

邯郸市 2023 届高三年级第二次模拟试题

物理

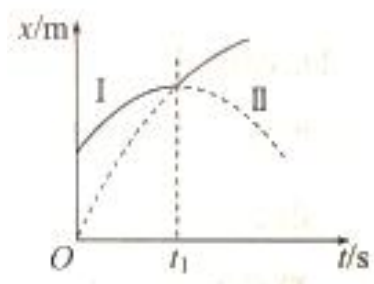
本试卷共 8 页，满分 100 分，考试用时 75 分钟。

注意事项：

- 1.答卷前、考生务必将自己的姓名、班级、考场号、座位号、考生号填写在答题卡上。
- 2.回答选择题时，选出每小题答案后.用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后.再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
- 3.考试结束后、将本试卷和答题卡一并交回。

一、单项选择题：本题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

- 1.质量相等的 a 、 b 两小球（视为质点）在同一竖直线上的不同高度以不同的初速度同时竖直上抛，在 a 球到达最高点时两球发生正碰且碰撞时间极短。图中实线和虚线分别表示 a 、 b 两小球位置随时间变化的曲线，图线 I 前半部分、II 后半部分关于 t_1 时刻对称。则下列说法正确的是（ ）



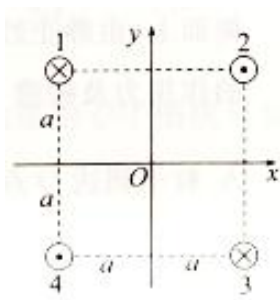
- A. $t = 0$ 时刻， a 球的速率大于 b 球的速率 B. 碰撞前后瞬间， b 球的动量不变
C. a 球先落回地面 D. 碰撞后 a 球的机械能大于 b 球的机械能

- 2.如图所示，四根通有恒定电流的长直导线垂直 xOy 平面放置，四根长直导线与 xOy 平面的交点组成边长为

$2a$ 的正方形且关于 x 轴和 y 轴对称，各导线中电流方向已标出，其中导线 1、3 中电流大小为 I ，导线 2、4

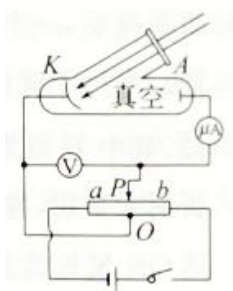
中电流大小为 $2I$ 。已知通电长直导线周围的磁感应强度大小与电流成正比、与该点到通电长直导线的距离成

反比，即 $B = \frac{kI}{r}$ 、下列说法正确的是（ ）



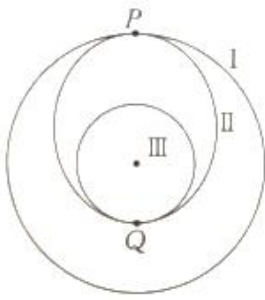
- A.长直导线 1、4 之间的相互作用力为吸引力
- B.一垂直于纸面并从 O 点射入的粒子，将做圆周运动
- C.导线 4 受到的导线 1、2、3 的作用力的合力方向指向 O 点
- D.仅将导线 2 中的电流反向，则导线 2 和 4 连线上各点磁感应强度方向均相同

3.如图所示为研究光电效应的实验装置，用频率为 ν 的光照射电极 K ，从电极 K 逸出的光电子可向各个方向运动。某同学进行了如下操作：（1）用频率为 ν_1 的光照射光电管，此时微安表中有电流。调节滑动变阻器，使微安表示数恰好变为 0，记下此时电压表的示数 U_1 。（2）用频率为 ν_2 的光照射光电管，重复（1）中的步骤，记下电压表的示数 U_2 。已知电子的电荷量为 e 。下列说法正确的是（ ）



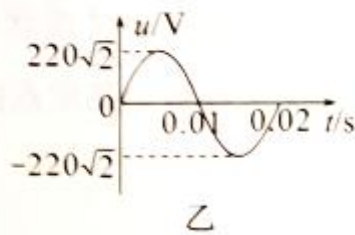
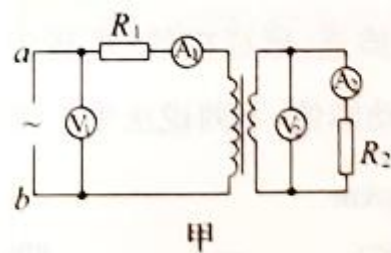
- A.为了使微安表的示数为零，实验中滑动变阻器的滑片 P 应该向 b 端移动
- B.根据题中数据可以得到普朗克常量为 $h = \frac{e(U_1 - U_2)}{\nu_1 - \nu_2}$
- C.若仅降低（1）中的光照强度，则微安表最初读数减小，遏止电压会变小
- D.滑动变阻器的滑片位于 b 端时，流过微安表的电流方向是从上往下

4.我国航天局宣布国家已批准通过了行星探测工程，计划在未来的 1015 年间展开并完成对小行星、火星、木星等行星的取样返回的研究。若从地球上直接发射一个探测器，探测器被小行星捕获，需由高轨道适当位置启动发动机进入椭圆转移轨道，再由椭圆轨道适当位置变速进入环绕小行星表面运动的轨道，这个过程简化示意图如图所示，已知圆轨道 I、III 共面，椭圆轨道平面与 I 轨道平面的夹角为 α ，则下列说法正确的是（ ）



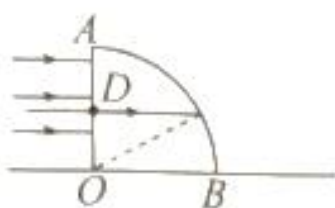
- A.探测器从 I 轨道上经过 P 点比 II 轨道上经过 P 点的加速度大
- B.探测器从 I 轨道进入 II 轨道需要在 P 点向前喷气
- C.探测器在地球上的发射速度大于 11.2km/s
- D.探测器在 II 轨道上从 P 点运动到 Q 点的过程中机械能增大

5.如图甲所示含有理想变压器的电路中,电阻 R_1 、 R_2 的阻值分别为 2Ω 、 3Ω , 电流表 A_1 、 A_2 和电压表 V_1 、 V_2 均为理想交流电表, 变压器原、副线圈匝数比为 $2:1$, a 、 b 两端接如图乙所示的交流电时, 下列说法正确的是 ()



- A, a 、 b 端电压的瞬时值表达式为 $u = 220\sqrt{2}\sin 50\pi t (\text{V})$
- B.电压表 V_1 、 V_2 示数之比为 $7:3$
- C.若增大电阻 R_1 , 则 R_2 消耗的电功率变大
- D.若增大原、副线圈匝数比, 则电流表 A_1 示数变大

6.如图所示, 一个横截面为四分之一圆 (半径为 R) 的透明柱体水平放置。平行于底面 OB 的光线从 OA 左侧射入, 已知柱体的折射率为 $\sqrt{2}$, 其中 D 点为 OA 的中点, 真空中的光速为 c , 只讨论界面的第一次折射或反射, 柱体周围可视为真空。已知由 D 点入射的光线经圆弧面 AB 折射后到达 OB 延长线上的 E 点 (图中未画出), 下列说法正确的是 ()



A.由 D 点入射的光线从 D 点传到 OB 所在水平面上 E 点的时间为 $\left(\sqrt{6} + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \frac{R}{c}$

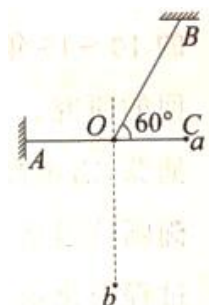
B.光线在 AB 面上的最高出射点到 OB 所在水平面的距离为 $\frac{R}{2}$

C.圆弧 AB 面上有光线射出的弧长为 $\frac{\pi R}{2}$

D.由 D 点入射的光经圆弧面折射后，折射光线与入射光线相比偏转了 45°

7.如图所示，三条不可伸长的轻绳 OA 、 OB 、 OC 结于 O 点，质量为 m ，电荷量为 $+q_1$ 的小球 a 被轻绳 OC

系着， OC 的长度为 l ，距 O 点正下方 $2l$ 处固定一个电荷量为 $+q_2$ 的小球 b 。初始时，小球 a 在 AO 延长线上静止，由于 a 球不断漏电，小球 a 的位置不断下降，再次平衡时位于 D 点（图中未标出）， OD 与竖直方向夹角为 60° 。已知重力加速度为 g ，则下列说法正确的是（ ）



A.小球 a 下降过程中 OC 绳上张力一直增大

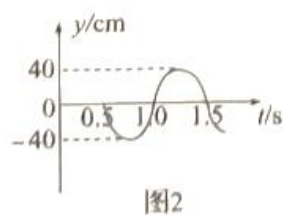
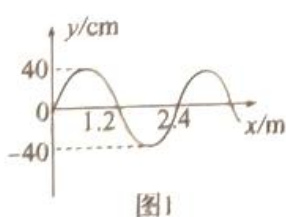
B.下降过程中绳 OA 上的最大张力为 $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$

C.下降过程中绳 OB 上的最大张力为 $\frac{2\sqrt{3}}{3}mg$

D.再次平衡时，球 a 带的电荷量为 $\frac{q_1}{2}$

二、多项选择题：本题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 分。在每小题给出的四个选项中，有两个或两个以上选项符合题目要求，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8.战绳运动是健身房设计用来减脂的一项爆发性运动，人们在做战绳运动时，用手抓紧绳子，做出用绳子的动作，使得绳子呈波浪状向前推进，形成横波（可视为简谐横波）。 $t = 3s$ 时波形图如图 1 所示，图 2 是绳上某质点的振动图像，下列说法中正确的是（ ）



A.该波的波速为1.2m/s

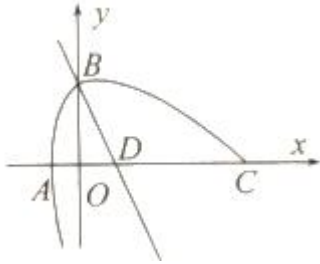
B.波源开始振动的方向向下

C.该质点与波源的距离为3.6m

D.0~3s时间内该质点通过的路程为4m

9.在如图所示的空间中分布有与竖直面平行的匀强电场，一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电的小球在场中的运动轨迹为抛物线 ABC ， A 、 C 为与 x 轴的两交点， B 为与 y 轴的交点，直线 BD 为抛物线的对称轴。已知

$OD = \frac{1}{2}BD = d$ ， $CD = 4d$ ，重力加速度为 g ，小球在 B 点的速度为 v_0 （未知），则下列选项正确的是（ ）



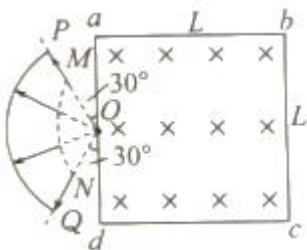
A.带电小球从 B 运动到 C 的过程中电场力一定做正功

B.匀强电场的电场强度最小值为 $\frac{mg}{2q}$

C.电场力等于重力时，带电小球在 C 点的动能为 $\frac{19\sqrt{3}}{4}mgd$

D.带电小球在 A 点的加速度可能为 $2g$

10.“太空粒子探测器”是安装在国际空间站上的—种探测宇宙射线的试验设备，由加速装置、偏转装置和收集装置三部分组成。其简化原理图如图所示，两个同心扇形圆弧面 PQ 、 MN 之间存在辐射状的加速电场，方向由内弧面指向外弧面，圆心为 O ，两弧面间的电势差为 U ，右侧边长为 L 的正方形边界 $abcd$ 内存在垂直纸面向里的匀强磁场，其大小为 B （可调节）， O 点为 ad 边界的中点， PO 、 QO 与 ad 边界的夹角均为 30° 。假设太空中质量为 m 、电荷量为 e 的带负电粒子，均能均匀地吸附到外弧面 PQ 的右侧面上，由静止经电场加速后穿过内弧面均从 O 点进入磁场，不计粒子重力、粒子间的作用力及碰撞，下列说法正确的是（ ）



A.粒子到达 O 点时的速率 $v_0 = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$

B.若从 O 点垂直于 ad 边界射入磁场的粒子恰能从 c 点离开, 则 $B = \frac{5}{4L} \sqrt{\frac{2mU}{e}}$

C.若沿 PO 方向射入磁场的粒子恰好从 d 点射出磁场, 此时 $B = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{2mU}{e}}$

D.若要求外弧而 PQ 上所有的粒子均从 cd 边射出磁场, 则 B 值的取值范围为

$$\frac{(2+\sqrt{3})}{2L} \sqrt{\frac{2mU}{e}} < B < \frac{2}{L} \sqrt{\frac{2mU}{e}}$$

三、非选择题: 本题 5 小题, 共 54 分。

11. (6 分) 随着人们生活水平的提高, 扫地机器人也逐渐进入普通家庭, 成为常用的家用电器, 一位同学家中某品牌扫地机器人的电池电动势约为 14V , 额定功率约为 40W , 内阻约为 1Ω , 该同学为了精确测量扫地机器人电池的电动势和内阻, 设计了实验电路测量扫地机器人电池的电动势和内阻。

现有以下器材可供选择:

A.电压表量程 $0 \sim 3\text{V}$, 内阻几千欧

B.电压表量程 $0 \sim 15\text{V}$, 内阻几千欧

C.电流表量程 $0 \sim 0.6\text{A}$, 内阻为 0.05Ω

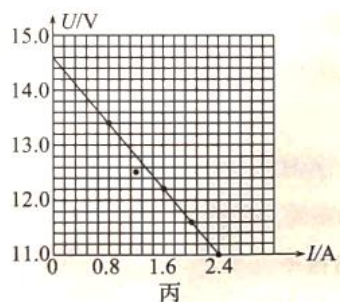
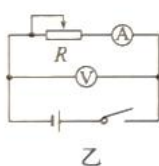
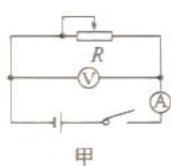
D.电流表量程 $0 \sim 3\text{A}$, 内阻为 0.5Ω

E.滑动变阻器量程 $0 \sim 20\Omega$, 额定电流 5A

F.滑动变阻器量程 $0 \sim 100\Omega$, 额定电流 5A

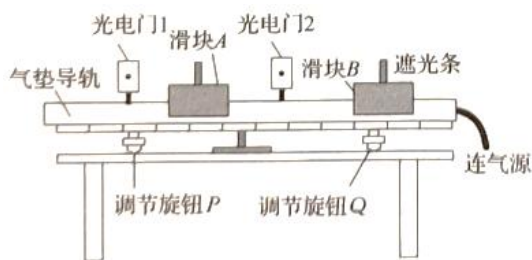
(1) 电压表应选_____, 电流表应选_____, 滑动变阻器应选_____。(填仪器前的字母序号)

(2) 为了精确测量该电池的电动势和内阻, 该同学设计了如下两个电路图, 你认为他应该选择_____ (选填“甲”或“乙”) 电路图进行测量。



(3) 如图丙为选择了恰当的电路图后作出的 $U-I$ 图线, 根据所描绘的 $U-I$ 图线可知 $E =$ _____, $r =$ _____。

12. (9 分) 如图所示是验证动量守恒定律、动量定理的实验装置, 气垫导轨上安装了 1、2 两个光电门, 两滑块上均固定一相同的竖直遮光条。



(1) 实验前，接通气源后，在导轨上轻放一个滑块，给滑块一初速度，使它从导轨左端向右运动，发现_____说明导轨已调平。

(2) 测出滑块 A 和遮光条的总质量为 m_A ，滑块 B 和遮光条的总质量为 m_B ，遮光条的宽度用 d 表示。将滑块 A 静置于两光电门之间，将滑块 B 静置于光电门 2 右侧，推动 B ，使其获得水平向左的速度，经过光电门 2 并与 A 发生碰撞且被弹回，再次经过光电门 2。光电门 2 先后记录的挡光时间为 Δt_1 、 Δt_2 ，光电门 1 记录的挡光时间为 Δt_3 ，若两滑块碰撞过程动量守恒，则必须满足的关系式为_____。

(3) 若滑块 A 、 B 之间的碰撞为弹性碰撞，则关系式成立_____。

A. $\Delta t_1 + \Delta t_2 = \Delta t_3$

B. $\Delta t_2 - \Delta t_1 = \Delta t_3$

C. $\frac{1}{\Delta t_1} + \frac{1}{\Delta t_2} = \frac{1}{\Delta t_3}$

D. $\frac{1}{\Delta t_1} - \frac{1}{\Delta t_2} = \frac{1}{\Delta t_3}$

(4) 现将装置改为用细线连接滑块 A 和挂钩（挂着槽码，质量为 m ， $m \ll m_A$ ），拿走滑块 B ，打开气泵，将滑块 A 轻放到光电门 2 的右侧，并用手托住槽码，调节滑轮高度，让细线与导轨平行；松开托住槽码的手，数字计时器记录下遮光条通过光电门 1、2 的时间分别为 t_1 、 t_2 以及这两次开始遮光的时间 Δt ；分别计算出实验中的冲量 $I = mg\Delta t$ 和动量的变化量 $\Delta p = m_A \Delta v$ ，为了探究动量定理，应探究关系式_____是否成立。

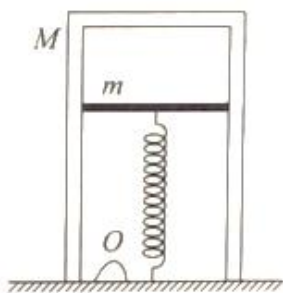
(5) 为减小实验误差，以下操作可行的是_____。

A. 选用质量更大的槽码

B. 计算动量的变化量时，应这样计算： $\Delta p = (m_A + m) \Delta v$

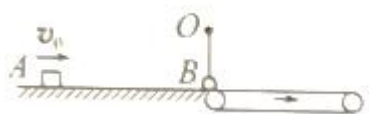
C. 用拉力传感器测出细线的拉力，用其示数与 Δt 的乘积作为冲量 I

13. (11 分) 一汽缸竖直放在水平地面上，缸体质量 $M = 8\text{kg}$ ，活塞质量 $m = 4\text{kg}$ ，活塞横截面积 $S = 2 \times 10^{-3}\text{m}^2$ ，活塞上面的气缸内封闭了一定质量的理想气体，下面有气孔 O 与外界相通，大气压强 $p_0 = 1.0 \times 10^5\text{Pa}$ 。活塞下面与劲度系数 $k = 2 \times 10^3\text{N/m}$ 的轻弹簧相连，当汽缸内气体温度为 127°C 时弹簧为自然长度，此时缸内气柱长度 $L_1 = 20\text{cm}$ ， g 取 10m/s^2 ，活塞不漏气，且与缸壁无摩擦。现给封闭气体加热，求：



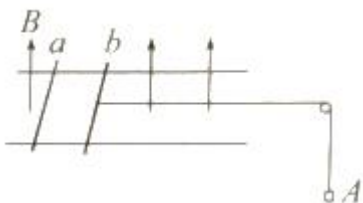
- (1) 当汽缸恰好脱离地面时，缸内气体的温度；
- (2) 缸内气柱长度 $L_2 = 30\text{cm}$ 时，缸内气体的压强 p 。

14. (12 分) 如图所示，质量为 $m_1 = 1\text{kg}$ 的小球用长度 $l = 0.2\text{m}$ 的轻绳悬挂于 O 点，小球对平台刚好无压力，质量为 $m_2 = 2\text{kg}$ 的小物块从 A 点以初速度 $v_0 = 5\text{m/s}$ 的速度运动，在 B 点物块与小球发生弹性碰撞，已知 $L_{AB} = 4\text{m}$ ，物块与平台间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$ ，碰后小球在竖直平面内做圆周运动，物块滑上右侧传送带，已知传送带以 $v = 3\text{m/s}$ 的速度顺时针转动，传送带与物块间的动摩擦因数也为 μ ，传送带的长度 $L = 4\text{m}$ ，重力加速度 g 取 10m/s^2 。



- (1) 求小球运动到最高点时绳上的拉力大小；
- (2) 物块在传送带上从左端滑到右端的过程中，由于运输物块电动机多消耗的电能是多少？

15. (16 分) 如图所示，无限长且相距 $L = 0.5\text{m}$ 的光滑平行导轨固定在水平地面上，整个空间存在着与导轨平面相垂直且竖直向上的匀强磁场。导轨上放有导体棒 a 、 b ，导体棒 a 固定，导体棒 b 通过光滑定滑轮用轻绳连接物体 A 。已知导体棒 a 、 b 、物体 A 的质量均为 $m = 0.2\text{kg}$ ，匀强磁场的磁感应强度 $B = 1\text{T}$ ，初始时系统在外力作用下处于静止状态，现将物体 A 竖直向上移动 $h = 1.8\text{m}$ 后静止释放。已知 a 、 b 棒电阻相等，均为 0.75Ω 。其他电阻不计，重力加速度 g 取 10m/s^2 。



- (1) 求导体棒 b 的最大速度大小。
- (2) 若从绳绷紧到导体棒 b 速度最大时经历的时间为 4.8s ，求导体棒 b 向右移动的距离。

(3) 若在导体棒 b 速度最大时，剪断轻绳，同时解除导体棒 a 的固定，当 a 、 b 棒稳定时再在 a 的左侧释放一个与 a 、 b 相同的导体棒 c ，从剪断轻绳到导体棒 a 、 b 、 c 稳定时，求导体棒 b 上产生的总焦耳热。

邯郸市 2023 届高三年级第二次模拟试题

物理 全解全析

1. D 根据题图可知， $t=0$ 时刻， a 球的速率小于 b 球的速率，故 A 错误；根据题图可知，碰撞前后瞬间，两球交换速度，所以碰撞后瞬间， b 球的速度变为零， a 球的速度增大，方向竖直向上， b 球先落回地面，故 B、C 错误；碰撞后两球处于同一位置， a 球的速度大于 b 球的速度，两球质量相等，因此碰撞后 a 球的机械能大于 b 球的机械能，故 D 正确。

2. D 当通有同向电流时，通电导线之间表现为吸引力，当通有反向电流时，通电导线之间表现为斥力，故 A 错误；由右手螺旋定则并结合矢量叠加可知 O 点的磁感应强度为零，因此过 O 点垂直于纸面射入的粒子，将做匀速直线运动，故 B 错误；长直导线 1 在长直导线 4 处产生的磁感应强度大小为 $B_1 = \frac{kI}{2a}$ ，方向水平向左，

导线 3 在长直导线 4 处产生的磁感应强度大小也为 B_1 ，方向竖直向上，长直导线 2 在长直导线 4 处产生的磁

感应强度大小为 $B_2 = \frac{k \cdot 2I}{2\sqrt{2}a} = \frac{\sqrt{2}kI}{2a}$ ，方向垂直导线 2、4 的连线指向右下方，所以三根导线在 4 处的合场强

为零，导线 4 不受安培力，故 C 错误；仅将导线 2 中的电流反向，根据右手螺旋定则以及磁场叠加原理可知 D 正确。

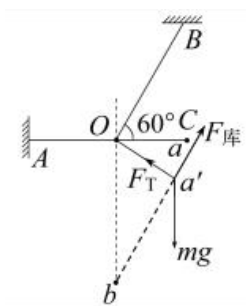
3. B 滑片 P 向 b 端滑动，微安表中的电流会增大，然后保持不变，故 A 错误；设材料的逸出功为 W ，据光电效应方程 $eU_1 = h\nu_1 - W$ ， $eU_2 = h\nu_2 - W$ ，解得 $h = \frac{e(U_1 - U_2)}{\nu_1 - \nu_2}$ ，故 B 正确；用频率为 ν_1 的光照射光电

管，微安表中有电流，说明发生了光电效应，降低光照强度，仍然能发生光电效应，只是电流会变小，光电子的最大初动能不变，遏止电压不会变，故 C 错误；滑动变阻器的滑片位于 b 端时， A 端电势高，光电子做加速运动，光电子从 K 端到 A 端，微安表中电流方向向上，故 D 错误。

4. C 探测器从 I 轨道上经过 P 点和 II 轨道上经过 P 点所受的万有引力 $F = \frac{GMm}{r^2}$ 相同，故加速度相同，故 A 错误；由于轨道 II 平面与轨道 I 平面有夹角，故不能只向前喷气，故 B 错误；发射的探测器是为了完成小行星的探测，故发射速度大于 11.2km/s ，故 C 正确；探测器在轨道 II 上从 P 点到 Q 点的过程中只有万有引力做功，故机械能不变，故 D 错误。

5. B 由图乙可知交流电频率 $f = 50\text{Hz}$ ， $\omega = 2\pi f = 100\pi$ ，则 a 、 b 端电压的瞬时值表达式为

$u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t (\text{V})$ ，A 错误；变压器原、副线圈匝数比为 2:1，设电流表 A_1 的示数为 I ，则电流表 A_2 的



所以 $\frac{mg}{2l} = \frac{F_T}{l}$, $F_T = \frac{1}{2}mg$, 大小不变, 故 A 错误;

初态: $l_{db} = \sqrt{5}l$, 末态: $l'_{ab} = \sqrt{3}l$

则 $\frac{kq_1q_2}{(\sqrt{5}l)^2} \times \frac{2}{\sqrt{5}} = mg$, $\frac{kq_1q_2}{(\sqrt{3}l)^2} = mg \times \frac{\sqrt{3}}{2}$,

$q_1 = \frac{3\sqrt{3}}{5\sqrt{5}}q_1 = \frac{3\sqrt{15}}{25}q_1$, 故 D 错误;

对结点进行分析, 绳 OA 、 OB 中的拉力 F_1 和 F_2 的合力大小恒为 $\frac{mg}{2}$, 小球 a 运动过程中 F_1 和 F_2 的合力从水平方向顺时针转到与水平方向成 30° 角, 则 F_1 逐渐增大, F_2 也逐渐增大, 故 OA 绳上最大张力为

$F_{OA} = \frac{\frac{1}{2}mg}{\cos 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$, OB 绳上的最大张力为 $F_{OB} = \frac{1}{2}mg \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{6}mg$, 故 C 错误, B 正确。

8. B、D 由图 1 可知该波的波长为 2.4m , 由图 2 可知该波的周期为 1s , $v = \frac{\lambda}{T} = 2.4\text{m/s}$, 故 A 错误; 由质点开始振动的方向向下可知, 波源开始振动的方向向下, 故 B 正确; 质点开始振动的时刻为 0.5s , 由 $x = vt = 1.2\text{m}$, 可知质点与波源的距离为 1.2m , 故 C 错误; 一个周期内质点通过的路程为 $4A$, $0 \sim 3\text{s}$ 内该质点运动 2.5s , 故 2.5s 内质点通过的路程 $s = 10A = 4\text{m}$, 故 D 正确。

9. B、C、D 根据抛物线轨迹的对称性, 重力和电场力的合力沿 BD 方向, 则电场方向与 BD 垂直时电场强度有最小值, 此时 $qE = \frac{mg}{2}$, $E = \frac{mg}{2q}$, 故 B 正确。重力和电场力的合力沿 BD 方向, 由于小球带正电, 电场

方向不确定, 小球从 B 运动到 C 的过程中电场力可能做正功, 也可能做负功, 故 A 错误。过 C 点作 BD 的垂线, 直线 BD 为抛物线的对称轴, 合力的方向沿 BD 方向, 可知带电小球从 B 到 C 做类平抛运动, 沿着 BD 方向做初速度为零的匀加速直线运动, 垂直 BD 方向做匀速直线运动。因为小球的运动轨迹为抛物线, 所以电场力等于重力时, 电场强度的方向与 x 轴夹角为 30° 斜向下, 此时合力的大小为 $\sqrt{3}mg$, 小球从 B 运动到 C 的过

程中满足: $\frac{1}{2}\sqrt{3}gt^2 = 4d$

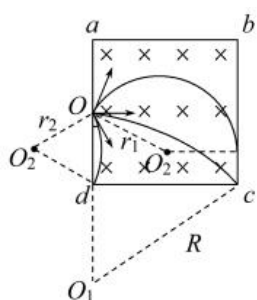
$v_0t = 2\sqrt{3}d$, $v_0 = \sqrt{\frac{3\sqrt{3}dg}{2}}$

根据动能定理： $\sqrt{3}mg \cdot 4d = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ， $\frac{1}{2}mv_C^2 = \frac{19\sqrt{3}}{4}mgd$

故 C 正确；重力与电场力合力的方向沿 BD 方向就可以实现带电小球在复合场中的类平抛运动，合力的大小可以是 $2mg$ ，故 D 正确。

10. A、D 粒子加速过程，由动能定理可得 $eU = \frac{1}{2}mv_0^2$ ，解得粒子到达 O 点时的速率为 $v_0 = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$ ，故 A

正确；粒子在磁场中做匀速圆周运动的轨迹如图所示



由几何关系可得 $L^2 + \left(R - \frac{L}{2}\right)^2 = R^2$ ，解得 $R = \frac{5L}{4}$ ，由洛伦兹力提供向心力可得 $ev_0 \cdot B = m \frac{v_0^2}{R}$ ，解得

$B = \frac{4}{5L} \sqrt{\frac{2mU}{e}}$ ，故 B 错误；沿 PO 方向射入磁场的粒子从 d 点离开磁场，由几何关系可得 $r_2 = \frac{L}{2}$ ，由洛伦

兹力提供向心力可得 $ev_0 \cdot B = m \frac{v_0^2}{r_2}$ ，解得 $B = \frac{2}{L} \sqrt{\frac{2mU}{e}}$ ，故 C 错误；磁场最小的时候，只要沿着 QO 方向

入射的粒子轨迹与 bc 边界相切即可。则其他方向射入磁场的粒子均能从 dc 边界射出，由几何关系可得

$r_1 + r_1 \cos 30^\circ = L$ ，解得 $r_1 = 2(2 - \sqrt{3})L$ ，由洛伦兹力提供向心力可得 $ev_0 \cdot B = m \frac{v_0^2}{r_1}$ ，解得

$B = \frac{(2 + \sqrt{3})}{2L} \sqrt{\frac{2mU}{e}}$ ，磁场最大时，只要满足沿 PO 方向射入磁场的粒子，轨迹经过 d 点，则其他方向射入

磁场的粒子均能从 dc 边界射出，综上所述，要求外弧面 PQ 上所有的粒子均从 cd 边射出磁场，则磁场范围应

满足 $\frac{(2 + \sqrt{3})}{2L} \sqrt{\frac{2mU}{e}} < B < \frac{2}{L} \sqrt{\frac{2mU}{e}}$ ，故 D 正确。

11. 【解析】（1）待测电源电动势约为 $14V$ ，额定功率约为 $40W$ ，则额定电流约 $3A$ ，故电压表应选择 B，电流表应选择 D。因电池内阻约 1Ω ，为了便于调节，滑动变阻器选择 E。

（2）电流表内阻已知，不用考虑其分压作用，故电流表应接在干路上，应选择甲电路图。

(3) 由 $U-I$ 图线与纵轴的交点可得电池的电动势为 14.6V ，图线的斜率 $k = \frac{\Delta U}{\Delta I} = r + R_A$ ，可得电池的内

$$\text{阻 } r = \frac{\Delta U}{\Delta I} - R_A = \left(\frac{14.6 - 11.0}{2.4} - 0.5 \right) \Omega = 1.0 \Omega。$$

答案：(1) B (1分) D (1分) E (1分)

(2) 甲 (1分) (3) 14.6V (1分) 1.0Ω (1分)

12. 【解析】(1) 若导轨水平则滑块通过光电门 1 和通过光电门 2 的时间相等，则说明滑块通过光电门 1 和光电门 2 的速度相等，滑块做匀速直线运动，导轨已调平。(2) 设 B 碰前速度大小为 v_0 ，碰后速度大小为 v_B ，

A 碰后速度大小为 v_A ，取水平向左为正方向，为验证动量守恒，只需证明下面等式成立即可

$$m_B v_0 = m_A v_A - m_B v_B$$

$$\text{同时有 } v_0 = \frac{d}{\Delta t_1}, v_B = \frac{d}{\Delta t_2}, v_A = \frac{d}{\Delta t_3}$$

$$\text{代入，有 } m_B \frac{d}{\Delta t_1} = m_A \frac{d}{\Delta t_3} - m_B \frac{d}{\Delta t_2}$$

$$(3) \frac{1}{2} m_B v_0^2 = \frac{1}{2} m_B v_B^2 + \frac{1}{2} m_A v_A^2, m_B v_0 = m_A v_A - m_B v_B$$

$$\text{解得 } v_B = \frac{m_A - m_B}{m_B + m_A} v_0, v_A = \frac{2m_B}{m_B + m_A} v_0$$

$$\text{可得 } v_B + v_A = v_0, \text{ 可得 } \frac{d}{\Delta t_2} + \frac{d}{\Delta t_3} = \frac{d}{\Delta t_1}$$

$$\text{可得 } \frac{1}{\Delta t_2} + \frac{1}{\Delta t_3} = \frac{1}{\Delta t_1}, \text{ 即 } \frac{1}{\Delta t_1} - \frac{1}{\Delta t_2} = \frac{1}{\Delta t_3}$$

(4) 实验中槽码的质量远远小于滑块 A 的质量，因此可以用槽码的重力代替细线的拉力，因此需要探究的表

$$\text{达式为 } mg\Delta t = m_A \left(\frac{d}{t_1} - \frac{d}{t_2} \right)$$

(5) 根据第 (4) 问中的分析可知，当槽码质量越大，加速度越大时滑块受到的实际拉力与槽码重力之间的偏差就越大，故 A 错误；对槽码和滑块进行整体分析，则槽码重力的冲量实际提供了槽码和滑块两个物体的动量的变化量。故计算动量的变化量时，采用 $\Delta p = (m_A + m)\Delta v$ 更加准确，故 B 正确；根据本实验出现误差的原因分析可知如果采用拉力传感器则可消除因槽码重力大于滑块所受拉力带来的系统误差，故 C 正确。

答案：(1) 滑块通过光电门 1 的时间等于通过光电门 2 的时间 (1分)

$$(2) m_B \frac{d}{\Delta t_1} = m_A \frac{d}{\Delta t_3} - m_B \frac{d}{\Delta t_2} \quad (2 \text{ 分})$$

(3) D (2 分) (4) $mg\Delta t = m_A \left(\frac{d}{t_1} - \frac{d}{t_2} \right)$ (2 分) (5) B、C (2 分)

13.【解析】(1) 初始时，以活塞为研究对象受力分析，汽缸内气体压强为 $p_1 = p_0 - \frac{mg}{S}$ (2 分)

当汽缸刚要离开地面时，对汽缸、气体、活塞整体受力分析，有 $(M+m)g = F_{\text{弹}} = kx$ (2 分)

解得 $x = 6\text{cm}$

再对汽缸受力分析，汽缸内气体压强为 $p_2 = p_0 + \frac{Mg}{S}$ (1 分)

由理想气体状态方程可得 $\frac{p_1 L_1 S}{T_1} = \frac{p_2 (L_1 + x) S}{T_2}$ (2 分)

解得 $T_2 = 910\text{K}$ (1 分)

(2) 汽缸恰好离开地面时，气柱长度为 $L_1 + x = 26\text{cm}$ ，故当气柱长度为 30cm 时，汽缸已经离开地面，气体在做等压膨胀， (2 分)

此时汽缸内气体压强为 $p = p_2 = 1.4 \times 10^5 \text{Pa}$ (1 分)

答案：(1) 910K (2) $1.4 \times 10^5 \text{Pa}$

14.【解析】(1) 设物块与小球碰撞前的速度为 v' ，由动能定理得：

$$-\mu m_2 g \cdot L_{AB} = \frac{1}{2} m_2 v'^2 - \frac{1}{2} m_2 v_0^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$v' = 3\text{m/s}$$

物块与小球间的碰撞满足

$$m_2 v' = m_2 v_2 + m_1 v_1 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2} m_2 v'^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_1 = 4\text{m/s}, \quad v_2 = 1\text{m/s}$$

小球由最低点到最高点的过程中满足机械能守恒定律，设小球在最高点的速度为 v'_1 ，则

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + m_1 g \cdot 2l \quad (1 \text{ 分})$$

$$F_T + m_1 g = \frac{m_1 v_1'^2}{l} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } F_T = 30\text{N} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 假设物块滑上传送带后先做匀加速直线运动，后做匀速运动，设加速时间为 t ，

$$\mu m_2 g = m_2 a, \quad a = \mu g$$

$$v = v_2 + \mu g t \quad (2 \text{ 分})$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$\text{物块的位移: } x = v_2 t + \frac{1}{2} \mu g t^2$$

$$x = 2 \text{ m}, \quad x < L, \quad \text{故假设成立。}$$

由于传送物块电动机多消耗的电能等于传送带克服摩擦力所做的功

$$W = \mu m_2 g \cdot v \cdot t = 12 \text{ J} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{因此电动机多消耗的电能} = 12 \text{ J} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{答案: (1) } 30 \text{ N} \quad (2) 12 \text{ J}$$

15 【解析】 (1) 导体棒 b 速度最大时, 处于平衡状态, 设 b 的最大速度为 v_m

$$\text{则有 } \frac{B^2 L^2 v_m}{2R} = mg \quad (2 \text{ 分})$$

$$v_m = 12 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 物体 } A \text{ 从静止释放到绳绷紧, } A \text{ 的机械能守恒, 可知 } mgh = \frac{1}{2} m v_0^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$v_0 = 6 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{绳绷紧的瞬间导体棒 } b \text{ 与物体 } A \text{ 组成的系统满足动量守恒 } m v_0 = 2 m v_1 \quad (1 \text{ 分})$$

从绳绷紧到 b 速度最大

$$\text{对物体 } A: \quad mg - F_T = ma \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{对导体棒 } b: \quad F_T - F_{\text{安}} = ma \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{对导体棒 } b \text{ 与物体 } A \text{ 组成的系统: } mg - F_{\text{安}} = 2ma$$

对物体 A 和导体棒 b 由动量定理得

$$\Sigma (mg - F_{\text{安}}) \Delta t = 2m \Delta v \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{即 } mg \Delta t - \frac{B^2 L^2 x}{R_{\text{总}}} = 2m (v_m - v_1)$$

$$\text{解得 } x = 36 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$(3) \text{ 从剪断轻绳到 } a、b \text{ 棒稳定, 系统满足动量守恒 } m v_m = 2 m v_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$v_2 = 6 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

导体棒 b 产生的焦耳热

$$Q_1 = \left(\frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_2^2 \right) \times \frac{1}{2} = 3.6\text{J} \quad (1 \text{ 分})$$

再释放一个导体棒 c 则系统依然满足动量守恒

$$2mv_2 = 3mv_3 \quad (1 \text{ 分})$$

$$v_3 = 4\text{m/s}$$

则导体棒 b 产生的焦耳热

$$Q_2 = \left(\frac{1}{2} \times 2mv_2^2 - \frac{1}{2} \times 3mv_3^2 \right) \times \frac{1}{6} = 0.4\text{J} \quad (1 \text{ 分})$$

从剪断轻绳到 a 、 b 、 c 稳定，导体棒 b 上产生的总焦耳热为 $Q = Q_1 + Q_2 = 4.0\text{J}$ (1 分)

答案： (1) 12m/s (2) 36m (3) 4.0J

