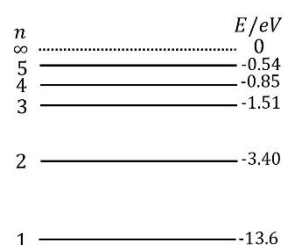


2019 全国新课标乙卷高考理综物理试卷逐题解析

二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分，共 48 分，在每小题给出的四个选项中，第 14~18 题只有一项符合题目要求，第 19~21 题有多项符合题目要求，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

14. 氢原子能级示意图如图所示。光子能量在 $1.63\text{eV} \sim 3.10\text{eV}$ 的光为可见光。要使处于基态 ($n=1$) 的氢原子被激发后可辐射出可见光光子，最少应该给氢原子提供的能量为



- A. 12.09eV B. 10.20eV
C. 1.89eV D. 1.51eV

【答案】A

【解析】

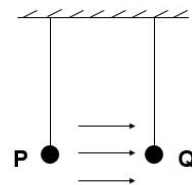
从 2 状态跃迁至 1，释放能量 $(-3.6) - (-13.6) = 10.2\text{eV}$ ，该光不可见，故 B 选项错误；

从 3 状态跃迁至 2，释放能量 $(-15.1) - (-3.40) = 1.89\text{eV}$ ，该光可见，则从基态 1 至激发态 3 需接受能量 $(-15.1) - (-13.6) = 12.09\text{eV}$ ，故 A 选项正确；

从 4 状态跃迁至 1，释放能量 $(-0.83) - (-1.5) = 0.68\text{eV}$ ，不可见光，从 4 跃迁至 2 状态， $(-0.83) - (-3.40) = 2.37\text{eV}$ ，可见光，此时需从基态先跃迁至 4 状态，需能量 12.17eV 。

故，A 正确。

15. 如图，空间存在一方向水平向右的匀强电场，两个带点小球 P 和 Q 用相同的绝缘细绳悬挂在水平天花板下，两细绳都恰好与天花板垂直，则



- A. P 和 Q 都带正电荷 B. P 和 Q 都带负电荷
C. P 带正电荷，Q 带负电荷 D. P 带负电荷，Q 带正电荷

【答案】D

【解析】

使用整体法，两小球整体水平方向合力为 0，所以两小球必带等量异种电荷；

若 P 带正电，则匀强电场给 P 水平方向向右的力，Q 对 P 为向右的吸引力，P 的细绳将不会垂直；

若 P 带负电，则电场给 P 向左的力，Q 对 P 为向右的引力，二力平衡。

故，D 正确。

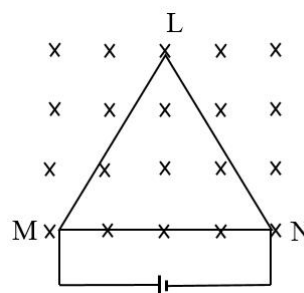
16. 最近我国为“长征九号”研制的大推力新型火箭发动机测试成功，这标志着我国重型运载火箭的研发取得了突破性的进展。若某次试验中该发动机向后喷射的气体速度约为 3km/s ，产生的推力约为 $4.8 \times 10^6 \text{N}$ ，则它在 1s 内喷射的气体质量约为（ ）

A. $1.6 \times 10^2 \text{kg}$ B. $1.6 \times 10^3 \text{kg}$ C. $1.6 \times 10^5 \text{kg}$ D. $1.6 \times 10^6 \text{kg}$

【答案】B

【解析】根据动量定理 $Ft = m \cdot \Delta v$ ，式中： $F = 4.8 \times 10^6 \text{N}$ ， $t = 1\text{s}$ ， $\Delta v = 3\text{km/s}$ 。分别带入数据计算出喷射气体质量为： $m = 1.6 \times 10^3 \text{kg}$ 。

17. 如图，等边三角形线框 LMN 由三根相同的导体棒连接而成，固定于匀强磁场中。线圈平面与磁感应强度方向垂直。线框顶点 M、N 与直流电源两端连接，已知导体棒 MN 受到的安培力大小为 F，则线框 LMN 受到的安培力的大小为（ ）

A. $2F$ B. $1.5F$ C. $0.5F$

D. 0

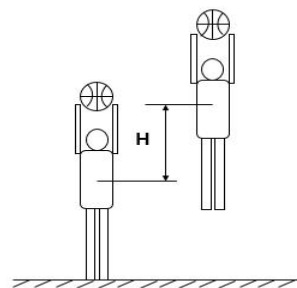
【答案】B

【解析】三根相同的导体棒电阻也相等，则 $R_{MN} : R_{MLN} = 1:2$ ，电路并联，则电流比为

$I_{MN} : I_{MLN} = 2:1$ ，导体棒所处磁场相同，MN 边与 MLN 边的有效长度相等。根据安培力的表达式 $F = BIL$ ，则 $F_{MN} : F_{MLN} = 2:1$ ，且 $F_{MN} = F$ ，则 $F_{MLN} = 0.5F$ ，两力均垂直于 MN 边且方向相同。整个导体框所受合力为两边受力的和，因此 $F_{总} = 1.5F$ ，故选 B。

18. 如图，篮球架下的运动员原地垂直起跳扣篮，离地后重心上升的最大高度为 H ，上升第一个 $\frac{H}{4}$ 所用的时间为 t_1 ，第

四个 $\frac{H}{4}$ 所用的时间为 t_2 ，不计空气阻力，则 $\frac{t_2}{t_1}$ 满足 ()



A. $1 < \frac{t_2}{t_1} < 2$

B. $2 < \frac{t_2}{t_1} < 3$

C. $3 < \frac{t_2}{t_1} < 4$

D. $4 < \frac{t_2}{t_1} < 5$

【答案】C

【解析】根据规律：从 $v_0=0$ 开始的匀加速直线运动中，相邻等位移的时间之比为

$$t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = 1 : \sqrt{2} - 1 : \sqrt{3} - \sqrt{2} : \dots : \sqrt{n} - \sqrt{n-1}, \text{ 可知题中: } \frac{t_2}{t_1} = \frac{1}{\sqrt{4} - \sqrt{3}} \approx 3.7$$

，故 C 项正确。

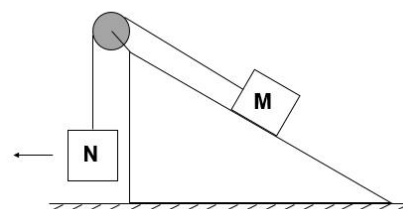
19. 如图，一粗糙斜面固定在地面上，斜面顶端装有一光滑定滑轮，一细绳跨过滑轮，其一端悬挂物块 N，另一端与斜面上的物块 M 相连，系统处于静止状态，现用水平向左的拉力缓慢拉动 N，直至悬挂 N 的细绳与竖直方向成 45° 。已知 M 始终保持静止，则在此过程中 ()

A. 水平拉力的大小可能保持不变

B. M 所受细绳的拉力大小一定一直增加

C. M 所受斜面的摩擦力大小一定一直增加

D. M 所受斜面的摩擦力大小可能先减小后增加



【答案】BD

【解析】对 N 受力分析可知（如图 1）： $F = G_N \tan \theta$ ， $F_{\text{拉}} = \frac{G_N}{\cos \theta}$ 。随着 θ 的增大，力 F 增大， $F_{\text{拉}}$ 增大，故 A 项错误，B 项正确。

对 M 受力分析可知（如图 2），当 $G_M \sin \alpha > F'_{\text{拉}}$ 时，f 方向沿斜面向上；当 $G_M \sin \alpha < F'_{\text{拉}}$ 时，f 方向沿斜面向下。动态分析可知，随着 $F'_{\text{拉}}$ 的增大，f 可能一直增加，可能一直减小，也可能先减小后增加，故 C 项错误，D 项正确。

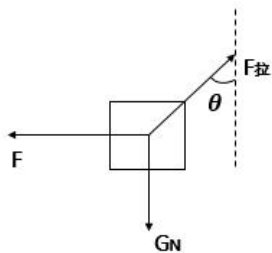


图 1 对 N 受力分析

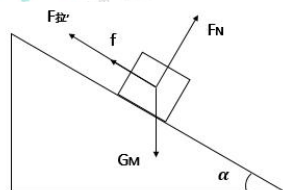


图 2 对 M 受力分析

20. 空间存在一方向与纸面垂直，大小随时间变化的匀强磁场。其边界如图（a）中虚线 MN 所示。一轻质细导线的电阻率为 ρ 。横截面积为 S 。将该导线做成半径为 r 的圆环固定在纸面内。圆心 O 在 MN 上。 $t=0$ 时磁感应强度的方向如图（a）所示；磁感应强度 B 随时间 t 的变化关系如图（b）所示。则在 $t=0$ 到 $t=t_b$ 的时间间隔内（ ）

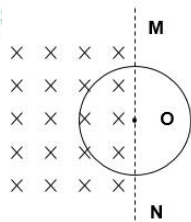


图 (a)

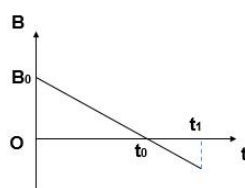


图 (b)

- A. 圆环所受安培力的方向始终不变
- B. 圆环中的感应电流始终沿顺时针方向
- C. 圆环中的感应电流大小 $\frac{B_0 r s}{4 t_0 \rho}$
- D. 圆环中的感应电动势大小为 $\frac{B_0 \pi r^2}{4 t_0}$

【答案】BC

【解析】

由楞次定律可知， $0 \sim t_0$ 时间内，磁场方向向纸面内并逐渐变小，电流方向顺时针，安培力向左。在 $t_0 \sim t_1$ 时刻磁场方向向纸面外，逐渐增大，电流方向为顺时针，安培力向右。

$$E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B_0 S}{t_0} \dots\dots\dots ①$$

$$S = \frac{1}{2} \pi r^2 \dots\dots\dots ②$$

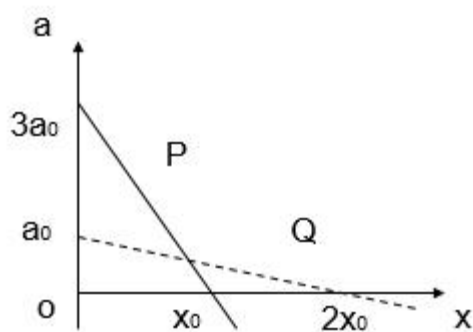
由①②得 $E = \frac{\pi B_0 r^2}{2 t_0} \dots\dots\dots ③$ 故 D 错误

$$I = \frac{E}{R} \dots\dots\dots ④$$

$$R = \rho \frac{l}{s} = \rho \frac{2 \pi r}{s} \dots\dots\dots ⑤$$

由③④⑤得 $I = \frac{B_0 r s}{4 t_0 \rho}$, $\therefore$ C 正确

21. 在星球 M 上将一轻弹簧竖直固定在水平桌面上，把物体 P 轻放在弹簧上端，P 由静止向下运动，物体的加速度 a 与弹簧的压缩量 x 间的关系如图中实线所示。在另一星球 N 上用完全相同的弹簧，改用物体 Q 完成同样的过程。其 $a-x$ 关系如图中虚线所示。假设两星球均为质量均匀分布的球体。已知星球 M 的半径是星球 N 的 3 倍，则 ()



- A. M 与 N 的密度相等
- B. Q 的质量是 P 的 3 倍
- C. Q 下落过程中的最大动能是 P 的 4 倍
- D. Q 下落过程中弹簧的最大压缩量是 P 的 4 倍

【答案】AC

【解析】

A. 由图像得，形变量为零时两物体加速度分别为 $3a_0$ ， a_0 。此时物体只受对应星球重力，

即 $g_M = 3a_0$ ， $g_N = a_0$ ，故 $g_M = 3g_N$ 。对公式 $G\frac{Mm}{R^2} = mg$ ， $M = \rho V$ ， $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ 联立得 $\rho = \frac{3g}{4\pi R G}$ ，

两星球密度分别为 $\rho_M = \frac{3g_M}{4\pi R_M G}$ ， $\rho_N = \frac{3g_N}{4\pi R_N G}$ 由题意得 $R_M = 3R_N$ ，代入得 $\rho_M = \rho_N$ ，故 A 正确。

B. 根据牛顿第二定律，对物体受力分析，得 $m_p g_M - kx_p = m_p a_p$ ， $m_Q g_N - kx_Q = m_Q a_Q$ 由图像

得，当 $x_p = x_0$ 时 $a_p = 0$ 即 $m_p g_M - kx_0 = 0$ 得 $m_p = \frac{kx_0}{3a_0}$

当 $x_Q = 2x_0$ 时 $a_Q = 0$ 同理得 $m_Q = \frac{2kx_0}{a_0}$ 故 $M_Q = 6M_P$ ，B 错

C. 当弹簧弹力与重力平衡时有最大动能，此时 $kx_p = m_p g_M$ ， $kx_Q = m_Q g_N$

代入可得 $x_Q = 2x_p$ 。整个过程中只有重力与弹簧弹力做功，弹簧弹力随位移均匀变

化，故平均弹力 $F_{\text{平}} = \frac{0+kx}{2}$ ，平均弹力做功 $W = F_{\text{平}} x = \frac{1}{2} k x^2$ 根据动能定理

$m_p g_M x_p - \frac{1}{2} k x_p^2 = E_{KP}$ ， $m_Q g_N x_Q - \frac{1}{2} k x_Q^2 = E_{KQ}$ ，得 $E_{KQ} = 4E_{KP}$ ，故 C 正确。

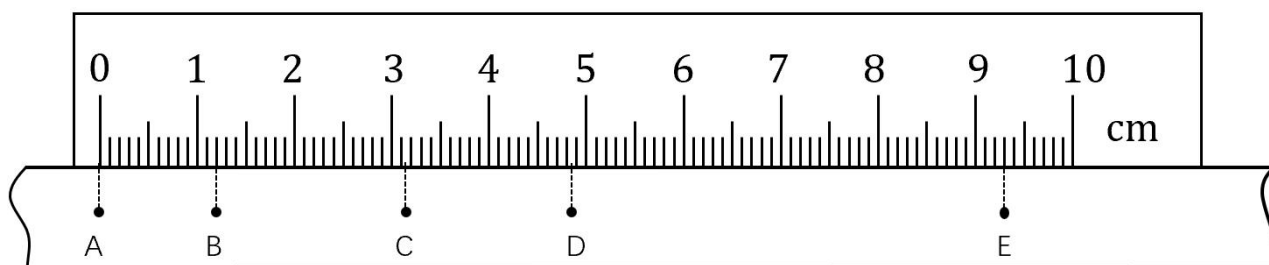
D. 根据对称原则，此题中动能最大时位移为最大压缩量的一半，即 $x_p = \frac{1}{2} x_{p\max}$ ， $x_Q =$

$\frac{1}{2} x_{Q\max}$ 由 C 得 $x_Q = 2x_p$ 故 $x_{Q\max} = 2x_{p\max}$ ，D 错

三、非选择题

22. (5 分)

某小组利用打点计时器对物块沿倾斜的长木板加速下滑时的运动进行探究。物块拖动纸带下滑，打出的纸带一部分如图所示。已知打点计时器所用交流电的频率为 50Hz，纸带上标出的每两个相邻点之间还有 4 个打出的点未画出。在 A、B、C、D、E 五个点中，打点计时器最先打出的是_____点。在打出 C 点时物块的速度大小为_____m/s（保留 3 位有效数字）；物块下滑的加速度大小为_____m/s²（保留 2 位有效数字）。



【答案】： A； 0.233； 0.75

【解析】： 物体加速下滑，相同时间相邻的点间距会逐渐变大，所以选 A

$$v_c = \frac{x_{BD}}{2T} = \frac{4.65\text{cm}}{2 \times 0.1\text{s}} = 0.233\text{m/s}$$

$$a = \frac{x_{CE} - x_{AC}}{4T^2} = \frac{(6.15 - 3.15)\text{cm}}{4 \times (0.1)^2\text{s}} = 0.75\text{m/s}^2$$

23. (10 分)

某同学要将一量程为 $250\mu\text{A}$ 的微安表改装成量程为 20mA 的电流表。该同学测得微安表内阻为 1200Ω ，经计算后将一阻值为 R 的电阻与该微安表连接，进行改装。然后利用一标准毫安表，根据图 (a) 所示电路对改装后的电表进行检测（虚线框内是改装后的电表）。

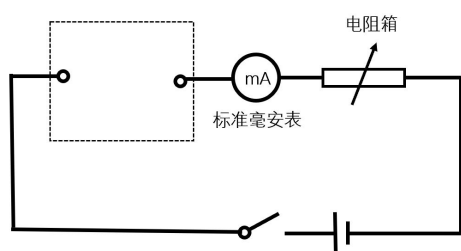


图 (a)

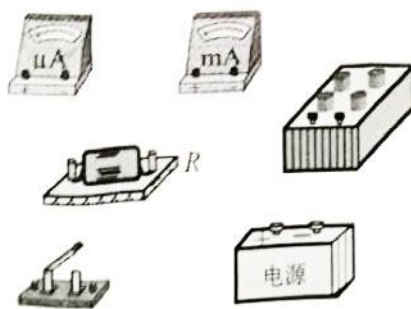


图 (b)

(1) 根据图 (a) 和题给条件，将图 (b) 中的实物连线。

(2) 当标准毫安表的示数为 16.0mA 时，微安表的指针位置如图 (c) 所示。由此可以推测出所改装的电表量程不是预期值，而是_____。（填正确答案标号）

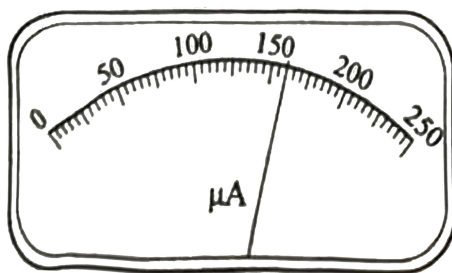
A. 18mA B. 21mA C. 25mA D. 28mA 

图 (c)

(3) 产生上述问题的原因可能是_____。（填正确答案标号）

A. 微安表内阻测量错误，实际内阻大于 1200Ω B. 微安表内阻测量错误，实际内阻小于 1200Ω C. R 值计算错误，接入的电阻偏小

D. R 值计算错误, 接入的电阻偏大

(4) 要达到预期目的, 无论测得的内阻值是否正确, 都不必重新测量, 只需要将阻值为 R 的电阻换为一个阻值为 kR 的电阻即可, 其中 $k=$ _____。

【答案】(1) 如图 (2) C (3) AC (4) $k=\frac{99}{79}$

【解析】(1)

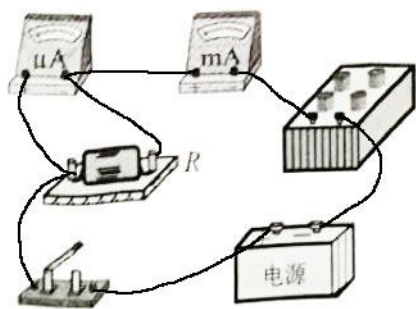


图 (b)

(2) 微安表通过电流为 $160\mu\text{A}$, 总电流为 16mA , 说明改装后电表量程扩大 100 倍, 故 $250\mu\text{A} \times 100 = 25\text{mA}$. 故选 C.

(3) 满偏电流偏大, 说明经过与微安表并联的电阻 R 的电流过大, 而 $I_R = \frac{I_g R_g}{R}$, R_g 真实值过大或 R 真实值过小. 故选 AC.

(4) 改为 20mA , 需并联电阻 $R_1 = \frac{R_g}{79}$

改为 25mA , 需并联电阻 $R_2 = \frac{R_g}{99}$

把 25mA 量程改为 20mA 量程, 只需把 R_2 替换为 R_1 即可。

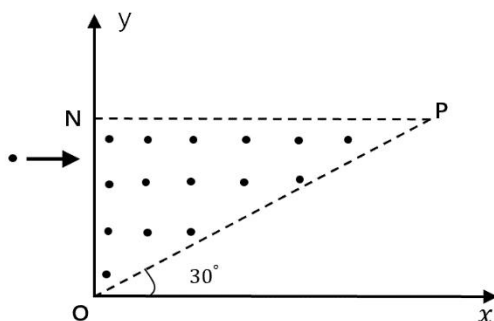
即 $k=\frac{99}{79}$

24. (12 分)

如图, 在直角三角形 OPN 区域内存在匀强磁场, 磁感应强度大小为 B 、方向垂直于纸面向外。一带正电的粒子从静止开始经电压 U 加速后, 沿平行于 x 轴方向射入磁场; 一段时间后, 该粒子在 OP 边上某点以垂直于 x 轴的方向射出。已知 O 点为坐标原点, N 点在 y 轴上, OP 与 x 轴的夹角为 30° , 粒子进入磁场的入射点与离开磁场的出射点之

间的距离为 d ，不计重力，求

- (1) 带电粒子的比荷；
- (2) 带电粒子从射入磁场到运动至 x 轴的时间。



新东方 XDF.CN 东方优播 DFUB

新东方 中小学全科教育 XDF.CN

【答案】(1) $\frac{q}{m} = \frac{4U}{B^2 d^2}$ (2) $t_{\text{总}} = \frac{(3\pi + 2\sqrt{3}) B d^2}{24U}$

【解析】

(1) 设带电粒子经电场 U 加速后速度为 v

$$qU = \frac{1}{2}mv^2 \quad ①$$

解得 $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$

由题意可知 $r = \frac{\sqrt{2}}{2}d$ ，根据 $qvB = m\frac{v^2}{r}$ ②

由①②联立求得 $\frac{q}{m} = \frac{4U}{B^2 d^2}$

(2) 带电粒子在磁场中运动，周期为 T ，时间为 t_1 。

则 $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$ ③

$$t_1 = \frac{\theta}{2\pi} T = \frac{1}{4} T \quad ④$$

联立 ③④ 求得 $t_1 = \frac{B d^2 \pi}{8U}$

带电粒子离开磁场后做匀速直线运动，

设运动位移 x ，时间为 t_2 。则

新东方 XDF.CN 东方优播 DFUB

新东方 中小学全科教育 XDF.CN 新东方中小学网校 www.kooup.com

由几何关系 $X = r \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{6}}{6}d$ ⑤

根据 $X = vt_2$ ⑥

联立 ⑤ ⑥ 则 $t_2 = \frac{\sqrt{3}Bd^2}{12U}$

则 $t_{\text{总}} = t_1 + t_2 = \frac{(3\pi + 2\sqrt{3}) Bd^2}{24U}$

新东方 XDF.CN 中小学全科教育

新东方中小学 网校
www.kooup.com

新东方 XDF.CN | 东方优播 DFUB

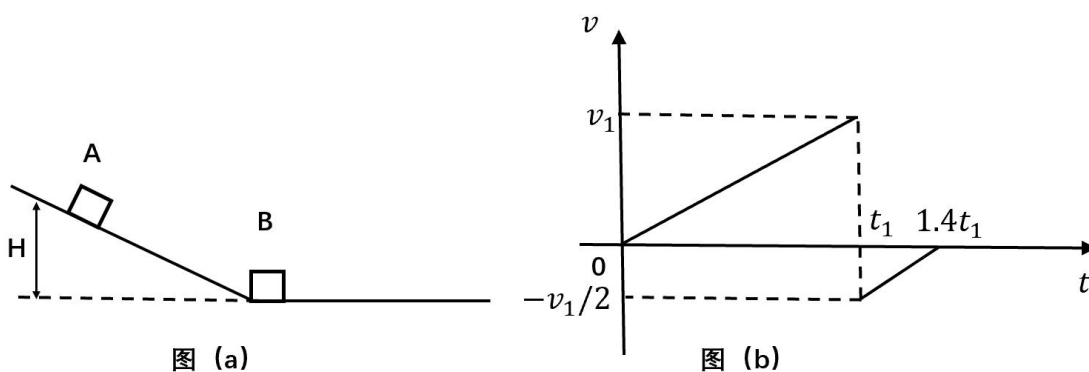
新东方 XDF.CN 中小学全科教育

新东方中小学 网校
www.kooup.com

新东方 XDF.CN | 东方优播 DFUB

25. (20 分)

竖直面内一倾斜轨道与一足够长的水平轨道通过一小段光滑圆弧平滑连接，小物块 A 静止于水平轨道的最左端，如图 (a) 所示， $t=0$ 时刻，小物块 A 在倾斜轨道上从静止开始下滑，一段时间后与 B 发生弹性碰撞（碰撞时间极短）；当 A 返回到倾斜轨道上的 P 点（图中未标出）时，速度减为 0，此时对其施加一外力，使其在倾斜轨道上保持静止，物块 A 运动的 $v-t$ 图像如图 (b) 所示，图中的 v_1 和 t_1 均为未知量。已知 A 的质量为 m ，初始时与 B 的高度差为 H ，重力加速度大小为 g ，不计空气阻力。



(1) 求物块 B 的质量；

(2) 在图 (b) 所描述的整个运动过程中，求物块 A 克服摩擦力所做的功；

(3) 已知两物块与轨道间的动摩擦因数均相等，在物块 B 停止运动后，改变物块与轨道间的动摩擦因数，然后将 A 从 P 点释放，一段时间后 A 刚好能与 B 再次碰上。求改变前后动摩擦因数的比值。

【答案】(1) $3m$ (2) $\frac{2}{15}mgH$ (23) $\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{11}{9}$

【解析】

(1) 对 A、B 碰撞列动量守恒，能量守恒：

$$mv_1 = -m\frac{v_1}{2} + m_2v_2 \quad (1)$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{v_1}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \quad (2)$$

由①②得： $m_2 = 3m$

(2) 设斜面倾角为 θ ，由 v-t 图知，A 下滑总位移： $s_1 = \frac{H}{\sin \theta} = \frac{1}{2}v_1t_1 \quad (3)$

A 下滑加速度： $a_1 = \frac{v_1}{t_1} \quad (4)$

对 A 由牛二定律： $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_1 \quad (5)$

A 上滑总位移： $s_2 = \frac{H}{\sin \theta} = \frac{1}{2}0.4t_1 \frac{v_1}{2} \quad (6)$

A 上滑加速度： $a_2 = \frac{\frac{v_1}{2}}{0.4t_1} = \frac{5}{4} \frac{v_1}{t_1} \quad (7)$

对 A 由牛顿第三定律： $mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma_2 \quad (8)$

由③/⑦得： $H = \frac{1}{5}H$

将④⑦分别代入⑤⑧后将两式相除得： $\frac{mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta}{mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta} = \frac{4}{5}$

得 $f = \mu mg \cos \theta = \frac{1}{9}mg \sin \theta \quad (9)$

$W_f = -\mu mg \cos \theta (s_1 + s_2) \quad (10)$

由③⑥⑨⑩得： $W_f = -\frac{2}{15}mgH$

所以 A 克服摩擦力做功为 $\frac{2}{15}mgH$

(3) 设改变前为 μ_1 ，改变后为 μ_2 ：

由⑨得： $\tan \theta = 9\mu_1 \quad (11)$

B 在平面上滑行的距离为: $x_1 = \frac{(\frac{v_1}{2})^2}{2\mu_1 g}$ ⑫

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = mgH - \mu_1 mg \cos \theta \frac{H}{\sin \theta} \text{ ⑬}$$

由⑪⑫⑬得: $x_1 = \frac{2H}{9\mu_1}$

A 在平面上滑行距离为 x_2 :

$$mgH' = \mu_2 mg \cos \theta \frac{H'}{\sin \theta} + \mu_2 mg x_2 \text{ ⑭}$$

由⑪⑭及 $H' = \frac{1}{5}H$ 得: $x_2 = \frac{H}{5}(\frac{1}{\mu_2} - \frac{1}{9\mu_1})$

由题意: $x_1 = x_2$ 得: $\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{11}{9}$

新东方中小学
www.kooup.com

新东方 XDF.CN | 东方优播 DFUB

新东方 中小学全科教育 XDF.CN

新东方 中小学全科教育 XDF.CN

新东方中小学
www.kooup.com

新东方 XDF.CN | 东方优播 DFUB

33.[物理—选修 3-3]

(1)某容器中的空气被光滑活塞封住，容器和活塞绝热性能良好，空气可视为理想气体，初始时容器中空气的温度与外界相同，压强大于外界。现使活塞缓慢移动，直至容器中的空气压强与外界相同。此时，容器中空气的温度_____（填“高于”“低于”或“等于”）外界温度，容器中空气的密度_____（填“大于”“小于”或“等于”）外界空气的密度。

(2)热等静压设备广泛应用于材料加工中，该设备工作时，先在室温下把惰性气体用压缩机压入到一个预抽真空的炉腔中，然后炉腔升温，利用高温高压环境对放入炉腔中的材料加工处理，改善其性能，一台热等静压设备的炉腔中某次放入固体材料后剩余的容积为 0.13m^3 ，炉腔抽真空后，在室温下用压缩机将 10 瓶氩气压入到炉腔中。已知每瓶氩气的容积为 $3.2\times 10^{-2}\text{m}^3$ ，使用前瓶中气体压强为 $1.5\times 10^7\text{Pa}$ ，使用后瓶中剩余气体压强为 $2.0\times 10^6\text{Pa}$ ；室温温度为 27°C ，氩气可视为理想气体。

(i) 求压入氩气后炉腔中气体在室温下的压强；

(ii) 将压入氩气后的炉腔加热到 1227°C ，求此时炉腔中气体的压强。

【答案】(1) 低于，大于 (2) $3.2\times 10^7\text{Pa}$ 、 $1.6\times 10^8\text{Pa}$

【解析】(1) 气体对外做功，内能减少，温度降低；容器内气体温度低，压强与外界压强相同，说明单位时间碰撞器壁次数多，故密度大。

(2) (i) 对氩气，等温变化 $P_1V_1=P_2V_2$

$$\text{得 } V_2 = \frac{15}{2}V_1 = 24 \times 10^{-2}\text{m}^3$$

$$\text{压入压缩机内的体积 } V' = \frac{15}{2}V_1 - V_1 = \frac{13}{2}V_1 = 20.8 \times 10^{-2}\text{m}^3$$

$$10 \text{ 瓶 } V_0 = 10V_1 = 208 \times 10^{-2}\text{m}^3 = 2.08\text{m}^3$$

$$\text{等温变化 } P_2V_0 = PV$$

$$P = 3.2 \times 10^7\text{Pa}$$

(ii) 等温变化: $\frac{P}{T} = \frac{P'}{T'}$

$$\frac{3.2 \times 10^7}{(27+273)k} = \frac{P'}{(1227+273)k}$$

$$P' = 1.6 \times 10^8 \text{ Pa}$$

34. 【物理---选修 3-4】(15 分)

(1) (5 分) 一简谐波沿 x 轴正方向传播, 在 $t = \frac{T}{2}$ 时刻, 该波的波形图如图 (a) 所示, P、Q 是介质中的两个质点, 图 (b) 表示介质中某质点的振动图像, 下列说法正确的是_____ (填正确答案标号。选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)

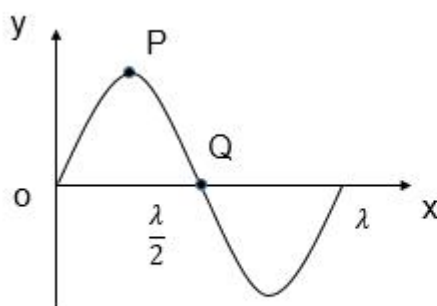


图 (a)

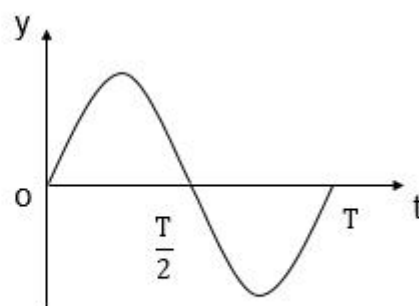
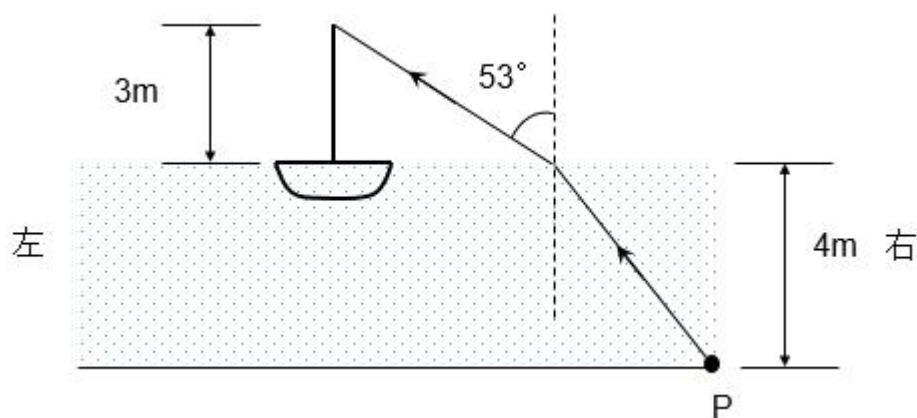


图 (b)

- A. 质点 Q 的振动图像与图 (b) 相同
- B. 在 $t=0$ 时刻, 质点 P 的速率比质点 Q 的要大
- C. 在 $t=0$ 时刻, 质点 P 的加速度的大小比质点 Q 的要大
- D. 平衡位置在坐标原点的质点的振动图像如图 (b) 所示
- E. 在 $t=0$ 时刻, 质点 P 与其平衡位置的距离比质点 Q 的要大

(2) (10 分) 如图, 一艘帆船静止在湖面上, 帆船的竖直桅杆顶端高出水面 3m。距水面 4m 的湖底 P 点发出的激光束, 从水面出射后恰好照射到桅杆顶端, 该出射光束与竖直方向的夹角为 53° (取 $\sin 53^\circ = 0.8$)。已知水的折射率为 $\frac{4}{3}$ 。



(i) 求桅杆到 P 点的水平距离；

(ii) 船向左行驶一段距离后停止，调整由 P 点发出的激光束方向，当其与竖直方向夹角为 45° 时，从水面射出后仍然照射在桅杆顶端，求船行驶的距离。



【答案】(1) CDE (2) $7m, (6\sqrt{2}-3)m$

【解析】

(1) A 选项: 正方向传播, Q 向上振动, 与图 (b) 不符, 错误;

B 选项: $t=0$ 时如图 (a) 虚线所示, 可知: $v_P < v_Q$, $a_P < a_Q$, 且 P 离平衡位置远, 故 B 错误, 且 C、E 正确;

D 选项: 坐标原点在 $\frac{T}{2}$ 时向下振动, 与 (b) 相符, 正确。

(2) (i) $x = x_1 + x_2$

$$x_1 = h \cdot \tan 53^\circ;$$

$$x_2 = H \cdot \tan \theta.$$

$$\text{因为 } n = \frac{\sin 53^\circ}{\sin \theta} = \frac{4}{3},$$

$$\text{所以 } \sin \theta = \frac{3}{5}, \quad \tan \theta = \frac{3}{4}.$$

$$\text{所以 } x = x_1 + x_2 = 7m.$$

(ii) 当 $\theta = 45^\circ$ 时,

$$x_2' = H \cdot \tan 45^\circ.$$

设此时折射角为 α , 因为:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin 45^\circ} = \frac{4}{3},$$

$$\text{所以: } \sin \alpha = \frac{2\sqrt{2}}{3}, \quad \tan \alpha = 2\sqrt{2}.$$

又因为:

$$x_1' = h \cdot \tan \alpha = 6\sqrt{2},$$

$$x' = x_1' + x_2' = 4 + 6\sqrt{2}.$$

$$\text{则: } \Delta x = x' - x = (6\sqrt{2} - 3)m$$