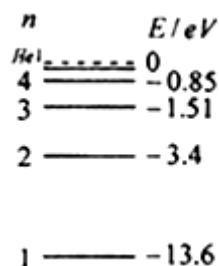


2018 年广西桂林市高考二模试卷物理

一、选择题：共 8 小题，每小题 6 分，在每小题给出的四个选项中，第 1~5 题只有一项符合题目要求，第 6~8 题有多项符合题目要求，全部选对得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

1. (6 分) 氢原子能级如图所示，当氢原子从 $n=3$ 跃迁到 $n=2$ 的能级时，辐射光子 Z 的波长为 656nm。以下判断正确的是()



- A. 氢原子从 $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 的能级时，辐射光子的波长大于 656nm
- B. 氢原子从 $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 的能级时辐射光子照射某金属表面有光电子逸出，若换用光子 Z 照射该金属表面时不一定有光子逸出
- C. 一个处于 $n=3$ 能级上的氢原子向低能级跃迁时最多产生的 3 种谱线
- D. 用波长 633nm 的光照射，能使氢原子从 $n=2$ 跃迁到 $n=3$ 的能级

解析：A、从 $n=3$ 跃迁到 $n=2$ 的能级时，辐射光的波长为 656nm，即有： $\frac{hc}{656nm} = (-1.51 - (-3.4)) \times 1.6 \times 10^{-19}$ ，而当从 $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 的能级时，辐射能量更多，则频率更高，则波长小于 656nm。故 A 错误。

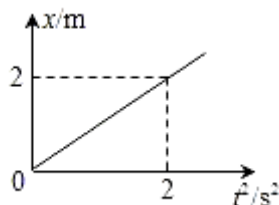
B、氢原子从 $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 的能级时辐射光子照射某金属表面有光电子逸出，若换用光子 Z 照射该金属表面时，辐射能量小于前者辐射的能量，因此不一定有光子逸出；故 B 正确；

C、根据数学组合 $C_3^2=3$ ，可知一群 $n=3$ 能级上的氢原子向低能级跃迁时最多产生 3 种谱线，然而一个氢原子向低能级跃迁时最多产生 2 种谱线，故 C 错误。

D、当氢原子从 $n=3$ 跃迁到 $n=2$ 的能级时，辐射光子 Z 的波长为 656nm，用波长 $633nm < 656nm$ 的光照射，其能量大于波长为 656nm 的能量，因此不能使氢原子从 $n=2$ 跃迁到 $n=3$ 的能级，故 D 错误。

答案：B

2. (6 分) 质点做直线运动的位移 x 和时间平方 t^2 的关系图象如图所示，则该质点()



- A. 第 2s 内的位移是 2m
- B. 加速度大小为 $1m/s^2$
- C. 第 3s 内的平均速度大小为 5m/s
- D. 任意相邻 2s 内的位移差都为 2m

解析：A、根据 x 和 t^2 的关系图象得：位移时间关系式为： $x=t^2$ ，对照匀变速运动的位移时间公式 $x=v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 有： $\frac{1}{2}a=1$ ，解得加速度为： $a=2m/s^2$ ，初速度为 0，前 2s 内的位移为为：

$x = \frac{1}{2}at^2 = 4m$, 第 1s 内的位移为: $x' = \frac{1}{2}at'^2 = 1m$, 故第 2s 内的位移是 $2m\Delta x = x - x' = 3m$,

故 AB 错误;

C、第 2s 末的速度为: $v = at = 4m/s$, 3s 末的速度为: $v' = at' = 6m/s$, 故平均速度为:

$\bar{v} = \frac{v + v'}{2} = 5m/s = 3.0m/s$, 故 C 正确;

D、任意相邻 2s 内的位移差都为 $\Delta x = aT^2 = 8m$, 故 D 错误。

答案: C

3. (6分) 2017年10月16日, 多国科学家同步举行新闻发布会, 宣布探测到了来自双中子星合并产生的引力波。若太空中有一组双星系统, 它们绕两者连线上的某点做匀速圆周运动。该双星系统中体积较小的星体能“吸食”另一颗体积较大的星球表面的物质, 达到质量转移的目的, 假设在演变的过程中两者球心之间的距离保持不变, 双星密度相同。则在最初演变的过程中()

- A. 它们之间的万有引力保持不变
- B. 它们的角速度不断变化
- C. 体积较小的星体的向心加速度变大
- D. 体积较大的星体做圆周运动的轨道半径变大

解析: A、设体积较小的星体质量为 m_1 , 轨道半径为 r_1 , 体积大的星体质量为 m_2 , 轨道半径为 r_2 。双星间的距离为 L 。转移的质量为 Δm 。

则它们之间的万有引力为 $F = G \frac{(m_1 + \Delta m)(m_2 - \Delta m)}{L^2}$,

由于它们的密度是相等的, 根据数学知识得知, 随着 Δm 的增大, F 先逐渐增大增大。故 A 错误。

B、对 m_1 : $G \frac{(m_1 + \Delta m)(m_2 - \Delta m)}{L^2} = (m_1 + \Delta m) \omega^2 r_1$ ①

对 m_2 : $G \frac{(m_1 + \Delta m)(m_2 - \Delta m)}{L^2} = (m_2 - \Delta m) \omega^2 r_2$ ②

由①②得: $\omega = \sqrt{\frac{G(m_1 + m_2)}{L^3}}$, 总质量 $m_1 + m_2$ 不变, 两者距离 L 不变, 则角速度 ω 不变。故

B 错误。

C、D、由②得: $\omega^2 r_2 = \frac{G(m_1 + \Delta m)}{L^2}$, ω 、 L 、 m_1 均不变, Δm 增大, 则 r_2 增大, 即体积较

大星体圆周运动轨迹半径变大, 体积较小星体圆周运动轨迹半径变小。

由 $a = \omega^2 r_1$ 得体积较小的星体的向心加速度减小。故 C 错误。D 正确。

答案: D

4. (6分) 如图所示, 物块 A 质量为 $2m$, 物块 B、C 质量均为 m , A 与天花板之间、B 与 C 之间均用轻弹簧相连, A 与 B 之间用细绳相连, 当系统静止后, 突然剪断 A、B 间的细绳, 则此瞬间 A、B、C 的加速度分别为 (取向下为正) ()



- A. $-g, 2g, 0$
- B. $-2g, g, 0$

C. $-4g, 2g, 0$

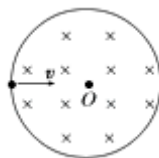
D. $-g, g, g$

解析：剪断细线前，对 BC 整体受力分析，受到总重力和细线的拉力而平衡，故 $T=2mg$ ；再对物体 A 受力分析，受到重力、细线拉力和弹簧的拉力；

剪断细线后，重力和弹簧的弹力不变，细线的拉力减为零，故物体 B 受到的力的合力等于 $2mg$ ，向下，物体 A 受到的合力为 $2mg$ ，向上，物体 C 受到的力不变，合力为零，故物体 B 有向下的 $2g$ 的加速度，物体 A 具有 g 的向上的加速度，物体 C 的加速度为零；故 A 正确、BCD 错误。

答案：A

5. (6分) 如图所示，半径 $R=\sqrt{3}$ m 的圆形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场。重力不计、电荷量一定的带电粒子以速度 $v=1\text{m/s}$ 正对着圆心 O 射入磁场，若粒子射入、射出磁场点间的距离为 $\sqrt{3}$ m，则粒子在磁场中的运动时间为()



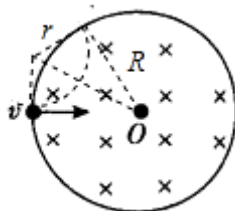
A. $\frac{\pi}{4}$ s

B. $\frac{\pi}{2}$ s

C. $\frac{\pi}{3}$ s

D. $\frac{2\pi}{3}$ s

解析：粒子在磁场中做匀速圆周运动，画出轨迹，如图所示：

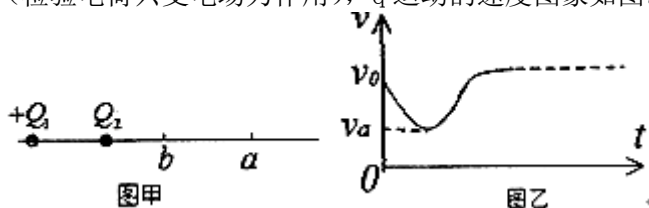


由几何关系知其轨道半径： $r=R\tan 30^\circ = 1\text{m}$ ，故在磁场中的运动时间： $t = \frac{1}{3}T = \frac{1}{3} \times \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{3}$

s，故选项 ABC 错误，选项 D 正确。

答案：D

6. (6分) 如图甲所示， Q_1 、 Q_2 为两个被固定的点电荷，其中 Q_1 为正点电荷，在它们连线的延长线上有 a、b 两点，现有一检验电荷 q (电性未知) 以一定的初速度沿直线从 b 点开始经 a 点向远处运动 (检验电荷只受电场力作用)，q 运动的速度图象如图乙所示。则()



A. Q_2 必定是负电荷

B. Q_2 的电荷量必定大于 Q_1 的电荷量

- C. 从 b 点经 a 点向远处运动的过程，检验电荷 q 所受的电场力一直减小
 D. a 点比 b 点电势高

解析：A、由于试探电荷从 b 向 a 运动的过程是先减速后加速，速度向右，故电场力的合力先向左后向右，在平衡点左侧时是向左的吸引力大，故试探电荷的电性与 Q_2 相反（可以假设无限靠近 Q_2 ，是吸引力大），带正电，

由图乙可知，检验电荷先减速运动，若 Q_2 为正电荷，ba 间电场线方向向右，电荷将一直加速，故 Q_2 为负电荷，故 A 正确；

B、由于试探电荷从 b 向 a 运动的过程是先减速后加速，故 ba 之间存在平衡点，

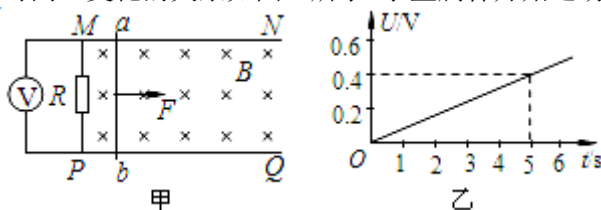
根据平衡条件，有：
$$= \frac{kQ_1q}{r_1^2} - \frac{kQ_2q}{r_2^2}$$
；由于 $r_1 > r_2$ ，故 $Q_1 > Q_2$ ，故 B 错误；

C、由速度图象可知，q 的加速度先减小后增大，故电场力也是先向减小后增大，故 C 错误；

D、沿着电场线方向，电势是降低的，因此 a 点比 b 点电势高，故 D 正确。

答案：AD

7. (6 分) 如图所示，光滑且足够长的金属导轨 MN、PQ 平行地固定在同一水平面上，两导轨间距 $L=0.20\text{m}$ ，两导轨的左端之间连接的电阻 $R=0.40\Omega$ ，导轨上停放一质量 $m=0.10\text{kg}$ 的金属杆 ab，位于两导轨之间的金属杆的电阻 $r=0.10\Omega$ ，导轨的电阻可忽略不计。整个装置处于磁感应强度 $B=0.50\text{T}$ 的匀强磁场中，磁场方向竖直向下。现用一水平外力 F 水平向右拉金属杆，使之由静止开始运动，在整个运动过程中金属杆始终与导轨垂直并接触良好，若理想电压表的示数 U 随时间 t 变化的关系如图乙所示。求金属杆开始运动经 $t=5.0\text{s}$ 时，()



- A. 通过金属杆的感应电流的大小为 1A，方向由 b 指向 a
 B. 金属杆的速率为 4m/s
 C. 外力 F 的瞬时功率为 1W
 D. $0\sim 5.0\text{s}$ 内通过 R 的电荷量为 5C

解析：A、由图象可知， $t=5.0\text{s}$ 时， $U=0.40\text{V}$ 。此时电路中的电流（即通过金属杆的电流）为：

$$I = \frac{U}{R} = \frac{0.40}{0.40} \text{A} = 1\text{A}.$$

用右手定则判断出，此时电流的方向由 b 指向 a。故 A 正确。

B、金属杆产生的感应电动势为：

$$E = I(R+r) = 1 \times (0.4+0.1) \text{V} = 0.50\text{V}$$

因 $E=BLv$ ，所以金属杆的速度大小为：
$$v = \frac{E}{BL} = \frac{0.5}{0.5 \times 0.2} = 5.0\text{m/s},$$
 故 B 错误。

C、金属杆速度为 v 时，电压表的示数应为 $U = \frac{R}{R+r} BLv$ 。

由图象可知， U 与 t 成正比，由于 R 、 r 、 B 及 L 均与不变量，所以 v 与 t 成正比，即金属杆应沿水平方向向右做初速度为零的匀加速直线运动。

$$\text{金属杆运动的加速度为：} a = \frac{v}{t} = \frac{5}{5} = 1.0\text{m/s}^2.$$

根据牛顿第二定律，在 5.0s 末时对金属杆有： $F - BIL = ma$ ，

解得： $F = 0.20\text{N}$ 。

此时 F 的瞬时功率为： $P = Fv = 1.0\text{W}$ ，故 C 正确。

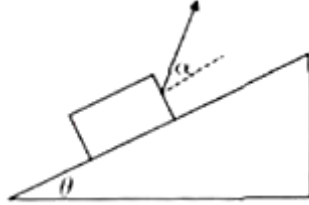
D、 $t=5.0\text{s}$ 时间内金属杆移动的位移为： $x = \frac{1}{2} at^2$

$$= \frac{1}{2} \times 1 \times 5^2 = 12.5 \text{m}.$$

通过 R 的电荷量为: $q = \frac{\Delta\Phi}{R+r} = \frac{BLx}{R+r} = \frac{0.5 \times 0.2 \times 12.5}{0.4 + 0.1} = 2.5 \text{C}$, 故 D 错误。

答案: AC

8. (6分) 一个物体在拉力 F 的作用下在倾角 $\theta = 30^\circ$ 的粗糙斜面上向上始终匀速运动, 物体与斜面的动摩擦因数 $\mu = 0.5$, F 与斜面的夹角 α 从零逐渐增多, 物体离开斜面前, 拉力 F 的大小与 F 的功率 P 的变化情况()



- A. F 变大
- B. P 一直变小
- C. F 先变小后变大
- D. P 一直变大

解析: 对物体受力分析可知:

$$F \cos \alpha - \mu (mg \cos \theta - F \sin \alpha) = 0$$

$$\text{解得: } F = \frac{\mu mg \cos \theta}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$

故拉力的瞬时功率为:

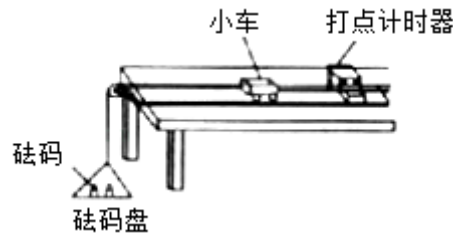
$$P = Fv \cos \alpha = \frac{\mu mg \cos \theta}{1 + \mu \tan \alpha}$$

当 α 增大时, P 减小, 故 B 正确。

答案: BC

二、非选择题: 包括必考题和选考题两部分。(一) 必考题

9. (10分) 某物理兴趣小组利用图示实验装置做“验证牛顿运动定律”的实验。



(1) 在平衡摩擦力后, 要使细线的拉力可以近似认为等于砝码盘及盘中砝码受到的总重力, 小车的质量 M 和砝码盘及盘中砝码的总质量 m 应满足的条件是_____。

解析: 当小车的质量远大于砝码盘和砝码的总质量时, 才能近似认为细线对小车的拉力大小等于砝码盘和砝码的总重力大小。

答案: $M \gg m$ 。

(2) 下列实验操作中, 正确的是_____。(填正确选项前的字母)

- A. 调节定滑轮的高度, 使牵引小车的细绳与长木板保持平行
- B. 每次小车都要从同一位置开始运动

- C. 实验中应先放小车，然后再接通打点计时器的电源
 D. 平衡摩擦力后，通过增减小车上的砝码改变小车的质量时，不需要重新平衡摩擦力。
- 解析：A、调节滑轮的高度，使牵引小车的细绳与长木板保持平行。故 A 正确；
 B、不需要每次小车都要从同一位置开始运动。故 B 错误；
 C、实验时，应先接通电源，再释放小车。故 C 错误；
 D、平衡摩擦力后，通过增减小车上的砝码改变小车的质量时，不需要重新平衡摩擦力。故 D 正确。

答案：AD。

10. (20 分)要精确测量国产某手机的锂聚合物电池的电动势和内阻，给定了下列实验器材：

- A. 待测电源（电动势约 3.8V，内阻约 1Ω ）
 B. 电流表 A_1 （量程 0.6A，内阻未知）
 C. 电压表 V_1 （量程 15V，内阻 $r_1=5k\Omega$ ）
 D. 电压表 V_2 （量程 3V，内阻 $r_2=3k\Omega$ ）
 E. 定值电阻 $R_1=500\Omega$
 F. 定值电阻 $R_2=1000\Omega$ ）
 G. 滑动变阻器 R（阻值范围 $0\sim 20\Omega$ ）
 H. 滑动变阻器 R（阻值范围 $0\sim 100\Omega$ ）
 I. 开关及导线

(1) 该实验中电压表应选_____，定值电阻应选_____，为操作方便滑动变阻器应选_____。（填选项前面的序号）

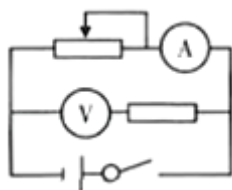
解析：由题意可知，电源电压为 3.8V；若采用 15V 的电压表，量程太大，则测量结果不准确；而采用 3V 的电压表，则量程太小，不过可以串联电阻分压来扩大量程；故电压表应选用 D；采用电阻与电压表串联的方式后，总量程与电阻成正比；则若选用 1000Ω 的定值电阻，改装后量程为 $\frac{3000 + 500}{3000} \times 3 = 3.5V$ ；仍小于电动势不适用；采用 $1K\Omega$ 的电阻串联，则改装后电压表量程为： $\frac{3000 + 1000}{3000} \times 3 = 4V$ ；故定值电阻选用 F；因电源内阻较小，为了便于调节控制，应选择总阻值较小的 G。

答案：D； F； G。

(2) 在方框中画出实验电路图。



解析：本实验中电源内阻与电流表内阻相差不多，故电流表应采用外接法（相对于电源）故电路图为：



答案：如图所示。

(3) 若将滑动变阻器滑到某一位置，读出此时电压表读数为 U ，电流表读数为 I ，测得多组数据后作出 $U - I$ 图象，若图象的纵截距为 b ，斜率为绝对值为 k ，忽略电压表的分流作用，则电动势 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ，电源内阻 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ 。（这两空要求用题目给的符号， r_1 ， r_2 ， R_1 ， R_2 及 k ， b 表示）

解析：根据闭合电路欧姆定律以及改装原理可知：

$$\frac{r_2 + R_2}{r_2} U = E - Ir$$

变形可得：

$$U = \frac{r_2}{r_2 + R_2} E - \frac{r_2}{r_2 + R_2} rI$$

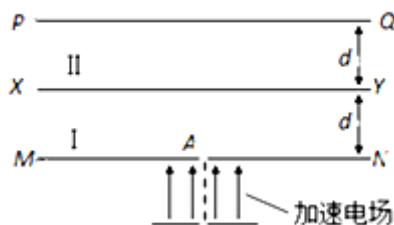
则由图象可知： $\frac{r_2}{r_2 + R_2} E = b$

$$\frac{r_2}{r_2 + R_2} r = k$$

解得： $E = \frac{r_2 + R_2}{r_2} b$ ； $r = \frac{r_2 + R_2}{r_2} k$ 。

答案： $\frac{r_2 + R_2}{r_2} b$ ； $\frac{r_2 + R_2}{r_2} k$ 。

11. (20 分) 如图，相邻两个匀强磁场区域 I 和 II，设磁感应强度的大小分别为 B_1 、 B_2 。已知：磁感应强度方向相反且垂直纸面；两个区域的宽度都为 d ；质量为 m 、电量为 $+q$ 的粒子由静止开始经电压恒为 U 的电场加速后，垂直于区域 I 的边界线 MN ，从 A 点进入并穿越区域 I 时速度方向与边界线 xy 成 60° 角进入区域 II，最后恰好不能从边界线 PQ 穿出区域 II。不计粒子重力。求：



(1) B_1 的大小；

解析：设粒子经 U 加速后获得的速度为 v ，根据动能定理有： $qU = \frac{1}{2}mv^2 \dots \textcircled{1}$

在区域 I 的磁场中偏转，有： $qB_1v = m \frac{v^2}{R_1} \dots \textcircled{2}$

粒子在磁场 I 中做匀速圆周运动，恰好不从上边界穿出，粒子与 PQ 相切，画出轨迹如图。

由几何关系得 $R_1 = \frac{d}{\sin 30^\circ} = 2d \dots \textcircled{3}$

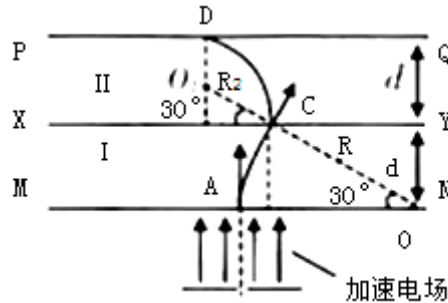
根据 $qvB_1 = m \frac{v^2}{R_1}$

联立得 $B_1 = \frac{1}{2qd} \sqrt{2mqU} \dots \textcircled{4}$ 。

答案：B₁的大小是 $\frac{1}{2qd}\sqrt{2mqu}$ 。

(2) B₁与 B₂的比值。

解析：两区域磁场方向相反（如 I 垂直纸向处，II 垂直纸面向里），则粒子的运动轨迹如图：



线 ACD。带电粒子在区域 II 的磁场中偏转，由洛伦兹力提供向心力，

$$\text{由：} qB_2v = m\frac{v^2}{R_2} \quad \text{⑤}$$

由几何关系有： $R_2\sin 30^\circ + R_2 = d$ ⑥

$$\text{联立得：} \frac{B_2}{B_1} = \frac{1}{3} \quad \text{⑦}$$

答案：B₁与 B₂的比值是 1：3。

12. (20 分) 如图 1 所示，一质量为 $m=1\text{kg}$ 的木板 A 静止在光滑水平地面上，在 $t=0$ 时刻，质量为 $M=2\text{kg}$ 的小物块 B 以初速度 $v_0=3\text{m/s}$ 滑上木板左端，经过一段时间后木板与墙发生弹性碰撞。木板长度可保证小物块在运动过程中不与墙接触。木板 A 在 $0\sim 0.8\text{s}$ 内的速度随时间的变化关系如图 2 所示，重力加速度为 $g=10\text{m/s}^2$ ，求：

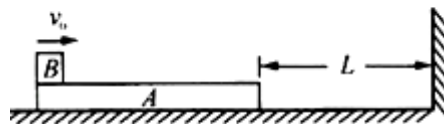


图1

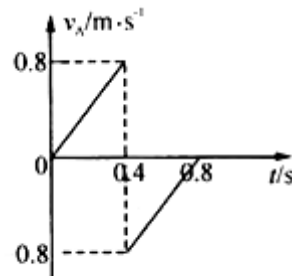


图2

(1) $t=0$ 时刻木板的右端到墙的距离 L 以及 $t=0.4\text{s}$ 时刻 B 的速度大小；

解析：由图 2 可知， $t_1=0.4\text{s}$ 时，A 与墙第一次碰撞，碰前 A 的速度为： $v_{A1}=0.8\text{m/s}$

$t=0$ 时刻木板的右端到墙的距离为： $L = \frac{1}{2}v_{A1}t_1$

代入数据解得： $L=0.16\text{m}$

A 与墙第一次碰撞前，对 A、B 由动量守恒定律有： $Mv_0 = Mv_{B1} + mv_{A1}$

解得： $v_{B1}=2.6\text{m/s}$ 。

答案： $t=0$ 时刻木板的右端到墙的距离 L 为 0.16m ， $t=0.4\text{s}$ 时刻 B 的速度大小为 2.6m/s 。

(2) A、B 间发生相对滑动过程中各自加速度大小；

解析：只要 A 与墙壁碰前 A、B 未达到共同速度，A 就在 $0\sim L$ 之间向右做匀加速运动，向左做匀减速运动，与墙壁碰前的速度始终为 v_{A1} ，

B 的加速度为： $a_B = \frac{v_0 - v_{B1}}{t_1} = 1 \text{ m/s}^2$

A 的加速度大小为： $a_A = \frac{v_{A1}}{t_1} = 2 \text{ m/s}^2$ 。

答案：A、B 间发生相对滑动过程中加速度大小分别为 1m/s^2 ， 2m/s^2 。

(3) 从 $t=0$ 至 A 与墙第 5 次碰前，A、B 组成的整体因摩擦产生的总热量。

解析：设 A 与墙发生 n 次碰撞后 A、B 第一次达到共同速度 v_1 ，以向右为正，对 B： $v_1 = v_0 - a_B t$

对 A： $v_1 = a_A (t - 2nt_1)$ ， $n=1, 2, 3 \dots$

联立解得： $v_1 = \frac{6 - 1.6n}{3}$

第一次到达共同速度 v_1 应满足 $0 \leq v_1 \leq v_{A1}$ ，联立解得： $2.25 \leq n \leq 3.75$ ，故 $n=3$ ， $v_1=0.4\text{m/s}$

设第 4 次碰撞后可能的共同速度 v_2 ，对 A、B 系统由动量守恒定律可得： $Mv_1 - mv_1 = (M+m)v_2$

可以得到 $v_2 = \frac{1}{3}v_1$ ，因为 $v_2 < v_1$ ，故在第 5 次碰撞前 A、B 已经达到共同速度，

对 A、B 整体，由能量守恒定律： $Q = \frac{1}{2}Mv_0^2 - \frac{1}{2}(M+m)v_2^2$

解得： $Q=8.97\text{J}$ 。

答案：从 $t=0$ 至 A 与墙第 5 次碰前，A、B 组成的整体因摩擦产生的总热量为 8.97J 。

【物理选修 3-3】

13. (6 分) 下列说法正确的是 ()

- A. 用气体的摩尔体积和阿伏伽德罗常数就可以算出气体分子的体积
- B. 热量不能从低温物体传到高温物体
- C. 在一定温度下，悬浮在液体中的固体微粒越小，布朗运动就越明显
- D. 一定质量的理想气体当其温度变化时，气体内能一定变化
- E. 一定质量的理想气体压强不变时，气体分子单位时间内对器壁单位面积的平均碰撞次数随着温度升高而减小

解析：A、摩尔体积除以阿伏伽德罗常数算出的是气体分子占据的空间，气体分子间的空隙很大，所以气体分子占据的空间不等于气体分子的体积。故 A 错误；

B、热力学第二定律指出，热量不能自发地从低温物体传到高温物体，故 B 错误；

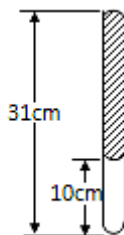
C、固体颗粒越小，分子撞击的不平衡性就越明显；则布朗运动越明显；故 C 正确；

D、对于一定质量的理想气体，其内能由温度决定，温度变化气体内能一定变化，故 D 正确；

E、一定质量的理想气体压强不变时，温度升高时，气体体积一定增大，则气体分子单位时间内对器壁单位面积的平均碰撞次数随着温度升高而减少，故 E 正确。

答案：CDE

14. (20 分) 如图所示，长为 31cm ，内径均匀的细玻璃管开口向上竖直放置，管内水银柱的上端正好与管口齐平，封闭气体的长为 10cm ，温度为 27°C ，外界大气压强不变。若把玻璃管在竖直平面内缓慢转至开口竖直向下，这时留在管内的水银柱长为 15cm ，求：



(1) 大气压强 p_0 的值;

解析: 初态: $P_1 = P_0 + 21\text{cmHg}$ $V_1 = 10S$ 末态: $P_2 = P_0 - 15\text{cmHg}$ $V_2 = (31 - 15)S = 16S$

由玻意耳定律, 得 $P_1V_1 = P_2V_2$

$P_0 = 75\text{cmHg}$ 。

答案: 大气压强 p_0 的值 75cmHg 。

(2) 缓慢转回到开口竖直向上, 再对管内气体加热, 当温度升高到多少 $^{\circ}\text{C}$ 时, 水银柱的上端恰好重新与管口齐平?

解析: $P_3 = 75 + 15 = 90\text{cmHg}$ $V_3 = LS$

$P_1V_1 = P_3V_3$

$P_4 = P_3 = 90\text{cmHg}$ $V_4 = (31 - 15)S = 16S$ $T_3 = 300\text{K}$

由吕萨克定律 $\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_4}{T_4}$

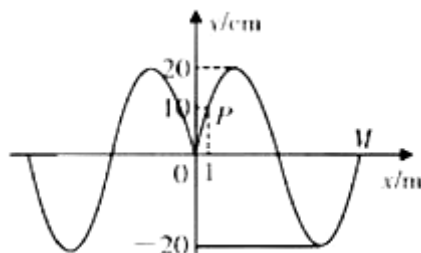
$T_4 = 450\text{K}$

得 $t = 177^{\circ}\text{C}$ 。

答案: 当管内气体温度升高到 177°C 时, 水银柱的上端恰好重新与管口齐平。

【物理选修 3-4】

15. (6 分) 从坐标原点 O 产生的简谐横波分别沿 x 轴正方向和负方向传播, $t=0$ 时刻波的图象如图所示, 此时波刚好传播到 M 点, $x=1\text{m}$ 的质点 P 的位移为 10cm , 再经 $\Delta t = 0.1\text{s}$, 质点 P 第一次回到平衡位置, 质点 N 坐标 $x = -81\text{m}$ (图中未画出), 则 ()



A. 波源的起振周期为 1.2s

B. 波源的起振方向向下

C. 波速为 8m/s

D. 若观察者从 M 点以 2m/s 的速度沿 x 轴正方向移动, 则观察者接受到波的频率变大

E. 从 $t=0$ 时刻起, 当质点 N 第一次到达波峰位置时, 质点 P 通过的路程为 5.2m

解析: B、由 M 可知: 波前向下振动, 故波源的起振方向向下; 故 B 正确;

A、根据 P 点处波的传播方向向右可得: 质点向下振动, 根据正弦函数表达式可得: $\frac{30^{\circ}}{360^{\circ}} = \frac{\Delta t}{T}$,

所以, 周期 $T = 1.2\text{s}$, 故 A 正确;

C、由 P 的横坐标为 1m , 根据正弦函数表达式可得: $\frac{30^{\circ}}{360^{\circ}} = \frac{1\text{m}}{\lambda}$, 所以, $\lambda = 12\text{m}$, 故波速

$$v = \frac{\lambda}{T} = 10 \text{ m/s}, \text{ 故 C 错误;}$$

D、若观察者从 M 点以 2m/s 的速度沿 x 轴正方向移动,那么,波相对观察者的相对速度减小,那么,观察者接受到波的频率减小,故 D 错误;

E、根据正弦函数表达式及对称性可知: x 轴负方向的波峰的横坐标为 $x = -3\text{m}$;

质点 N 第一次到达的波峰即 $t=0$ 时刻 $x = -3\text{m}$ 处的波峰传播而来,故需要经过时间

$$t = \frac{-3 - (-81)}{10} \text{ s} = 7.8 \text{ s} = \frac{13}{2} T;$$

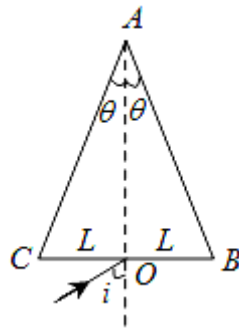
那么,质点 P 通过的路程为 $26A = 5.2\text{m}$,故 E 正确。

答案: ABE

16. (20 分) 如图所示, 三角形 ABC 为某透明介质的横截面, O 为 BC 边的中点, 位于截面所在平面内的一束光线自 O 以角 $i=45^\circ$ 入射, 第一次到达 AB 边恰好发生全反射. 已知 $\theta = 15^\circ$,

BC 边长为 $2L$. 计算过程可能用到 $\sin 75^\circ = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4}$, $\cos 75^\circ = \frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{4}$, $\tan 15^\circ = 2 - \sqrt{3}$,

求:



(1) 介质的折射率 n ;

解析: 设光线在 AB 上的折射角为 r , 由折射定律得 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$

根据全反射定律可知, 光线在 AB 面上的 P 点的入射角等于临界角 C , 则: $\sin C = \frac{1}{n}$

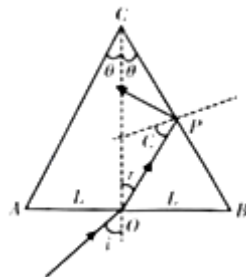
由几何关系得: $r + C = 75^\circ$

联立解得: $r = 30^\circ$, $n = \sqrt{2}$ 。

答案: 介质的折射率 n 是 $\sqrt{2}$ 。

(2) 从入射到发生第一次全反射所用的时间 (设光在真空中的速度为 c)。

解析: 在 $\triangle OPB$ 中, 根据正弦定理得: $\frac{OP}{\sin 75^\circ} = \frac{L}{\sin 45^\circ}$



设所求时间为 t , 光线在介质中的速度为 v , 得: $OP = vt$

$$v = \frac{c}{n}$$

联立得： $t = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{2c} L$ 。

答案：从入射到发生第一次全反射所用的时间为 $\frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{2c} L$ 。