

14. D 【命题点】万有引力定律的应用

【解析】设地球半径为 R , 地球质量为 M , 探测器质量为 m , 探测器在远离地球的过程中, 其所受地球的引力大小为 $F = \frac{GMm}{(R+h)^2}$, 由此可知, 随着 h 的增大, F 逐渐减小, 但 F 随 h 不是均匀减小的, D 正确。

易错警示 本题的易错点在于不清楚万有引力的表达式, 或不能正确将表达式与图像的形狀相匹配从而导致错选。

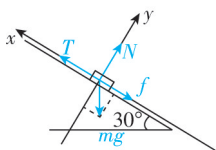
15. C 【命题点】质能关系

【解析】该核反应过程的质量亏损约为 $\Delta m = 4m_p - m_\alpha = 0.0286 \text{ u}$, 得该反应释放的能量约为 $\Delta E = 0.0286 \times 931 \text{ MeV} = 26.63 \text{ MeV}$ (关键: 质能方程 $E = \Delta m \cdot c^2$), C 正确。

刷有所得 如果核反应过程中, 反应物的质量大于生成物的质量, 就表示该反应发生了质量亏损, 该反应是释放能量(放热)的; 若反应物的质量小于生成物的质量, 则该反应是吸收能量(吸热)的。

16. A 【命题点】平衡中的临界问题

【解析】对物块受力分析如图所示, 物块受重力 mg , 沿斜面向下的摩擦力 f , 垂直于斜面向上的支持力 N 和绳的拉力 T 。设物块的最大质量为 m , 垂直于斜面方向有 $N = mg \cos 30^\circ$, 沿斜面方向有 $T = mg \sin 30^\circ + f$, $f = \mu N$, 联立以上三式解得 $m = 150 \text{ kg}$, A 正确。



刷有所得 物体在不受外力的情况下静止在粗糙斜面上, 需要满足 $\mu mg \cos \theta \geq mg \sin \theta$, 即 $\mu \geq \tan \theta$ 。

17. B 【命题点】带电粒子在有界磁场中运动的临界问题

【解析】电子在匀强磁场中运动, 洛伦兹力提供其做圆周运动的向心力, 由 $qvB = \frac{mv^2}{r}$ 得电子在匀强磁场中运动的轨迹

半径为 $r = \frac{mv}{qB}$ 。若电子从 a 点射出, 则轨迹圆心在 Oa 中点上 (点拨: 电子所受洛伦兹力指向圆心, 且圆上弦的中垂线必过圆心), Oa 之间的轨迹为半圆, 则轨迹半径 $r_a = \frac{l}{4}$, 解得从 a

点射出的电子速度大小 $v_a = \frac{qBl}{4m} = \frac{kBl}{4}$ 。若电子从 d 点射出, 运动轨迹如图所示。设轨迹半径为 r_d , 则 $r_d^2 = l^2 + \left(r_d - \frac{l}{2}\right)^2$,

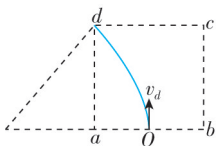
解得 $r_d = \frac{5}{4}l$, 与 $r = \frac{mv}{qB}$ 联立解得从 d

点射出的电子速度大小为 $v_d = \frac{5qBl}{4m} = \frac{5kBl}{4}$

解得 $r_d = \frac{5}{4}l$, 与 $r = \frac{mv}{qB}$ 联立解得从 d

点射出的电子速度大小为 $v_d = \frac{5qBl}{4m} = \frac{5kBl}{4}$

$\frac{5kBl}{4}$, B 正确。

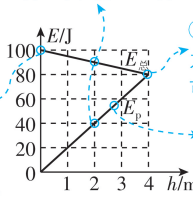


18. AD 【命题点】图像与功能关系的综合应用

③ $h=2\text{ m}$ 时,物体重力势能为 40 J ,机

械能为 90 J ,则动能为 50 J ,C错误

② $h=0$ 时,物体重力势能为零,此时物体动能等于机械能,即 $\frac{1}{2}mv^2=100\text{ J}$,解得 $v=10\text{ m/s}$,B错误



④ $h=4\text{ m}$ 时,物体机械能等于重力势能,动能为零,结合B项可知动能减少了 100 J ,D正确

① E_p-h 图像斜率表示重力,即 $\frac{\Delta E_p}{\Delta h}=mg$,解得

$m=2\text{ kg}$,A正确

刷有所得

除重力外的力做功改变物体的机械能,所以

$E_{\text{总}}-h$ 图像的斜率大小表示阻力大小, E_p-h 图像的斜率大小表示重力大小,而 E_k-h 图像的斜率大小表示合外力大小。

19. BD 【命题点】 $v-t$ 图像及变速曲线运动

【解析】由题图可知该图线的斜率表示运动员在竖直方向的加速度大小,所以两次平均加速度大小满足 $a_1>a_2$,C错误;

由 $mg-f=ma$,两次竖直方向速度为 v_1 时有第一次滑翔在竖直方向的加速度大小大于第二次的,可知第一次在竖直方向受到的阻力小于第二次的,D正确;

$v-t$ 图像中图线与时间轴围成的图形的面积表示位移的大小,所以由题图可知第二次滑翔过程的竖直分位移大小比第一次的大,A错误;

设倾斜雪道的倾角为 θ ,则 $\tan\theta=\frac{h}{x}$,所以 $x=\frac{h}{\tan\theta}$, $h_2>h_1$,

所以第二次滑翔在水平方向的位移比第一次的大,B正确。

刷有所得

$v-t$ 图像的斜率表示加速度大小,图线与时间轴所围面积表示该过程的位移大小;对于变速曲线运动,

应用运动的分解进行分析。

20. AC 【命题点】带电粒子在电场中的运动分析和能量分析

选项	分析	正误
A	该粒子仅受电场力,且电场线不一定是直线,则运动轨迹可能是直线,也可能是曲线,所以粒子的速度可能一直增大,也可能先增大后减小	√
B	若电场线是曲线,则该粒子的受力不能与其速度方向时刻保持一致,粒子的运动轨迹不会和电场线重合	×
C	只有电场力做功,根据功能关系可知,粒子动能和电势能的总和不变,粒子在M点的动能为零,可知粒子在该点的电势能最大	√
D	运动轨迹的切线方向是速度的方向,而粒子受到的电场力方向与该点电场线的切线方向平行	×

刷有所得 粒子的运动轨迹受粒子的速度方向与粒子受的力共同影响,由于电场线可能是直线,也可能是曲线,即电场力可能沿一个方向,也可能不断发生变化,所以粒子的运动轨迹可能是直线,也可能是曲线。带电粒子只受电场力的作用,要想使运动轨迹和电场线重合,电场线必须是直线。

21. AD 【命题点】双杆模型

【解析】两导体棒从同一位置由静止释放,进入磁场的速度大小相同,设为 v , PQ 刚进入磁场时刚好做匀速运动,则 $mg\sin\theta = F$, $F = BI_1 l$, $I_1 = \frac{Blv}{R}$, 则 $mg\sin\theta = \frac{B^2 l^2 v}{R}$, 从 PQ 进磁场到 MN 出磁场的过程中,可能的情况有两种:第一种情况是 PQ 在磁场中运动时, MN 还没有进入磁场,等 PQ 出了磁场后, MN 再进入磁场,这种情况 PQ 和 MN 分别都是在磁场中做匀速直线运动,产生的感应电流大小相等,但是回路中电流的方向相反, **A 正确, B 错误**;第二种情况是 PQ 出磁场之前, MN 已经进入磁场, MN 刚进磁场时,由于两根导体棒速度大小相同,回路磁通量变化率为零,即感应电动势为零,电流为零,两棒均以 $a = g\sin\theta$ 的加速度做加速运动,当 PQ 出磁场后, MN 在磁场中切割磁感线,产生感应电流,此时切割磁感线的速度大于刚进入磁场时的速度,产生的电流大于 PQ 刚进磁场时的电流, MN 受到的合外力沿导轨向上, $BI'l - mg\sin\theta = ma$, $I' = \frac{Blv'}{R}$, MN 做加速度减小的减速运动, PQ 中的感应电流大小逐渐减小,方向与之前相反, $I-t$ 图像的斜率逐渐减小, **C 错误, D 正确**。

一题多解 由题可知,感应电流大小为 I_1 时,导体棒所受的安培力的大小与导体棒重力沿导轨斜向下的分力大小相等,当感应电流大小不是此值时,安培力的大小会发生变化,破坏平衡状态,导致切割磁感线的导体棒速度发生变化,从而导致感应电流发生变化,由此可知 B、C 错误,本题为多选,故 A、D 符合题意。

22. (1) $\frac{g\sin\theta - a}{g\cos\theta}$ (2分) (2) 0.35 (3分)

【命题点】测量动摩擦因数实验

【解析】(1) 对铁块受力分析,铁块受重力、支持力和摩擦力,铁块沿木板向下运动,根据牛顿第二定律有 $mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = ma$,

$$\text{解得 } \mu = \frac{g\sin\theta - a}{g\cos\theta}.$$

(2) 由纸带中的数据,舍弃中央段数据,根据逐差法可求得铁

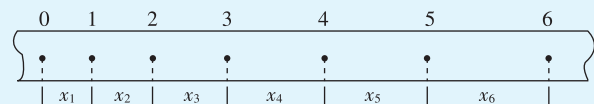
$$\text{块的加速度大小为 } a = \frac{[(76.39 - 31.83) - 20.90] \times 10^{-2}}{3 \times 4 \times 0.01} \text{ m/s}^2 =$$

$$1.97 \text{ m/s}^2, \text{解得 } \mu = \frac{g\sin\theta - a}{g\cos\theta} = 0.35.$$

刷有所得 对于实验中给出的多组数据,为了减小实验误差,充分利用实验数据,求加速度时一般采用逐差法,即 $x_4 - x_1 = 3a_1 T^2$, $x_5 - x_2 = 3a_2 T^2$, $x_6 - x_3 = 3a_3 T^2$, 而 $\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} =$

$\frac{(x_4+x_5+x_6)-(x_1+x_2+x_3)}{9T^2}$ 。计算结果要注意保留的是小数

位数还是有效数字位数。

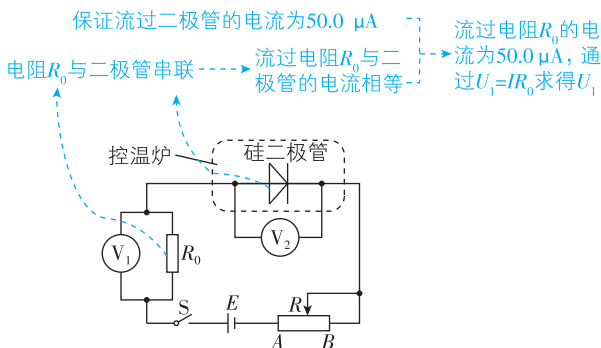


23. (1) 5.00(2分) 变小(2分) 增大(2分) B(2分)

(2) 2.8(2分)

【命题点】电学实验知识的应用

【题图剖析】



【解析】(1) 由于题中的两个电压表为理想电表,由题图(a)可知,电阻 R_0 与二极管、滑动变阻器串联接入电路,即流过二极管的电流与流过 R_0 的电流相等,又知该电路为恒流电路,可得 R_0 两端的电压 $U_1 = IR_0 = 50.0 \times 10^{-6} \times 100 \text{ V} = 5.00 \times 10^{-3} \text{ V} = 5.00 \text{ mV}$,由题图(b)可知,当温度升高时,二极管两端的电压减小,而电流不变,根据欧姆定律 $R = \frac{U}{I}$ 可知,该二极管的正向电阻**变小**,由于二极管的正向电阻减小,使得外电路的总电阻减小,电路中的总电流增大,所以电压表 V_1 的示数要**增大**。由于要保证整个电路中电流不变,即电路中的总电阻不变,可知当温度升高时,需要调整滑动变阻器的滑片向 **B** 端移动。

(2) 该硅二极管的测温灵敏度 $\left| \frac{\Delta U}{\Delta t} \right| = \frac{0.44 - 0.30}{80 - 30} \text{ V/}^\circ\text{C} = 2.8 \times 10^{-3} \text{ V/}^\circ\text{C}$ 。

易错警示

测温灵敏度 $\left| \frac{\Delta U}{\Delta t} \right|$ 是 $U-t$ 图像的斜率大小,而题图中横轴和纵轴坐标原点均不是从 0 开始取的,而很多同学往往没注意到这一点,而用 $\left| \frac{\Delta U}{\Delta t} \right| = \frac{0.44}{80}$ 求解而出现错误。

24. (1) $\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{2\varphi}{d}qh$ $v_0\sqrt{\frac{mdh}{q\varphi}}$ (2) $2v_0\sqrt{\frac{mdh}{q\varphi}}$

【命题点】带电粒子在电场中的类平抛运动

【解析】(1) PG 、 QG 间场强大小相等,均为 E 。粒子在 PG 间所受电场力 F 的方向竖直向下,设粒子的加速度大小为 a ,有

$$E = \frac{2\varphi}{d} \quad ① \quad (2 \text{ 分})$$

$$F = qE = ma \quad ② \quad (2 \text{ 分})$$

设粒子第一次到达 G 时动能为 E_k ,由动能定理有

$$qEh = E_k - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (2 \text{ 分}) \quad (3)$$

设粒子第一次到达 G 时所用的时间为 t , 粒子在水平方向的位移大小为 l , 则有

$$h = \frac{1}{2}at^2 \quad (1 \text{ 分}) \quad (4)$$

$$l = v_0 t \quad (1 \text{ 分}) \quad (5)$$

联立①②③④⑤式解得

$$E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{2\varphi}{d}qh \quad (1 \text{ 分}) \quad (6)$$

$$l = v_0 \sqrt{\frac{mdh}{q\varphi}} \quad (1 \text{ 分}) \quad (7)$$

(2) 若粒子穿过 G 一次就从电场的右侧飞出, 则金属板的长度最短。由对称性知, 此时金属板的长度为 $L = 2l =$

$$2v_0 \sqrt{\frac{mdh}{q\varphi}} \quad (2 \text{ 分}) \quad (8)$$

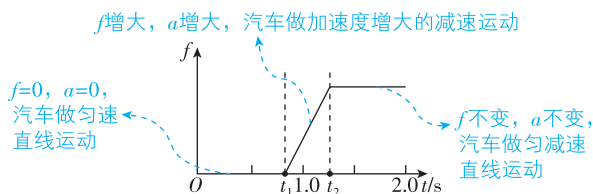
一题多解 (1) 中求粒子经过 G 点的动能时, 也可以用

$$Uq = E_k - \frac{1}{2}mv_0^2, \text{ 而 } U = \frac{\varphi}{d} \cdot h = \frac{2\varphi h}{d}, \text{ 代入可解出 } E_k.$$

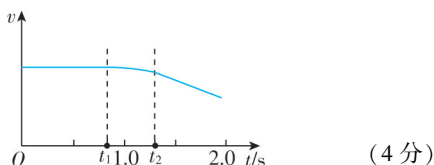
25. (1) 见解析 (2) 28 m/s 8 m/s^2 (3) 30 m/s $1.16 \times 10^5 \text{ J}$
 87.5 m

【命题点】动力学及图像综合分析

【题图剖析】



【解析】(1) $v-t$ 图像如图所示。



(2) 设刹车前汽车匀速行驶时的速度大小为 v_1 , 则 t_1 时刻的速度也为 v_1 ; t_2 时刻的速度为 v_2 。在 t_2 时刻后汽车做匀减速运动, 设其加速度大小为 a , 取 $\Delta t = 1 \text{ s}$, 设汽车在 $t_2 + (n-1)\Delta t \sim t_2 + n\Delta t$ 内的位移为 $s_n (n=1, 2, 3, \dots)$ 。

若汽车在 $t_2 + 3\Delta t \sim t_2 + 4\Delta t$ 时间内未停止, 设它在 $t_2 + 3\Delta t$ 时刻的速度为 v_3 , 在 $t_2 + 4\Delta t$ 时刻的速度为 v_4 , 由运动学公式有

$$s_1 - s_4 = 3a(\Delta t)^2 \quad (1 \text{ 分}) \quad (1)$$

$$s_1 = v_2 \Delta t - \frac{1}{2}a(\Delta t)^2 \quad (1 \text{ 分}) \quad (2)$$

$$v_4 = v_2 - 4a\Delta t \quad (1 \text{ 分}) \quad (3)$$

联立①②③式, 代入已知数据解得

$$v_4 = -\frac{17}{6} \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分}) \quad (4)$$

这说明在 $t_2 + 4\Delta t$ 时刻前, 汽车已经停止。因此, ①式不成立。

由于在 $t_2+3\Delta t \sim t_2+4\Delta t$ 内汽车停止,由运动学公式有

$$v_3 = v_2 - 3a\Delta t \quad (5) \quad (1 \text{ 分})$$

$$2as_4 = v_3^2 \quad (6) \quad (1 \text{ 分})$$

联立②⑤⑥式,代入已知数据解得

$$a = 8 \text{ m/s}^2, v_2 = 28 \text{ m/s} \quad (7) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{或 } a = \frac{288}{25} \text{ m/s}^2, v_2 = 29.76 \text{ m/s} \quad (8) \quad (1 \text{ 分})$$

但⑧式情形下, $v_3 < 0$, 不合题意,舍去。

(3) 设汽车的刹车系统稳定工作时,汽车所受阻力的大小为 f_1 。由牛顿第二定律有

$$f_1 = ma \quad (9) \quad (1 \text{ 分})$$

在 $t_1 \sim t_2$ 时间内,阻力对汽车冲量的大小为

$$I = \frac{1}{2}f_1(t_2 - t_1) \quad (10) \quad (1 \text{ 分})$$

由动量定理有

$$I = mv_1 - mv_2 \quad (11) \quad (1 \text{ 分})$$

由动能定理,在 $t_1 \sim t_2$ 时间内,汽车克服阻力做的功为

$$W = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (12) \quad (1 \text{ 分})$$

联立⑦⑨⑩⑪⑫式,代入已知数据解得

$$v_1 = 30 \text{ m/s} \quad (13) \quad (1 \text{ 分})$$

$$W = 1.16 \times 10^5 \text{ J} \quad (14) \quad (1 \text{ 分})$$

从司机发现警示牌到汽车停止,汽车行驶的距离 s 约为

$$s = v_1 t_1 + \frac{1}{2}(v_1 + v_2)(t_2 - t_1) + \frac{v_2^2}{2a} \quad (15) \quad (1 \text{ 分})$$

联立⑦⑬⑮式,代入已知数据解得

$$s = 87.5 \text{ m} \quad (16) \quad (1 \text{ 分})$$

易错警示 (2) 问中容易不加判断,直接根据 $s_1 - s_4 = 3a(\Delta t)^2$ 求加速度,再根据 $s_1 = v_2 \Delta t - \frac{1}{2}a(\Delta t)^2$ 求 t_2 时刻的速度。

33. (1) 大于(2分) 等于(1分) 大于(2分)

【命题点】理想气体状态方程, p - V 图像

【解析】根据理想气体状态方程,对于同一系统有 $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$, 所以 $T_1 : T_2 : T_3 = p_1 V_1 : p_2 V_2 : p_3 V_3 = 2 : 1 : 2$, 所以 $T_1 = T_3 > T_2$ 。状态 1 和状态 2 气体的体积相等,由于 $T_1 > T_2$, 所以 $N_1 > N_2$; 状态 2 和状态 3 气体的压强相同,由于 $T_3 > T_2$, 所以 $N_2 > N_3$ 。

刷有所得 对于需要利用气体实验定律解决的问题,都可用理想气体状态方程列式求解,在计算时最重要的是找到初、末状态的物理量,确定哪些变化了,哪些没有变化。

$$(2) \text{ (i) } \frac{1}{2}(p_0 + p) \quad \text{(ii) } \frac{1}{2}p_0 + \frac{1}{4}p \quad \frac{4(p_0 + p)V_0}{2p_0 + p}$$

【命题点】汽缸内气体的动态变化与平衡问题

【解析】(i) 设抽气前氢气的压强为 p_{10} , 根据力的平衡条

件得

$$(p_{10}-p) \cdot 2S=(p_0-p) \cdot S \quad (1)$$

$$\text{得 } p_{10}=\frac{1}{2}(p_0+p) \quad (2)$$

(ii) 设抽气后氢气的压强和体积分别为 p_1 和 V_1 , 氮气的压强和体积分别为 p_2 和 V_2 。

$$\text{根据力的平衡条件有 } p_2 \cdot S=p_1 \cdot 2S \quad (3)$$

由玻意耳定律得

$$p_1 V_1=p_{10} \cdot 2V_0 \quad (4)$$

$$p_2 V_2=p_0 V_0 \quad (5)$$

由于两活塞用刚性杆连接, 故

$$V_1-2V_0=2(V_0-V_2) \quad (6)$$

联立②③④⑤⑥式解得

$$p_1=\frac{1}{2}p_0+\frac{1}{4}p \quad (7)$$

$$V_1=\frac{4(p_0+p)V_0}{2p_0+p} \quad (8)$$

34. (1) A 【命题点】单摆问题

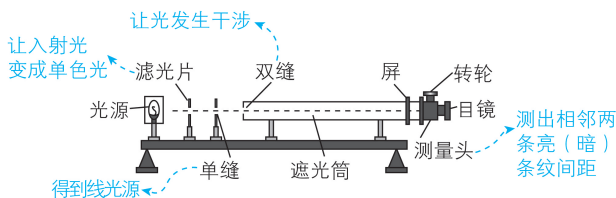
【解析】由于细绳偏离竖直方向的角度很小, 可将该模型视为单摆, 单摆做简谐运动的周期公式为 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, 所以碰钉子后, 摆长变为 $\frac{l}{4}$, 则周期变为原来的 $\frac{1}{2}$, 由机械能守恒定律可知小球一定能升到左侧同等高度处, 由于被钉子挡住, 由几何关系可知钉子的水平位移大小达不到初始水平位移的大小, 由于从正向最大位移处计时, 所以图像为余弦函数, A 正确。

易错警示 本题的易错点: 一是对单摆周期公式不熟悉, 通过能量观点进行分析, 导致分析过程复杂化从而引起错解; 二是读题时将“水平位移”中的“水平”二字忽略了, 认为位移变化应相等, 错选 C。

$$(2) \text{ (i) B (4 分) } \quad \text{(ii) } \frac{\Delta x \cdot d}{(n-1)l} \text{ (3 分) } \quad \text{(iii) 630 (3 分)}$$

【命题点】双缝干涉测波长的实验

【题图剖析】



【解析】(i) 干涉条纹间距 $\Delta x_0=\frac{l}{d}\lambda$, 其中 d 是双缝间距, l 是屏到双缝的距离。要想增加从目镜中观察到的条纹数, 就要减小 Δx_0 , 可以在 d 不变的情况下, 减小屏到双缝的距离 l ; 或在 l 不变的情况下, 使用间距更大的双缝, B 正确。

(ii) 根据题意, 相邻两暗纹间的距离为 $\Delta x_0=\frac{\Delta x}{n-1}$, 再利用条

纹间距公式 $\Delta x_0 = \frac{l}{d}\lambda$ 得 $\lambda = \frac{\Delta x \cdot d}{(n-1)l}$ 。

(iii) 把数据代入上式可得

$$\lambda = \frac{7.56 \times 10^{-3} \times 0.300 \times 10^{-3}}{3 \times 1.20} \text{ m} = 0.63 \times 10^{-6} \text{ m} = \mathbf{630 \text{ nm}}。$$

刷有所得 用单色光做双缝干涉实验,产生的干涉条纹中,相邻两明纹间和相邻两暗纹间的距离是相等的,叫条纹间距,长度公式 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$,利用双缝干涉实验,通过测量条纹间距可以测量单色光的波长。