

2019年北京市西城区高三二模物理考试逐题解析

物 理

2019.5

13. 关于一定质量的气体，下列说法正确的是

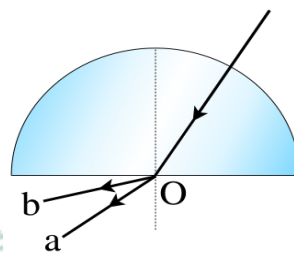
- A. 气体放出热量，其内能一定减小
- B. 气体对外做功，其内能一定减小
- C. 气体的温度降低，每个分子热运动的动能一定减小
- D. 气体的温度降低，分子热运动的平均动能一定减小

【答案】D

【解析】气体内能变化和热传递及做功都有关，仅放出热量或者做功不能确定内能变化，故 A、B 选项错，温度是分子平均动能的标志，温度降低，分子平均动能减小，但不能说明每个分子动能都减小，故选 D。

14. 如图所示，一束光射向半圆形玻璃砖的圆心 O，经折射后分为两束单色光 a 和 b，下列判断正确的是

- A. a 光的频率大于 b 光的频率
- B. a 光光子能量大于 b 光光子能量
- C. 玻璃砖对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率
- D. 玻璃砖对 a 光的折射率大于对 b 光的折射率

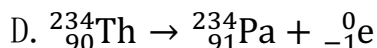
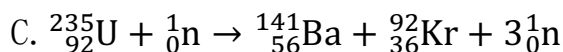


【答案】C

【解析】由图可得，玻璃砖对 b 光的偏折程度大，故玻璃砖对 b 光的折射率大，故 b 光的频率、光子能量都要大于 a 光，故选 C。

15. 人类一直在追求能源的开发和有效利用，太阳能的利用非常广泛，而太阳的巨大能量来源于太阳内部所发生的核聚变反应，该核反应可能是

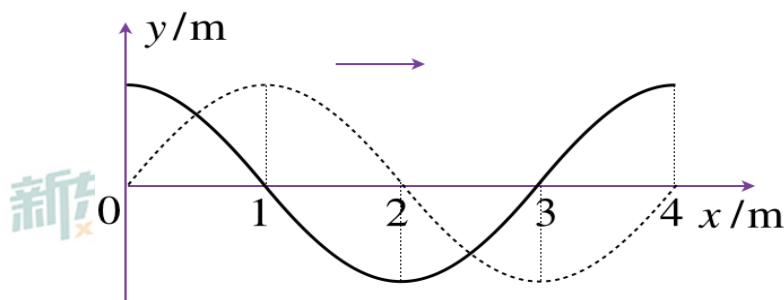
- A. ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$
- B. ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$



【答案】A

【解析】A 为核聚变，太阳内部核反应方程；B 为 α 衰变，C 为核裂变，D 为 β 衰变。

16. 如图所示，实线为一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波在 $t = 0$ 时刻的波形，虚线是该波在 $t = 0.20\text{s}$ 时刻的波形，则此列波的周期可能为



- A. 0.10s B. 0.20s C. 0.40s D. 0.80s

【答案】D

【解析】周期为 T ，波沿 x 轴正方向传播，则 $t = (n + \frac{1}{4})T$ ，其中 n 为整数，当 $n = 0$ 时 $T = 0.80\text{s}$ ，故选D。

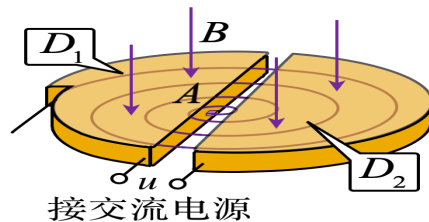
17. 地球绕着太阳公转，其运动可看成匀速圆周运动，已知引力常量为 G ，如果要通过观测求得太阳的质量，还需要测量下列哪些量

- A. 地球公转的轨道半径和自转周期
 B. 地球公转的轨道半径和公转周期
 C. 地球半径和地球的公转周期
 D. 地球半径和地球的自转周期

【答案】B

【解析】根据万有引力提供向心力，得 $G \frac{Mm}{r^2} = m(\frac{2\pi}{T})^2 r$ ，可得 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ ，计算中心天体（太阳）质量 M ，需要知道环绕天体（地球）的轨道半径和周期，故选B。

18. 回旋加速器的工作原理如图所示： D_1 和 D_2 是两个中空的半圆金属盒。它们之间有一定的电势差，A处的粒子源产生的 α 粒子在两盒之间被电场加速，两个半圆盒处于垂直于盒面的匀强磁场中， α 粒子进入半圆金属盒内做匀速圆周运动，若忽略 α 粒子在电场中的加速时间且不考虑相对论效应，则下列说法正确的是

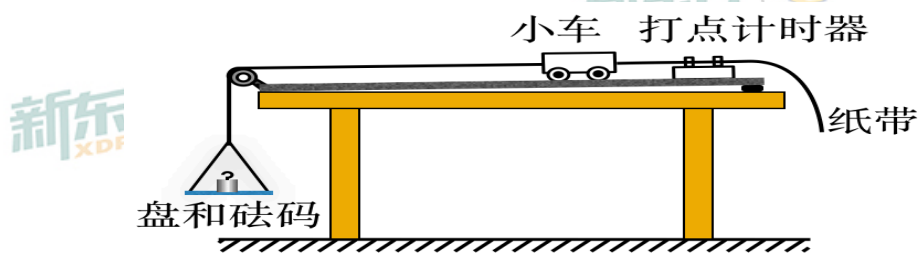


- A. α 粒子在磁场中回转一周运动的周期越来越小
- B. α 粒子在磁场中回转一周运动的周期越来越大
- C. 仅增大两盒间的电势差， α 粒子离开加速器时的动能增大
- D. 仅增大金属盒的半径， α 粒子离开加速器时的动能增大

【答案】D

【解析】根据 $Bqv = \frac{mv^2}{r}$ ，可得 $r = \frac{mv}{Bq}$ ，再利用 $T_{\text{回旋}} = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{Bq}$ ，可知粒子运动的周期与速率无关，周期保持不变，故 AB 错误；根据 $Bqv = \frac{mv_{\text{max}}^2}{R}$ ，回旋加速器最后使粒子得到最大速度（R 为 D 形盒半径），最大动能为 $E_{\text{max}} = \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2 = \frac{B^2q^2R^2}{2m}$ ，粒子最大动能与 R 有关，与加速电压无关，故选 D。

19. 如图所示，小车放在木板上，小车的前端系一条细绳，绳的一端跨过定滑轮挂一个小盘。盘中放重物，用悬吊重物的方法为小车提供拉力。小车后面固定一条纸带，纸带穿过打点计时器。以小车为研究对象，用该装置进行物理实验，下列说法正确的是



- A. 若探究动能定理，必须调整定滑轮的高度使细线与木板平行
- B. 若探究动能定理，必须使盘和盘上重物的质量远大于小车质量
- C. 若研究匀变速直线运动规律，必须垫高木板一端以平衡小车受到的摩擦力
- D. 若研究匀变速直线运动规律，必须使盘和盘上的重物质量远大于小车质量

【答案】A

【解析】探究动能定理实验，平衡摩擦力后，小车受到的合力只有在绳子与斜面平行时才等于绳子的拉力，故 A 正确；因为绳子拉力不能直接测量，需要用重物和盘的总重力代替绳子的拉力，重物和盘的质量远小于小车质量时二者总重力才与绳子拉力近似相等，故 B 错误；研究匀变速直线运动规律实验，需要研究速度、位移随时间变化的规律，通过打点计时器和纸带可以得到位移和时间的数据，通过计算可以得到结论，不需要平衡摩擦力，也不需要满足重物和盘的质量与小车质量满足任何关系，故 CD 错误。

20. 2019 年央视春晚深圳分会场首次成功实现 4K 超高清内容的 5G 网络传输。2020 年我国将全面进入 5G 万物互联的商用网络新时代。所谓 5G 是指第五代通信技术，采用 3300-5000MHz 频段的无线电波。现行的第四代移动通信技术 4G，其频段范围是 1880-2635MHz。5G 相比 4G 技术而言，其数据传输速度提升了数十倍。容量更大，时延大幅度缩短到 1 毫秒以内，为产业革命提供技术支撑。根据以上内容结合所学知识，判断下列说法正确的是

- A. 4G 信号是纵波，5G 信号是横波
- B. 4G 信号和 5G 信号相遇能产生干涉现象
- C. 4G 信号比 5G 信号更容易发生衍射现象
- D. 4G 信号比 5G 信号在真空中的传播速度更小

【答案】C

【解析】A 选项，4G 信号和 5G 信号都是电磁波，而电磁波都是横波，故 A 错误； B 选项，干涉需要频率相同，4G 信号的频率与 5G 信号不同，所以不能发生干涉，故 B 错误； C 选项，波长越长越容易衍射，4G 信号频率小，所以可知波长长，更容易发生衍射现象，故 C 正确； D 选项，电磁波在真空中传播速度都相同，故 D 错误。

21. (18分)

用图1所示的电路测定一节蓄电池的电动势和内阻。蓄电池的电动势 E 约为 $2V$ ，内阻 r 比较小。为了实验的方便，电路中串联了一个定值电阻 R_0 。

(1) 现有蓄电池，电流表(量程 $0-0.6A$)、滑动变阻器($0-20\Omega$)、开关、导线若干，以及下面的器材：

- A. 电压表($0-3V$)
- B. 电压表($0-15V$)
- C. 定值电阻(2Ω)
- D. 定值电阻(10Ω)

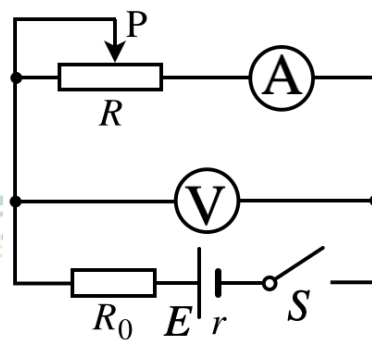


图1

实验中电压表应选用_____； R_0 应选用_____ (选填相应器材前的字母)。

(2) 图2是实验器材实物图，已连接了部分导线，请根据图1，补充完成实物间的连线，在闭合开关前，滑动变阻器的滑片应该置于最_____端(选填“左”或“右”)。

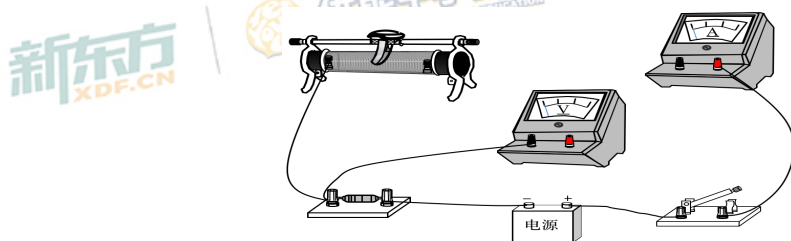


图2

(3) 某位同学根据实验记录的数据做出如图3所示的 $U-I$ 图线，可得出蓄电池的电动势 $E=$ _____ V ，图线的斜率 $k=$ _____ Ω ，电源内电阻 $r=$ _____ Ω 。

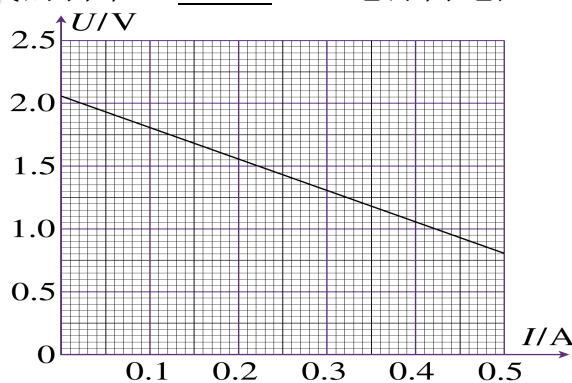


图3

(4) 采用图1电路测量电源电动势和内阻，产生系统误差的主要原因是()

A. 电流表的分压作用

B. 电流表的分流作用

C. 电压表的分流作用

D. 电压表的分压作用

(5) 某位同学在实际操作中发现：开关断开时，电流表的示数为零，电压表却还有较大示数；闭合开关，移动滑片，电压表和电流表示数能够正常变化，获得多组数据。那么，这种闭合开关时所获得的多组数据_____ (选填“可以”或“不可以”)用于求电动势和内阻。结合图2简要说明“开关断开时，电压表还有较大示数”的原因。

【答案】(1) A C

(2) 图见解析 右

(3) 2.05V (2.03~2.07) 2.5Ω (2.45~2.60) 0.5Ω (0.45~0.60)

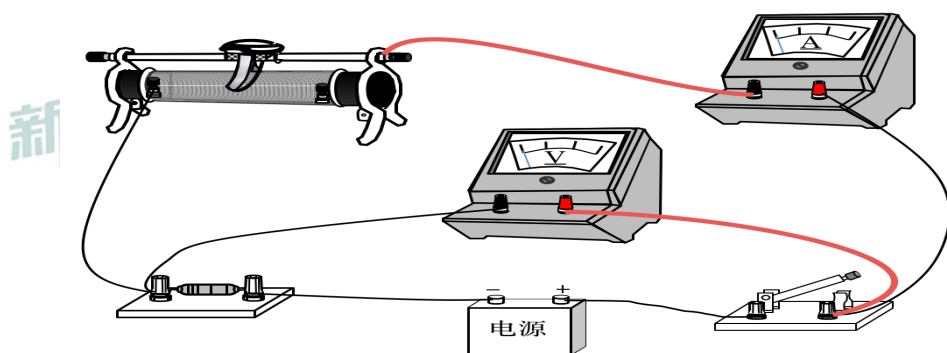
(4) C

(5) 可以； 电压表没有经开关直接并联在了电源和保护电阻两端

【解析】

(1) 电压表只有1/3到满量程较为准确，而电动势约2V，所以应选量程为3V的电压表。又因为电源内阻很小，所以选择2Ω的保护电阻。

(2) 电路图如下：避免闭合开关时电流过大损坏电表，所以滑阻应置于最大阻值处，及应置于左端。



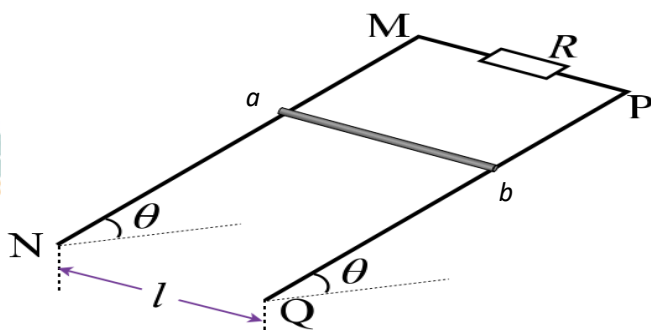
(3) 根据闭合回路欧姆定律可知图像的解析式为： $U = -(r + R_0)I + E$ ；所以可知截距即为电动势，而内阻等于斜率的大小减去保护电阻。代入图像数据可得： $E = 2.05V$ ； $k = 2.5\Omega$ ； $r = 0.5\Omega$

(4) 因为实验中我们需要的是电流表测回路总电流，电压表测路端电压，所以误差是由于电压表分流，导致电流表测量值偏小造成的，故选 C。

(5) 断开时电流表没示数，闭合后两表均能正常调节，说明干路上没有短路断路等异常情况，那么最可能的原因是电压表接线错接在了开关左侧，导致电压表不经开关接在电路内，这是不符合电路要求的接法，但是并不影响此次实验的测量结果，所以可以用测得的数据进行计算。

22. (16分)

如图所示，两根足够长的金属导轨 MN 、 PQ 平行放置在倾角为 θ 的绝缘斜面上，两导轨间距为 l 。在 M 、 P 两点间接有阻值为 R 的电阻。一根质量为 m 的均匀直金属杆 ab 放在两导轨上，并与导轨垂直，导轨和金属杆接触良好，不计它们之间的摩擦，且导轨和金属杆的电阻可忽略，重力加速度为 g 。



(1) ab 杆由静止开始沿导轨下滑，求它下滑的加速度大小。

(2) 若在整套装置上施加磁感应强度大小为 B 、方向垂直于斜面向下的匀强磁场。

让 ab 杆由静止开始沿导轨下滑。

a. 当 ab 杆速度大小为 v 时，求此时 ab 杆中的电流大小；

b. 求 ab 杆下滑过程中的最大速度。

【答案】(1) $a = g \sin \theta$ (2) $I = \frac{BLv}{R}$ (3) $v_m = \frac{mgR \sin \theta}{B^2 L^2}$

【解析】(1) (4分) 根据牛顿第二定律，有 $mg \sin \theta = ma$ ，得 $a = g \sin \theta$ ；

(2) (6分) a. 根据法拉第电磁感应定律，有 $E = BLv$ ，

根据闭合电路欧姆定律，由 $I = \frac{E}{R}$ 得 $I = \frac{BLv}{R}$ ；

(6分) b. 当杆下滑过程达到最大速度 v_m 时，安培力与重力沿斜面向下分力平衡，即

$$mg \sin \theta = F_{\text{安}}, \quad I = \frac{E}{R}, \quad E = BLv_m, \quad F_{\text{安}} = BIL = B \frac{E}{R} L = B \frac{BLv_m}{R} L = \frac{B^2 L^2 v_m}{R}$$

代入可得 $v_m = \frac{mgR \sin \theta}{B^2 L^2}$ 。

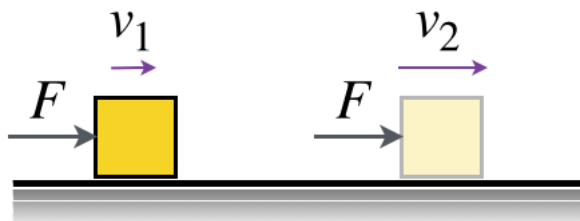
23. (18分)

(1) 光滑桌面上有 A 、 B 两个小球。 A 球的质量为 0.2kg ，以 8m/s 的速度与质量为 0.1kg 的静止的 B 球碰撞。碰撞后 A 球的速度变为 4m/s ， B 球的速度变为 8m/s ，方向与原来相同。根据这些实验数据，小明同学对这次碰撞的规律做了一个猜想：在碰撞过程中， A 球的动能损失了一些， A 球通过与 B 球碰撞而将损失的动能全部转移给了 B 球。

a. 请通过计算说明，小明同学以上猜想是否正确？

b. 请你猜想：在这次碰撞中，什么物理量守恒？即：在碰撞中 A 球这个量的损失量恰好等于 B 球这个量的增加量？通过计算来验证你的猜想。

(2) 如图，质量为 m 的物体，仅在与运动方向相同的恒力 F 的作用下，经过时间 t ，发生了一段位移 l ，速度由 v_1 增加到 v_2 。结合图中情景，请猜测并推导：



a. 恒力和其作用时间的累积 Ft 直接对应着什么物理量的变化？并由牛顿运动定律和运动学公式推导这种关系的表达式。

b. 恒力在其作用空间上的累积 Fl 直接对应着什么物理量的变化？并由牛顿运动定律和运动学公式推导这种关系的表达式。

【答案】 (1) a. 小明的猜想错误 b. 见解析；(2) 见解析

【解析】

(1) a. 碰撞前系统总动能为， $E_{k\text{初}} = \frac{1}{2} m_A v_0^2 = 6.4\text{J}$ ，

碰撞后系统总动能为， $E_{k\text{末}} = \frac{1}{2} m_A v_1^2 + \frac{1}{2} m_B v_2^2 = 4.8\text{J}$

$E_{k\text{初}} > E_{k\text{末}}$ 所以小明的猜想错误；

b. 我猜想系统的动量守恒；

A 的动量减少量为, $-\Delta P_A = P_{A初} - P_{A末} = 0.8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$

B 的动量增加量为, $\Delta P_B = P_{B末} - P_{A初} = 0.8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$

$-\Delta P_A = \Delta P_B$, 所以我的猜想正确。

(2) a. 对应动量的变化量;

结合 $F = ma$ 与 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 得 $Ft = m \Delta v = \Delta p$;

b. 对应动能的变化量

结合 $F = ma$ 与 $v_2^2 - v_1^2 = 2al$, 得 $Fl = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = \Delta E_k$ 。

24. (20 分)

如图 1 所示, 有一个连接在电路中的平行板电容器, 平行板间为真空, 其电容为 C , 两极板之间的距离为 d , 极板的面积为 s , 电源的电动势为 E , 静电力常量为 k , 忽略边缘效应。

(1) 开关 S 闭合, 电路达到稳定, 求平行板电容器极板上所带的电荷量。

(2) 保持开关 S 闭合, 将一块表面形状以及大小和平行板电容器极板完全相同、厚度略小于 d (可近似为 d) 的绝缘电介质板插入平行板电容器两极板之间, 如图 2 所示。已知: 插入电介质后的平行板电容器的电容 $C' = \epsilon_1 C$, 式中 ϵ_1 为大于 1 的常数, 求电介质板插入平行板电容器的过程中, 通过开关 S 的电量, 并说明该电流的方向。

(3) 电路在情境(1)的状态下, 断开开关 S , 保持电容器的电荷量不变, 有一块厚度为 $d/2$ 的导体板, 其表面形状大小和该平行板电容器的极板完全相同。在外力 F 的作用下, 该导体板能够沿着下极板的内侧缓慢地进入到如图 3 所示的位置。不计摩擦阻力。

a. 求两极板间 P 点的电场强度的大小 E_1 ;

b. 在电场中, 将单位体积内所蕴藏的电场能量叫做能量

密度, 用 w_e 表示。已知 $w_e = \frac{E_{\text{场}}^2}{8\pi k}$, 式中 $E_{\text{场}}$ 为电场强度。求该导体板进入电场的全过程中, 外力 F 所做的功 W_F 。

【答案】(1) CE (2) $(\epsilon_r - 1) CE$ 电流方向从左向右

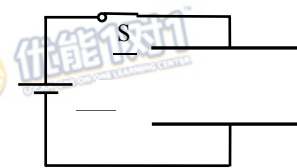


图 1

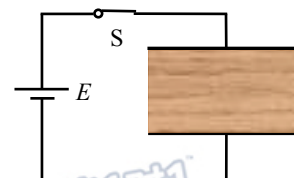


图 2

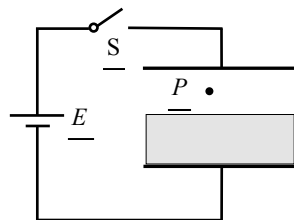


图 3

$$(3) \text{ a. } E_1 = \frac{E}{d} \quad \text{b. } W_F = -\frac{sE^2}{16\pi kd}$$

【解析】

(1) 电路稳定后，电容器两板间电压等于电源电动势

$$Q = CU = CE$$

(2) 插入电介质后， $Q' = C'E = \epsilon_r CE$

$$\Delta Q = Q' - Q = (\epsilon_r - 1) CE$$

通过电键 S 的电流方向从左向右。

(3) a. 断开 S 后，Q 不变，插入导体板后，板内静电平衡，场强为零，相当于板间距离减小为 $\frac{d}{2}$ 。 $C'' = \frac{2sQ}{4\pi kd} = 2C$

$$U'' = \frac{q}{C''} = \frac{E}{2}$$

$$E_1 = \frac{U''}{d/2} = \frac{E}{d}$$

b. 导体板进入前，电容器的电场能 $E_{P1} = w_\epsilon \cdot S \cdot d = \frac{sE^2}{8\pi kd}$

导体板进入后，板内场强为零，没有电场能，电容器的电场能 $E_{P2} = w_\epsilon \cdot S \cdot \frac{d}{2} = \frac{sE^2}{16\pi kd}$

拉力做功 $W_F = -W_{\text{电}} = E_{P2} - E_{P1} = -\frac{sE^2}{16\pi kd}$