

2025 年 6 月浙江省普通高校招生选考科目考试

物 理

考试时间 90 分钟。

选择题部分

一、选择题 I (本题共 10 小题,每小题 3 分,共 30 分。每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的,不选、多选、错选均不得分)

1. 光子能量 $E = h\nu$, 式中 ν 是光子的频率, h 是普朗克常量。 h 的单位是

A. $\text{J} \cdot \text{s}$

B. $\text{N} \cdot \text{s}$

C. kg

D. m

答案 A

解析 频率单位是 s^{-1} , 能量单位是 J , 故 h 单位是 $\text{J} \cdot \text{s}$

2. 2025 年 4 月 30 日,“神舟十九号载人飞船”返回舱安全着陆,宇航员顺利出舱。

在其返回过程中,下列说法正确的是

A. 研究返回舱运行轨迹时,可将其视为质点

B. 随着返回舱不断靠近地面,地球对其引力逐渐减小

C. 返回舱落地前,反推发动机点火减速,宇航员处于失重状态

D. 用返回舱的轨迹长度和返回时间,可计算其平均速度的大小

答案 A

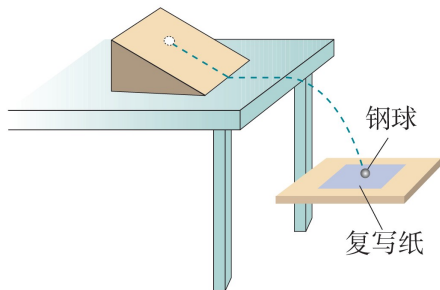
解析 B. 越靠近地面,地球对其引力越大;

C. 点火减速时,返回舱加速度向上,故处于超重状态;

D. 平均速度概念是位移除以时间。

3. 如图所示,在水平桌面上放置一斜面,在桌边水平放置一块高度可调的木板。

让钢球从斜面上同一位置静止滚下,越过桌边后做平抛运动。当木板离桌面的竖直距离为 h 时,钢球在木板上的落点离桌边的水平距离为 x ,则



A. 钢球平抛初速度为 $x\sqrt{\frac{2h}{g}}$

B. 钢球在空中飞行时间为 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$

C. 增大 h , 钢球撞击木板的速度方向不变

D. 减小 h , 钢球落点离桌边的水平距离不变

答案 B

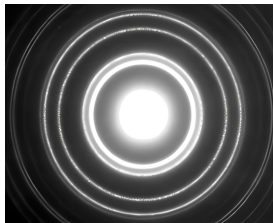
解析 教材必修二第五章第3节习题

AB. 由 $x = v_0 t$, $h = \frac{1}{2} g t^2$ 得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, $v_0 = x \sqrt{\frac{g}{2h}}$;

C. 增大 h , v_y 增大, 故末速度方向改变;

D. 减小 h , 则 t 减小, 水平位移减小。

4. 一束高能电子穿过铝箔, 在铝箔后方的屏幕上观测到如图所示的电子衍射图样。则



A. 该实验表明电子具有粒子性

B. 图中亮纹为电子运动的轨迹

C. 图中亮纹处电子出现的概率大

D. 电子速度越大, 中心亮斑半径越大

答案 C

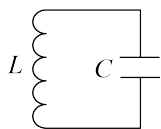
解析 选修三 图4.5-1

A. 该实验表明电子具有波动性;

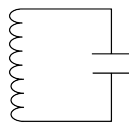
BC. 亮纹处代表电子出现的概率大;

D. 电子速度越大, 动量越大, 根据 $\lambda = \frac{h}{p}$ 可知, 对应的德布罗意波的波长就越短, 衍射现象越不明显, 中心亮斑半径越小。

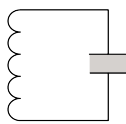
5. 如图所示的 LC 振荡电路, 能减小其电磁振荡周期的措施是



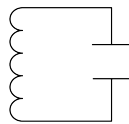
线圈中插入铁芯
A



线圈匝数增加
B



电容器极板间插入电介质
C



电容器极板间距增大
D

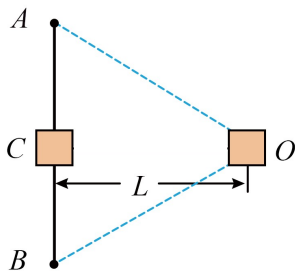
答案 D

解析 LC 振荡电路周期公式 $T = 2\pi\sqrt{LC}$;

AB. 线圈插入铁芯、匝数增加,都会使电感 L 增大;

CD. 插入电介质,会使电容 C 增大;板间距增大使电容 C 减小,故周期减小。

6. 如图所示,两根相同的橡皮绳,一端连接质量为 m 的物块,另一端固定在水平桌面上的 A 、 B 两点。物块处于 AB 连线的中点 C 时,橡皮绳为原长。现将物块沿 AB 中垂线水平拉至桌面上的 O 点静止释放,已知 CO 距离为 L ,物块与桌面间的动摩擦因数为 μ ,橡皮绳始终处于弹性限度内,不计空气阻力,则释放后



- A. 物块做简谐运动
 B. 物块只受到重力、橡皮绳弹力和摩擦力的作用
 C. 若 $\angle AOB = 90^\circ$ 时每根橡皮绳的弹力为 F , 则物块所受合力大小为 $\sqrt{2}F$
 D. 若物块第一次到达 C 点的速度为 v_0 , 此过程中橡皮绳对物块做的功 $W = \frac{1}{2}mv_0^2 + \mu mgL$

答案 D

解析 B. 物块还受到桌面对其的支持力;

C. 此时物块所受合力 $F_{\text{合}} = 2F\cos 45^\circ - \mu mg = \sqrt{2}F - \mu mg$;

D. 由动能定理 $W - \mu mgL = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0$ 得 $W = \frac{1}{2}mv_0^2 + \mu mgL$;

A. 设橡皮绳原长为 l , 设当 $CO = x$ 时 $\angle AOC = \alpha$, 此时橡皮绳形变量 $\Delta l = \frac{x}{\cos \alpha} - l$, 物块所受合力 $F_{\text{合}} = 2k\Delta l \cos \alpha - \mu mg = 2k(\frac{x}{\cos \alpha} - l)\cos \alpha - \mu mg = 2k(x - l\cos \alpha) - \mu mg$, 可知 $F_{\text{合}}$ 与 x 成非线性关系, 即物块不做简谐运动。

7. 如图所示, 风光互补环保路灯的主要构件有: 风力发电机, 单品硅太阳能板, 额定电压 48 V 容量 200 Ah 的储能电池, 功率 60 W 的 LED 灯。已知该路灯平均每天照明 10 h; 1 kg 标准煤完全燃烧可发电 2.8 度, 排放二氧化碳 2.6 kg。则



- A. 风力发电机的输出功率与风速的平方成正比
- B. 太阳能板上接收到的辐射能全部转换成电能
- C. 该路灯正常运行 6 年,可减少二氧化碳排放量约 $1.2 \times 10^6 \text{ kg}$
- D. 储能电池充满电后,即使连续一周无风且阴雨,路灯也能正常工作

答案 D

解析 A. 风力发电机的输出功率与风速的三次方成正比

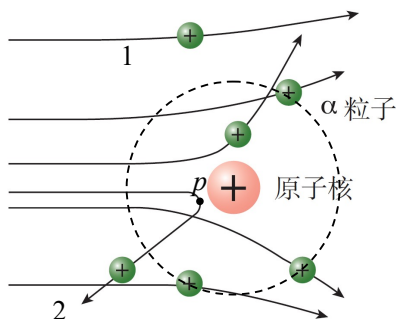
参考 必修二第八章B组习题、必修三第十二章第4节习题 由于输出功率 P 与单位时间通过的风的动能 $\frac{1}{2}mv^2$ 成正比,又 m 与 v 成正比,故 $P \propto v^3$;

B. 有转换效率;

C. 该路灯平均每天耗电 $W_0 = 60 \text{ W} \times 10 \text{ h} = 0.6 \text{ kW} \cdot \text{h} = 0.6$ 度,工作 6 年耗电 $W_{\text{总}} = W_0 \times 365 \times 6 = 1314$ 度,可减少 CO_2 排放量 $m = \frac{1314}{2.8} \times 2.6 \approx 1.2 \times 10^3 \text{ kg}$;

D. 充满电后电池储存的电能 $W = 48 \text{ V} \times 200 \text{ Ah} = 9600 \text{ W} \cdot \text{h}$,故路灯可以工作 $t = \frac{W}{P} = \frac{9600 \text{ W} \cdot \text{h}}{60 \text{ W}} = 160 \text{ h}$,由于灯每天工作 10 h,即可大约工作 16 天, D 正确。

8. 一束 α 粒子撞击一静止的金原子核,它们的运动轨迹如图所示。图中虚线是以金原子核为圆心的圆。已知静电力常量 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$,元电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$,金原子序数为 79,不考虑 α 粒子间的相互作用,则



- A. 沿轨迹1运动的 α 粒子受到的库仑力先做正功,后做负功
 B. 沿轨迹2运动的 α 粒子到达P时动能为零、电势能最大
 C. 位于图中虚线圆周上的3个 α 粒子的电势能不相等
 D. 若 α 粒子与金原子核距离为 10^{-14}m ,则库仑力数量级为 10^2N

答案 D

解析 选修三 图4.3-4

- A. 先做负功,后做正功;
 B. 到达P时仍有垂直力方向的速度,即动能不为零,电势能最大;
 C. 虚线为等势线,故电势能 $E_p = q\varphi$ 相等;

D. 库仑力 $F = \frac{k(79e)e}{r^2} = \frac{9.0 \times 10^9 \times 79 \times (1.6 \times 10^{-19})^2}{(10^{-14})^2} \approx 182\text{N}$,即数量级为 10^2N 。

9. 高空抛物伤人事件时有发生,成年人头部受到 500N 的冲击力,就会有生命危险。设有一质量为 50g 的鸡蛋从高楼坠落,以鸡蛋上、下沿接触地面的时间差作为其撞击地面的时间,上、下沿距离为 5cm ,要产生 500N 的冲击力,估算鸡蛋坠落的楼层为

- A. 5层 B. 8层 C. 17层 D. 27层

答案 C

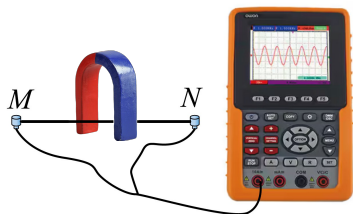
解析 选修一第一章B组习题

鸡蛋落地速度 v 满足 $v^2 = 2gh$,认为鸡蛋下沿落地后,鸡蛋上沿的运动是匀减速运动,并且上沿运动到地面时恰好静止,则撞击时间 $\Delta t = \frac{d}{v/2}$

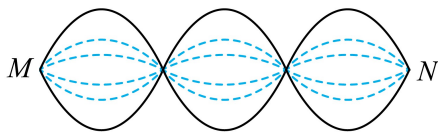
对鸡蛋,由动量定理(可忽略自身重力的冲量)得 $-F\Delta t = -mv$

故 $F \frac{2d}{v} = mv$,即 $2Fd = mv^2 = 2mgh$,故 $h = \frac{Fd}{mg} = \frac{500 \times 0.05}{0.05 \times 10} = 50\text{m}$

10. 如图甲所示,有一根长 1m 、两端固定紧绷的金属丝,通过导线连接示波器。在金属丝中点处放置一蹄形磁铁,在中点附近 1.00cm 范围内产生 $B = 10^{-3}\text{T}$ 、方向垂直金属丝的匀强磁场(其他区域磁场忽略不计)。现用一激振器使金属丝发生垂直于磁场方向的上下振动,稳定后形成如图乙所示的不同时刻的波形,其中最大振幅 $A = 0.5\text{cm}$ 。若振动频率为 f ,则振动最大速度 $v = 2\pi fA$ 。已知金属丝接入电路的电阻 $r = 0.5\Omega$,示波器显示输入信号的频率为 150Hz 。下列说法正确的是



甲



乙

- A. 金属丝上波的传播速度为 $\frac{3}{2}\pi \text{ m/s}$
- B. 金属丝产生的感应电动势最大值约为 $\frac{3}{2}\pi \times 10^{-3} \text{ V}$
- C. 若将示波器换成可变电阻,则金属丝的最大输出功率约为 $\frac{9}{16}\pi^2 \times 10^{-10} \text{ W}$
- D. 若让激励器产生沿金属丝方向的振动,其他条件不变,则金属丝中点的振幅为零

答案 C

解析 A. 由波形图可知波长 $\lambda = \frac{1 \text{ m}}{1.5} = \frac{2}{3} \text{ m}$, 故传播速度 $v = \lambda f = 100 \text{ m/s}$

B. 处于磁场中的那部分金属丝,处于平衡位置时速度最大,为 $v_m = 2\pi fA = 2\pi \times 150 \times 0.005 = \frac{3}{2}\pi \text{ m/s}$, 有效切割长度 $l = 0.01 \text{ m}$, 则感应电动势最大值 $E_m = Blv_m = \frac{3}{2}\pi \times 10^{-5} \text{ V}$;

C. 金属丝等效为交流电源,其电动势有效值 $U = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$, 当可变电阻阻值等于电源内电阻 r 时,电源输出功率最大,即 $P_m = \frac{U^2}{4r} = \frac{E_m^2}{8r} = \frac{9}{16}\pi^2 \times 10^{-10} \text{ W}$

D. 纵向振动时,金属丝中点可能为波腹或波节,振幅不一定为零。

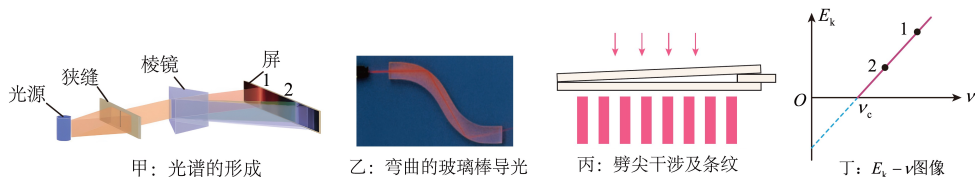
二、选择题 II (本题共 3 小题,每小题 4 分,共 12 分,每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分)

11. 下列说法正确的是

- A. 热量能自发地从低温物体传到高温物体
- B. 按照相对论的时间延缓效应,低速运动的微观粒子寿命比高速运动时更长
- C. 变压器原线圈中电流产生的变化磁场,在副线圈中激发感生电场,从而产生电动势
- D. 热敏电阻和电阻应变片两种传感器,都是通过测量电阻,确定与之相关的非电学量

答案 CD

12. 氢原子从 $n=4$ 、 6 的能级向 $n=2$ 的能级跃迁时分别发出光 P 、 Q 。则



- A. P 、 Q 经过甲图装置时屏上谱线分别为 2、1
 B. 若乙图玻璃棒能导出 P 光，则一定也能导出 Q 光
 C. 若丙图是 P 入射时的干涉条纹，则 Q 入射时条纹间距减小
 D. P 、 Q 照射某金属发生光电效应，丁图中的点 1、2 分别对应 P 、 Q

答案 BC

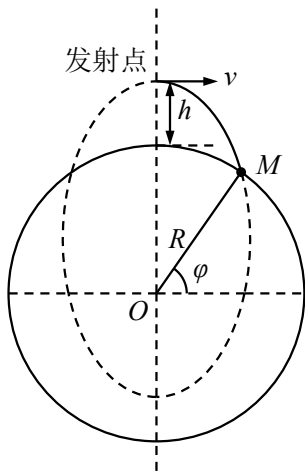
解析 A. 由题意可知 Q 光的光子能量高，频率高，经过同一介质时折射率更大，所以经过甲图装置偏折更明显，对应谱线 2；

B. 由 $n = \frac{1}{\sin C}$ 可知 Q 光的临界角更小，故一定能发生全反射，一定也能导出；

C. 选修一 图 4.3-7 条纹间距 $\Delta x = \frac{\lambda}{2 \tan \theta}$ ， Q 光波长小，故条纹间距小；

D. Q 光频率大，对应点 1。

13. 月球有类似于地球的南北两极和纬度。如图所示，月球半径为 R ，表面重力加速度为 $g_{\text{月}}$ ，不考虑月球自转。从月球北极正上方水平发射一物体，要求落在纬度 $\varphi = 60^\circ$ 的 M 处，其运动轨迹为椭圆的一部分。假设月球质量集中在球心 O 点，如果物体沿椭圆运动的周期最短，则



A. 发射点离月面的高度 $h = \frac{\sqrt{3}}{4} R$

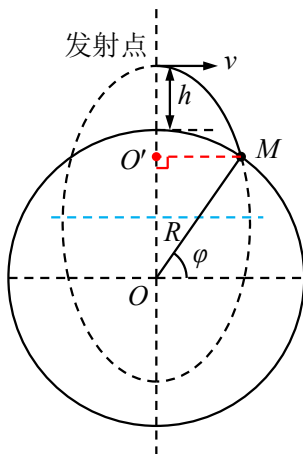
B. 物体沿椭圆运动的周期为 $\frac{3\pi}{4} \sqrt{\frac{3R}{g_{\text{月}}}}$

C. 此椭圆两焦点之间的距离为 $\frac{\sqrt{3}}{2} R$

D. 若水平发射的速度为 v , 发射高度为 h , 则物体落到 M 处的速度 $v_M = \sqrt{v^2 + 2g_{\text{月}}h}$

答案 BC

解析 由开普勒第三定律 $\frac{a^3}{T^2} = k$ 可知, 若物体沿椭圆运动的周期最短, 则 a 最小。此椭圆的一个焦点即为球心 O 点, 设另一个焦点为 O' , 则有 $2a = O'M + OM = O'M + R$, 当 $O'M$ 与轴线垂直时 a 最小, 由几何关系得 $2a = R \cos \varphi + R$, 故 $a = \frac{3}{4} R$;



C. 此椭圆焦距 $2c = OO' = R \sin \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2} R$, C 正确;

A. 由几何关系得 $h = a + c - R = \frac{\sqrt{3}-1}{4} R$, A 错误;

B. 设物体绕月球表面做匀速圆周运动时的周期为 T_0 , 则由重力提供向心力得 $mg_{\text{月}} = m(\frac{2\pi}{T_0})^2 R$ 又 $\frac{a^3}{T^2} = \frac{R^3}{T_0^2}$ 得 $T = \sqrt{(\frac{3}{4})^3 T_0^2} = \frac{3\pi}{4} \sqrt{\frac{3R}{g_{\text{月}}}}$, B 正确;

D. 速度表达式 $v_M = \sqrt{v^2 + 2g_{\text{月}}h}$ 来自于 $mg_{\text{月}}h = \frac{1}{2}mv_M^2 - \frac{1}{2}mv^2$, 由于重力加速度随高度变化, 故该推导不合理, D 错误。

由引力势能 $E_p = -\frac{GMm}{r}$ 及机械能守恒得

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{R+h} = \frac{1}{2}mv_M^2 - \frac{GMm}{R} \quad \text{其中 } GM = R^2 g_{\text{月}}$$

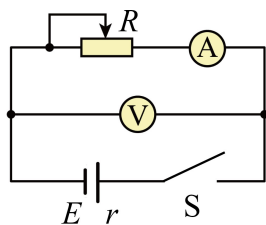
$$\text{得 } v_M = \sqrt{v^2 + \frac{2g_{\text{月}}hR}{R+h}}$$

非选择题部分

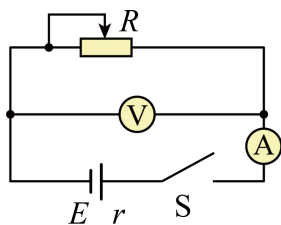
三、非选择题(本题共5小题,共58分)

14. 14 - I (7分) 在测量一节干电池的电动势和内阻的实验中,

(1) 为了减小测量误差,如图所示的电路中应该选择的是 _____ (选填“甲”或“乙”);



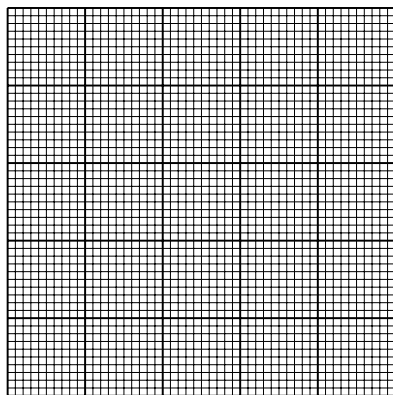
甲



乙

次数	1	2	3	4	5
U/V	1.35	1.30	1.25	1.20	1.15
I/A	0.14	0.22	0.30	0.37	0.45

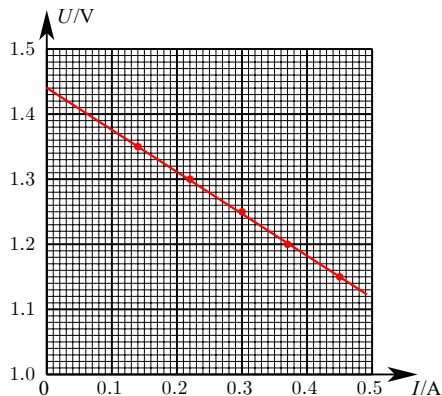
(2) 通过调节滑动变阻器,测得多组 U 、 I 数据,记录于题表。试在答题纸上的方格纸中建立合适的标度,描点并作出 $U-I$ 图像,由此求得电动势 $E =$ _____ V , 内阻 $r =$ _____ Ω 。(结果均保留到小数点后两位)



答案 (1) 甲 (2) 图像见解析、1.44、0.65

解析 (1) 必修三 图12.3-1一般干电池的内阻很小(从第2小问也可知内阻很小),故选择相对电源的电流表外接法。

(2) 根据实验数据得到如图 $U-I$ 图像,



由 $U = E - Ir$ 结合图像可知

电动势 $E = 1.44 \text{ V}$

$$\text{内阻 } r = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{1.35 - 1.15}{0.45 - 0.14} \Omega \approx 0.65 \Omega$$

15. 14 - II (7分) 在用单摆测重力加速度的实验中,

(1) 如图1所示,可在单摆悬点处安装力传感器,也可在摆球的平衡位置处安装光电门。甲同学利用力传感器,获得传感器读取的力与时间的关系图像,如图2所示,则单摆的周期为 _____ s (结果保留3位有效数字)。乙同学利用光电门,从小钢球第1次遮光开始计时,记下第 n 次遮光的时刻 t ,则单摆的周期为 $T =$ _____ ;

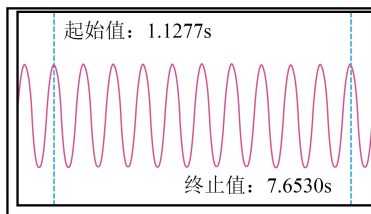
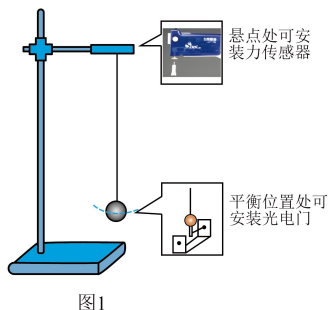


图2

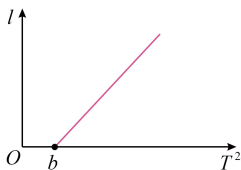


图3

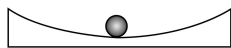


图4

(2) 丙同学发现小钢球已变形,为减小测量误差,他改变摆线长度 l ,测出对应的周期 T ,作出相应的 $l - T^2$ 关系图线,如图3所示。由此算出图线的斜率 k 和截距 b ,则重力加速度 $g =$ _____,小钢球重心到摆线下端的高度差 $h =$ _____; (结果均用 k 、 b 表示)

(3) 丁同学用3D打印技术制作了一个圆心角等于 5° 、半径已知的圆弧槽,如

图4所示。他让小钢球在槽中运动,测出其运动周期,算出重力加速度为 8.64 m/s^2 。若周期测量无误,则获得的重力加速度明显偏离实际值的最主要原因是_____。

答案 (1) 1.31 、 $\frac{2t}{n-1}$ (2) $g = 4\pi^2 k$, $h = kb$

(3) 小球发生滚动,导致周期变长

解析 (1) 甲同学:当小球通过最低点时拉力最大,相邻两次同通过最低点的时间间隔为半个周期,

$$\text{故 } T_{\text{甲}} = \frac{7.6530 - 1.1277}{5} \approx 1.31 \text{ s};$$

$$\text{乙同学: } (n-1)\frac{T}{2} = t, \text{ 得 } T = \frac{2t}{n-1}$$

$$(2) \text{ 由单摆周期公式 } T = 2\pi\sqrt{\frac{l+h}{g}} \text{ 得 } l = \frac{g}{4\pi^2} T^2 - h$$

$$\text{故 } \frac{g}{4\pi^2} = k, \frac{g}{4\pi^2} b - h = 0 \quad \text{得 } g = 4\pi^2 k, h = \frac{g}{4\pi^2} b = kb$$

(3) 小球发生滚动,导致周期变长([2025·江苏卷]实验题也涉及滚动带来的误差)

16. (8分)“拔火罐”是我国传统医学的一种疗法。治疗时,医生将开口面积为 S 的玻璃罐加热,使罐内空气温度升至 t_1 ,然后迅速将玻璃罐倒扣在患者皮肤上(状态1)。待罐内空气自然冷却至室温 t_2 ,玻璃罐便紧贴在皮肤上(状态2)。从状态1到状态2过程中罐内气体向外界放出热量 7.35 J 。已知 $S = 1.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2$, $t_1 = 77^\circ\text{C}$, $t_2 = 27^\circ\text{C}$ 。忽略皮肤的形变,大气压强 $p_0 = 1.05 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。求

- (1) 状态2时罐内气体的压强;
- (2) 状态1到状态2罐内气体内能的变化;
- (3) 状态2时皮肤受到的吸力大小。



答案 (1) $p_2 = 9 \times 10^4 \text{ Pa}$ (2) $\Delta U = -7.35 \text{ J}$ (3) 吸力大小 $F = 24 \text{ N}$

解析 教材选修三第二章第2节习题

(1) 由于忽略皮肤的形变,故罐内空气体积不变,有

$$\frac{p_0}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad \text{其中 } T_1 = t_1 + 273^\circ\text{C} = 350 \text{ K}, T_2 = t_2 + 273^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$$

$$\text{得 } p_2 = 9 \times 10^4 \text{ Pa}$$

(2)根据热力学第一定律有 $\Delta U = W + Q$ 其中 $W = 0$, $Q = -7.35 \text{ J}$

故 $\Delta U = -7.35 \text{ J}$, 即气体内能减少 7.35 J

(3)罐内外的压强差 $\Delta p = p_0 - p_2 = 1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$

故状态 2 皮肤受到的吸力大小 $F = S\Delta p = 24 \text{ N}$

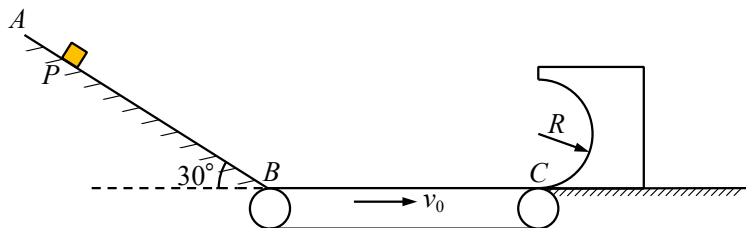
17. (11 分) 某兴趣小组设计了一传送装置, 其竖直截面如图所示。 AB 是倾角为 30° 的斜轨道, BC 是以恒定速率 v_0 顺时针转动的水平传送带, 紧靠 C 端有半径为 R 、质量为 M 置于光滑水平面上的可动半圆弧轨道, 水平面和传送带 BC 处于同一高度, 各连接处平滑过渡。现有一质量为 m 的物块, 从轨道 AB 上与 B 相距 L 的 P 点由静止下滑, 经传送带末端 C 点滑入圆弧轨道。物块与传送带间的动摩擦因数为 μ , 其余接触面均光滑。已知 $R = 0.36 \text{ m}$, $L = 1.6 \text{ m}$, $v_0 = 5 \text{ m/s}$, $m = 0.2 \text{ kg}$, $M = 1.8 \text{ kg}$, $\mu = 0.25$ 。不计空气阻力, 物块可视为质点, 传送带足够长。求物块

(1) 滑到 B 点处的速度大小;

(2) 从 B 点运动到 C 点过程中摩擦力对其做的功;

(3) 在传送带上滑动过程中产生的滑痕长度;

(4) 即将离开圆弧轨道最高点的瞬间, 受到轨道的压力大小。



答案 (1) $v = 4 \text{ m/s}$ (2) $W_f = 0.9 \text{ J}$ (3) $\Delta x = 0.2 \text{ m}$ (4) $F = 3 \text{ N}$

解析 支持力 $F_N + mg = \frac{mv_{\text{相}}^2}{R}$

(1) 滑块从 P 点到 B 点, 由动能定理 $mgL\sin 30^\circ = \frac{1}{2}mv^2$ 得 $v = 4 \text{ m/s}$

(2) 由于传送带足够长, 故物块滑上传送带后做匀加速运动直到与传送带共速,

则由动能定理 $W_f = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2$ 得 $W_f = 0.9 \text{ J}$

(3) 传送带上加速运动的加速度 $a = \mu g = 2.5 \text{ m/s}^2$, 加速时间 $t = \frac{v_0 - v}{a} = 0.4 \text{ s}$

则产生的滑痕长度 $\Delta x = v_0 t - \frac{v_0 + v}{2} t = 0.2 \text{ m}$

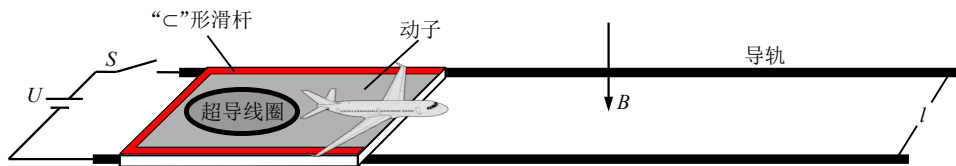
(4) 滑块从刚进入圆弧槽到最高点, 由水平方向动量守恒和能量守恒得

$$\begin{cases} mv_0 = mv_1 + Mv_2 \\ \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 + 2mgR \end{cases} \quad \text{得} \quad \begin{cases} v_1 = -2.2 \text{ m/s} \\ v_2 = 0.8 \text{ m/s} \end{cases} \quad \text{或} \quad \begin{cases} v_1 = 3.2 \text{ m/s} \\ v_2 = 0.2 \text{ m/s} \end{cases} \quad (\text{舍去})$$

$$\text{对滑块在最高点时由牛顿第二定律 } F + mg = m \frac{(v_1 - v_2)^2}{R} \quad \text{得 } F = 3 \text{ N}$$

18. (12分) 如图所示,某兴趣小组设计了一新型两级水平电磁弹射系统。第一级由间距为 l 的水平金属导轨、可在导轨上滑行的导电动子、输出电压恒为 U 的电源和开关 S 组成,由此构成的回路总电阻为 R_1 ;第二级由固定在动子上间距也为 l 的导电“C”形滑杆、锁定在滑杆上可导电的模型飞机组成,由此构成的回路总电阻为 R_2 。另外在第二级回路内固定一超导线圈,它与第一、第二两级回路三者彼此绝缘。导轨间存在方向竖直向下、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。接通开关 S ,动子从静止开始运动,所受阻力与其速度成正比,比例系数为 k 。当动子运动距离为 x_m 时(可视为已匀速),立即断开 S ,在极短时间内实现下列操作:首先让超导线圈通上大电流,产生竖直方向的强磁场,在第二级回路中产生磁通量 Φ ;再让超导线圈断开,磁场快速消失,同时解锁飞机,对飞机实施第二次加速,飞机起飞。已知动子及安装其上所有装备的总质量为 M ,其中飞机质量为 m ,在运动过程中,动子始终与导轨保持良好接触,忽略导轨电阻。

- (1) 求动子在接通 S 瞬间受力的大小;
- (2) 求第一级弹射过程中动子能达到的最大速度 v_m ;
- (3) 求第一级弹射过程中电源输出的总能量 W ;
- (4) 判断超导线圈中电流方向(俯视),并求飞机起飞时的速度大小。



答案 (1) $\frac{BUI}{R_1}$ (2) $v_m = \frac{BUI}{B^2 l^2 + kR_1}$ (3) $W = \frac{kUx_m}{Bl} + \frac{MU^2}{B^2 l^2 + kR_1}$ (4) 顺时针、 $v = \frac{Bl\Phi}{mR_2} + \frac{BUI}{B^2 l^2 + kR_1}$

解析 (1) 接通 S 瞬间,动子速度 $v = 0$,此时所受阻力为零,回路中没有感应电动势,则 $I_1 = \frac{U}{R_1}$,

$$\text{动子只受安培力 } F = BI_1 l = \frac{BUI}{R_1}$$

$$(2) \text{当动子达到最大速度 } v_m \text{ 时,回路电流 } I_2 = \frac{U - Blv_m}{R_1};$$

动子二力平衡,有 $BI_2 l = kv_m$

$$\text{得最大速度 } v_m = \frac{BUI}{B^2 l^2 + kR_1}$$

(3) 第一级弹射过程, 对动子由动量定理得

$$Blq - \sum kv\Delta t = Mv_m \quad \text{其中 } \sum v\Delta t = x_m \quad \text{得 } q = \frac{kx_m + Mv_m}{Bl}$$

$$\text{故 } W = Uq = \frac{kUx_m}{Bl} + \frac{MU^2}{B^2 l^2 + kR_1}$$

(4) 假设超导线圈中电流方向 (俯视) 为顺时针, 则产生竖直向下的强磁场。超导线圈断开时, 磁场快速消失, 由楞次定律可知第二级回路中产生顺时针的感应电流, 则解锁后的飞机在磁场 B 中受到水平向右的安培力, 从而实现第二次加速, 故假设正确。

在极短时间 Δt 内, 第二级回路中产生的感应电动势大小 $E = \frac{\Phi - 0}{\Delta t}$, 感应电流

$$I = \frac{E}{R_2} = \frac{\Phi}{R_2 \Delta t}$$

对飞机, 由动量定理得 $BII\Delta t = mv - mv_m$ (阻力冲量 $-kv\Delta t = -k\Delta x \rightarrow 0$, 可忽略)

$$\text{得 } v = \frac{Bl\Phi}{mR_2} + v_m = \frac{Bl\Phi}{mR_2} + \frac{BUI}{B^2 l^2 + kR_1}$$

19. (13 分) 利用磁偏转系统可以测量不同核反应中释放的高能粒子能量, 从而研究原子核结构。如图 1 所示, 用回旋加速器使氦原子核 (${}^4_2\text{He}$) 获得 2.74 MeV 动能, 让其在 S 处撞击铝 (${}^{27}_{13}\text{Al}$) 核发生核反应, 产生处于某一激发态和基态的同位素核 (${}^{28}_{13}\text{Al}$)、以及两种不同能量的质子 (${}^1_1\text{H}$)。产生的质子束经狭缝 X 沿水平直径方向射入半径为 R , 方向垂直纸面向里、大小为 B 的圆形匀强磁场区域, 经偏转后打在位于磁场上方的探测板上 A 、 D 处 (探测板与磁场边界相切于 A 点, D 点与磁场圆心 O 处在同一竖直线上), 获得如图 2 所示的质子动能的能谱图。

(1) 写出氦核撞击铝核的核反应方程;

(2) 求 A 、 D 的间距 L ;

(3) 若从回旋加速器引出的高能氦核流为 1.0 mA, 求回旋加速器的输出功率;

(4) 处于激发态的 ${}^{28}_{13}\text{Al}$ 核会发生 β 衰变, 核反应方程是 ${}^{28}_{13}\text{Al} \rightarrow {}^{28}_{14}\text{Si} + {}^0_{-1}\text{e}$ 。若 ${}^{28}_{13}\text{Al}$ 核质量等于 ${}^{28}_{14}\text{Si}$ 核质量, 电子质量为 $0.51 \text{ MeV}/c^2$, 在上述两个核反应过程中, 原子核被视为静止, 求衰变释放的能量。

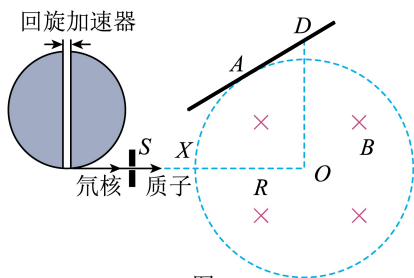


图1

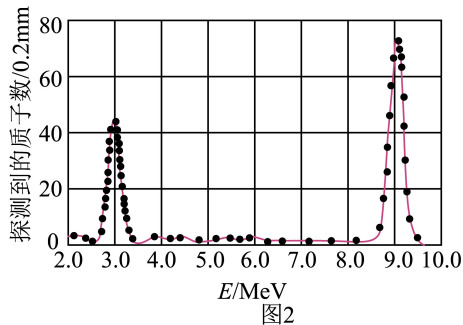


图2

答案 (1) ${}_1^2\text{H} + {}_{13}^{27}\text{Al} \rightarrow {}_{13}^{28}\text{Al} + {}_1^1\text{H}$ (2) $L = \frac{\sqrt{3}}{3}R$ (3) $2.74 \times 10^3 \text{ W}$ (4) 5.49 MeV

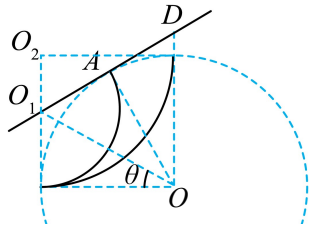
解析 (1) ${}_1^2\text{H} + {}_{13}^{27}\text{Al} \rightarrow {}_{13}^{28}\text{Al} + {}_1^1\text{H}$

(2) 由图可知,两种质子的动能分别为 3 MeV 和 9 MeV ,动能之比 $1:3$,可知速度之比 $1:\sqrt{3}$,

由 $evB = m\frac{v^2}{r}$ 可知 $r = \frac{mv}{eB}$,所以两种质子在磁场中的半径之比为 $r_1:r_2 = 1:\sqrt{3}$ 。

两种质子的运动轨迹(径入径出)如图,有

$$\tan\theta = \frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{3}}{3}, \text{ 故 } \theta = 30^\circ.$$



所以 $\angle AOD = 30^\circ$, $A、D$ 间距 $L = R \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}R$

(3) Δt 内从回旋加速器引出的氦核数为 $n = \frac{I\Delta t}{e}$,

$$\text{故 } P\Delta t = nE_k \quad \text{得 } P = \frac{I}{e} E_k = \frac{10^{-3} \text{ A} \times 2.74 \times 10^6 \text{ eV}}{e} = 2.74 \times 10^3 \text{ W}$$

(4) 第一个核反应中,质子的两种能量 3 MeV 、 9 MeV 分别对应 ${}_{13}^{28}\text{Al}$ 的激发态和基态。由于原子核视为静止,铝核动能忽略不计,故 ${}_{13}^{28}\text{Al}$ 核两态的能量差约为 $E = 9 \text{ MeV} - 3 \text{ MeV} = 6 \text{ MeV}$ 。

第二个核反应中,由于 ${}_{13}^{28}\text{Al}$ 核质量等于 ${}_{14}^{28}\text{Si}$ 核质量,质量差为零,因此衰变释放的能量主要来自 ${}_{13}^{28}\text{Al}$ 核跃迁产生的能量差 E 。但 β 衰变产生电子,需消耗电子静质量能,故释放的能量为

$$\Delta E = E - m_e c^2 = 6 \text{ MeV} - 0.51 \text{ MeV} = 5.49 \text{ MeV}$$

【补充】①核子的能量 E 包括动能 K 和静质量能 $m_0 c^2$,即 $E = K + m_0 c^2$ 。

若核子处于激发态,设其激发能(激发态和基态能量差)为 E^* ,由质能方程 $E = mc^2$ 可知,激发能可以等效为核静质量的增加,核子静质量 $m_0^* = m_0 + \frac{E^*}{c^2}$ 。

②在核反应过程中,各生成物的动能总和减去各反应物的动能总和,称为反应能 Q 。

根据能量守恒,反应前“各粒子动能总和”加“静质量能总和”等于反应后“动能总和”加“静质量总和”,故反应能 Q 也等于反应前后静质量能的变化

$\Delta m_0 c^2$ 。

③对于第一个核反应(由于原子核被视为静止,故铝核动能不计):

产生基态铝核时,反应能 $Q_1 = 9 - 2.74 = 6.26 \text{ MeV} = (m_{\text{iH}} + m_{\text{27}_{13}\text{Al}} - m_{\text{28}_{13}\text{Al}} - m_{\text{iH}}) c^2$

产生激发态铝核时,反应能 $Q_2 = 3 - 2.74 = 0.26 \text{ MeV} = (m_{\text{iH}} + m_{\text{27}_{13}\text{Al}} - m_{\text{28}_{13}\text{Al}^*} - m_{\text{iH}}) c^2$

故 $Q_1 - Q_2 = (m_{\text{28}_{13}\text{Al}^*} - m_{\text{28}_{13}\text{Al}}) c^2 = E^*$, 即激发能 $E^* = 6 \text{ MeV}$

(核反应产生激发态核过程中,相当于有一部分能量暂时储存在核中,然后核子跃迁重新释放能量)

2025年6月浙江省普通高校招生选考科目考试

物理

考试时间90分钟。

选择题部分

一、选择题 I (本题共10小题,每小题3分,共30分。每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的,不选、多选、错选均不得分)

1. 光子能量 $E = h\nu$, 式中 ν 是光子的频率, h 是普朗克常量。 h 的单位是

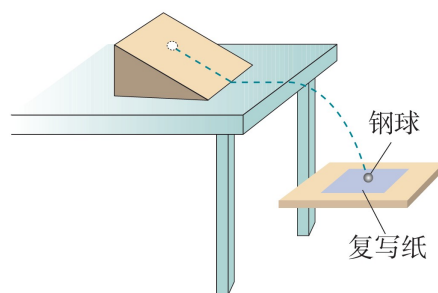
- A. $\text{J} \cdot \text{s}$ B. $\text{N} \cdot \text{s}$ C. kg D. m

2. 2025年4月30日,“神舟十九号载人飞船”返回舱安全着陆,宇航员顺利出舱。在其返回过程中,下列说法正确的是

- A. 研究返回舱运行轨迹时,可将其视为质点
B. 随着返回舱不断靠近地面,地球对其引力逐渐减小
C. 返回舱落地前,反推发动机点火减速,宇航员处于失重状态
D. 用返回舱的轨迹长度和返回时间,可计算其平均速度的大小

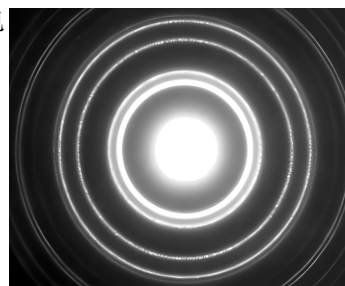
3. 如图所示,在水平桌面上放置一斜面,在桌边水平放置一块高度可调的木板。让钢球从斜面上同一位置静止滚下,越过桌边后做平抛运动。当木板离桌面的竖直距离为 h 时,钢球在木板上的落点离桌边的水平距离为 x ,则

- A. 钢球平抛初速度为 $x\sqrt{\frac{2h}{g}}$
B. 钢球在空中飞行时间为 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$
C. 增大 h , 钢球撞击木板的速度方向不变
D. 减小 h , 钢球落点离桌边的水平距离不变

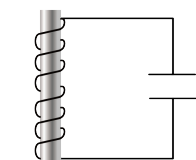
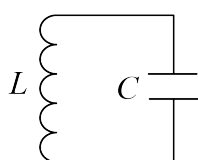


4. 一束高能电子穿过铝箔,在铝箔后方的屏幕上观测到如图所示的电子衍射图样。则

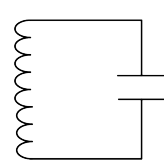
- A. 该实验表明电子具有粒子性
B. 图中亮纹为电子运动的轨迹
C. 图中亮纹处电子出现的概率大
D. 电子速度越大,中心亮斑半径越大



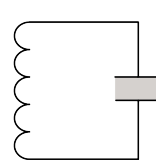
5. 如图所示的 LC 振荡电路,能减小其电磁振荡周期的措施是



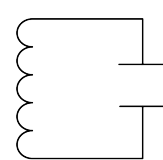
线圈中插入铁芯
A



线圈匝数增加
B

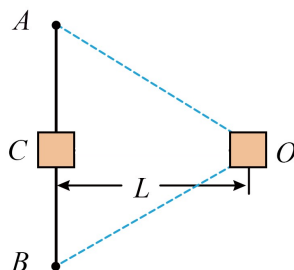


电容器极板间插入电介质
C



电容器极板间距增大
D

6. 如图所示,两根相同的橡皮绳,一端连接质量为 m 的物块,另一端固定在水平桌面上的 A 、 B 两点。物块处于 AB 连线的中点 C 时,橡皮绳为原长。现将物块沿 AB 中垂线水平拉至桌面上的 O 点静止释放,已知 CO 距离为 L ,物块与桌面间的动摩擦因数为 μ ,橡皮绳始终处于弹性限度内,不计空气阻力,则释放后

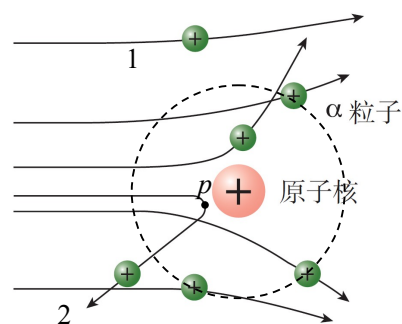


- A. 物块做简谐运动
 B. 物块只受到重力、橡皮绳弹力和摩擦力的作用
 C. 若 $\angle AOB = 90^\circ$ 时每根橡皮绳的弹力为 F , 则物块所受合力大小为 $\sqrt{2}F$
 D. 若物块第一次到达 C 点的速度为 v_0 , 此过程中橡皮绳对物块做的功 $W = \frac{1}{2}mv_0^2 + \mu mgL$
7. 如图所示,风光互补环保路灯的主要构件有:风力发电机,单品硅太阳能板,额定电压 48 V 容量 200 Ah 的储能电池,功率 60 W 的 LED 灯。已知该路灯平均每天照明 10 h ; 1 kg 标准煤完全燃烧可发电 2.8 度,排放二氧化碳 2.6 kg 。则



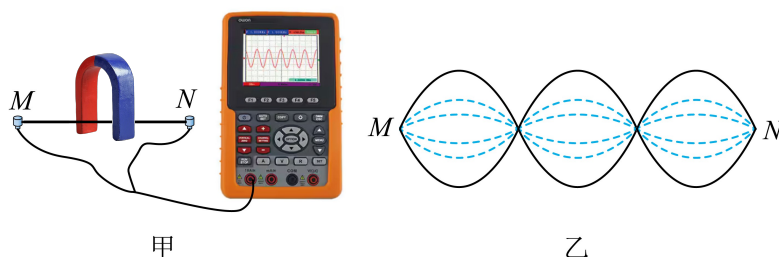
- A. 风力发电机的输出功率与风速的平方成正比
 B. 太阳能板上接收到的辐射能全部转换成电能
 C. 该路灯正常运行 6 年,可减少二氧化碳排放量约 $1.2 \times 10^6\text{ kg}$
 D. 储能电池充满电后,即使连续一周无风且阴雨,路灯也能正常工作
8. 一束 α 粒子撞击一静止的金原子核,它们的运动轨迹如图所示。图中虚线是以金原子核为圆心的圆。已知静电力常量 $k = 9.0 \times 10^9\text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, 元电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$, 金原子序数为 79, 不考虑 α 粒子间的相互作用, 则

- A. 沿轨迹 1 运动的 α 粒子受到的库仑力先做正功, 后做负功
 B. 沿轨迹 2 运动的 α 粒子到达 P 时动能为零、电势能最大
 C. 位于图中虚线圆周上的 3 个 α 粒子的电势能不相等
 D. 若 α 粒子与金原子核距离为 10^{-14} m , 则库仑力数量级为 10^2 N



9. 高空抛物伤人事件时有发生,成年人头部受到 500 N 的冲击力,就会有生命危险。设有一质量为 50 g 的鸡蛋从高楼坠落,以鸡蛋上、下沿接触地面的时间差作为其撞击地面的时间,上、下沿距离为 5 cm ,要产生 500 N 的冲击力,估算鸡蛋坠落的楼层为
- A. 5 层 B. 8 层 C. 17 层 D. 27 层

10. 如图甲所示,有一根长 1 m 、两端固定紧绷的金属丝,通过导线连接示波器。在金属丝中点处放置一蹄形磁铁,在中点附近 1.00 cm 范围内产生 $B = 10^{-3}\text{ T}$ 、方向垂直金属丝的匀强磁场(其他区域磁场忽略不计)。现用一激振器使金属丝发生垂直于磁场方向的上下振动,稳定后形成如图乙所示的不同时刻的波形,其中最大振幅 $A = 0.5\text{ cm}$ 。若振动频率为 f ,则振动最大速度 $v = 2\pi fA$ 。已知金属丝接入电路的电阻 $r = 0.5\ \Omega$,示波器显示输入信号的频率为 150 Hz 。下列说法正确的是



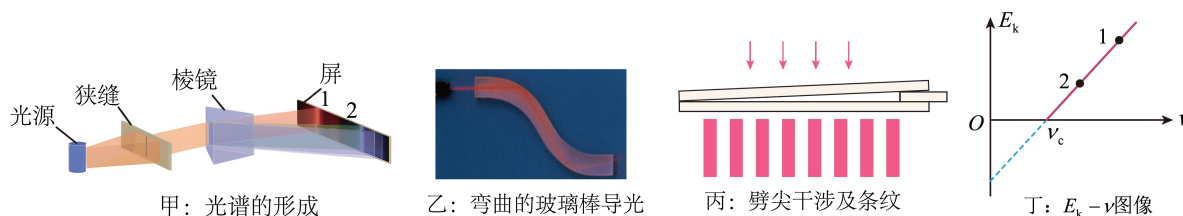
- A. 金属丝上波的传播速度为 $\frac{3}{2}\pi\text{ m/s}$
- B. 金属丝产生的感应电动势最大值约为 $\frac{3}{2}\pi \times 10^{-3}\text{ V}$
- C. 若将示波器换成可变电阻,则金属丝的最大输出功率约为 $\frac{9}{16}\pi^2 \times 10^{-10}\text{ W}$
- D. 若让激振器产生沿金属丝方向的振动,其他条件不变,则金属丝中点的振幅为零

二、选择题 II (本题共 3 小题,每小题 4 分,共 12 分,每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分)

11. 下列说法正确的是

- A. 热量能自发地从低温物体传到高温物体
- B. 按照相对论的时间延缓效应,低速运动的微观粒子寿命比高速运动时更长
- C. 变压器原线圈中电流产生的变化磁场,在副线圈中激发感生电场,从而产生电动势
- D. 热敏电阻和电阻应变片两种传感器,都是通过测量电阻,确定与之相关的非电学量

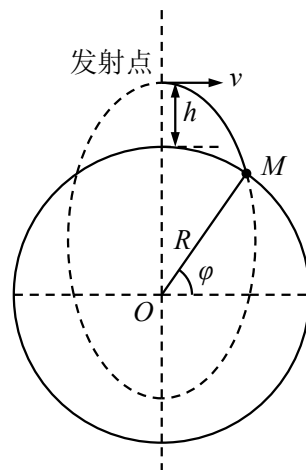
12. 氢原子从 $n = 4, 6$ 的能级向 $n = 2$ 的能级跃迁时分别发出光 P, Q 。则



- A. P, Q 经过甲图装置时屏上谱线分别为 2、1
- B. 若乙图玻璃棒能导出 P 光,则一定也能导出 Q 光
- C. 若丙图是 P 入射时的干涉条纹,则 Q 入射时条纹间距减小
- D. P, Q 照射某金属发生光电效应,丁图中的点 1、2 分别对应 P, Q

13. 月球有类似于地球的南北两极和纬度。如图所示,月球半径为 R , 表面重力加速度为 $g_{\text{月}}$, 不考虑月球自转。从月球北极正上方水平发射一物体, 要求落在纬度 $\varphi = 60^\circ$ 的 M 处, 其运动轨迹为椭圆的一部分。假设月球质量集中在球心 O 点, 如果物体沿椭圆运动的周期最短, 则

- A. 发射点离月面的高度 $h = \frac{\sqrt{3}}{4} R$
 B. 物体沿椭圆运动的周期为 $\frac{3\pi}{4} \sqrt{\frac{3R}{g_{\text{月}}}}$
 C. 此椭圆两焦点之间的距离为 $\frac{\sqrt{3}}{2} R$
 D. 若水平发射的速度为 v , 发射高度为 h , 则物体落到 M 处的速度 $v_M = \sqrt{v^2 + 2g_{\text{月}}h}$

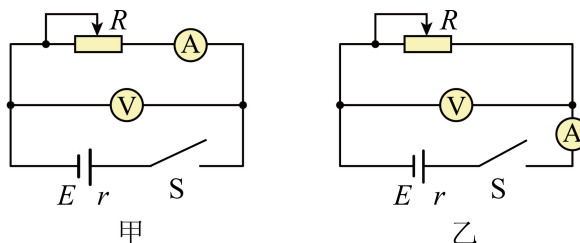


非选择题部分

三、非选择题 (本题共 5 小题, 共 58 分)

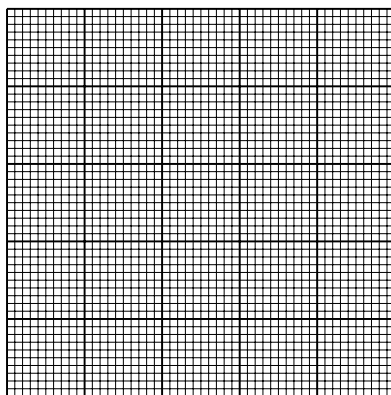
14. I (7 分) 在测量一节干电池的电动势和内阻的实验中,

(1) 为了减小测量误差, 如图所示的电路中应该选择的是 _____ (选填“甲”或“乙”);



次数	1	2	3	4	5
U/V	1.35	1.30	1.25	1.20	1.15
I/A	0.14	0.22	0.30	0.37	0.45

- (2) 通过调节滑动变阻器, 测得多组 U 、 I 数据, 记录于题表。试在答题纸上的方格纸中建立合适的标度, 描点并作出 $U-I$ 图像, 由此求得电动势 $E = \underline{\hspace{2cm}} \text{V}$, 内阻 $r = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。(结果均保留到小数点后两位)



14. II (7分) 在用单摆测重力加速度的实验中,

(1) 如图1所示,可在单摆悬点处安装力传感器,也可在摆球的平衡位置处安装光电门。甲同学利用力传感器,获得传感器读取的力与时间的关系图像,如图2所示,则单摆的周期为 _____ s (结果保留3位有效数字)。乙同学利用光电门,从小钢球第1次遮光开始计时,记下第 n 次遮光的时刻 t ,则单摆的周期为 $T =$ _____;

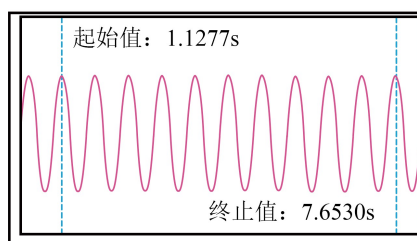


图2

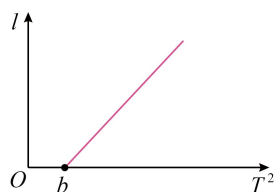


图3

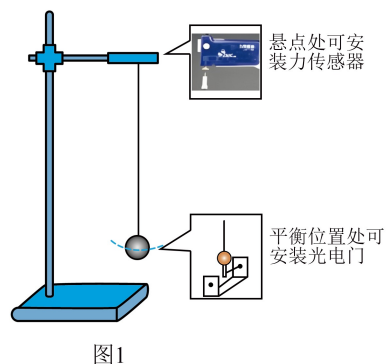


图1

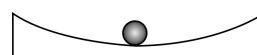


图4

(2) 丙同学发现小钢球已变形,为减小测量误差,他改变摆线长度 l ,测出对应的周期 T ,作出相应的 $l - T^2$ 关系图线,如图3所示。由此算出图线的斜率 k 和截距 b ,则重力加速度 $g =$ _____,小钢球重心到摆线下端的高度差 $h =$ _____; (结果均用 k 、 b 表示)

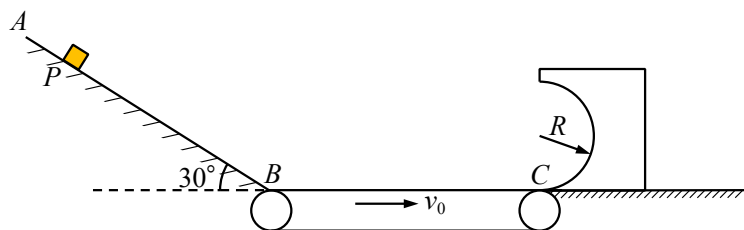
(3) 丁同学用3D打印技术制作了一个圆心角等于 5° 、半径已知的圆弧槽,如图4所示。他让小钢球在槽中运动,测出其运动周期,算出重力加速度为 8.64 m/s^2 。若周期测量无误,则获得的重力加速度明显偏离实际值的最主要原因是 _____。

15. (8分) “拔火罐”是我国传统医学的一种疗法。治疗时,医生将开口面积为 S 的玻璃罐加热,使罐内空气温度升至 t_1 ,然后迅速将玻璃罐倒扣在患者皮肤上 (状态1)。待罐内空气自然冷却至室温 t_2 ,玻璃罐便紧贴在皮肤上 (状态2)。从状态1到状态2过程中罐内气体向外界放出热量 7.35 J 。已知 $S = 1.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2$, $t_1 = 77^\circ\text{C}$, $t_2 = 27^\circ\text{C}$ 。忽略皮肤的形变,大气压强 $p_0 = 1.05 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。求

- (1) 状态2时罐内气体的压强;
- (2) 状态1到状态2罐内气体内能的变化;
- (3) 状态2时皮肤受到的吸力大小。

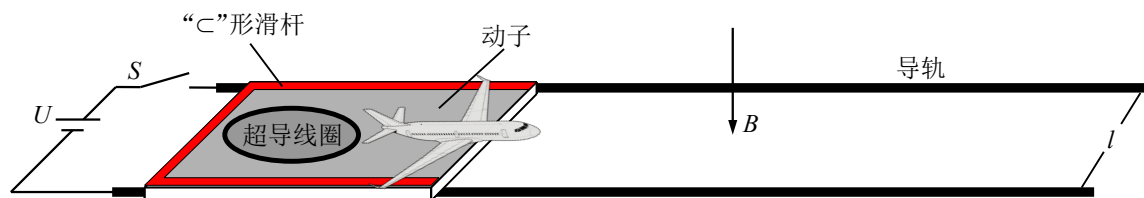


16. (11 分) 某兴趣小组设计了一传送装置,其竖直截面如图所示。 AB 是倾角为 30° 的斜轨道, BC 是以恒定速率 v_0 顺时针转动的水平传送带,紧靠 C 端有半径为 R 、质量为 M 置于光滑水平面上的可动半圆弧轨道,水平面和传送带 BC 处于同一高度,各连接处平滑过渡。现有一质量为 m 的物块,从轨道 AB 上与 B 相距 L 的 P 点由静止下滑,经传送带末端 C 点滑入圆弧轨道。物块与传送带间的动摩擦因数为 μ ,其余接触面均光滑。已知 $R = 0.36\text{ m}$, $L = 1.6\text{ m}$, $v_0 = 5\text{ m/s}$, $m = 0.2\text{ kg}$, $M = 1.8\text{ kg}$, $\mu = 0.25$ 。不计空气阻力,物块可视为质点,传送带足够长。求物块
- (1) 滑到 B 点处的速度大小;
 - (2) 从 B 点运动到 C 点过程中摩擦力对其做的功;
 - (3) 在传送带上滑动过程中产生的滑痕长度;
 - (4) 即将离开圆弧轨道最高点的瞬间,受到轨道的压力大小。



17. (12分) 如图所示,某兴趣小组设计了一新型两级水平电磁弹射系统。第一级由间距为 l 的水平金属导轨、可在导轨上滑行的导电动子、输出电压恒为 U 的电源和开关 S 组成,由此构成的回路总电阻为 R_1 ;第二级由固定在动子上间距也为 l 的导电“C”形滑杆、锁定在滑杆上可导电的模型飞机组成,由此构成的回路总电阻为 R_2 。另外在第二级回路内固定一超导线圈,它与第一、第二两级回路三者彼此绝缘。导轨间存在方向竖直向下、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。接通开关 S ,动子从静止开始运动,所受阻力与其速度成正比,比例系数为 k 。当动子运动距离为 x_m 时(可视为已匀速),立即断开 S ,在极短时间内实现下列操作:首先让超导线圈通上大电流,产生竖直方向的强磁场,在第二级回路中产生磁通量 Φ ;再让超导线圈断开,磁场快速消失,同时解锁飞机,对飞机实施第二次加速,飞机起飞。已知动子及安装其上所有装备的总质量为 M ,其中飞机质量为 m ,在运动过程中,动子始终与导轨保持良好接触,忽略导轨电阻。

- (1) 求动子在接通 S 瞬间受力的大小;
- (2) 求第一级弹射过程中动子能达到的最大速度 v_m ;
- (3) 求第一级弹射过程中电源输出的总能量 W ;
- (4) 判断超导线圈中电流方向(俯视),并求飞机起飞时的速度大小。



18. (13 分) 利用磁偏转系统可以测量不同核反应中释放的高能粒子能量,从而研究原子核结构。如图 1 所示,用回旋加速器使氦原子核 (${}^4_2\text{He}$) 获得 2.74 MeV 动能,让其在 S 处撞击铝 (${}^{27}_{13}\text{Al}$) 核发生核反应,产生处于某一激发态和基态的同位素核 (${}^{28}_{13}\text{Al}$)、以及两种不同能量的质子 (${}^1_1\text{H}$)。产生的质子束经狭缝 X 沿水平直径方向射入半径为 R ,方向垂直纸面向里、大小为 B 的圆形匀强磁场区域,经偏转后打在位于磁场上方的探测板上 A 、 D 处(探测板与磁场边界相切于 A 点, D 点与磁场圆心 O 处在同一竖直线上),获得如图 2 所示的质子动能的能谱图。

(1) 写出氦核撞击铝核的核反应方程;

(2) 求 A 、 D 的间距 L ;

(3) 若从回旋加速器引出的高能氦核流为 1.0 mA,求回旋加速器的输出功率;

(4) 处于激发态的 ${}^{28}_{13}\text{Al}$ 核会发生 β 衰变,核反应方程是 ${}^{28}_{13}\text{Al} \rightarrow {}^{28}_{14}\text{Si} + {}^0_{-1}\text{e}$ 。若 ${}^{28}_{13}\text{Al}$ 核质量等于 ${}^{28}_{14}\text{Si}$ 核质量,电子质量为 $0.51 \text{ MeV}/c^2$,在上述两个核反应过程中,原子核被视为静止,求衰变释放的能量。

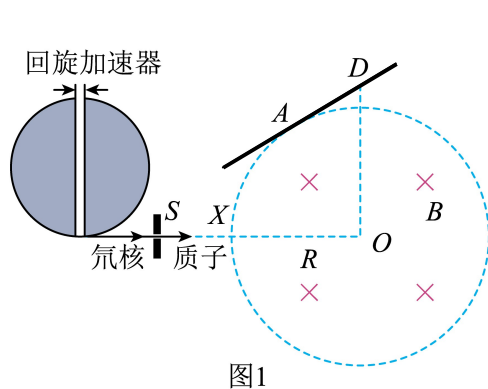


图1

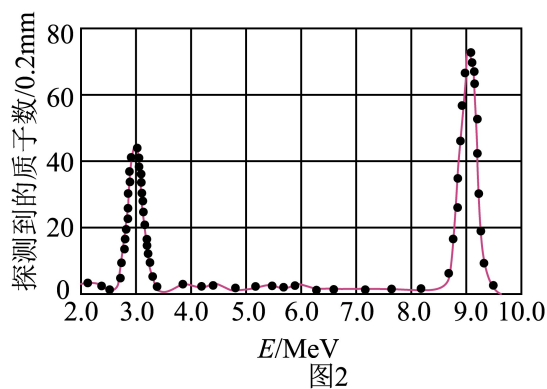


图2