

2019 年全国 I 卷物理试卷真题解析

厦门新东方高中物理教研组

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, 最少应给氢原子提供的能量为 ()

A. 12.09 eV

B. 10.20 eV

C. 1.89 eV

D. 1.51 eV

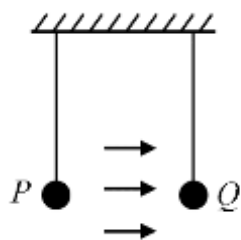


【答案】A

【解析】光子能量在 $1.63\text{eV} \sim 3.10\text{eV}$ 的光为可见光, 所以从能级 3 到能级 2、能级 4 到能级 2、能级 5 到能级 2 都能释放可见光。但题目要求从基态吸收最少的能量, 所以从基态跃迁到能级 3 时最符合题意, 吸收的能量为 12.09eV 。

故选 A。

15. 如图, 空间存在一方向水平向右的匀强磁场, 两个带电小球 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】解: 要使 P 、 Q 两球都静止, 合力都应为零, 以 P/Q 整体为研究对象, 可知, P 与 Q 的相互作用的静电力方向相反, 则匀强电场对 P/Q 的电场力必须也相反, 则 A 与

Q 的电性必须相反，场强方向向右，所以 P 带负电，所以 Q 带正电。

故选：D。

16. 最近我国为“长征九号”研制的大推力新型火箭发动机联试成功，这标志着我国重型运载火箭的研发取得突破性进展，若某次实验中该发动机向后喷射的气体速度约为 3 km/s ，产生的推力约为 $4.8 \times 10^6\text{ N}$ ，则它在 1 s 时间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 $Ft = m\Delta v$ ，

$$\text{有 } m = \frac{Ft}{m\Delta v}$$

带入数据可得 $m = 1.6 \times 10^3\text{ kg}$ ，答案 B 正确

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，线框平面与磁感应强度方向垂直，线框定点 M、N 与直流电源两端相接。一直导体棒 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】由题可知，LM、LN 串联然后与 MN 并联，则有 $\frac{I_{MN}}{I_{(LM+LN)}} = \frac{2}{1}$ 。根据左手定则可知

安培力 F_{MN} 方向向上，大小为 F，安培力 F_{LM} F_{LN} 的方向分别垂直 LM、LN 向上，他们的合

力 $F_{\text{合}} = F_{LM} \cos 60^\circ + F_{LN} \cos 60^\circ$ 。由 $F = BIL$ 可知， $F_{LM} = F_{LN} = \frac{1}{2}F$ 。所以 $F_{LMN} = F_{\text{合}} + F_{MN} = 1.5F$ ，

选 B。

18. 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

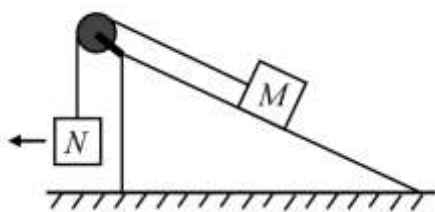
【解析】 该运动可视为竖直上抛运动, 即上升后最大高度 H 为竖直上抛的最大高度, 由竖直上抛运动的对称性可知, t_1 第四个 $\frac{H}{4}$ 所用时间相同, t_2 与下落第一个 $\frac{H}{4}$ 所用时间相同。

下落视为自由落体, 则满足

$$\frac{H}{4} = \frac{1}{2}gt_2^2 \quad (1) \quad \frac{3H}{4} = \frac{1}{2}gt_3^2 \quad (2) \quad H = \frac{1}{2}gt_4^2 \quad (3) \quad t_1 = t_4 - t_3 \quad (4)$$

联立解得 $\frac{t_2}{t_1} = 2 + \sqrt{3}$ 故选 C

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



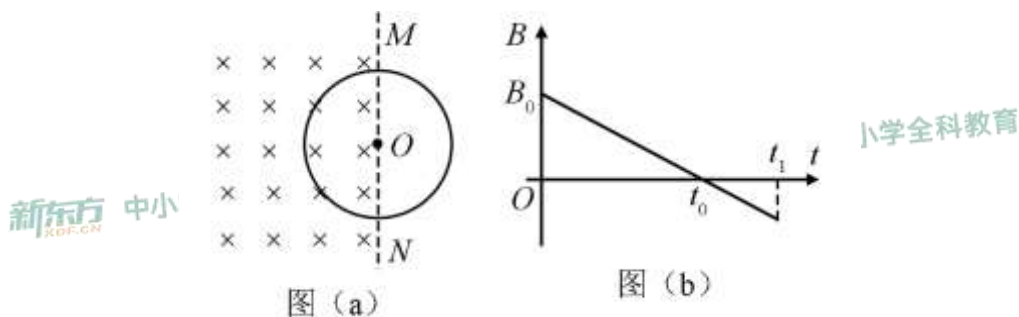
- A. 水平拉力的大小可能保持不变
B. M 所受细绳的拉力大小一定一直增加
C. M 所受斜面的摩擦力大小一定一直增加
D. M 所受斜面的摩擦力大小可能先减小后增加

【答案】 BD

【解析】 画出 N 的受力矢量三角形可知, N 受到绳的拉力和水平拉力不断增加。故 B 正

确，A 错误。若开始时，绳的拉力大于 M 的重力在斜面的分力，增摩擦力沿斜面向下，后来拉力不断增大，则摩擦力不断增大；若开始时绳拉力小于 M 重力在斜面的分力，则开始时摩擦力沿斜面向上，由于拉力不断增大，则摩擦力不断减小，如果这时拉力大于重力，则摩擦力变为反向增大，故 D 正确, C 错误。

20. 空间存在一方向与直面垂直、大小随时间变化的匀强磁场，其边界如图 (a) 中虚线 MN 所示，一硬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 $t=t_1$ 的时间间隔内



- 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为 $\frac{B_0 r S}{4 t_0 \rho}$
- 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】A：磁感应强度均匀减小，斜率不变，所以电动势方向不变，感应电流方向始终不变，磁场方向变化，根据右手螺旋定制判断，所以 A 错。

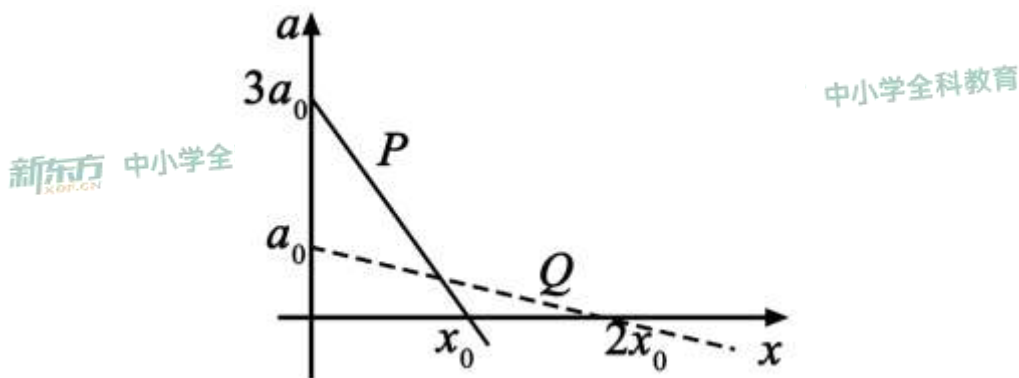
B：根据楞次定律，感应电流方向顺时针，B 对

CD： $E = \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t} = \frac{B_0 \frac{\pi r^2}{2}}{t_0} = \frac{B_0 \pi r^2}{2 t_0}$ ，所以 D 错

$i = \frac{E}{R} = \frac{E}{\rho \frac{2\pi r}{S}} = \frac{B_0 r S}{4 \rho t_0}$ ，所以 C 对

故选 BC

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

【分析】掌握星球表面重力加速度与万有引力之间的关系，弹簧的 $F-x$ 图像性质，动能定理及机械能守恒进行解答。

【解析】

A、由牛顿第二定律可得，

$$ma = mg - kx$$

$$a = g - \frac{k}{m}x$$

当 $x=0$ 时，弹簧无弹力，则有 $a = g$

由图像可得， $g_M = 3a_0$ ， $g_N = a_0$ ， $g_M = 3g_N$

又星球表面重力加速度 $g = \frac{GM}{R^2} = GM\rho \frac{4}{3}\pi R$ ， $R_M = 3R_N$ 可得

$\rho_M = \rho_N$ ，故 A 选项正确；

B、 由 $a = g - \frac{k}{m}x$ 可知，当 $a = 0$ 时，有

$$g_M - \frac{k}{m_P}x_0 = 0 = g_N - \frac{k}{m_Q}2x_0$$

又 $g_M = 3g_N$ ，则 $m_Q = 6m_P$ ，故 B 选项错误；

C、 由动能定理可知，合外力做功等于物体动能改变量 $E_k - 0 = W$

当弹簧弹力等于物体所受重力时，加速度为 0，速度达到最大，动能最大；

由 $a-x$ 图像可得，图像面积表示 $\frac{W}{m}$

$$P \text{ 球下落图像曲线面积 } S_P = \frac{1}{2} \cdot 3a_0 x_0$$

$$Q \text{ 球下落图像曲线面积 } S_Q = \frac{1}{2} \cdot a_0 \cdot 2x_0$$

$$\text{则 } P \text{ 球下落的最大动能 } E_{kP} = W_P = \frac{1}{2} \cdot 3a_0 x_0 m_P$$

$$Q \text{ 球下落的最大动能 } E_{kQ} = W_Q = \frac{1}{2} \cdot a_0 \cdot 2x_0 m_Q$$

又 $m_Q = 6m_P$ ，可得 $E_{kQ} = 4E_{kP}$ ，故 C 选项正确；

D、 当物体下落至最低点时，有 $mgh = E_p$

由弹簧 $F-x$ 图像的性质可知，图像面积表示弹簧弹力做功的大小，即弹性势能的大小。

$$\text{面积 } S = \frac{1}{2}kh^2 = mgh, \text{ 则有 } h = \frac{2mg}{k}$$

$$Q \text{ 球下落的最大压缩量 } h_Q = \frac{2m_Q g_N}{k}$$

$$P \text{ 球下落的最大压缩量 } h_P = \frac{2m_P g_M}{k}$$

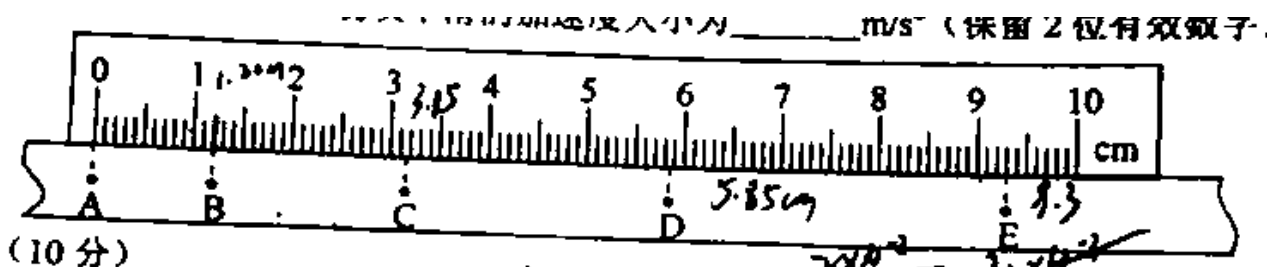
$h_Q = 2h_P$ ，故 D 选项错误。

故选择 AC。

【答案】 AC

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。已知打点计时器的频率为 50Hz，纸带上标出的每两个相邻点之间有四个打出的点未画出。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 (保留两位有效数字)



【答案】 (1) A (2) 0.233 (3) 0.75

【解析】 (1) 由题目可知纸带加速下滑，所以间距越来越大，故最先打出的点间距最小，故选 A；

(2) 根据 $v_n = \frac{s_n + s_{n+1}}{2T}$ 可得 c 点的速度为 0.233；

(3) 根据

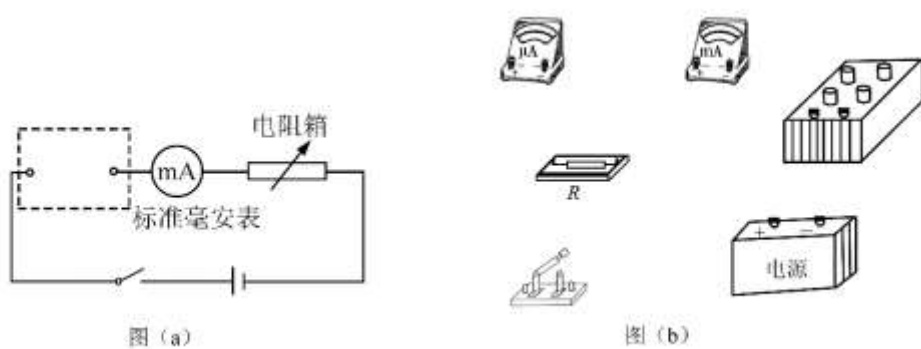
$$a = \frac{(s_4 + s_3) - (s_1 + s_2)}{4T^2}$$

可得加速度为 0.75.

23. (10分)

某同学要将一量程为 250 μ A 的微安表改装为量程为 20 mA 的电流表。该同学测得微安表内阻为 1 200 Ω ，经计算后将一阻值为 R 的电阻与微安表连接，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)。



(1) 根据图 (a) 和题给条件, 将 (b) 中的实物连接。

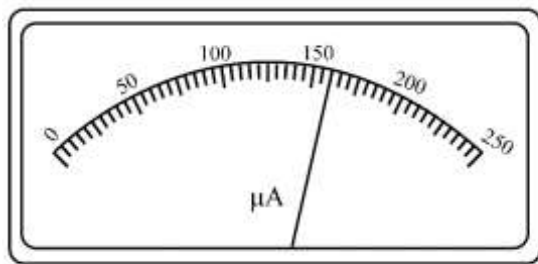
(2) 当标准毫安表的示数为 16.0mA 时, 微安表的指针位置如图 (c) 所示, 由此可以推测出改装的电表量程不是预期值, 而是_____。(填正确答案标号)

A. 18 mA

A. 21 mA

C. 25mA

D. 28 mA



中小學全科教育

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 1 200 Ω

B. 微安表内阻测量错误, 实际内阻小于 1 200 Ω

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都正确, 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=_____。

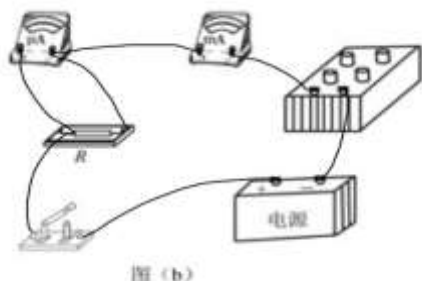
【答案】(1) 如下图所示

(2) C

(3) AC

$$(4) R':R = \frac{99}{79}$$

【解析】：(1) 连线如图所示

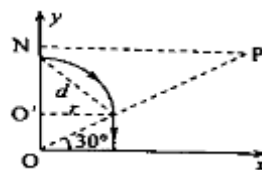


(2) 标准毫安表的示数为 16.0mA 时，根流过微安表的电流如图 c 所示是 0.16mA，可知微安表的量程扩大为原来的 100 倍，即 25mA，选 C

(3) 微安表扩大后的量程 $I = I_g + \frac{I_g R_g}{R}$ ，扩大后量程偏大，原因可能是 R_g 偏大或 R 偏小

(4) 当量程为 25mA 时， $R_g : R = (I - I_g) : I_g (= 25 - 0.25) : 0.25$ ，当量程为 20mA 时， $R_g : R' = (I - I_g) : I_g = (20 - 0.25) : 0.25 = 79 : 1$ ，可得 $R' : R = \frac{99}{79}$

24. 如图，在直角三角形 OPN 区域内存在匀强磁场，磁感应大小为 B，方向垂直于纸面向外，一带正电的粒子从静止开始经电场 U 加速后，沿平行 x 轴的方向射入磁场，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 于 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。

【答案】 (1) $\frac{q}{m} = \frac{4U}{B_2 d^2}$ (2) $t = \frac{B d^2}{4U} \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \right)$

【解析】 (1) 带电粒子的质量为 m，电荷量为 q，加速后的速度大小为 v，由动能定理有

$$qU = \frac{1}{2}mv^2 \quad ①$$

设粒子在磁场中做圆周运动的半径为 r ，由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有

$$qvB = m\frac{v^2}{r} \quad ②$$

由几何关系知 $d = \sqrt{2}r \quad ③$

联立①②③三式得 $\frac{q}{m} = \frac{4U}{B^2 d^2} \quad ④$

(2) 由几何关系知，带电粒子射入磁场后到运动至 x 轴所经历得路程为

$$s = \frac{\pi r}{2} + r \tan 30^\circ \quad ⑤$$

带电粒子从射入磁场到运动至 x 轴的时间为

$$t = \frac{s}{v} \quad ⑥$$

联立②④⑤⑥式得

$$t = \frac{Bd^2}{4U} \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \right)$$

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 B 静止于水平轨道的最左侧，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 均为未知数。已知 A 的质量为 m ，初始时 A 与 B 的高度差为 H ，重力加速度为 g ，不计空气阻力。

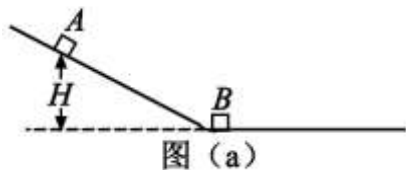


图 (a)

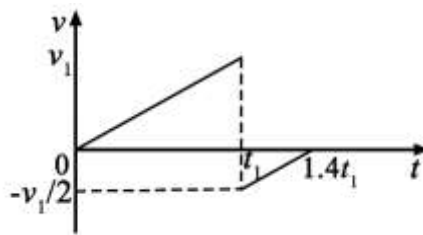


图 (b)

- (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。求改变前面动摩擦因数的比值。

【答案】 (1) $m' = 3m$ (2) $W = \frac{2}{15}mgH$ (3) $\frac{\mu}{\mu'} = \frac{11}{9}$

【解析】 (1) 根据图 (b)， v_1 为物块 A 在碰撞前瞬间速度的大小， $\frac{v_1}{2}$ 为其碰撞后瞬间速度的大小。设物块 B 的质量为 m' ，碰撞后瞬间的速度大小为 v' 。由动量守恒定律和机械能守恒定律有

$$mv_1 = m\left(-\frac{v_1}{2}\right) + m'v' \quad ①$$

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

联立①②式得

$$m' = 3m \quad ③$$

(2) 在图 (b) 所描述的运动中，设物块 A 与轨道间的滑动摩擦力大小为 f ，下滑过程中所走过的路程为 s_1 ，返回过程中所走过的路程为 s_2 ，P 点的高度为 h ，整个过程中克服摩擦力所做的功为 W ，由动能定理有

$$mgH - fs_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 - 0 \quad ④$$

$$-(fs_2 + mgh) = 0 - \frac{1}{2}m\left(-\frac{v_1}{2}\right)^2 \quad ⑤$$

从图 (b) 所给出的 $v-t$ 图线可知

$$s_1 = \frac{1}{2} v_1 t_1 \quad (6)$$

$$s_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_1}{2} \cdot (1.4 t_1 - t_1) \quad (7)$$

由几何关系

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{h}{H} \quad (8)$$

物块 A 在整个过程中克服摩擦力所做的功为

$$W = f s_1 + f s_2 \quad (9)$$

联立④⑤⑥⑦⑧⑨式可得

$$W = \frac{2}{15} mgH \quad (10)$$

(3) 设倾斜轨道倾角为 θ ，物块与轨道间的动摩擦因数在改变前为 μ ，有

$$W = \mu mg \cos \theta \cdot \frac{H+h}{\sin \theta} \quad (11)$$

设物块 B 在水平轨道上能够滑行的距离为 s' ，由动能定理有

$$-\mu m' g s' = 0 - \frac{1}{2} m' v'^2 \quad (12)$$

设改变后的动摩擦因数为 μ' ，由动能定理有

$$mgh - \mu' mg \cos \theta \cdot \frac{h}{\sin \theta} - \mu' m g s' = 0 \quad (13)$$

联立①③④⑤⑥⑦⑧⑩⑪⑫⑬式可得

$$\frac{\mu}{\mu'} = \frac{11}{9} \quad (14)$$

选修 3-3

(1) (5 分)

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) (10分)

热等静压设备广泛用于材料加工中。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，改部其性能。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 0.13 m^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 $27 \text{ }^\circ\text{C}$ 。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 $1227 \text{ }^\circ\text{C}$ ，求此时炉腔中气体的压强。

【答案】(1) 低于 大于

(2) (i) $p = 3.2 \times 10^7 \text{ Pa}$ (ii) $P_3 = 1.6 \times 10^8 \text{ Pa}$

【解析】

(i) 设初始时每瓶气体的体积为 V_0 ，压强为 P_0 ；使用后气瓶中剩余气体的压强为 P_1 。假设体积为 V_0 、压强为 P_0 的气体压强变为 p_1 时，其体积膨胀为 V_1 。由玻意耳定律： $P_0 V_0 = P_1 V_1$ ①

被压入进炉腔的气体在室温和 P_1 条件下的体积为 $V_1' = V_1 - V_0$ ②

设 10 瓶气体压入完成后炉腔中气体的压强为 p_2 体积为 V_2 。由玻意耳定律： $P_2 V_2 = 10 P_1 V_1'$ ③

联立①②③式并代入题给数据得

$p = 3.2 \times 10^7 \text{ Pa}$ ④

(II) (i) 设加热前炉腔的温度为 T_0 ，加热后炉腔温度为 T_1 气体压强为 P_3 。由查理定律

$$P_3 T_0 = P_2 T_{10} \quad (5)$$

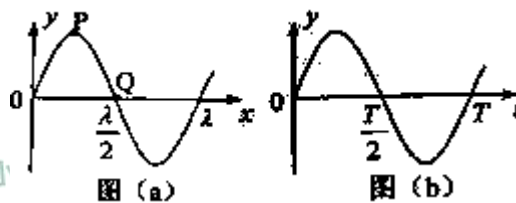
联立④⑤式并代入题给数据得

$$P_3 = 1.6 \times 10^8 \text{ Pa} \quad (6)$$

[物理—选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 一简谐横波沿 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, 选错 3 个扣 6 分, 最低得分为 0 分)



对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低

- 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 的大
- C. 在 $t=0$ 时刻, 质点 P 的加速度的大小比质点 Q 的大
- 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 的大

【答案】 CDE

【考点】 波形图和振动图互求

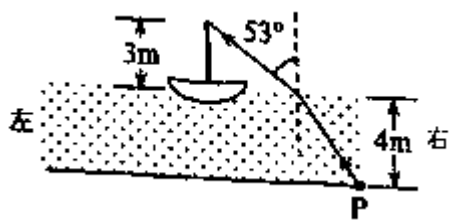
【解析】 由波形图所处时刻为 $t = \frac{T}{2}$, 可以得到图 (b) 此时的振动方向为处于平衡位置且向 y 轴负方向, 图 (a) 中只有 $x=0$ 或 $x=\lambda$ 的振动图像可能为图 (b)。由波形图向右传播, 得到 Q 质点此刻处于平衡位置向 y 轴正方向, 故 A 错; 由波的平移方式, 将波形逆向向 x 轴负方向平移半个波长, 可知, $t=0$ 时, P 处于波谷位置, Q 处于平衡位置, 所以 $t=0$ 时, P 的速率为零, Q 的速率最大, 故 B 错; 由 P 点处在波谷, Q 点处在平衡位置, 所以 P 点加速度比质点 Q 加速度更大, 故 C 正确; 由上述分析, 可以知道 D 正

确；根据 $T=0$ 时，P 处于波谷，Q 处于平衡位置，E 正确。

(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，从水面射出后仍照射在桅杆顶端，求船行驶的距离。



【答案】 7m; $(6\sqrt{2}-3)$ m

【考点】 光的折射；几何关系

【解析】

(i) 设法线界面交点为 O，桅杆与水面交点 A，桅杆顶端 B，可知 $AB=3\text{m}$ ， $OA=AB\tan 53^\circ = 4\text{m}$ 。设法线与池底交点为 C，则由折射定律知： $n = \frac{\sin 53^\circ}{\sin \angle COP}$ ，得 $\sin \angle COP = \frac{3}{5}$

所以得到 $\angle COP = 37^\circ$ ，则 $CP = OC \tan 37^\circ = 3\text{m}$ 。

得到 P 点到桅杆水平距离为 $AO + CP = 7\text{m}$ 。

(ii) 设船只前进后，法线与界面交点为 T，桅杆与水面交点变为 N，桅杆顶为 C，且设法线与池底交点为 M，由题意可以得到， $\angle MTP = 45^\circ$ ，折射定律得到 $n = \frac{\sin \angle NCT}{\sin \angle MTP}$ ，可

以解得 $\sin \angle NCT = \frac{2\sqrt{2}}{3}$ ，则 $\tan \angle NCT = 2\sqrt{2}$ ，得 $NT = NC \tan \angle NCT = 3 \times 2\sqrt{2} = 6\sqrt{2}\text{m}$ 并且知道

$MP = TM \tan 45^\circ = 4\text{m}$ 。故，此时 P 点距桅杆水平方向距离为 $NT + MP = (6\sqrt{2} + 4)\text{m}$

由此，得到船只前进距离 $\Delta s = (6\sqrt{2} + 4) - 7 = 6\sqrt{2} - 3 \approx 5.5\text{m}$

新东方 中小学全科教育 新东方 中小学全科教育 新东方 中小学全科教育

新东方 中小学全科教育 新东方 中小学全科教育 新东方 中小学全科教育

新东方 中小学全科教育 新东方 中小学全科教育 新东方 中小学全科教育

新东方 中小学全科教育 新东方 中小学全科教育 新东方 中小学全科教育