2023 北京丰台高三二模

物　　理

本试卷共 8 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

第一部分

本分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 卢瑟福通过对α粒子散射实验的结果分析，提出的理论是（　　）

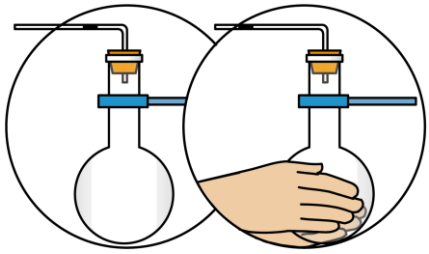
A. 原子的核式结构模型

B. 电子是原子的组成部分

C. 原子核由质子和中子组成

D. 电子在不同的轨道运动时，原子具有不同的能量

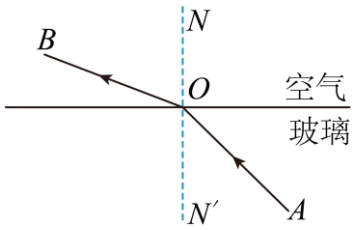
2. 如图，固定在铁架台上的烧瓶，通过橡胶塞连接一根水平玻璃管，向玻璃管中注入一段水柱。用手捂住烧瓶，会观察到水柱缓慢向外移动，关于烧瓶内的气体，下列说法正确的是（　　）



A. 气体的压强变小　　B. 气体的体积变小

C. 气体对外界做功　　D. 气体的内能减小

3. 如图所示，一束光沿 *AO* 方向从玻璃射向空气，折射光线沿 *OB* 方向。下列说法正确的是（　　）



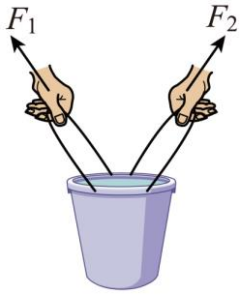
A. 这束光从玻璃进入空气后波长会增大

B. 这束光从玻璃进入空气后频率会减小

C. 这束光在玻璃中的传播速度大于在空气中的传播速度

D. 若这束光沿 *BO* 方向从空气射向玻璃，可能会发生全反射现象

4. 如图所示，甲、乙两位同学用同样大小的力 F_1、F_2 提着一个水桶，水桶在空中处于静止状态。下列说法正确的是（　　）



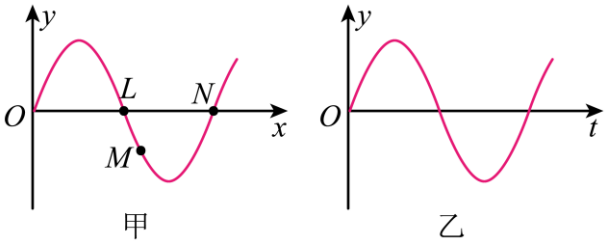
A. F_1、F_2 大小都等于水桶重力的一半

B. F_1、F_2 与竖直方向的夹角相等

C. 减小 F_1 与 F_2 的夹角，F_1、F_2 大小不变

D. 减小 F_1 与 F_2 的夹角，F_1、F_2 的合力变大

5. 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，在 $t=0$ 时的波形如图甲所示，L、M、N 是波上的三个质点，图乙是其中一个质点在此后一段时间内的振动图像。下列说法正确的是（　　）



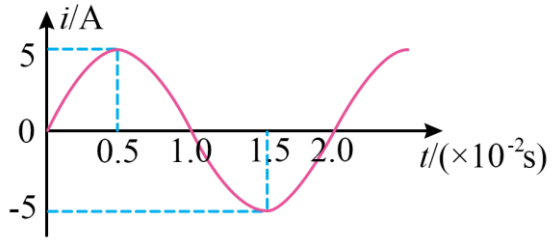
A. $t=0$ 时，质点 M 沿 y 轴正方向运动

B. $t=0$ 时，质点 M 的加速度比质点 N 的小

C. 图乙是质点 N 的振动图像

D. 质点 L 和质点 N 的相位总是相同

6. 某正弦式交变电流随时间变化的图像如图所示。下列说法正确的是（　　）



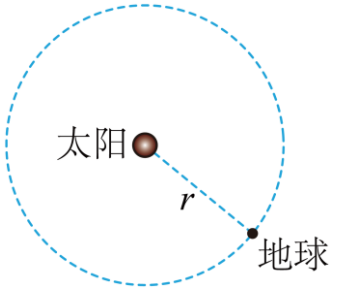
A. 此交变电流的有效值为5A

B. $t=1.0\times10^{-2}\text{s}$ 时，线圈位于中性面

C. $t=1.5\times10^{-2}\text{s}$ 时，穿过线圈的磁通量最大

D. $t=2.0\times10^{-2}\text{s}$ 时，穿过线圈的磁通量变化率最大

7. 如图所示，地球绕太阳的运动可看作匀速圆周运动。已知地球质量为 m，地球的轨道半径为 r，公转周期为 T，太阳质量为 M，引力常量为 G。下列说法正确的是（　　）



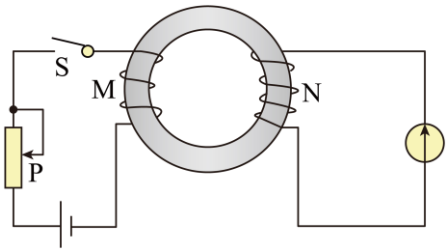
A. 根据以上信息，可以计算出地球表面的重力加速度

B. 根据以上信息，可以计算出地球的第一宇宙速度

C. $\frac{r^3}{T^2}$ 与 M 无关

D. $G\frac{Mm}{r}$ 对应物理量的单位与动能的单位相同

8. 某实验小组的同学用如图所示装置研究电磁感应现象，软铁环上绕有 M、N 两个线圈，M 线圈与电源和滑动变阻器相连，N 线圈与电流表相连，闭合开关 S 的瞬间，观察到电流表指针向右偏转。下列说法正确的是（　　）



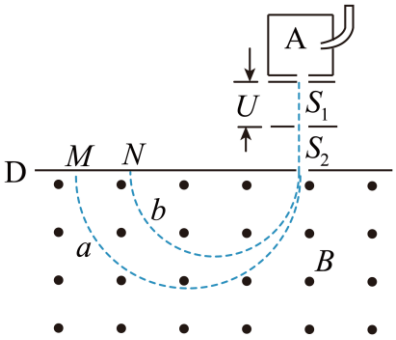
A. 闭合 S 后，滑片 P 匀速向上滑动的过程中，电流表指针不偏转

B. 闭合 S 后，滑片 P 加速向上滑动的过程中，电流表指针向左偏转

C. 断开 S 的瞬间，电流表指针不发生偏转

D. 断开 S 的瞬间，电流表指针向右偏转

9. 质谱仪是分析同位素的重要工具，其原理如图所示。氖元素的两种同位素粒子 a、b 质量不同、电荷量相同。a、b 两种粒子从容器 A 下方的小孔 S_1，飘入电势差为 U 的加速电场，其初速度可视为 0，然后经过 S_2 沿着与磁场垂直的方向进入磁感应强度为 B 的匀强磁场。a、b 两种粒子分别打到照相底片 D 上的 M 和 N 处，关于 a、b 两种粒子在磁场中的运动，下列说法正确的是（　　）



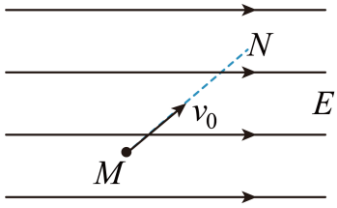
A. 两种粒子的动能不相同

B. a 粒子的速度大于 b 粒子的速度

C. a 粒子受到的洛伦兹力大于 b 粒子受到的洛伦兹力

D. a 粒子的运动时间大于 b 粒子的运动时间

10. 如图所示，地面附近空间有水平向右的匀强电场，一带电微粒以初速度 v_0 从 M 点进入电场，沿直线运动到 N 点，不考虑地磁场的影响。下列说法正确的是（　　）



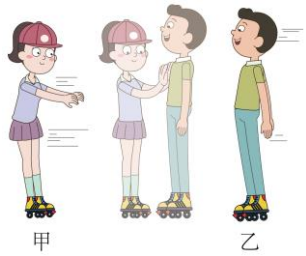
A. 该微粒带正电

B. 该微粒做匀速直线运动

C. 只增大初速度 v_0，微粒仍沿直线 MN 运动

D. 从 M 至 N 过程中，该微粒电势能减小，动能增加

11. 如图所示，甲、乙两人静止在水平冰面上，甲推乙后，两人向相反方向沿直线做减速运动。已知甲的质量小于乙的质量，两人与冰面间的动摩擦因数相同，两人之间的相互作用力远大于地面的摩擦力。下列说法正确的是（　　）



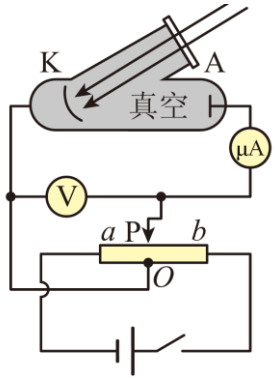
A. 甲推乙的过程中，甲和乙的机械能守恒

B. 乙停止运动前任意时刻，甲的速度总是大于乙的速度

C. 减速过程中，地面摩擦力对甲做的功等于对乙做的功

D. 减速过程中，地面摩擦力对甲的冲量大于对乙的冲量

12. 如图是研究光电效应的实验装置，开始时滑动变阻器的滑片 P 与固定点 O 正对。用频率为 ν 的光照射光电管的阴极 K，观察到微安表指针偏转，不计光电子间的相互作用。下列说法正确的是（　　）



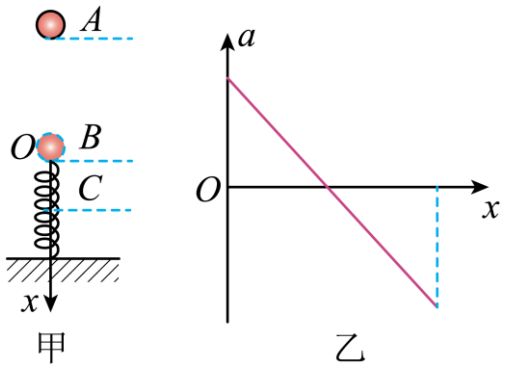
A. 仅减小照射光频率，微安表指针一定不偏转

B. 仅减小照射光强度，微安表指针一定不偏转

C. 仅将滑片 P 向 a 端移动，微安表示数变大

D. 仅将滑片 P 向 b 端移动，光电子向 A 板运动的过程中动能变大

13. 如图甲所示，轻弹簧竖直固定在水平面上，质量为 m 的小球从 A 点自由下落，至 B 点时开始压缩弹簧，小球下落的最低位置为 C 点。以 B 点为坐标原点 O，沿竖直向下建立 x 轴，小球从 B 到 C 过程中的加速度一位移图像如图乙所示，重力加速度为 g。在小球从 B 运动到 C 的过程中，下列说法正确的是（　　）



A. 小球在 B 点时的速度最大

B. 小球在 C 点时所受的弹力大于 $2mg$

C. 图像与 x 轴所包围的两部分面积大小相等

D. 小球的动能与弹簧的弹性势能之和先减小后增大

14. 两个天体组成双星系统，它们在相互之间的万有引力作用下，绕连线上某点做周期相同的匀速圆周运动。科学家在地球上用望远镜观测由两个小行星构成的双星系统，看到一个亮度周期性变化的光点，这是因为当其中一个天体挡住另一个天体时，光点亮度会减弱。科学家用航天器以某速度撞击该双星系统中较小的小行星，撞击后，科学家观测到光点明暗变化的时间间隔变短。不考虑撞击后双星系统的质量变化。根据上述材料，下列说法正确的是（　　）

A. 被航天器撞击后，双星系统的运动周期变大

B. 被航天器撞击后，两个小行星中心连线的距离增大

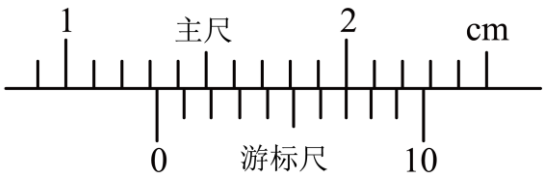
C. 被航天器撞击后，双星系统的引力势能减小

D. 小行星质量越大，其运动的轨道越容易被改变

本部分共 6 题，共 58 分。

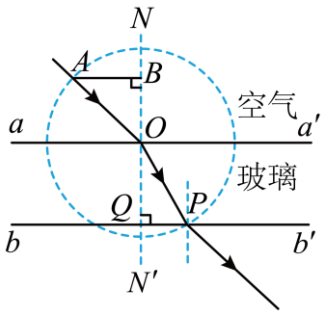
15. 物理实验一般都涉及实验目的、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据分析等。例如：

（1）用游标卡尺测金属小球的直径，示数如图所示，该小球的直径为_____mm。



（2）某同学用插针法测定玻璃砖的折射率，做出光路图如图所示。光线与玻璃砖表面 aa' 和 bb' 分别交

于 O 点和 P 点，他以 O 点为圆心、线段 OP 长度为半径做圆，该圆与入射光线交于 A 点。过 A 点和 P 点做法线 NN' 的垂线，垂足分别为 B 点和 Q 点。则该玻璃砖的折射率为（　　）



A. $n=\dfrac{AB}{PQ}$　　B. $n=\dfrac{OB}{OQ}$

C. $n=\dfrac{PQ}{OA}$　　D. $n=\dfrac{AB}{OP}$

（3）某同学利用如图甲所示装置测量物块与木板之间的动摩擦因数。实验台上固定一个力传感器，传感器用细线拉住物块，物块放置在水平的长木板上。水平向左拉动木板，物块相对实验台静止，记录下传感器的示数 F。在物块上放置数量不同的砝码，改变物块和砝码的总质量 m，得到多组数据，做出 $F-m$ 图像如图乙所示。已知直线的斜率为 k，重力加速度为 g。

（1）水平向左拉动木板，在物块相对实验台静止的过程中，下列说法正确的是_____。

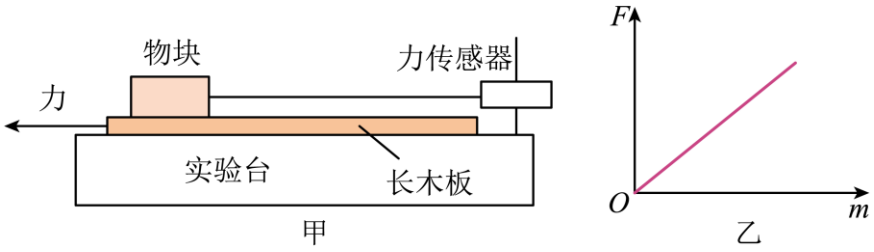
A．物块受到的是静摩擦力

B．物块受到的是滑动摩擦力

C．实验时可以加速拉动木板

D．传感器测量的就是物块所受的摩擦力

（2）物块和长木板之间的动摩擦因数 $\mu=$_____（用 k 和 g 表示）。



16. 某物理兴趣小组的同学在实验室测量不同电源的电动势和内阻。

（1）甲同学所测电源的电动势约为 3V，内阻约为 1.5Ω。

①甲同学在实验过程中，可选择的器材有：

A．电流表（量程为 0.6A，内阻约为 0.1Ω）；

B．电压表（量程为 3V，内组为为 $3\text{k}\Omega$）；

C．滑动变阻器（最大阻值为 20Ω）；

D．滑动变阻器（最大阻值为 $20\text{k}\Omega$）。

本实验中，滑动变阻器应先用_____（选填“C”或“D”）。

②甲同学用图 1 所示的电路进行测量，请将图 2 中的实物电路补充完整_____。

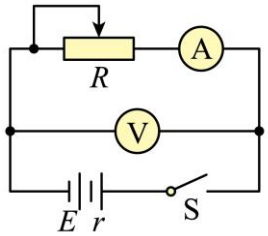
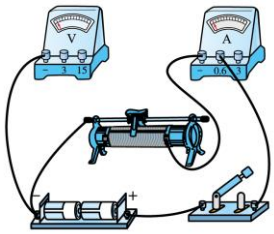


图1


图2

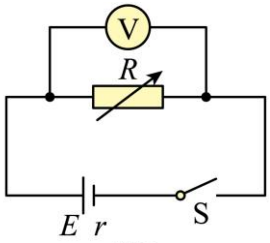
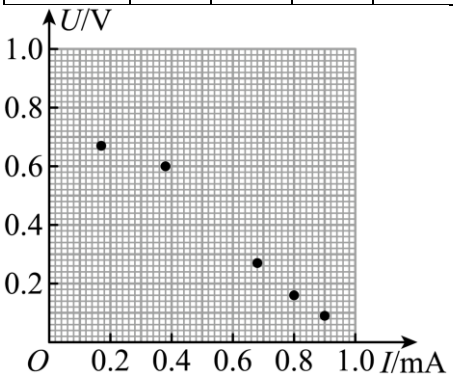


图3

（2）乙同学用电阻箱和电压表测量水果电池的电动势和内阻，电路如图 3 所示。闭合开关 S 后，调节电阻箱得到多组实验数据，由电阻箱的电阻 R 和电阻箱两端的电压 U，计算得到通过电阻箱的电流 I，如下表所示。坐标纸上已经描好了 5 组数据点，请将第 4 组数据描在坐标纸上，并在图 4 中作出 $U-I$ 图像_____。根据图像得出该水果电池的内阻 $r=$_____ Ω。

	1	2	3	4	5	6
R / kΩ	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	4.0
U / V	0.09	0.16	0.27	0.40	0.60	0.67
I / mA	0.90	0.80	0.68	0.50	0.38	0.17



（3）实验小组的同学在分析实验误差时，认为由于电表内阻的影响，导致电压表和电流表的测量值可能与“路端电压”和“流过电源的电流”存在偏差。下列分析正确的是_____

A．图 1 中电压表的测量值偏大

B．图 1 中电流表的测量值偏小

C．图 3 中电压表的测量值偏大

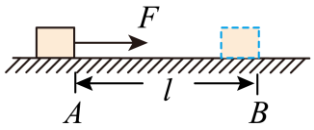
D．图 3 中计算出的电流值比“流过电源的电流”小

17. 如图所示，质量为 m 的物体在水平恒力 F 的作用下，沿水平面从 A 点加速运动至 B 点，A、B 两点间的距离为 l。物体与水平面间的动摩擦因数为 μ，重力加速度为 g。在物体从 A 点运动到 B 点的过程中，求：

（1）物体的加速度大小 a；

（2）恒力 F 对物体做的功 W；

（3）此过程中物体速度由 v_1 变化到 v_2，请根据牛顿第二定律和运动学公式，推导合力对物体做的功与物体动能变化的关系。

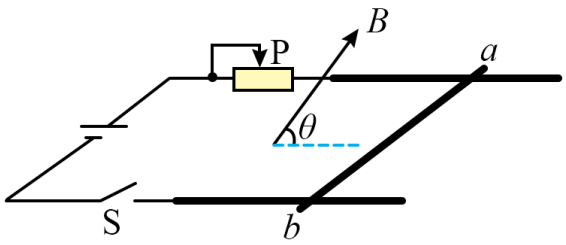


18. 如图所示，两根间距为l的平行金属导轨在同一水平面内，质量为m的金属杆b垂直放在导轨上。整个装置处于磁感应强度为B的匀强磁场中，磁场方向与金属杆垂直且与导轨平面成θ角斜向上。闭合开关S，当电路电流为I时，金属杆ab处于静止状态，重力加速度为g。求：

（1）金属杆ab受到的安培力大小F；

（2）导轨对金属杆ab的支持力大小N；

（3）滑动变阻器的滑片P向右移动，金属杆ab受到的支持力减小，金属杆ab仍保持静止。某同学认为：由于金属杆ab受到的支持力减小，所以它受到的摩擦力减小。你是否同意该同学的说法，请分析说明。

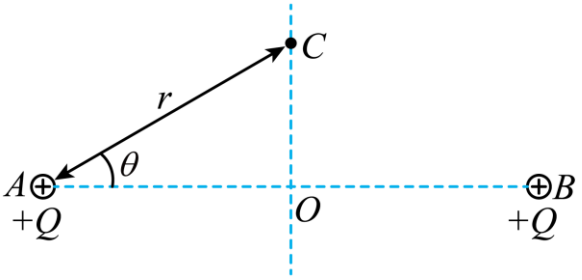


19. 如图所示，真空中A、B两点分别固定电荷量均为$+Q$的两个点电荷，O为A、B连线的中点，C为A、B连线中垂线上的一点，C点与A点的距离为r，AC与AB的夹角为θ，中垂线上距离A点为x的点的电势为$\varphi = 2k\dfrac{Q}{x}$（以无穷远处为零电势点）。一个质量为m的点电荷（其电荷量远小于Q），以某一速度经过C点，不计点电荷的重力，静电力常量为k。

（1）画出C点的电场强度方向；

（2）若经过C点的点电荷的电荷量为$+q$，速度方向由C指向O，要让此点电荷能够到达O点，求其在C点的速度最小值v_0；

（3）若经过C点的点电荷的电荷量为$-q$，要让此点电荷能够做过C点的匀速圆周运动，求其在C点的速度v的大小和方向。



20. 物理源自生活，生活中处处有物理。

清洗玻璃杯外表面时，水流与玻璃杯表面的粘滞力会影响水流下落的速度，并使水流沿着玻璃杯的外表面流动，如图所示。已知该水龙头水流的流量为Q（单位时间内流出水的体积），水龙头内径为D。

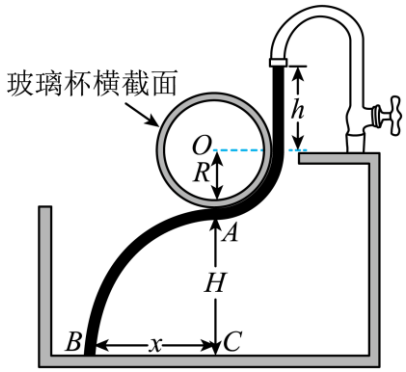
（1）求水流出水龙头的速度v_0；

（2）现用该水龙头清洗水平放置的圆柱形玻璃杯，柱状水流离开水龙头，下落高度为h，与玻璃杯横截面

圆心 O 处于同一水平面时，开始贴着玻璃杯外表面流动，经过一段时间后达到如图所示的稳定状态。水流经过玻璃杯的最低点 A 时，垂直于速度方向的横截面可认为是宽度为 d 的矩形。水流在 A 点沿水平方向离开玻璃杯，落至水池底部 B 点，落点 B 到 A 点正下方 C 点的距离为 x，AC 竖直高度为 H（H 远大于玻璃杯表面水流厚度）。已知水池底面为水平面，不考虑空气阻力的影响，且认为下落过程水不散开，水的密度为 ρ，玻璃杯的外半径为 R，重力加速度为 g，求：

a.水流在 A 点还未离开玻璃杯时，竖直方向上单位面积受到的合力大小 F；

b.达到稳定状态后，t 时间内玻璃杯对水流的作用力所做的功 W。



参考答案

第一部分

本分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1.【答案】A

【解析】

【详解】α粒子散射实验中，少数α粒子发生了大角度的偏转，这种现象枣糕模型不能够解释，卢瑟福通过对α粒子散射实验的结果分析，提出了原子的核式结构模型。

故选 A。

2.【答案】C

【解析】

【详解】A．由于水柱处于水平玻璃管中，对水柱分析可知，烧瓶内气体的压强始终等于大气压强，即气体的压强不变，A 错误；

B．根据上述可知，该过程是等压变化，手捂住烧瓶，温度升高，则气体体积增大，B 错误；

C．气体体积增大，气体对外界做功，C 正确；

D．气体温度升高，气体内能增大，D 错误。

故选 C。

3.【答案】A

【解析】

【详解】ABC．根据

$$v=\frac{c}{n}$$

可知这束光在玻璃中的传播速度小于在空气中的传播速度；由于这束光从玻璃进入空气后频率不变，根据

$$\lambda_{玻}=\frac{v}{f},\ \lambda_{空}=\frac{c}{f}$$

可知这束光从玻璃进入空气后波长会增大，故 A 正确，BC 错误；

D．光在界面发生全反射必须从光密介质射向光疏介质，这束光沿 *BO* 方向从空气射向玻璃，不可能会发生全反射现象，故 D 错误。

故选 A。

4.【答案】B

【解析】

【详解】A．根据平衡条件可知，只有当 F_1、F_2 都是沿竖直向上的方向时，两力大小才等于水桶重力的一半，故 A 错误；

B．由平衡条件可知，F_1、F_2 与竖直方向的夹角相等，故 B 正确；

CD．两人的合力确定，大小等于桶和水的重力，根据力的合成结论可知，两分力夹角越小，分力越小，故CD错误。

故选B。

5.【答案】A

【解析】

【详解】A．根据同侧法可知，$t=0$时，质点M沿y轴正方向运动，A正确；

B．质点振动的加速度大小与质点相对平衡位置的位移大小成正比，$t=0$时，质点M的位移比质点N的大，则$t=0$时，质点M的加速度比质点N的大，B错误；

C．根据图乙可知，该质点在$t=0$时处于平衡位置，且沿y轴正方向运动，在图甲中根据同侧法，$t=0$时，质点N处于平衡位置沿y轴负方向运动，质点L处于平衡位置沿y轴正方向运动，则图乙是质点L的振动图像，C错误；

D．质点L和质点N的平衡位置相距半个波长，可知质点L和质点N的相位总是相反，D错误。

故选A。

6.【答案】B

【解析】

【详解】A．由图可知电流最大值为$5\mathrm{A}$，则此交变电流的有效值为

$$I=\frac{I_{\mathrm{m}}}{\sqrt{2}}=\frac{5\sqrt{2}}{2}\mathrm{A}$$

故A错误；

B．$t=1.0\times10^{-2}\mathrm{s}$时，电流为零，此时线圈位于中性面，故B正确；

C．$t=1.5\times10^{-2}\mathrm{s}$时，电流最大，此时感应电动势最大，穿过线圈的磁通量变化率最大，穿过线圈的磁通量为零，故C错误；

D．$t=2.0\times10^{-2}\mathrm{s}$时，电流为零， 此时感应电动势为零，穿过线圈的磁通量变化率为零，故D错误。

故选B。

7.【答案】D

【解析】

【详解】A．在地球表面有

$$G\frac{mm'}{R^2}=m'g$$

解得

$$g=\frac{Gm}{R^2}$$

由于地球半径不确定，则不能计算出地球表面的重力加速度，A错误；

B．地球的第一宇宙速度等于近地卫星的环绕速度，则有

$$G\frac{mm'}{R^2}=m'\frac{v^2}{R}$$

解得

$$v=\sqrt{\frac{Gm}{R}}$$

由于地球半径不确定，则不能计算出地球的第一宇宙速度，B 错误；

C．根据

$$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

解得

$$M=\frac{4\pi^2 r^3}{GT^2},\ \frac{r^3}{T^2}=\frac{GM}{4\pi^2}$$

可知，$\frac{r^3}{T^2}$与M有关，C 错误；

D．根据

$$G\frac{Mm}{r}=F_{引}r$$

可知$G\frac{Mm}{r}$对应物理量的单位与动能的单位相同，均为 J，D 正确。

故选 D。

8.【答案】B

【解析】

【详解】A．闭合 S 后，滑片 P 匀速向上滑动的过程中，线圈 M 中电流逐渐减小，线圈 N 中磁通量逐渐减小，电流表指针向左偏转，故 A 错误；

B．闭合 S 后，滑片 P 加速向上滑动的过程中，线圈 M 中电流逐渐减小，线圈 N 中磁通量逐渐减小，电流表指针向左偏转，故 B 正确；

CD．断开 S 的瞬间，线圈 M 中电流变为零，线圈 N 中磁通量减小，电流表指针向左偏转，故 CD 错误。

故选 B。

9.【答案】D

【解析】

【详解】A．设两粒子的电荷量为q，粒子在电场中加速有

$$Uq=E_{\mathrm{k}}$$

两粒子电荷量相同，动能相同。A 错误；

B．离子在电场中加速有

$$Uq=\frac{1}{2}mv^2$$

解得

$$v=\sqrt{\frac{2Uq}{m}}$$

在磁场中偏转有

$$qvB=m\frac{v^2}{r}$$

解得

$$r=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

a、*b* 两种粒子分别打到照相底片 *D* 上做圆周运动的 *M* 和 *N* 处，*a* 做圆周运动的半径大于 *b* 做圆周运动的半径。两粒子质量关系

$$m_a>m_b$$

由

$$v=\sqrt{\frac{2Uq}{m}}$$

可知

$$v_a<v_b$$

B 错误；

C．*a* 粒子的速度小于 *b* 粒子的速度，两粒子电荷量相同，*a* 粒子受到的洛伦兹力小于 *b* 粒子受到的洛伦兹力。C 错误；

D．*a* 粒子的运动时间

$$t_a=\frac{1}{2}T_a=\frac{\pi m_a}{qB}$$

b 粒子的运动时间

$$t_b=\frac{1}{2}T_b=\frac{\pi m_b}{qB}$$

又

$$m_a>m_b$$

$$t_a>t_b$$

D 正确。

故选 D。

10.【答案】C

【解析】

【详解】ABD．由于带电微粒从 M 到 N 做直线运动，根据受力分析可知，带电微粒受到的电场力水平向左，与电场方向相反，该微粒带负电；带电微粒受到的合力方向与初速度方向相反，可知合力对微粒做负

功，微粒动能减小，电场力对微粒做负功，微粒电势能增加，故 ABD 错误；

C．只增大初速度v_0，带电微粒受力不变，则带电微粒受到的合力方向仍与初速度v_0方向相反，微粒仍沿直线 *MN* 运动，故 C 正确。

故选 C。

11.【答案】B

【解析】

【详解】A．甲、乙两人静止在水平冰面上，重力势能一定，开始动能为 0，甲推乙后，两者动能增大，即甲推乙的过程中，甲和乙的机械能增大，A 错误；

B．甲推乙过程，由于两人之间的相互作用力远大于地面的摩擦力，则有

$$m_{甲}v_{甲}-m_{乙}v_{乙}=0$$

由于甲的质量小于乙的质量，则有

$$v_{甲}>m_{乙}$$

两人与冰面间的动摩擦因数相同，即减速过程的加速度大小相等，可知乙停止运动前任意时刻，甲的速度总是大于乙的速度，B 正确；

C．减速过程中，根据

$$W_{\mathrm{f}}=0-\frac{1}{2}mv_0^2=0-\frac{1}{2}pv_0$$

根据上述，两人互推过程，动量大小相等，甲的速度大于乙的速度，则地面摩擦力对甲做的功大于对乙做的功，C 错误；

D．根据

$$I_{\mathrm{f}}=0-mv_0$$

根据上述，两人互推过程，动量大小相等，则减速过程中，地面摩擦力对甲的冲量大小等于对乙的冲量，D 错误。

故选 B

12.【答案】D

【解析】

【详解】A．仅减小照射光频率，仍可能发生光电效应，微安表指针可能偏转，故 A 错误；

B．能否发生光电效应是由入射光的频率决定，与入射光的强度无关，故 B 错误；

C．将滑片 *P* 向 *a* 端移动，光电管所加的电压为反向电压，所以光电流会一直减小，故 C 错误；

D．仅将滑片 *P* 向 *b* 端移动，光电管所加的电压为正向电压，管中电场向左，电子从 K 向右逸出所受电场力向右，光电子向 *A* 板运动的过程中动能变大，故 D 正确。

故选 D。

13.【答案】B

【解析】

【详解】A．小球在 *B* 点时，合力为重力，合力和速度同向，会继续加速，*B* 点时的速度不是最大。A 错

误；

B．小球若从 B 点由静止释放，到达最低点时，由对称性，最低点加速度向上，大小为 g $F_{\mathrm{N}}-mg=mg$

$$F_{\mathrm{N}}=2mg$$

小球从 A 点自由下落，小球在 C 点时，弹力比上述情况要大，加速度向上，大于 g 。由牛顿第二定律

$$F_{\mathrm{N}}-mg>mg$$

则

$$F_{\mathrm{N}}>2mg$$

B 正确；

C．设在 D 点，弹力和小球重力平衡，D 点速度为 v_D，由微元法可知图像与 x 轴所包围的上部分面积

$$S_1=\frac{1}{2}(v_D^2-v_B^2)$$

图像与 x 轴所包围的下部分面积

$$S_2=\frac{1}{2}(v_D^2-v_C^2)$$

因为

$$v_B>v_C=0$$

得

$$S_1<S_2$$

C 错误；

D．小球和弹簧、地球组成的系统机械能守恒，小球从 B 运动到 C 的过程中，小球的重力势能一直在减小，小球的动能与弹簧的弹性势能之和一直在增大。D 错误。

故选 B。

14.【答案】C

【解析】

【详解】A．被航天器撞击后，科学家观测到光点明暗变化的时间间隔变短，说明双星系统的运动周期变小，故 A 错误；

B．设两个小行星的质量分别为 m_1,m_2,它们做圆周运动半径分别为 r_1，r_2，设两个小行星中心连线的距离为 r,则

$$r=r_1+r_2$$

两小行星绕连线上某点做周期相同的匀速圆周运动，由万有引力提供向心力得

$$\frac{Gm_1m_2}{r^2}=\frac{m_1 4\pi^2 r_1}{T^2}$$

$$\frac{Gm_1m_2}{r^2}=\frac{m_2 4\pi^2 r_2}{T^2}$$

联立以上各式得

$$T=\sqrt{\frac{4\pi^2r^3}{G\left(m_1+m_2\right)}}$$

因为周期 T 变小，说明两个小行星中心连线的距离 r 变小，故 B 错误；

C．两个小行星中心连线的距离 r 变小，引力做正功，引力势能减小，故 C 正确；

D．小行星质量越大，惯性越大，其运动的速度不容易被改变，那其运动的轨道越不容易被改变，故 D 错误。

故选 C。

本部分共 6 题，共 58 分。

15.

（1）【答案】13.7

【解析】

【详解】根据游标卡尺的读数规律，该读数为

13mm+0.1×7mm=13.7mm

（2）.【答案】A

【解析】

【详解】根据折射率表达式有

$$n=\frac{\sin\angle AOB}{\sin\angle POQ}=\frac{\frac{AB}{R}}{\frac{PQ}{R}}=\frac{AB}{PQ}$$

故选 A。

（3）.【答案】 ①. BC## CB ②. $\frac{k}{g}$

【解析】

【详解】（1）[1] A B．水平向左拉动木板，物块与木板发生相对滑动，物块受到的是滑动摩擦力。A 错误，B 正确；

C．实验时可以加速拉动木板，物块相对地面静止，物块受到的滑动摩擦力和绳子的拉力平衡；C 正确；

D．传感器测量的绳子的拉力，拉力大小与物块所受的摩擦力大小相等。D 错误。

故选 BC。

（2）[2]由平衡条件得

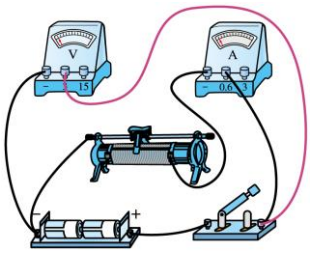
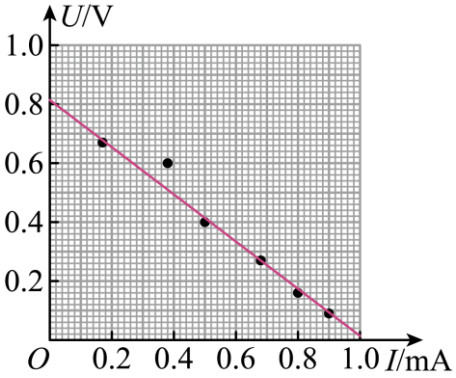
$$F=\mu mg$$

因此 $F-m$ 图像的斜率

$$k=\mu g$$

得

$$\mu=\frac{k}{g}$$

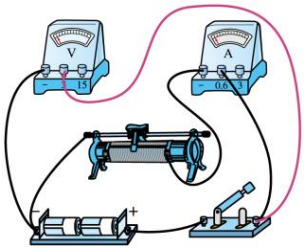
16. 【答案】 ①. C ②.  ③.  ④.

$820\pm40\Omega$ ⑤. BD##DB

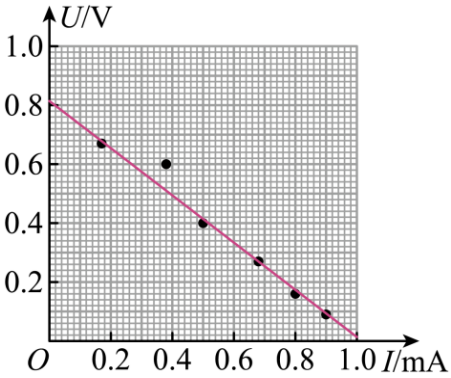
【解析】

【详解】（1）①[1]由于甲同学所测电源的电动势约为$3\mathrm{V}$，内阻约为1.5Ω，实验时，为了调节方便，使电表示数变化明显，滑动变阻器应选择阻值较小的，即选择 C。

②[2]根据电路图，实物连接如图所示



（2）[3]根据表格第 4 组数据描点，作出$U-I$图像如图所示



[4]根据闭合电路欧姆定律可得

$$U=E-Ir$$

可知$U-I$图像的斜率绝对值等于水果电池的内阻，则有

$$r=\left|\frac{\Delta U}{\Delta I}\right|=\frac{0.82-0}{(1.0-0)\times10^{-3}}\Omega=820\Omega$$

（3）[5]由实验电路图 1 可知，误差来源于电压表的分流，使得图 1 中电流表的测量值偏小；由实验电路图 3 可知，电路电流计算值为

$$I=\frac{U}{R}$$

由于电压表的分流，使得图 3 中计算出的电流值比“流过电源的电流”小。

故选 BD。

17.【答案】（1）$a=\frac{F}{m}-\mu g$；（2）$W=Fl$；（3）$(F-\mu mg)l=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$

【解析】

【详解】（1）由牛顿第二定律

$$a=\frac{F-f}{m}$$

$$f=\mu mg$$

联立解得

$$a=\frac{F}{m}-\mu g$$

（2）从 *A* 到 *B* 的过程中，*F* 为恒力，根据功的公式得

$$W=Fl$$

（3）在 *A* 到 *B* 的过程中，由牛顿第二定律和运动学公式得

$$F-\mu mg=ma$$

$$v_2^2-v_1^2=2al$$

联立解得

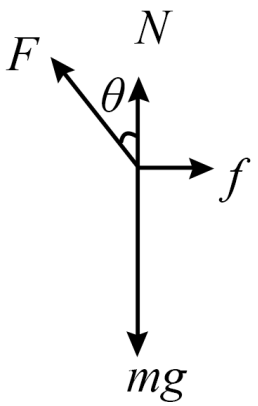
$$(F-\mu mg)l=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

即合力对物体做的功等于物体动能的变化量。

18.【答案】（1）$F=BIl$；（2）$N=mg-BIl\cos\theta$；（3）不同意，分析见解析

【解析】

【详解】（1）金属杆 *ab* 受力示意图如图所示



磁场对金属杆 *ab* 的安培力大小为

$$F=BIl$$

（2）竖直方向根据受力平衡可得

$$N+F\cos\theta=mg$$

解得

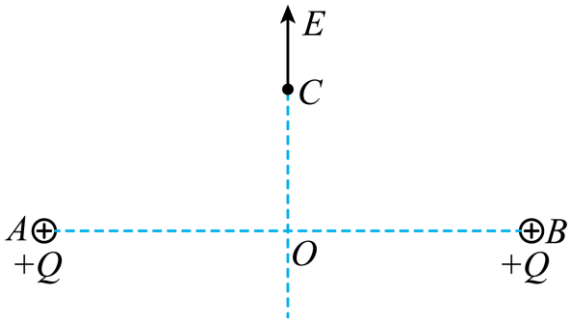
$$N=mg-BIl\cos\theta$$

（3）不同意该同学的说法。

金属杆 ab 所受摩擦力 f 为静摩擦力，其大小与支持力无关；由于金属杆 ab 处于静止状态，其所受静摩擦力大小等于安培力在水平方向的分力大小，即

$$f=BIl\sin\theta$$

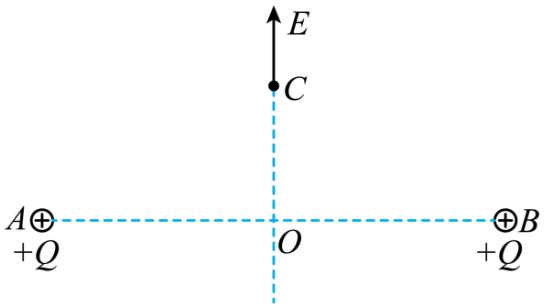
因此金属杆 ab 中电流增大时，金属杆 ab 所受静摩擦力变大。

19. 【答案】（1）

；（2）$v_0=2\sqrt{\dfrac{kQq}{rm}\left(\dfrac{1}{\cos\theta}-1\right)}$；（3）$v=\sqrt{\dfrac{2kQq}{rm}}\sin\theta$，方向垂直于纸面向里或者向外

【解析】

【详解】（1）根据对称性可知，C 点电场场强方向沿着 AB 连线的中垂线向上，如图所示



（2）C 点电势为

$$\varphi_C=2k\frac{Q}{r}$$

O 点电势为

$$\varphi_O=2k\frac{Q}{r\cos\theta}$$

设此点电荷刚好能够到达 O 点，由能量守恒定律可得

$$q\varphi_C+\frac{1}{2}mv_0^2=q\varphi_O+0$$

解得

$$v_0=2\sqrt{\frac{kQq}{rm}\left(\frac{1}{\cos\theta}-1\right)}$$

（3）设圆周运动的半径为R，C点电场场强大小为E，则有

$$E=2k\frac{Q}{r^2}\sin\theta$$

$$qE=m\frac{v^2}{R}$$

$$R=r\sin\theta$$

联立解得

$$v=\sqrt{\frac{2kQq}{rm}}\sin\theta$$

方向垂直于纸面向里或者向外。

20.【答案】（1）$\frac{4Q}{\pi D^2}$；（2）*a.*$\frac{\rho Qx}{Rd}\sqrt{\frac{g}{2H}}$，*b.*$\rho Qt\left(\frac{x^2g}{4H}-\frac{8Q^2}{D^4\pi^2}-gR-gh\right)$

【解析】

【详解】（1）极短的时间Δt内水龙头流出水的体积

$$Q\Delta t=\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2v_0\Delta t$$

解得

$$v_0=\frac{4Q}{\pi D^2}$$

（2）*a.*以极短的时间Δt内水龙头流出水为研究对象，水的质量为Δm，该部分水在A点与玻璃杯底部接触面积为ΔS，水流在A点速度大小为v，则有

$$\Delta m=\rho Q\Delta t，\ \Delta S=dv\Delta t$$

水流离开玻璃杯后在空中运动的时间为t_{AB}，则有

$$H=\frac{1}{2}gt_{AB}^2，\ x=vt_{AB}$$

该部分水在A点，在竖直方向受到的合力提供向心力，则有

$$F\Delta s=\Delta m\frac{v^2}{R}$$

解得

$$F=\frac{\rho Qx}{Rd}\sqrt{\frac{g}{2H}}$$

*b.*设t时间内从水龙头流出的水质量为m，则有

$$m=\rho Qt$$

在水从水龙头出水口运动至玻璃杯最低点 A 的过程中，由动能定理得

$$mg(R+h)+W=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$$

解得

$$W=\rho Qt\left(\frac{x^2g}{4H}-\frac{8Q^2}{D^4\pi^2}-gR-gh\right)$$