

浙江省杭州市六校 2023-2024 学年高一下学期期末联考物理试

卷

学校:_____姓名:_____班级:_____考号:_____

一、单选题

1. 以下单位中,属于能量单位的是()

- A. kW B. mA·h C. eV D. $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$

2. 如图,一艘正在高速行驶的游艇上,乘客用手触摸了正在飞行的野鸭,感觉到野鸭停在空中,对此下列说法正确的是()



- A. 乘客以野鸭为参考系是在高速运动的
B. 研究飞行的野鸭相对乘客静止原因时,不能将野鸭看成质点
C. 野鸭能相对乘客静止,是由于挥动翅膀时对空气有作用力
D. 乘客感觉到野鸭停在空中是以静止湖水为参考系的

3. 蹦床是深受人们喜爱的一项体育运动,也是奥运比赛项目。如图甲是运动员在蹦床上反弹达到的最高位置时的照片,乙图是下落之后达到最低处时的照片,若忽略空气阻力,则下列有关表述正确的是()



图 甲



图 乙

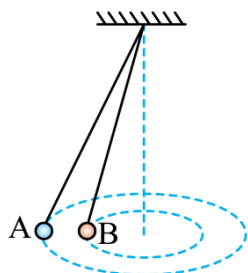
- A. 运动员在最高处时速度为 0,处于平衡状态
B. 运动员落到蹦床上之后,立即做减速运动
C. 运动员达到最低处时,蹦床对运动员的作用力等于运动员对蹦床的作用力

D. 运动员在比赛的过程中，那么运动员和蹦床系统机械能守恒

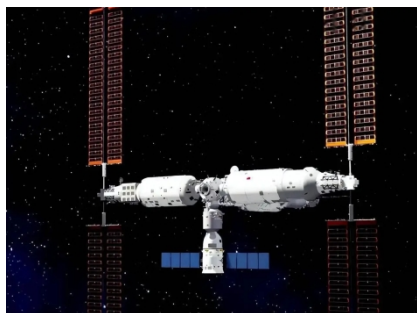
4. 如图是常见的钳子和扳手，钳子的一侧握把穿过扳手的小孔 P 卡在一起，然后把钳子的另一侧握把置于粗糙水平桌面上的 Q 点，适当调节两者的相对位置，整体可以静置于空中，（不考虑空气的影响）对此现象分析正确的是（ ）



- A. 钳子受到桌面的摩擦力方向为水平向右
B. 钳子对扳手的作用力可以不在竖直方向上
C. 钳子和扳手整体的重心与 Q 点一定在同一竖直线上
D. 若只将钳子两侧握把的夹角变大，平衡时桌面对钳子的作用力将变大
5. 如图所示，长度不同的两根轻质细绳悬挂于同一点，另一端各系一个质量不同的小球 A 和 B，使它们在同一水平面内做匀速圆周运动，则下列说法正确的是（ ）

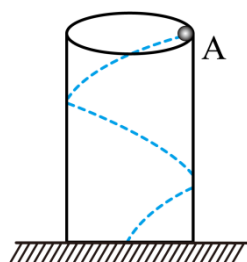


- A. 轻绳拉力的大小一定不相同
B. 两球运动的角速度相同
C. 小球 A 运动的周期大于 B 的周期
D. 小球 A 的向心加速度小于小球 B 的向心加速度
6. 2024 年 4 月 26 日 3 时 32 分，我国发射的“神舟十八号”飞船成功与天和核心舱径向端口对接，整个对接过程历时 6 个半小时，5 时 04 分“神舟十八号”乘组与“神舟十七号”乘组顺利实现空中会师，发射任务取得圆满成功。天和核心舱在离地高度 $h = 400\text{km}$ ，与赤道平面约成 42° 角的平面内绕地近似做匀速圆周运动。已知地球半径 $R = 6400\text{km}$ ，地球表面重力加速度 $g = 9.8\text{m/s}^2$ ，则（ ）

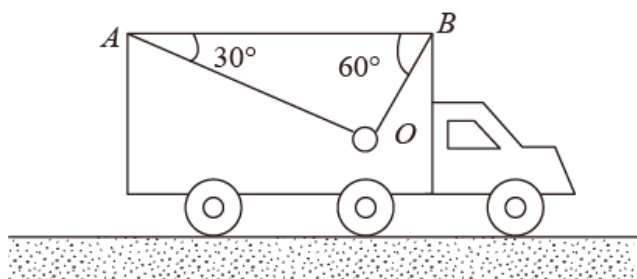


- A. 天和核心舱绕地球做圆周运动的角速度小于地球自转的角速度
- B. 天和核心舱绕地球做圆周运动的向心加速度约为 10.2m/s^2
- C. “神舟十八号”的发射速度大于 11.2km/s
- D. 飞行乘组每天大约可以看到 16 次日出

7. 如图所示，从一根内壁光滑的空心竖直钢管 A 的上端边缘，紧贴钢管管壁方向向管内水平抛入一钢球，球一直沿管壁做曲线运动直至落地。若换一根等高但内径更大的内壁光滑的空心竖直管 B ，用同样的方法抛入此钢球，下列说法正确的是（ ）

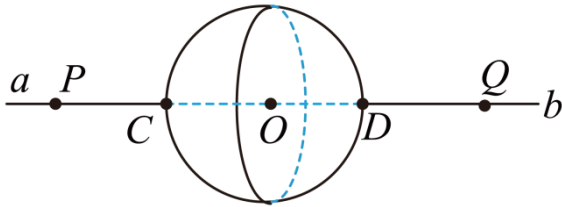


- A. 球在两管中的运动时间一样长
 - B. 两球都做匀变速曲线运动
 - C. 水平抛入的初速度大小不可能相同
 - D. 小钢球落地时的速度第二种情况更大
8. 如图所示，在平直公路上行驶的箱式货车内，用轻绳 AO 、 BO 在 O 点悬挂质量为 5kg 的重物，轻绳 AO 、 BO 与车顶部夹角分别为 30° 、 60° 。在汽车加速行驶过程中，为保持重物悬挂在 O 点位置不动，重力加速度为 g ，箱式货车的最大加速度（ ）



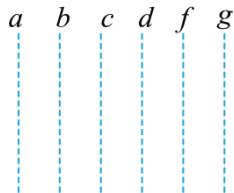
- A. $\frac{g}{2}$
 - B. $\frac{\sqrt{3}g}{3}$
 - C. $\frac{\sqrt{3}g}{2}$
 - D. $\sqrt{3}g$
9. 均匀带电的球壳在球外空间产生的电场等效于电荷集中于球心处产生的电场。如图所示，一半径为 R 的球壳表面均匀带有正电荷，电荷量为 $2q$ ， O 为球心，直线 ab 是过球壳中心的

一条水平线，球壳表面与直线 ab 交于 C 、 D 两点，直线 ab 上有两点 P 、 Q ，且 $PC = DQ = R$ 。现垂直于 CD 将球面均分为左右两部分，并把右半部分移去，左半球面所带电荷仍均匀分布，此时 P 点电场强度大小为 E ，则 Q 点的电场强度大小为（ ）



- A. $\frac{kq}{2R^2}$ B. $\frac{kq}{4R^2}$ C. $\frac{kq}{4R^2} + E$ D. $\frac{kq}{2R^2} - E$

10. 如图所示，虚线 a 、 b 、 c 、 d 、 f 、 g 代表电场中平行且间距相等的一组等势面，已知等势面 b 的电势为 $4V$ 。一 α 粒子 (${}^4_2\text{He}$) 经过等势面 a 时的动能为 20eV ，经过等势面 d 时的动能为 8eV ，不计 α 粒子重力。下列说法错误的是（ ）



- A. 等势面 d 的电势为 $0V$ B. α 粒子可能到达不到等势面 f
C. α 粒子最远可能到达等势面 g D. 电场一定是匀强电场

11. 随着生活条件的改善，越来越多的人喜欢上了电动牙刷（如图所示），电动牙刷通过电动机芯的快速旋转或振动，使刷头产生高频振动，瞬间将牙膏分解成细微泡沫，深入清洁牙缝，与此同时，刷毛的颤动能促进口腔的血液循环，对牙龈组织有按摩效果。下列表格中是一款充电式电动牙刷铭牌上的参数，下列选项正确的是（ ）

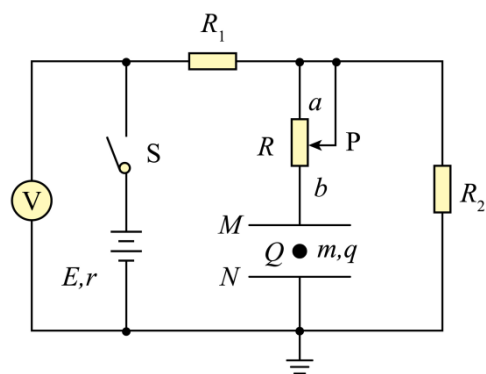


充电器输入电压	AC 220V	充电器输出电压	DC 5V
充电器输出电流	50mA	电池容量	600mA·h

电动牙刷额定功率	1.3W	电动牙刷额定电压	DC 3.7V
----------	------	----------	---------

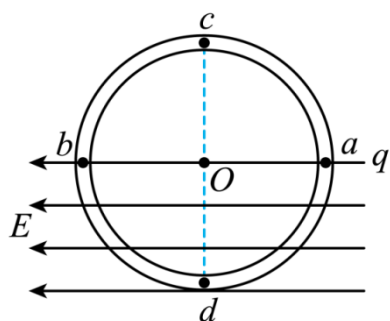
- A. 电动牙刷工作时的额定电流为 50mA
- B. 正常刷牙 3min，牙刷每次消耗的能量约为 3.9J
- C. 电池充满电后总电量为 600C
- D. 电动牙刷充电时，从无电状态到满电状态所需时间约为 12h

12. 如图所示，电源电动势为 E ，内阻为 r ，电压表为理想电表 V ，平行板电容器的下极板 N 接地，当开关 S 闭合稳定后，两板中间位置 Q 处有一带负电的粒子恰好静止。 R_1 、 R_2 为定值电阻，滑动变阻器 R 的滑动触点为 P 。则 ()



- A. 上极板 M 向下移动时，电容器的电容减小
- B. 下极板 N 向下移动时， Q 点的电势升高
- C. 触点 P 向 b 端移动时，流经 R 的电流方向为 $P \rightarrow b$
- D. 触点 P 向 b 端移动时，电容器两板间的粒子将向下运动

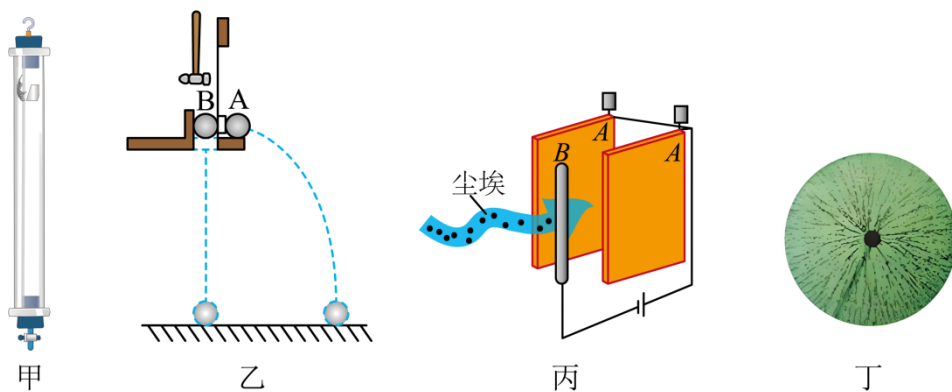
13. 如图所示，环形塑料管半径为 R ，竖直放置，且管的内径远小于环的半径， ab 为该环的水平直径，环的 ab 及其以下部分处于水平向左的匀强电场中，管的内壁光滑。现将一质量为 m ，电荷量为 q 的小球从管中 a 点由静止开始释放，已知 $E = \frac{3mg}{4q}$ ，小球可以运动过 b 点。则下列说法正确的是 ()



- A. 小球释放后的运动过程中机械能守恒
- B. 小球每周的运动过程中最大速度在圆弧 ad 之间, 且与 od 之间的夹角为 37°
- C. 小球释放后, 第一次经过最低点 d 和最高点 c 时, 对管壁的压力之比为 $9:2$
- D. 小球释放后, 第二次恰好到达 b 点时, 对管壁的压力大小为 $\frac{27mg}{4}$

二、多选题

14. 下列四幅图所涉及的物理现象或原理, 表述正确的是 ()

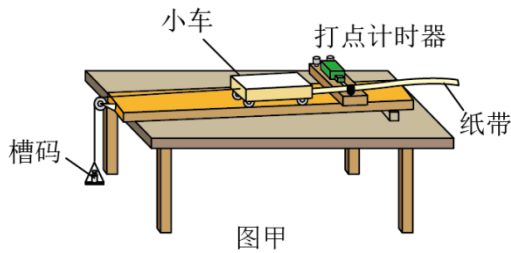


- A. 如图甲, 若把真空的牛顿管置于绕地飞行的空间站内, 那么铁片和羽毛从管顶同时释放后将同时到达管底
 - B. 如图乙, 小锤击打金属片后, 可以观察到 A 、 B 两球同时落地, 此现象说明平抛运动竖直方向的分运动为自由落体运动
 - C. 如图丙, 当收集器 A 和线状电离器 B 接通高压电源后, 粉尘被吸附到正极 A 上, 最后在重力作用下落入下面的漏斗中, 达到除尘效果
 - D. 如图丁, 把头发碎屑悬浮在蓖麻油里, 加上电场, 可以模拟点电荷周围电场线的分布情况, 图中头发碎屑的疏密程度可以反映电场强度的大小
15. 小明用额定功率为 1200W 、最大拉力为 300N 的提升装置, 把静置于地面的质量为 20kg 的重物竖直提升到高为 85.2m 的平台, 先加速再匀速, 最后做加速度大小不超过 5m/s^2 的匀减速运动, 到达平台速度刚好为零, 若要提升重物的时间最短, 则下列说法正确的是 ()
- A. 整个过程中最大加速度为 15m/s^2
 - B. 匀减速运动的位移大小为 3.6m
 - C. 静止开始匀加速的时间为 1.2s
 - D. 提升重物的最短时间为 15.5s

三、实验题

16. 某同学做“探究加速度与物体受力、物体质量关系”的实验。采用如图甲所示的实验装置,

让槽码通过细绳拖动小车在长木板上做匀加速直线运动。



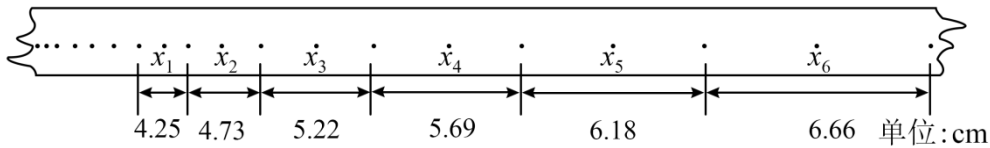
图甲

(1)为完成实验，除图中已有的器材，还需要交流电源、天平（含配套砝码）和_____。

(2)如图甲，关于本实验，下列说法正确的是_____。

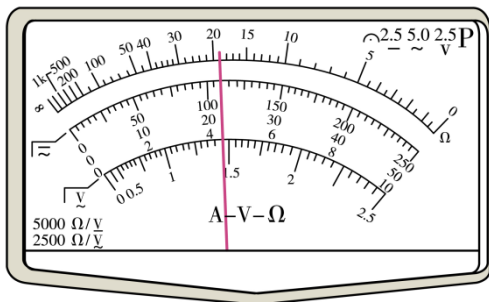
- A. 应适当调节滑轮高度，使线与桌面平行，确保小车能做匀加速直线运动
- B. 此时有可能正在进行“补偿阻力”的实验操作
- C. 实验时小车应从靠近打点计时器处静止释放
- D. 电火花计时器的工作电压应为交流 8V

(3)如图乙，是某同学挑选的一条较为清晰的纸带，并选取了部分点为计数点（计数点间的距离如图）。已知打点计时器打点的时间间隔 $T = 0.02\text{s}$ ，由图可知小车做匀加速直线运动的加速度 $a = \underline{\hspace{1cm}} \text{m/s}^2$ （保留三位有效数字）。据此可知本次实验操作中存在不合理之处在于_____。



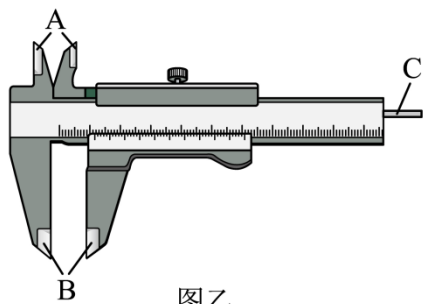
图乙

17. (1)如图甲是多用表的刻度盘，当选用量程为 50mA 的电流挡测量电流时，表针指于图示位置，则所测电流为_____mA；若选用倍率为“ $\times 10$ ”的电阻挡测电阻时，表针也指示在图示同一位置，则所测电阻的阻值为_____ Ω 。

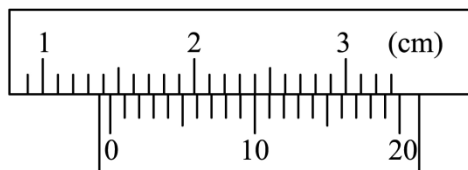


图甲

(2)利用游标卡尺测量圆筒形盛水容器的内径，应使用图乙中的_____（选填“A”、“B”或“C”）进行测量，示数如图丙所示，其值为_____mm。



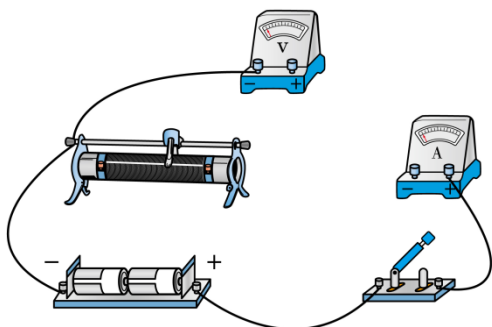
图乙



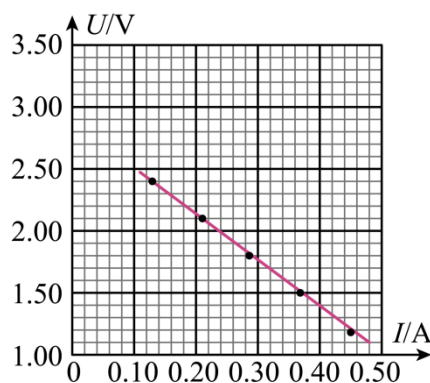
图丙

18. 某实验小组为尽量准确测定电池组的电动势和内阻，实验室提供以下器材：

- A. 待测电池组（电动势约为 3V ，内阻约为 1Ω ）
- B. 电压表（量程 $0\sim 3\text{V}$ ，内阻约为 $3\text{k}\Omega$ ）
- C. 电流表（量程 $0\sim 0.6\text{A}$ ，内阻为 3.0Ω ）
- D. 电流表（量程 $0\sim 3.0\text{A}$ ，内阻约为 0.2Ω ）
- E. 滑动变阻器（ $0\sim 20\Omega$ ，额定电流 2.0A ）
- F. 滑动变阻器（ $0\sim 1\text{k}\Omega$ ，额定电流 0.5A ）
- G. 开关、导线若干



图甲



图乙

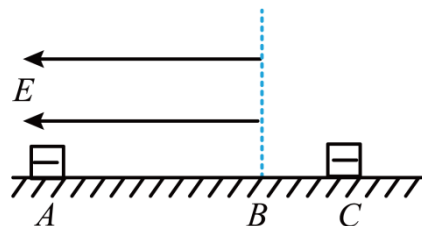
- (1) 滑动变阻器应选用_____（选填“E”或“F”）。
- (2) 如图甲所示，部分导线已连接，为完成实验，请在图中把导线补充完整_____。
- (3) 电路连接后，进行实验，得到了几组电压表读数 U 和对应的电流表读数 I ，并作出 $U-I$ 图像，如图乙所示。根据图像可知，电池组的电动势为_____V（结果保留三位有效数字），内阻为_____ Ω （结果保留两位有效数字）。
- (4) 实验中电流表的内阻对于电动势和内阻的测量值造成系统误差_____（填“会”或“不会”）。

四、解答题

19. 如图所示，绝缘水平地面 B 点左侧空间存在水平向左的匀强电场， B 点右侧空间无电场。

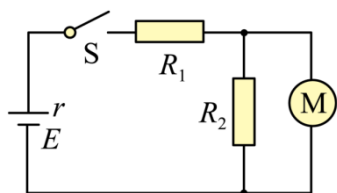
现有一带负电、电荷量 $q = 1.0 \times 10^{-4} \text{C}$ ，质量 $m = 1.0 \text{kg}$ 小滑块（电量保持不变），从距 B 点 $L_1 = 8 \text{m}$ 的 A 点静止释放，最后停在距 B 点 $L_2 = 2 \text{m}$ 的 C 点，整个过程用时 5s ，求：

- (1) 滑行过程中的最大速度 v_m 的大小；
- (2) 减速运动时的加速度 a_2 ；
- (3) 匀强电场的电场强度 E 的大小。



20. 如图，电源电动势为 12V ，内阻为 2Ω ，电阻 R_1 为 1Ω ， R_2 为 6Ω 。开关闭合后，电动机恰好正常工作。已知电动机额定电压 U 为 6V ，线圈电阻 R_M 为 0.5Ω ，问：

- (1) 电动机正常工作时通过 R_2 的电流多大？
- (2) 电动机正常工作时产生的机械功率是多大？
- (3) 若 R_1 、 R_2 电阻可调，在确保电动机正常工作的前提下，当 R_1 的阻值多大时， R_1 消耗的电功率最大？此时 R_2 的阻值多大？



21. 如图甲是某 XCT 机的实物图。其产生 X 射线主要部分的示意图如图乙所示，图中 P 、 Q 之间的加速电压为 $U_0 = 1.82 \times 10^4 \text{V}$ ， M 、 N 两板之间的偏转电压为 U ，电子从电子枪逸出后沿图中虚线 OO' 射入，经加速电场、偏转电场区域后，打到水平靶台的中心点 C ，产生 X 射线（图中虚线箭头所示）。已知电子质量 $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{kg}$ ，电荷量为 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ，偏转极板 M 、 N 长 $L = 20 \text{cm}$ ，间距 $d = 16 \text{cm}$ ，虚线 OO' 距离靶台竖直高度为 $h = 30 \text{cm}$ ，靶台水平位置可以调节，不考虑电子的重力、电子间相互作用力及电子从电子枪逸出时的初速度大小，不计空气阻力。求：

- (1) 电子进入偏转电场区域时速度的大小；

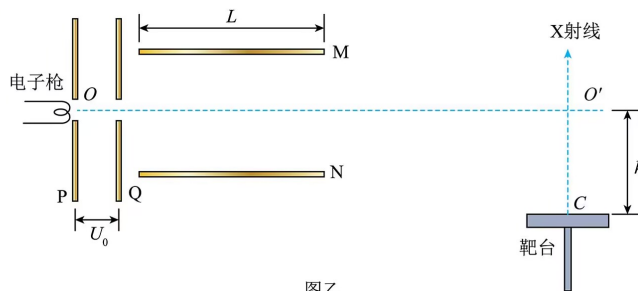
(2) 若 M 、 N 两板之间电压大小 $U = 2.184 \times 10^4 \text{ V}$ 时，为使 X 射线击中靶台中心点 C ，靶台中心点 C 离 N 板右侧的水平距离；

(3) 在 (2) 中，电子刚出偏转电场区域时的速度；

(4) 在电场区域由于电子重力远小于电场力，所以电子的重力可忽略不计，试说明为什么电子飞出偏转电场区域后，重力仍可忽略不计。



图甲



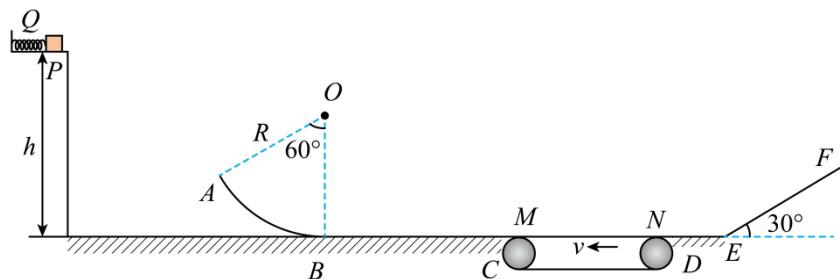
图乙

22. 如图所示，是处于竖直平面内某探究装置的示意图，它由水平弹射装置 Q 、圆心角为 $\alpha = 60^\circ$ 的光滑圆弧轨道 AB 、水平轨道 BC 、水平传送带 MN 、光滑水平轨道 DE 和倾角为 30° 的光滑且足够长的斜面 EF 组成。弹射装置 Q 距离水平轨道 $BCDE$ 的高度 $h = 2.6 \text{ m}$ ， B 点位于圆弧轨道圆心 O 点的正下方， BC 、 MN 、 DE 位于同一水平面上，各处光滑连接。已知可视为质点的滑块质量 $m = 0.2 \text{ kg}$ ，圆弧轨道 AB 的半径 $R = 1.6 \text{ m}$ ，轨道 BC 长度 $l_{BC} = 2.5 \text{ m}$ ，传送带 MN 长度 $l_{MN} = 2 \text{ m}$ ，滑块与轨道 BC 间的动摩擦因数为 $\mu_1 = 0.4$ 、与传带 MN 间的动摩擦因数为 $\mu_2 = 0.5$ ，其它摩擦和阻力均不计， $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ， $\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$ 。滑块在弹射装置作用下以某一速度离开平台 P 做平抛运动，恰好可以沿切线方向进入圆弧轨道 AB ，传送带以一定的速度 v ($v \leq 6 \text{ m/s}$) 逆时针转动。求：

(1) 水平弹射装置对滑块做的功；

(2) 滑块第一次运动到 B 处时，对圆弧轨道的压力；

(3) 滑块最终静止在轨道 BC 时的位置距 B 的距离与传送带速度 v 的关系。



《浙江省杭州市六校 2023-2024 学年高一下学期期末联考物理试卷》参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	C	C	C	B	D	A	B	D	A
题号	11	12	13	14	15					
答案	D	B	D	BCD	BD					

1. C

【难度】0.85

【知识点】牛顿第二定律的内容和表达式、功率的定义和物理意义、静电力做功与电势差的关系、电流强度的定义及单位

【详解】A. kW 是功率的单位，故 A 错误；

B. 根据 $q = It$ 可知 mA·h 是电量的单位，故 B 错误；

C. 根据 $W = qU$ 可知 eV 是能量的单位，故 C 正确；

D. 根据 $F = ma$ 可知 $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ 是力的单位，故 D 错误。

故选 C。

2. C

【难度】0.94

【知识点】质点、已知物体运动情况判断参考系、牛顿第三定律

【详解】A. 因为乘客用手触摸了正在飞行的野鸭，感觉到野鸭停在空中，所以乘客以野鸭为参考系是静止的，故 A 错误；

B. 研究飞行的野鸭相对乘客静止原因时，可以忽略野鸭的大小和形状，能将野鸭看成质点，故 B 错误；

C. 野鸭能相对乘客静止，是由于挥动翅膀时对空气有作用力，空气对翅膀反作用力让野鸭飞行，故 C 正确；

D. 乘客感觉到野鸭停在空中是以乘客自己为参考系，故 D 错误。

故选 C。

3. C

【难度】0.85

【知识点】牛顿第三定律、利用牛顿第二定律分析动态过程、判断系统机械能是否守恒

【详解】A. 运动员在最高处时速度为 0，只受重力，合力竖直向下，处于非平衡状态，故 A 错误；

B. 运动员落到蹦床上之后，刚开始蹦床的形变量较小，弹力较小，竖直向下的重力大于竖直向上的弹力，合力向下，根据牛顿第二定律，继续加速，故 B 错误；

C. 运动员达到最低处时，根据牛顿第三定律，蹦床对运动员的作用力等于运动员对蹦床的作用力，故 C 正确；

D. 运动员在比赛的整个过程中，人消耗自己的化学能，运动员运动的最高点越来越高，所以运动员和蹦床系统机械能增大，故 D 错误。

故选 C。

4. C

【难度】0.65

【知识点】利用平衡推论求力、动态平衡问题

【详解】ACD. 钳子和扳手整体的受力平衡，可知整体受重力与桌面对钳子的支持力，不受摩擦力，重力和支持力在同一竖直直线上，则

钳子和扳手整体的重心在桌面与 Q 点一定在同一竖直线上，调整钳子两侧握把的夹角，桌面对钳子的作用力仍等于重力，大小不变，

故 AD 错误,C 正确；

B. 扳手受力平衡，则钳子对扳手的作用力与扳手重力方向相反，故 B 错误；

故选 C。

5. B

【难度】0.65

【知识点】圆锥摆问题

【详解】A. 设绳子与竖直方向的夹角为 θ ，绳子拉力为 T ，竖直方向

$$T \cos \theta = mg$$

可得

$$T = \frac{mg}{\cos \theta}$$

长度不同的两根轻质细绳悬挂于同一点，另一端各系一个质量不同的小球 A 和 B，由于不清楚两个小球的质量关系，可知绳子拉力可能相等，故 A 错误；

D. 水平方向，根据

$$a_n = g \tan \theta$$

由题图可知 $\theta_A > \theta_B$ ，可知小球 A 的向心加速度大于小球 B 的向心加速度，故 D 错误；

BC. 设悬挂点与两个小球所在平面高度为 h ，根据

$$g \tan \theta = \omega^2 \cdot r$$

由几何关系

$$\tan \theta = \frac{r}{h}$$

联立可得

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{h}}$$

可知两球运动的角速度相同，根据 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 可知两球运动的周期相同，故 B 正确，C 错误。

故选 B。

6. D

【难度】0.65

【知识点】同步卫星、近地卫星与赤道上物体的比较

【详解】A. 根据牛顿第二定律得

$$G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$$

解得

$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$$

天和核心舱的轨道半径小于静止卫星的轨道半径，所以天和核心舱的角速度大于静止卫星的角速度，而静止卫星的角速度等于地球自转的角速度，所以天和核心舱绕地球做圆周运动的角速度大于地球自转的角速度，A 错误；

B. 根据牛顿第二定律得

$$G \frac{Mm}{r^2} = ma$$

解得

$$a = G \frac{M}{r^2}$$

近地卫星的向心加速度约为 9.8m/s^2 ，天和核心舱绕地球做圆周运动的轨道半径略大于近地卫星的轨道半径，所以天和核心舱绕地球做圆周运动的向心加速度一定小于约为 9.8m/s^2 ，B 错误；

C. 11.2km/s 是脱离地球的速度，所以“神舟十八号”的发射速度小于 11.2km/s ，C 错误；

D. 飞行乘组的做圆周运动的周期 T

$$G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} (R+h)$$

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg$$

飞行乘组每天看日出的次数为

$$n = \frac{24 \text{小时}}{T}$$

解得

$$n \approx 16 \text{次}$$

D 正确。

故选 D。

7. A

【难度】0.65

【知识点】两个变速直线运动的合成、匀速圆周运动

【详解】A. 钢球在钢管内的运动可分解为水平面内的匀速圆周运动和竖直方向的自由落体运动，则竖直方向上有

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

解得

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

由于 A 管与 B 管高度相同，可知球在两管中的运动时间一样长，故 A 正确；

B. 两球在钢管内的运动可分解为水平面内的匀速圆周运动和竖直方向的自由落体运动。在竖直方向的加速度为重力加速度不变；在水平方向加速度为向心加速度，大小不变方向改变，所以两球的合加速度方向改变，所以两球做的都不是匀变速曲线运动，故 B 错误；

C. 两球在钢管内的运动可分解为水平面内的匀速圆周运动，钢管的支持力提供向心力，与速度大小无关，所以水平抛入的初速度大小可能相同也可能不同，故 C 错误；

D. 两球在落地时，在竖直方向

$$v_y = gt$$

在水平面内的匀速圆周运动，所以小钢球落地时的速度

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2}$$

因为球在两管中的运动时间一样长，所以两球在竖直方向的分速度相同；但两球抛出时初速

度大小关系未知，所以两球落地时的速度大小无法比较，故 D 错误。

故选 A。

8. B

【难度】0.65

【知识点】含有悬挂小球的连接体问题

【详解】对小球受力分析可得

$$F_A \sin 30^\circ + F_B \sin 60^\circ = mg$$

$$F_B \cos 60^\circ - F_A \cos 30^\circ = ma$$

联立解得

$$\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{2\sqrt{3}}{3} mg - \frac{\sqrt{3}}{3} F_A \right) - \frac{\sqrt{3}}{2} F_A = ma$$

整理得

$$\frac{\sqrt{3}}{3} mg - \frac{2\sqrt{3}}{3} F_A = ma$$

当 $F_A=0$ 时， a 取得最大值

$$a = \frac{\sqrt{3}}{3} g$$

故选 B。

9. D

【难度】0.65

【知识点】割补法求电场强度

【详解】先将带电球体补全，一半径为 R 的球体表面均匀带有正电荷，电荷量为 $2q$ ，在球外空间产生的电场等效于电荷集中于球心处产生的电场，则在 P 、 Q 两点所产生的电场为

$$E_0 = k \frac{2q}{(2R)^2} = k \frac{q}{2R^2}$$

左半球面所带电荷在 P 点的电场强度大小为 E ，由对称性可知去掉的右半球面所带电荷在 Q 点的电场强度大小为 E ，则

$$E_Q = E_0 - E = k \frac{q}{2R^2} - E$$

故选 D。

10. A

【难度】0.65

【知识点】计算带电粒子穿越不同等势面时电场力做功和能量变化

【详解】A. α 粒子带两个单位正电荷，当 α 粒子经过 a 时的动能为 20eV ，经过平面 d 时的动能为 8eV ，则有

$$2eU_{ad} = 8\text{eV} - 20\text{eV} = -12\text{eV}$$

解得

$$U_{ad} = -6\text{V}$$

则有

$$U_{bd} = \frac{2}{3}U_{ad} = -4\text{V}$$

$$U_{bd} = \varphi_b - \varphi_d = 4\text{V} - \varphi_d$$

联立解得

$$\varphi_d = 8\text{V}$$

故 A 错误；

B. 当 α 粒子由 a 向 d 方向运动，每经过相邻的等势面， α 粒子动能减少 4eV ，则 α 粒子到达等势面 f 的动能为 4eV ，由于题目中没有说明 α 粒子如何运动，因此也可能 α 粒子在匀强电场中做抛体运动，则可能不会到达等势面 f ，故 B 正确；

C. 由选项 B 可知，当 α 粒子到达等势面 g 的动能为 0 ，若电子垂直等势面入射，则可能会到达等势面 g ，故 C 正确；

D. 由题可知，等势面是平行且等间距的，则该电场一定是匀强电场，故 D 正确。

题干要求选错误的说法，故选 A。

11. D

【难度】0.85

【知识点】电流强度的定义及单位、电功和电功率定义、表达式及简单应用

【详解】A. 电动牙刷工作时的额定电流为

$$I_{\text{额}} = \frac{P_{\text{额}}}{U_{\text{额}}} = \frac{1.3}{3.7}\text{A} \approx 0.35\text{A} = 350\text{mA}$$

故 A 错误；

B. 正常刷牙 3min ，牙刷每次消耗的能量约为

$$W = P_{\text{额}}t = 1.3 \times 3 \times 60\text{J} = 234\text{J}$$

故 B 错误；

C. 电池充满电后总电量为

$$q = 600\text{mA} \cdot \text{h} = 0.6 \times 3600\text{C} = 2160\text{C}$$

故 C 错误；

D. 电动牙刷充电时，从无电状态到满电状态所需时间

$$t' = \frac{q}{I_{\text{充}}} = \frac{600}{50} \text{h} = 12\text{h}$$

故 D 正确。

故选 D。

12. B

【难度】0.65

【知识点】电容器两极间电势差一定时，Q、E 随电容器的变化、利用局部→整体→局部的方法分析动态电路

【详解】A. 根据电容器的决定式有

$$C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$$

上极板 M 向下移动时， d 减小，电容器的电容增大，故 A 错误；

B. 下极板 N 向下移动时， d 增大，根据电路图可知 R_2 两端电压不变，则电容器两端电势差不变，根据

$$E = \frac{U}{d}$$

可知电场强度减小，则 Q 点与上极板的电势差

$$U' = Ed$$

减小，故 Q 点的电势升高，故 B 正确；

CD. 触点 P 向 b 端移动时，电容器的电势差与电荷量均不变，没有电流经过 R，电容器的电场强度也不变，粒子不运动，故 CD 错误；

故选 B。

13. D

【难度】0.65

【知识点】带电物体（计重力）在匀强电场中的圆周运动

【详解】A. 根据机械能守恒定律的条件可知，在小球运动的过程中，除了重力做功之外，

电场力也做功了，故小球释放后的运动过程中机械能不守恒，故 A 错误；

B. 如果小球带负电，不可能到达 b 点，所以小球带正电，则设电场力与重力合力的方向与 od 之间的夹角为 θ ，则由小球的受力可知

$$\tan \theta = \frac{qE}{mg} = \frac{3}{4}$$

故

$$\theta = 37^\circ$$

故小球每周的运动过程中最大速度在圆弧 bd 之间，且与 od 之间的夹角为 37° ，故 B 错误；

C. 球释放后，小球第一次经过最低点 d 时有

$$qE \cdot R + mgR = \frac{1}{2}mv_d^2$$

$$F_d - mg = m\frac{v_d^2}{R}$$

解得

$$F_d = \frac{9}{2}mg$$

第一次经过最高点 c 时有

$$qE \cdot 2R - mgR = \frac{1}{2}mv_c^2$$

$$mg + F_c = m\frac{v_c^2}{R}$$

联立解得

$$F_c = 0$$

故 C 错误；

D. 小球释放后，第二次恰好到达 b 点时

$$qE \cdot 4R = \frac{1}{2}mv_b^2$$

$$F_b - qE = m\frac{v_b^2}{R}$$

联立解得

$$F_b = \frac{27}{4}mg$$

小球释放后，第二次恰好到达 b 点时，对管壁的压力大小为 $\frac{27mg}{4}$ ，故 D 正确；

故选 D。

14. BCD

【难度】0.65

【知识点】带电粒子在其他非匀强电场中的运动、正负电荷的电场线分布、卫星的各个物理量计算、平抛运动的概念

【详解】A. 真空的牛顿管置于绕地飞行的空间站内，在空间站处于失重状态，故无法判断，故 A 错误；

B. 小锤击打金属片后，可以观察到 A、B 两球同时落地，下落时间相等，此现象说明平抛运动竖直方向的分运动为自由落体运动，故 B 正确；

C. 电源的两极分别接在 AB 上，净电荷一般分布在尖端，所以 B 处分布电荷较为密集，则距离 B 越近场强较大，粉尘吸附电子后带负电，在电场力的作用下将会向正极板运动，即向 A 运动，最后被吸附到 A 上，后在重力作用下落入下面的漏斗中，达到除尘效果，故 C 正确；

D. 电场线是为了形象地描述电场而引入假想的线，实际并不存在，头发碎屑的分布图只是模拟了电场线的分布情况，其疏密程度可以反映电场强度的大小，故 D 正确。

故选 BCD。

15. BD

【难度】0.65

【知识点】机车以恒定加速度启动的过程及 v-t 图像、起重机牵引物体类问题、利用动能定理求机车启动位移的问题

【详解】A. 一开始先以最大拉力拉重物做匀加速上升，根据牛顿第二定律

$$T_m - mg = ma_1$$

解得

$$a_1 = 5\text{m/s}^2$$

故 A 错误；

B. 重物以最大速度匀速时，有

$$v_m = \frac{P_e}{T} = \frac{P_e}{mg} = 6\text{m/s}$$

则匀减速位移为

$$x_2 = \frac{v_m^2}{2a_2}$$

其中

$$a_2 = 5\text{m/s}^2$$

解得

$$x_2 = 3.6\text{m}$$

故 B 正确；

C. 当功率达到额定功率时，设重物的速度为 v_1 ，则有

$$v_1 = \frac{P_e}{T_m} = 4\text{m/s}$$

此过程所用时间

$$t_1 = \frac{v_1}{a_1} = 0.8\text{s}$$

故 C 错误；

D. 匀加速上升的位移为

$$x_1 = \frac{v_1^2}{2a_1} = 1.6\text{m}$$

匀减速的时间为

$$t_2 = \frac{v_m}{a_2} = 1.2\text{s}$$

设重物从结束匀加速运动到开始做匀减速运动所用时间为 t_3 ，该过程根据动能定理可得

$$P_e t_3 - mgx_3 = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

其中

$$x_3 = 85.2\text{m} - x_1 - x_2 = 80\text{m}$$

解得

$$t_3 = 12.5\text{s}$$

故提升重物的最短时间为

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = 15.5\text{s}$$

故 D 正确。

故选 BD。

16. (1)刻度尺

(2)C

(3) 3.01 不满足槽码的质量远小于小车的质量，在实验中用槽码重力来代替小车受

到的拉力时产生的误差较大

【难度】0.85

【知识点】验证加速度与力成正比的实验步骤、数据处理与误差分析

【详解】(1) 为完成实验，除图中已有的器材，还需要刻度尺测量纸带。

(2) A. 应适当调节滑轮高度，使线与木板平行，保证线对小车的拉力等于小车受到的合力，故 A 错误；

B. 进行“补偿阻力”的实验操作时，小车前面不能悬挂槽码，故 B 错误；

C. 实验时小车应从靠近打点计时器处静止释放，以能在纸带上打出更多的点，充分利用纸带，故 C 正确；

D. 电火花计时器的工作电压应为交流 220V，故 D 错误。

故选 C。

(3) [1]根据逐差法可得

$$a = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9(2T)^2} = 3.01 \text{m/s}^2$$

[2]根据加速度计算结果看，其值较大，可知，实验过程中不合理之处为：不满足槽码的质量远小于小车的质量，在实验中需要用槽码重力来代替小车受到的拉力，此时的误差较大。

17. (1) 22.0 190

(2) A 14.50

【难度】0.85

【知识点】多用电表测电阻的方法、操作步骤、注意事项和读数

【详解】(1) [1]当选用量程为 50mA 的电流挡测量电流时，分度值为 1mA，需要估读到分度值下一位，读数为 22.0mA；

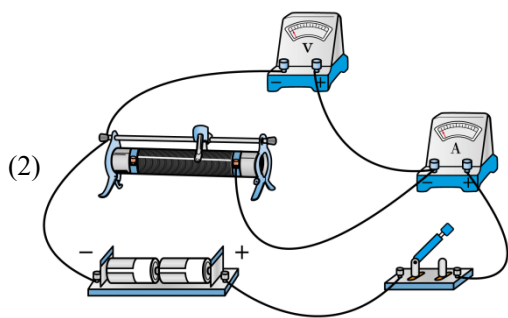
[2]选用倍率为“×10”的电阻挡测电阻时，表针也指示在图示同一位置，则所测电阻的阻值为

$$19 \times 10 \Omega = 190 \Omega$$

(2) [1][2] 利用游标卡尺测量圆筒形盛水容器的内径，应使用图乙中的 A 进行测量，读数为

$$14 \text{mm} + 10 \times 0.05 \text{mm} = 14.50 \text{mm}$$

18. (1)E



(3) 2.90 0.80

(4) 不会

【难度】0.65

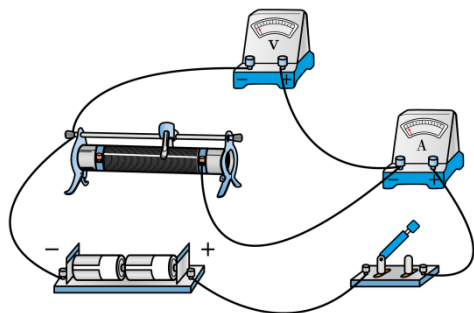
【知识点】测量电源电动势和内阻的实验步骤和数据处理

【详解】(1) 从图乙可看出电流变化范围 $0 \sim 0.5\text{A}$ ，根据

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

以及电流表的量程可知， 20Ω 的滑动变阻器足够用，而且方便操作，所以选 E。

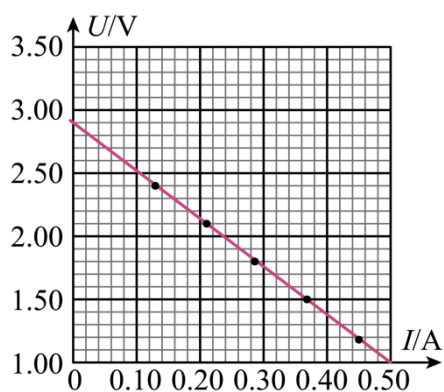
(2) 由于电流表内阻确定，应该采用电流表相对电源内接，实物连接图如图所示



(3) [1][2] 根据闭合电路欧姆定律，有

$$U = E - I(r + R_A)$$

所以可知 $U-I$ 图像中，图线的纵轴截距表示电源的电动势，图线斜率的绝对值表示 $r + R$ ，将图线连接完整，如图



可得出

$$E = 2.90\text{V}$$
$$R_A + r = \frac{2.90\text{V} - 1.00\text{V}}{0.5\text{A}} = 3.80\Omega$$

所以电源的内阻为

$$r = 3.80\Omega - 3\Omega = 0.80\Omega$$

(4) 由于电流表内阻已知，求内阻时考虑了电流表的内阻，不存在因电表内阻引起的系统误差。

19. (1) 4m/s ; (2) 4m/s^2 ; (3) $5 \times 10^4 \text{N/C}$

【难度】0.85

【知识点】带电物体（计重力）在匀强电场中的直线运动

【详解】(1) 小滑块从 A 到 B 做匀加速直线运动，从 B 到 C 做匀减速直线运动，所以运动到 B 点时速度最大，有

$$L_1 + L_2 = \frac{1}{2} v_m t$$

代入数据得

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

(2) 从 B 到 C 做匀减速直线运动，由运动学公式有

$$L_2 = \frac{v_m^2}{2a_2}$$

得

$$a_2 = 4\text{m/s}^2$$

由牛顿第二定律有小滑块与地面的摩擦力大小为

$$f = ma_2 = 4.0\text{N}$$

(3) 小滑块在 A 到 B 运动过程的加速度大小为 a_1 ，有

$$2a_1 L_1 = v_m^2$$

得

$$a_1 = 1\text{m/s}^2$$

由牛顿第二定律有

$$Eq - f = ma_1$$

得

$$E = 5 \times 10^4 \text{ N/C}$$

20. (1) 1A ; (2) 5.5W ; (3) $R_1 = 2\Omega$, $P_{\text{lm}} = 4.5\text{W}$, $R_2 = 12\Omega$

【难度】0.65

【知识点】计算电源的输出电压、总功率、输出功率、效率、含有电动机电路综合计算、电动机工作时的能量转化

【详解】(1) 电动机恰好正常工作，所以电动机两端的电压恰好等于额定电压，根据并联关系

$$U_2 = U = 6\text{V}$$

通过 R_2 的电流

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{6}{6} \text{ A} = 1\text{A}$$

(2) 电源内阻和电阻 R_1 的总电压为

$$U_r + U_1 = E - U = 6\text{V}$$

则电路中的电流为

$$I = \frac{U_r + U_1}{r + R_1} = \frac{6}{2 + 1} \text{ A} = 2\text{A}$$

流过电动机的电流为

$$I_M = I - I_2 = 1\text{A}$$

电动机的输入功率为

$$P_{\lambda} = UI_M = 6\text{W}$$

电动机的热功率为

$$P_{\text{热}} = I_M^2 R_M = 0.5\text{W}$$

所以，电动机正常工作时产生的机械功率为

$$P_{\text{机}} = P_{\lambda} - P_{\text{热}} = 5.5\text{W}$$

(3) 在确保电动机正常工作的前提下，则电源内阻和电阻 R_1 的总电压为 6V 不变，设此电

压为 E_1 ，则 R_1 的功率为

$$P_1 = \left(\frac{E_1}{R_1 + r} \right)^2 R_1 = \frac{E_1^2 R_1}{R_1^2 + 2rR_1 + r^2} = \frac{E_1^2}{R_1 + 2r + \frac{r^2}{R_1}}$$

由数学关系可知，当

$$R_1 = r = 2\Omega$$

时， R_1 的功率最大，代入上式，解得此时功率为

$$P_{1m} = 4.5\text{W}$$

此时电路中的总电流为

$$I' = \frac{E_1}{R_1 + r} = 1.5\text{A}$$

则此时通过 R_2 的电流为

$$I_2' = I' - I_M = 0.5\text{A}$$

则此时 R_2 的阻值为

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2'} = 12\Omega$$

21. (1) $v_0 = 0.8 \times 10^8 \text{ m/s}$; (2) $\Delta x = 30 \text{ cm}$; (3) $v = 1.0 \times 10^8 \text{ m/s}$; (4) 见解析

【难度】0.4

【知识点】带电粒子在匀强电场中做类抛体运动的相关计算、带电粒子在匀强电场中的直线运动

【详解】(1) 根据动能定理有

$$eU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$$

解得

$$v_0 = 0.8 \times 10^8 \text{ m/s}$$

(2) M 、 N 两板之间电压大小 $U = 2.184 \times 10^4 \text{ V}$ 时，根据类平抛运动规律有

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

$$L = v_0 t$$

根据牛顿第二定律有

$$a = \frac{eU}{md}$$

根据几何关系可知

$$\frac{\frac{1}{2}L}{y} = \frac{\frac{1}{2}L + \Delta x}{h}$$

解得

$$\Delta x = 30 \text{ cm}$$

(3) 结合 (2) 中的类平抛运动规律有

$$L = v_0 t$$

$$v_y = at$$

则电子刚出偏转电场区域时的速度为

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2}$$

解得

$$v = 1.0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

(4) 粒子离开偏转电场后，打到靶台的时间为

$$t' = \frac{\Delta x}{v_0}$$

不计重力时，竖直方向的位移为

$$y_1 = v_y t'$$

计重力时，竖直方向的位移为

$$y_2 = v_y t' + \frac{1}{2} g t'^2$$

则

$$\frac{y_2 - y_1}{y_1} = 3.125 \times 10^{-16}$$

即重力对电子打在荧光屏上的位置影响非常小，所以计算电子偏转量时可以忽略电子所受的重力。

22. (1) 1.2J；(2) 10N，方向竖直向下；(3) 见解析

【难度】0.4

【知识点】应用动能定理理解多段过程问题

【详解】(1) 滑块运动到 A 点过程中为平抛运动，竖直方向

$$h - R(1 - \cos \alpha) = \frac{1}{2}gt^2$$

解得

$$t = 0.6\text{s}$$

则在 A 点竖直方向的分速度为

$$v_{Ay} = gt = 6\text{m/s}$$

恰好可以沿切线方向进入圆弧轨道，在 A 点

$$\tan \alpha = \frac{v_{Ay}}{v_{Ax}} = \sqrt{3}$$

解得

$$v_{Ax} = 2\sqrt{3}\text{m/s}$$

则，根据动能定理水平弹射装置对滑块做的功为

$$W = \frac{1}{2}mv_{Ax}^2 = 1.2\text{J}$$

(2) 在 A 点时的速度大小为

$$v_A = \sqrt{v_{Ax}^2 + v_{Ay}^2} = 4\sqrt{3}\text{m/s}$$

滑块从 A 点到 B 点，根据动能定理

$$mgR(1 - \cos \alpha) = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

解得

$$v_B = 8\text{m/s}$$

设滑块受到的支持力为 N ，则根据牛顿第二定律

$$N - mg = m\frac{v_B^2}{R}$$

解得

$$N = 10\text{N}$$

根据牛顿第三定律，滑块对圆弧轨道的压力等于轨道对滑块的支持力

$$F_{\text{压}} = N = 10\text{N}$$

方向竖直向下

(3) 滑块第一次运动到 D 点时，根据动能定理

$$-\mu_1 mgl_{BC} - \mu_2 mgl_{MN} = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$$

解得

$$v_D = 2\sqrt{6}\text{m/s}$$

根据运动的对称性，第二次运动到 D 点时的速度大小仍为

$$v_D = 2\sqrt{6}\text{m/s}$$

则在传送带上的加速度为

$$a = \frac{\mu_2 mg}{m} = 5\text{m/s}^2$$

假设滑块可以在传送带上一直加速，则

$$2al_{MN} = v^2 - v_D^2$$

解得

$$v = 2\sqrt{11}\text{m/s} > 6\text{m/s}$$

所以假设不成立。假设滑块可以在传送带上一直减速，则

$$2al_{MN} = v_D^2 - v_1^2$$

解得

$$v_1 = 2\text{m/s}$$

所以，若传送带的速度为 $0 < v \leq 2\text{m/s}$ ，则滑块在传送带上一直减速，滑块第二次通过 C 点时的速度大小为

$$v_1 = 2\text{m/s}$$

设距 B 的距离为 x ，根据动能定理

$$-\mu_1 mg(l_{BC} - x) = 0 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

解得

$$x = 2\text{m}$$

若传送带的速度为 $6\text{m/s} \geq v > 2\text{m/s}$ ，则滑块在传送带上先加速后匀速，滑块离开传送带时的速度等于传送带的速度。若滑块恰好停在 B 点，则

$$-\mu_1 mgl_{BC} = 0 - \frac{1}{2}mv_2^2$$

解得

$$v_2 = 2\sqrt{5}\text{m/s}$$

则，若传送带的速度为 $2\sqrt{5}\text{m/s} \geq v > 2\text{m/s}$ ，则根据动能定理

$$-\mu_1 mg(l_{BC} - x) = 0 - \frac{1}{2}mv^2$$

解得

$$x = \frac{20 - v^2}{8}\text{m}$$

若传送带的速度为 $2\sqrt{5}\text{m/s} < v \leq 6\text{m/s}$ ，则滑块第三次经过 B 点后

$$-\mu_1 mg(l_{BC} + x) = 0 - \frac{1}{2}mv^2$$

解得

$$x = \frac{v^2 - 20}{8}\text{m}$$

综上，若传送带的速度为 $0 < v \leq 2\text{m/s}$ ，则 $x = 2\text{m}$ ；若传送带的速度为 $2\sqrt{5}\text{m/s} \geq v > 2\text{m/s}$ ，

则 $x = \frac{20 - v^2}{8}\text{m}$ ；若传送带的速度为 $2\sqrt{5}\text{m/s} < v \leq 6\text{m/s}$ ， $x = \frac{v^2 - 20}{8}\text{m}$ 。