测量值偏小，故C正确；

D．电流表量程是指满偏电流$I_{满}$，当θ取最大值θ_{max}时有$I_{满}=\frac{k\theta_{max}}{NBS}$

所以仅增加线圈匝数N，$I_{满}$会变小，即电流表的量程将变小，故D错误。

故选C。

14．D

【详解】A．电子群在磁场中做圆周运动，但题目未指明其旋转方向（顺时针或逆时针），则无法确定磁场方向，故A错误；

B．由于电子带负电，靠近位置 1 会使该处电势降低，远离位置 2 会使该处电势升高，故运动到 P 点 $U_{12}=\varphi_1-\varphi_2=-U_{\mathrm{m}}$，故 B 错误；

C．$U_{12}=0$ 意味着 $\varphi_1=\varphi_2$，即电子群到位置 1 和位置 2 的距离相等，应位于过 O 点且垂直于 1、2 连线的两点（上下对称点），故 C 错误；

D．设位置 1、2 到 O 点的距离为 d，电子群轨道半径为 r（$r<d$），当电子群处于离位置 1 最远点时，到位置 1 距离为 $d+r$，到位置 2 距离为 $d-r$，此时电势差最大值为 $U_{\mathrm{m}}=\left|k\frac{Q}{d-r}-k\frac{Q}{d+r}\right|=kQ\frac{2r}{d^2-r^2}$

由上式可知，电子群绕 O 点做半径 r 变小时，U_m 的值一定变小，故 D 正确。

故选 D。

15．20.70

【详解】20 分度游标卡尺的精度为 $\frac{1\mathrm{mm}}{20}=0.05\mathrm{mm}$，直径 $d=20\mathrm{mm}+0.05\times14\mathrm{mm}=20.70\mathrm{mm}$。

16．$x_2-x_1=x_3-x_2$

【详解】频闪照相的相邻两次曝光时间间隔相等，若小球水平方向做匀速直线运动，根据匀速直线运动相等时间内位移相等的特点，可得相邻相等时间的水平位移满足关系 $x_2-x_1=x_3-x_2$

满足该关系即可判断水平方向为匀速直线运动。

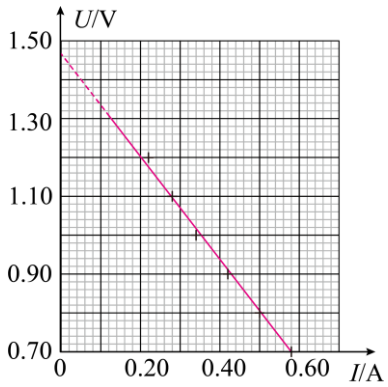
17．(1)使 P_3 同时挡住 P_1、P_2 的像

(2)偏大

【详解】（1）“测量玻璃的折射率”实验中，插大头针的操作要求：P_3 需要挡住 P_1、P_2 透过玻璃砖成的像，以此保证 P_3 在出射光线上，符合实验要求。

（2）若 P_4 插得偏右，连接 P_3、P_4 得到出射光线后，会使得玻璃出射光线与玻璃砖的交点偏左，会使得玻璃内部折射光线与法线的夹角（折射角 r）的测量值偏小，根据折射率公式 $n=\frac{\sin i}{\sin r}$

入射角 i 的测量值不变，$\sin r$ 偏小，因此折射率的测量值偏大。

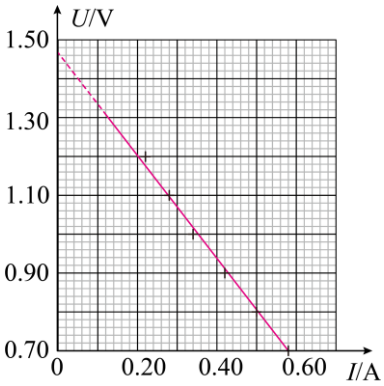
18．(1) 

1.47　　1.33

(2)　　*c*　　*d*

(3)　　$\frac{1}{b}$　　$\frac{b}{k}$　　C

【详解】（1）[1]如图所示



[2][3]闭合电路欧姆定律有$U=E-Ir$

根据图像斜率与截距可知$E=1.47\text{V}$，$r=\frac{1.47-0.70}{0.58}\Omega=1.33\Omega$

（2）[1] 电源输出功率 *P*=*UI*，等于电源 *U*-*I* 图线与元件 *U*-*I* 图线交点坐标的乘积。根据输出功率规律：当外电阻越接近电源内阻时输出功率越大，元件的 $R=\frac{U}{I}$ 接近电源内阻 *r* 时，对应元件 *c*，因此电池与 *c* 连接输出功率最大；

[2] 电池非静电力做功的功率 *P*=*EI*，电动势 *E* 恒定，电流 *I* 越大功率越大。元件 *d* 与电源相交时电流 *I* 最大，因此非静电力做功功率最大。

（3）[1] 根据并联电路电压相等，不考虑电流表内阻时，有$IR=(I_0-I)R_0$

整理得$\frac{1}{I}=\frac{1}{I_0R_0}R+\frac{1}{I_0}$

根据图像的斜率和截距可知$\frac{1}{I_0}=b$，$k=\frac{1}{I_0R_0}$

则$I_0=\frac{1}{b}$，　$R_0=\frac{b}{k}$

[2] 若考虑电流表内阻R_A，真实关系为$I(R_\text{A}+R)=(I_{0\text{真}}-I)R_{0\text{真}}$

整理得$\frac{1}{I}=\frac{1}{I_{0真}R_{0真}}R+\frac{R_{0真}+R_{\mathrm{A}}}{I_{0真}R_{0真}}$

可得测量值$R_0=\frac{b}{k}=R_{0真}+R_{\mathrm{A}}>R_{0真}$，$I_0=\frac{1}{b}=\frac{I_{0真}R_{0真}}{R_{0真}+R_{\mathrm{A}}}<I_{0真}$

故选 C。

19．(1)$v=\frac{\sqrt{gx}}{2}$

(2)$v_0=\frac{3\sqrt{gx}}{2}$

(3)$Q=\frac{3}{4}mgx$

【详解】（1）子弹和木块一起从桌面边缘飞出后做平抛运动，水平方向为匀速运动$x=vt$

竖直方向为自由落体运动$2x=\frac{1}{2}gt^2$

得$v=\frac{\sqrt{gx}}{2}$

（2）根据动量守恒定律$mv_0=3mv$

得$v_0=\frac{3\sqrt{gx}}{2}$

（3）根据能量守恒定律$\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}\cdot 3mv^2+Q$

得$Q=\frac{3}{4}mgx$

20．(1)$E_{\mathrm{k}}=qU$

(2)$k_1=\frac{d_1^2}{d_2^2}$

(3)$k_2=\frac{L_1}{L_2}\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$

【详解】（1）粒子经过电压U加速，根据动能定理$E_{\mathrm{k}}=qU$

进入匀强磁场时的动能$E_{\mathrm{k}}=qU$

（2）设某种同位素粒子的质量为m，经加速电压加速后，从S_3进入匀强磁场的速度为v，运动的半径为r，打到照相底片D上的位置为d，

由几何关系得$d=2r$

根据动能定理$qU=\frac{1}{2}mv^2$

在磁场中洛伦兹力提供向心力 $qvB=m\frac{v^2}{r}$

联立可得 $m=\frac{qB^2d^2}{8U}$，即 $m\propto d^2$

所以 $k_1=\frac{d_1^2}{d_2^2}$

（3）要使两种同位素 a、b 都打在照相底片 D 上，设粒子 a、b 在匀强磁场中的运动半径分别为 r_1、r_2

对粒子 a 有 $2r_1\geq L_2$

洛伦兹力提供向心力 $qv_1B_{\max}=m_1\frac{v_1^2}{r_1}$

可得 $B\leq B_{\max}=\frac{2}{L_2}\sqrt{\frac{2Um_1}{q}}$

对粒子 b 有 $2r_2\leq L_1$

洛伦兹力提供向心力 $qv_2B_{\min}=m_2\frac{v_2^2}{r_2}$

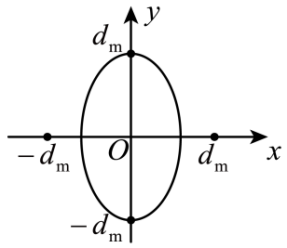
可得 $B\geq B_{\min}=\frac{2}{L_1}\sqrt{\frac{2Um_2}{q}}$

所以 $k_2=\frac{L_1}{L_2}\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$

21．(1)a．

$y=\frac{eUL_1^2}{2dmv_0^2}b$．　$A=\frac{e\left(L_1^2+2L_1L_2\right)}{2dmv_0^2}$

c．



(2)灵敏度变小

【详解】（1）a．电子进入偏转电极 YY' 后，受到垂直于 YY' 方向的电场力，做匀加速直线运动，平行于 YY' 方向不受力，做匀速直线运动，并最终从 YY' 右端穿出垂直于 YY' 方向有 $y=\frac{1}{2}at^2$ ①

又 $a=\frac{eU}{md}$ ②

和$t=\frac{L_1}{v_0}$③

联立①②③得$y=\frac{eUL_1^2}{2dmv_0^2}$

b．设电子从偏转电极YY'射出后经过Δt打到荧光屏上，此时位置距离O点的距离为y_0，射出YY'后，电子沿平行于YY'和垂直于YY'方向均做匀速直线运动。

由$v_y=at$

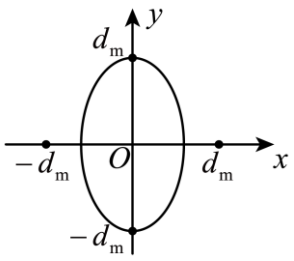
$y_0=y+v_y\cdot\Delta t$

$\Delta t=\frac{L_2}{v_0}$

根据灵敏度定义$A=\frac{y_0}{U}$

得$A=\frac{e\left(L_1^2+2L_1L_2\right)}{2dmv_0^2}$

c．由示波管结构可以看出，水平偏转极板XX'位于竖直偏转极板YY'的右侧，距离荧光屏更近，这意味着对于极板XX'，其对应的无电场区漂移距离更小。当YY'加上最大值为U_m的偏转电压时，电子在y轴方向偏离原点O的最大距离为d_m；而当XX'加上最大值同样为U_m的扫描电压时，电子在x轴方向的最大偏转距离$x_m<d_m$。



（2）在P2和P3间加加速电压，增加了电子沿z轴的速度，导致电子从偏转电极飞抵荧光屏的时间缩短。侧向速度不变，但飞行时间减少，导致电子在荧光屏上的总偏转距离y_0减小，根据定义$A=\frac{y_0}{U}$，当U不变而y_0减小时，灵敏度A变小。

22．(1)a．$F=mg+\frac{2E_{k0}}{L_1}$，b．$E_k=\left(\frac{L_1}{L_2}\right)^3E_{k0}$

(2)a．收缩；释放 b．$k=\left(\frac{L-\Delta L}{L}\right)^{\frac{3}{2}}$

【详解】（1）a．设人第一次在最低点站起前的速度为v_0，根据牛顿第二定律$F-mg=m\frac{v_0^2}{L_1}$

又$E_{k0}=\frac{1}{2}mv_0^2$

得$F=mg+\frac{2E_{k0}}{L_1}$

b．设人第一次在最低点站起后的速度为v_1，此时动能为E_{k1}。由于人站起前、后，等效“摆球”垂直于杆的速度分量与摆长的乘积保持不变，

有$v_0L_1=v_1L_2$

得$E_{k1}=\left(\frac{L_1}{L_2}\right)^2E_{k0}$

设人第一次到达最高点时，轻杆与竖直方向的夹角为θ，人从第一次站起后运动至最高点的过程中，根据动能定理$-mg\left(L_2-L_2\cos\theta\right)=0-E_{k1}$

人从最高点再次回到最低点的过程中根据动能定理$mg\left(L_1-L_1\cos\theta\right)=E_k$

所以$E_k=\left(\frac{L_1}{L_2}\right)^3E_{k0}$

（2）a．要抑制摆动，需要减小摆动总能量，根据(1)中增能过程的逆过程得：速度为 0 收缩绳索，速度最大释放绳索。

b．设子卫星调整前、调整后的最大速度分别为$v_{前}$、$v_{后}$，子卫星速度为$v_{前}$时，绳索长为$L-\Delta L$，速度为$v_{后}$时，绳索长为L

根据（1）有$E_{k后}=\left(\frac{L_{前}}{L_{后}}\right)^3E_{k前}$

又$E_k=\frac{1}{2}mv^2$

得$k=\frac{v_{后}}{v_{前}}=\left(\frac{L-\Delta L}{L}\right)^{\frac{3}{2}}$