

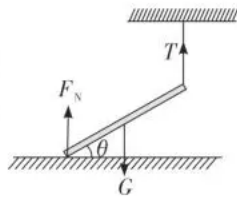
物理参考答案

一、选择题:本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 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。

题号	1	2	3	4	5	6
答案	C	D	B	D	C	D

1. C 【解析】黑体会产生电磁辐射,按照当时物理学的认识,因为物体中存在着的不停运动的带电微粒,带电微粒的振动会产生变化的电磁场,从而产生电磁辐射,故 A 正确;光电效应实验中,施加反向电压,光电流不会直接消失,反向电压只会使得电子减速,只有反向电压超过遏止电压,才能够使得光电流减小到 0,故 B 正确;卢瑟福用 α 粒子轰击氦气,成功实现了人类历史上第一次人工核反应,并发现了质子。但发现绝大多数原子核的质量与电荷量之比都大于质子的对应比值,因此猜测了中子的存在;中子的存在由卢瑟福的学生查德威克通过实验证实,故 C 错误;要使得两个轻核克服排斥力,距离达到 10^{-15} m 之内,核力才能够起作用,需要将物质加热到几百万开尔文时,才能发生核聚变,故 D 正确。本题选不正确的,故选 C。

2. D 【解析】对钢管受力分析,如图所示,细钢管受到的重力方向竖直向下,故 A 错误;水平地面对细钢管的支持力方向与地面垂直,故 B 错误;若钢管受到地面的摩擦力,则钢管水平方向受力不平衡,钢管不可能处于静止状态,故地面对钢管左端的摩擦力大小为零。故 C 错误,D 正确。故选 D。

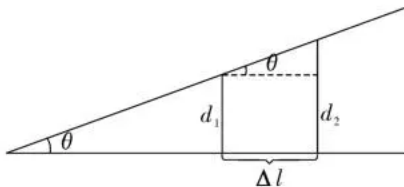


3. B 【解析】足球的加速度先不变、后减小、再增大,A 错误;足球在平衡位置动能最大,故在 B 点时的动能最大,B 正确;弹性势能增加,故足球的机械能不守恒,C 错误;网兜的弹性势能一直增大,D 错误。

4. D 【解析】由场强叠加原理可知 O 点场强不为零,故 A 错误;H 点到各个点电荷距离一样,故电势叠加后为零,故 B 错误;由电势叠加可知 z 轴上电势均为 0,故电场力不做功,故 C 错误;A、B 两处点电荷在 H 点的合场强为 $E_1 = \frac{\sqrt{2}kq}{(\sqrt{2}L)^2}$,同理 C、D 两处点电荷在 H 点的合场强为 $E_2 = \frac{\sqrt{2}kq}{(\sqrt{2}L)^2}$,由于 E_1 与 E_2 垂直,故 H 处的电场

强度大小为 $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{kq}{L^2}$,故 D 正确。

5. C 【解析】光线在空气膜的上、下表面处反射,并发生干涉,从而形成干涉条纹。设空气膜顶角为 θ , Δl 为两相邻亮条纹的间距,如图所示。两处光的路程差分别为 $\delta_1 = 2d_1$, $\delta_2 = 2d_2$ 。因为 $\delta_2 - \delta_1 = \lambda$,所以 $d_2 - d_1 = \frac{\lambda}{2}$ 。由几何关系可得 $\frac{d_2 - d_1}{\Delta l} = \tan \theta$,即 $\Delta l = \frac{\lambda}{2 \tan \theta}$ 。当抽去一张纸片时, θ 减小, Δl 增大,即条纹变疏。A、B、D 选项描述正确,本题选错误的,故选 C。



6. D 【解析】根据理想变压器电压与匝数比的关系 $\frac{U_0}{U_2} = n_L$,解得 $U_2 = \frac{U_0}{n_L}$,故 A 错误。输电线上的电流 $I = \frac{P_0}{U_2} = P_0 \times \frac{n_L}{U_0} = \frac{n_L P_0}{U_0}$,输电线上的功率损失 $\Delta P = I^2 R = \left(\frac{n_L P_0}{U_0}\right)^2 R = \frac{n_L^2 P_0^2 R}{U_0^2}$,根据理想变压器的功率关系 $P_4 = P_3 = P_0 - \Delta P$,代入数据解得 $P_4 = \frac{P_0(U_0^2 - n_L^2 P_0 R)}{U_0^2}$,故 B 错误,C 错误。设降压变压器原线圈上电压的变化为 ΔU_1 ,

根据变压器的电压比与匝数比的关系 $\frac{\Delta U_1}{\Delta U} = n_T$ 。解得 $\Delta U_1 = n_T \Delta U$,由于副线圈上只有一个线圈,设原线圈上电流的变化为 ΔI_1 ,根据理想变压器电流与匝数比的关系,则对降压变压器 $\Delta I_1 = \frac{1}{n_T} \cdot \Delta I$ 。降压变压器上电压的变化是由于输电线上消耗的电压的变化引起的,对输电线上的电阻,由欧姆定律可得 $\Delta U_1 = \Delta I_1 R$ 。联立解得

$n_T = \sqrt{\frac{R}{k}}$,故 D 正确。

二、选择题:本题共4小题,每小题5分,共20分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求。全部选对的得5分,选对但不全的得3分,有选错的得0分。

题号	7	8	9	10
答案	BD	BD	AC	AD

7. BD **【解析】**由图乙可知质点P在 $t=0$ 时刻向下振动,根据平移法可知该波沿 x 轴负方向传播,故A错误;由图甲、乙可知波长为4 km,周期为1 s,则该波的波速为 $v=\frac{\lambda}{T}=4$ km/s。沿 x 轴传播52 km 距离需要 $t'=\frac{x}{v}=13$ s,故B正确;波沿 x 轴负方向传播,则Q点在 $t=0$ 时刻向下振动,振动方程为 $y=-14\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ cm $=-14\sin(2\pi t)$ cm,故C错误;该波的频率为 $f=\frac{1}{T}=1$ Hz,与频率为1 Hz的简谐横波相遇,能够形成干涉图样,故D正确;故选BD。

8. BD **【解析】**根据万有引力提供向心力可知 $G\frac{m_{地}m}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$, $v=\sqrt{\frac{Gm_{地}}{r}}$,即当半径增大到2倍时, v 变为原来的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 。受到的万有引力大小减小为原来的 $\frac{1}{4}$ 。A错误,BD正确。只有 ω 一定时, r 增大2倍, v 才增大2倍。实际上,随着 r 的增大,由 $\frac{r^3}{T^2}=k$ 可知周期 T 增大,则 $\omega=\frac{2\pi}{T}$ 减小,而不能保持一定。即 ω 也是 r 的函数,函数关系为 $\omega=\frac{v}{r}=\sqrt{\frac{Gm}{r^3}}$ 。故选BD。

9. AC **【解析】**根据能量守恒: $mgR\cos 30^\circ=\frac{1}{2}mv^2$,得 $v=10$ m/s,故A正确;根据运动对称性, $t=\frac{2v\sin 30^\circ}{g}=1$ s,则 $x=v\cos 30^\circ t=5\sqrt{3}$ m,故B错误;设运动员与圆心连线与水平方向夹角为 θ ,则 $mgR\sin\theta=\frac{1}{2}mv^2$,且向心力方程: $N-mg\sin\theta=\frac{mv^2}{R}$,得 $N=3mg\sin\theta$,故 $ma_y=N_y-mg=3mg\sin^2\theta-mg$,故在B点时,竖直方向加速度最大 $a_y=2g$, $ma_x=N_x=3mg\sin\theta\cos\theta$,当 $\theta=45^\circ$ 时, $a_x=1.5g$,故C正确。运动员在圆弧轨道运动过程中,支持力与重力的合力冲量大小为 500 N·s,故支持力冲量大小不等于 500 N·s,故D错误。

10. AD **【解析】**电场中加速过程有 $qU=\frac{1}{2}mv^2$,静电分析器内做圆周运动有 $qE=\frac{mv^2}{R}$,故 $E=\frac{2U}{R}$,故A正确;只要满足 $E=\frac{2U}{R}$,与粒子质量无关,故B错误;水平方向动量定理: $qBy=kx$,且 $\tan\theta=\frac{y}{x}$,故 θ 与 k 的关系满足 $k=qB\tan\theta$,C错误;全过程竖直方向动量定理: $ky'+qBx'=mv$,水平方向动量定理: $qBy'=kx'$,代入初速度 v ,可得最终停下的点到AD的距离为 $y'=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}\sin\theta\cos\theta$ 。

三、非选择题:本题共5小题,共56分。

11. (7分)(1)4.80(2分) (2) $\frac{d}{t_1}$ (2分) (3) $mgh=\frac{1}{2}(2M+m)\left[\left(\frac{d}{t_2}\right)^2-\left(\frac{d}{t_1}\right)^2\right]$ (2分) (4)CD(1分,选不全得0.5分,选错不得分)

【解析】(1)挡光片的宽度 $d=4$ mm $+0.05$ mm $\times 16=4.80$ mm

(2)重锤A与重锤B用绳子连接,速度大小相等,重锤A经过光电门1时速度的大小为 $v_1=\frac{d}{t_1}$

(3)若系统满足机械能守恒定律 $mgh=\frac{1}{2}(2M+m)v_2^2-\frac{1}{2}(2M+m)v_1^2$,根据题意得 $v_1=\frac{d}{t_1}$, $v_2=\frac{d}{t_2}$

可知系统机械能守恒需要满足关系式 $mgh=\frac{1}{2}(2M+m)\left[\left(\frac{d}{t_2}\right)^2-\left(\frac{d}{t_1}\right)^2\right]$

(4)存在空气阻力,有机械能损失,系统增加的动能略小于系统减少的重力势能,A不符合题意;细绳与滑轮间有摩擦力,有机械能损失,系统增加的动能略小于系统减少的重力势能,B不符合题意;若遮光条宽度 d 的测量值偏大,则可能导致 $mgh<\frac{1}{2}(2M+m)\left[\left(\frac{d}{t_2}\right)^2-\left(\frac{d}{t_1}\right)^2\right]$ 。即系统增加的动能略大于系统减少的重力势能,C符合题意;若重锤A(含遮光条)实际质量大于 M ,则可能导致 $mgh<(m+m_{遮})gh=\frac{1}{2}(2M+m)\cdot$

$\left[\left(\frac{d}{t_2}\right)^2-\left(\frac{d}{t_1}\right)^2\right]$ 。即系统增加的动能略大于系统减少的重力势能测量值,D符合题意。故选CD。

12. (9分)(1)Q(2分) M(2分) (2)①A(2分) ③ $r-R_0$ (2分) (3) $\frac{I_2 r - I_1 R_2}{I_1}$ (1分)

【解析】(1)为减小测量误差,图中两个电流表应同时偏转较大角度,电阻箱 R_2 的阻值应约为 5Ω ,故选Q。为了保护电路,滑动变阻器测量时应始终处于安全电流范围,故选M。

(2)实验前应先将滑动变阻器 R_1 的滑动触头移到最左端;再将电阻箱 R_2 的阻值调到最大,以保证电表安全,故选A。校准时两电表示数相同,则两支路阻值相同,即 $R_{A_2} = R_{A_1} + R_0$,可得 $R_A = r - R_0$ 。

(3)测得电流表 A_1 、 A_2 的示数分别为 I_1 、 I_2 ,电阻箱的示数为 R_2 ,则电流表 A_1 两端的电压为 $U_{A_1} = I_2 r - I_1 R_2$,故电流表 A_1 电阻的测量值为 $R_{A_1} = \frac{U_{A_1}}{I_1} = \frac{I_2 r - I_1 R_2}{I_1}$ 。

13. (10分)【解析】(1)由题知,整个过程可认为气体的体积不变,则有 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ 2分

解得 $T_2 = 660\text{ K}$ 3分

(2)根据压强的定义,容器一侧内壁受到的压力 $F = p_2 S$ 2分

得 $F = 1.98 \times 10^4\text{ N}$ 3分

14. (14分)【解析】(1)设导体棒 a 和圆弧轨道速度分别为 v_0 、 v ,水平方向动量守恒: $mv_0 = mv$ 1分

能量守恒: $mgL = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mv_0^2$ 1分

得 $v_0 = \sqrt{gL}$ 1分

电动势 $E = BLv_0 = BL\sqrt{gL}$ 1分

导体棒 a 两端电压 $U = \frac{1}{2}E = \frac{1}{2}BL\sqrt{gL}$ 2分

(2)动量守恒: $mv_0 = 2mv_*$ 1分

得 $v_* = \frac{1}{2}\sqrt{gL}$ 1分

能量守恒: $Q = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_*^2 \times 2 = \frac{1}{4}mgL$ 1分

$Q_a = \frac{1}{2}Q = \frac{1}{8}mgL$ 1分

(3) b 棒速度最大时: $\mu mg = \frac{B^2 L^2 (v_a - v_b)}{2R}$ 1分

对导体棒 a 由动量定理: $-\frac{B^2 L^2 (x_a - x_b)}{2R} - \mu mgt = mv_a - mv_0$ 1分

对导体棒 b 由动量定理: $\frac{B^2 L^2 (x_a - x_b)}{2R} - \mu mgt = mv_b$ 1分

联立可得: $x_{\text{相}} = x_a - x_b = \frac{mR\sqrt{gL}}{B^2 L^2} - \frac{2\mu gm^2 R^2}{B^4 L^4}$ 1分

15. (16分)【解析】(1)由摩托车从A到F点的全过程速率恒定且恰好足以使得骑手通过竖直圆轨道可知,在C点时有

$mg = \frac{mv_0^2}{R}$ 2分

解得 $v_0 = \sqrt{gR}$ 2分

(2)当摩托车通过竖直面内圆轨道时,取摩托骑手经过竖直面内圆周运动同一竖直线上的上下两点P与Q分析,在Q点,由向心力公式有

$N_1 - mg \cos \theta = \frac{mv_0^2}{R}$ 1分

在P点,由向心力公式有

$N_2 + mg \cos \theta = \frac{mv_0^2}{R}$ 1分

两式相加可得

$$N_1 + N_2 = \frac{2mv_0^2}{R}$$

因摩托车在不同位置与圆轨道间的压力不同,所以摩擦力是一个变力,将圆轨道分成 $2N$ 段,在轨道上下关于水平直径对称的位置上取两小段,每段的长度为 $\Delta x = \frac{2\pi R}{2N}$,则在 A、B 两小段的压力可视为恒力,摩擦力做功

$$\text{之和为 } W_{f_{\Delta x}} = \mu(N_1 + N_2)\Delta x$$

$$\text{解得 } W_{f_1} = N \times \mu \times \frac{2mv_0^2}{R} \times \frac{2\pi R}{2N} = 2\mu\pi mgR \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

当摩托车通过直轨道时候,设倾斜轨道与水平面的夹角为 θ ,摩擦力所做的功

$$W_{f_2} = \mu mg(x_{AB} + x_{BE}) + \mu mg \cos \theta \cdot x_{EF} = 4\mu mgR \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

从 A 到 P 全过程,对摩托车和骑手而言,有

$$W - W_{f_1} - W_{f_2} - mgR = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

$$\text{得 } W = (2\mu\pi + 4\mu + 1)mgR \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

(3)①调整轨道 EF 长度,实则调整摩托车飞出时速度与水平面的夹角 θ

法一:运动分解为水平方向的匀速运动和竖直方向的竖直上抛运动,则

$$x = v_0 \cos \theta \times t \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

结合速度矢量三角形图示,我们有

$$x = \frac{2 \times \frac{1}{2} \times v_0 \cos \theta \times gt}{g} = \frac{2}{g} \times S$$

其中 S 为矢量三角形的面积,即当面积最大的时候,水平抛射距离也最大。根据机械能守恒定律

$$mgR + \frac{1}{2}mv_0^2 = 0 + \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

即末速度的大小 $v = \sqrt{v_0^2 + 2gR}$ 是固定的,易知:当 $v \perp v_0$ 时,面积取最大值。此时,结合速度矢量三角形可得

$$\sin \theta = \frac{v_0}{\sqrt{v_0^2 + v^2}} = \frac{v_0}{\sqrt{2v_0^2 + 2gR}} = \frac{1}{2}$$

故斜面 EF 的长度

$$EF = \frac{DF}{\sin \theta} = 2R \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

法二:将摩托飞车飞出之后的运动分解为水平方向的匀速运动和竖直方向的竖直上抛运动,则

$$x = v_0 \cos \theta \times t \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

$$R = -v_0 \sin \theta \times t + \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

联立得

$$R = -v_0 \sin \theta \times \frac{x}{v_0 \cos \theta} + \frac{1}{2}g \times \left(\frac{x}{v_0 \cos \theta}\right)^2$$

利用正余弦的二倍角公式和辅助角公式,变形得

$$gx^2 - v_0^2 R = v_0^2 \sqrt{x^2 + R^2} \sin(2\theta + \varphi)$$

其中 $\tan \varphi = \frac{R}{x}$,考虑到 $\sin(2\theta + \varphi) \leq 1$,上式平方后整理得

$$x \leq \frac{v_0}{g} \sqrt{v_0^2 + 2gR}$$

可得 $\sin(2\theta + \varphi) = 1$ 时 x 取最大值,此时满足

$$\sin \theta = \frac{v_0}{\sqrt{2v_0^2 + 2gR}} = \frac{1}{2}$$

故斜面 EF 的长度

$$EF = \frac{DF}{\sin \theta} = 2R \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

②由设物体第 n 次与地面发生碰撞前的水平速度为 v_{nx} 、竖直速度为 v_{ny} ，则由①可知

$$v_{1x} = v_0 \cos \theta = \frac{\sqrt{3gR}}{2}$$

$$v_{1y} = \sqrt{(v_0 \sin \theta)^2 + 2gR} = \frac{3\sqrt{gR}}{2}$$

又由碰撞前后有

$$v_{<n+1>y} = ev_{ny}$$

由碰撞前后竖直方向上的动量定理有

$$I_{N_n} = mv_{<n+1>y} + mv_{ny} \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

碰撞前后水平方向上的动量定理有

$$-I_{f_n} = mv_{<n+1>x} - mv_{nx} \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

又由碰撞全过程所受地面的摩擦力始终为摩托车对地面压力的 k 倍，有

$$I_{f_n} = kI_{N_n}$$

联立上式可得

$$v_{<n+1>x} = v_{nx} - (1+e)kv_{ny}$$

以此类推，有

$$v_{nx} = v_{<n-1>x} - (1+e)kv_{<n-1>y}$$

.....

$$v_{2x} = v_{1x} - (1+e)kv_{1y}$$

上述方程累加有

$$v_{<n+1>x} = v_{1x} - (1+e)k(v_{ny} + v_{<n-1>y} + \dots + v_{1y})$$

由等比数列递推公式与求和公式有

$$v_{<n+1>x} = \frac{\sqrt{3gR}}{2} - \frac{1+e}{1-e}k(1-e^n)\frac{3\sqrt{gR}}{2}$$

故可知第 n 次碰撞后的水平速度为

$$v_{<n+1>x} = \frac{\sqrt{3gR}}{2} - \frac{1+e}{1-e}k(1-e^n)\frac{3\sqrt{gR}}{2} \dots\dots\dots 1 \text{分}$$