

## 2018 年全国高考一模试卷（新课标 II 卷）物理

一、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 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，有选错或不答的得 0 分。

1. (6 分) 在 2017 年世界斯诺克国际锦标赛中，质量为  $m$  的白球以  $3v$  的速度被推出，与正前方另一静止的相同质量的黄球发生对心正碰，碰撞后黄球的速度为  $2v$ ，运动方向与白球碰前的运动方向相同。若不计球与桌面间的摩擦，则碰后瞬间白球的速度为( )

- A. 0
- B.  $\frac{1}{2}v$
- C.  $v$
- D.  $\frac{3}{2}v$

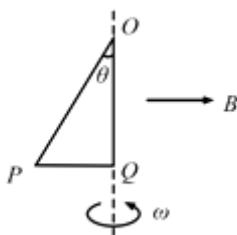
解析：两球碰撞过程系统动量守恒，以白球的初速度方向为正方向，

由动量守恒定律得： $m \cdot 3v = mv' + m \cdot 2v$

解得： $v' = v$ ，故 C 正确，ABD 错误。

答案：C

2. (6 分) 如图所示，直角三角形导线框 OPQ 放置在磁感应强度大小为  $B$ ，方向垂直于 OQ 向右的匀强磁场中，且 OP 边的长度为  $l$ ， $\angle POQ = \theta$ 。当导线框绕 OQ 边以角速度  $\omega$  逆时针转动（从 O 向 Q 观察）时，下列说法正确的是( )



- A. 导线框 OPQ 内无感应电流
- B. 导线框 OPQ 内产生大小恒定，方向周期性变化的交变电流
- C. P 点的电势始终大于 O 点的电势
- D. 如果截去导线 PQ，则 P、O 两点的电势差的最大值为  $\frac{1}{2}Bl^2\omega \sin\theta \cos\theta$

解析：A、导线框 OPQ 内，只有边长 OP 做切割磁感线运动，产生的感应电动势，根据法拉第电磁感应定律可求得感应电动势的大小为

$$E = Bl \cdot \frac{l \sin \theta}{2} \cdot \omega \cos \theta \sin \omega t = \frac{1}{2}Bl^2\omega \sin\theta \cos\theta \sin\omega t, \text{ 故导线框 OPQ 内产生正弦式交}$$

变电流，故 AB 错误；

C、由于导体框 OPQ 内产生正弦式交变电流，P 点的电势与 O 的点的电势大小成周期性变化，故 C 错误；

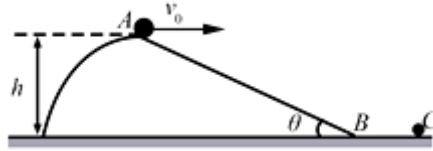
D、如果截取导线 PQ，则没有感应电流，但 PQ 两点的电势差

$$U = BL \cdot \frac{l \sin \theta}{2} \cdot \omega \cos \theta \sin \omega t = \frac{1}{2}Bl^2\omega \sin \theta \cos \theta \sin \omega t, \text{ 故最大值为}$$

$\frac{1}{2}Bl^2\omega \sin \theta \cos \theta$ ，故 D 正确。

答案：D

3. (6分) 如图所示，在高尔夫球场上，某人从高出水平地面  $h$  的坡顶以速度  $v_0$  水平击出一球，球落在水平地面上的 C 点。已知斜坡 AB 与水平面的夹角为  $\theta$ ，不计空气阻力。则下列说法正确的是( )



- A. 若球落到斜坡上，其速度方向与水平方向的夹角为定值
- B. 若球落到斜坡上，其速度方向与水平方向的夹角不确定

C. AC 的水平距离为  $v_0 \sqrt{\frac{h}{g}}$

D. 小球落在 C 点时的速度大小为  $\sqrt{v_0^2 + gh}$

解析：AB、若球落到斜坡上，将速度分解，有  $v_y = gt = 2v_0 \tan \theta$ ，故速度方向与水平方向的正切：

$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_0} = 2 \tan \theta$ ，所以速度方向与水平方向的夹角为定值，故 A 正确、B 错误；

C、小球做平抛运动，设时间为  $t$ ，则有： $x = v_0 t$ ， $y = \frac{1}{2} g t^2$ ，小球水平飞行距离为： $x = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，

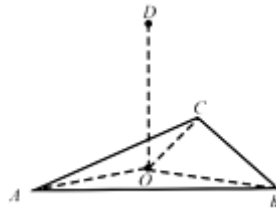
故 C 错误；

D、根据动能定理可得  $mgh = \frac{1}{2} m v_c^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$ ，解得小球落在 C 点时的速度大小为  $v_c =$

$\sqrt{v_0^2 + gh}$ ，故 D 错误。

答案：A

4. (6分) 水平面内有一等边三角形 ABC，O 点为三角形的几何中心，D 点为 O 点正上方的一点，O 点到 A、B、C、D 四点的距离均为 1。现将三个电荷量均为 Q 的正点电荷分别固定在 A、B、C 处，已知静电力常量为 k。则下列说法正确的是( )



A. O 点的电场强度大小  $E = k \frac{Q}{1^2}$

B. D 点的电场强度大小  $E = k \frac{Q}{21^2}$

C. O 点的电势为零

D. D 点的电势比 O 点的电势低

解析：A、三个点电荷在 O 点的场强大小都为  $k \frac{Q}{1^2}$ ，任意两个场强之间的角度为  $120^\circ$ ，故合场强为零，故 A 错误；

CD、经过 O 点的竖直线上任一点，三个点电荷在垂直该竖直线的平面内的场强都大小相等，

互成  $120^\circ$ ，故场强方向沿竖直方向指向无穷远处，那么，D 点的电势比 O 点的电势低；又有无穷远处电势为零，故 O 点电势大于零，故 C 错误，D 正确；

B、根据几何关系可得：D 到 A、B、C 的距离均为  $\sqrt{2}l$ ，故场强大小均为  $k\frac{Q}{2l^2}$ ；又有任一电场强与 OD 成  $45^\circ$ ，由 CD 可知：场强方向沿竖直方向指向无穷远处即为 OD 方向，

所以，D 点场强  $E = 3 \cdot \frac{kQ}{2l^2} \cos 45^\circ = \frac{3\sqrt{2}kQ}{4l^2}$ ，故 B 错误。

答案：D

5. (6分) 北京时间 2018 年 1 月 12 日 7 时 18 分，我国在西昌卫星发射中心用长征三号乙运载火箭（及远征一号上面级），以“一箭双星”方式成功发射第二十六、二十七颗北斗导航卫星，这两颗卫星属于中圆地球轨道卫星。中圆地球轨道卫星和同步轨道卫星都绕地球球心做圆周运动，但中圆地球轨道卫星离地面高度要低些。若与同步轨道卫星相比，则上述两颗卫星做圆周运动的（ ）

- A. 线速度小
- B. 向心加速度大
- C. 角速度小
- D. 周期大

解析：根据万有引力提供向心力，得

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = ma = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

$$\text{得 } v = \sqrt{\frac{Gm}{r}}, \quad a = \frac{Gm}{r^2}, \quad \omega = \sqrt{\frac{Gm}{r^3}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{Gm}}$$

A、由于中圆地球轨道卫星离地面高度要低些，即轨道半径要小些，由  $v = \sqrt{\frac{Gm}{r}}$  知，半径  $r$  越小，线速度越大，则中圆地球轨道卫星的线速度大，故 A 错误。

B、由  $a = \frac{Gm}{r^2}$ ，知半径  $r$  越小，向心加速度越大，则中圆地球轨道卫星的向心加速度大，故 B 正确。

C、由  $\omega = \sqrt{\frac{Gm}{r^3}}$ ，知半径  $r$  越小，角速度越大，则中圆地球轨道卫星的角速度大，故 C 错误。

D、由  $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{Gm}}$ ，知半径越小，周期越小，所以中圆地球轨道卫星的周期小，故 D 错误。

答案：B

6. (6分) 2017 年 11 月 6 日“华龙一号”核电项目首台发电机已通过了“型式试验”，全部指标达到和优于设计要求，标志着我国“华龙一号”首台发电机自主研制成功。“华龙一号”是利用原子核链式反应放出的巨大能量进行发电的， ${}_{92}^{235}\text{U}$  是核电站常用的核燃料。

${}_{92}^{235}\text{U}$  受一个中子轰击后裂变成  ${}_{56}^{144}\text{Ba}$  和  ${}_{36}^{92}\text{Kr}$  两部分，并产生 3 个中子。要使链式反应发生，裂变物质的体积要大于它的临界体积。已知  ${}_{92}^{235}\text{U}$ 、 ${}_{56}^{141}\text{Ba}$ 、 ${}_{36}^{92}\text{Kr}$  和中子  ${}_0^1\text{n}$  的质量分别是 235.043 9u、140.913 9u、91.897 3u 和 1.008 7u。若取  $1\text{u}=931.5\text{MeV}$ 。则下列说法正确的是（ ）

- A. 该核反应方程为： ${}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 2{}_0^1\text{n}$
- B. 该核反应方程为： ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$

C. 因为裂变释放能量，出现质量亏损，所以裂变后的总质量数减少

D. 一个  ${}_{92}^{235}\text{U}$  裂变时放出的能量约为  $\Delta E=200.55\text{ MeV}$

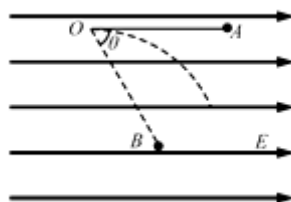
解析：AB、 ${}_{92}^{235}\text{U}$  受一个中子轰击后裂变成  ${}_{56}^{144}\text{Ba}$  和  ${}_{36}^{92}\text{Kr}$  两部分，并产生 3 个中子，并根据质量数守恒，则有： ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{144}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$ ，故 A 错误，B 正确；

C、该核反应过程中，发生质量亏损，释放能量，但是反应前后总质量数保持不变，故 C 错误；

D、由质能方程  $\Delta E=\Delta mc^2$ ，取  $1\text{u}=931.5\text{MeV}$ ，代入数据，解得放出的能量约为  $\Delta E=200.55\text{ MeV}$ ，故 D 正确。

答案：BD

7. (6分) 如图所示，用长为  $l$  的绝缘细线拴一个质量为  $m$ 、带电荷量为  $+q$  的小球（可视为质点）后悬挂于  $O$  点，整个装置处于水平向右的、场强大小为  $E$  的匀强电场中。现将小球拉至悬线呈水平的位置  $A$  后，由静止开始将小球释放，小球向下摆动，当悬线转过  $\theta = 60^\circ$  角到达位置  $B$  时，小球的速度恰好为零。则下列说法不正确的是（ ）



A. 电场强度是  $\frac{\sqrt{3}mg}{2q}$

B. A、B 两点间的电势差是  $\frac{\sqrt{3}mgl}{2q}$

C. 小球到达 B 点时，悬线对小球的拉力为  $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$

D. 小球从 A 点到 B 点的过程中重力的瞬时功率先增大后减小

解析：A、小球运动过程只有重力和电场力做功，故有动能定理可得： $mgl\sin 60^\circ - qEl(1 - \cos 60^\circ) = 0$ ，所以，电场强度  $E = \frac{mg \sin 60^\circ}{q(1 - \cos 60^\circ)} = \frac{\sqrt{3}mg}{q}$ ；故 A 错误；

B、A、B 两点间的电势差  $U_{BA} = El(1 - \cos 60^\circ) = \frac{1}{2}El = \frac{\sqrt{3}mgl}{2q}$ ，故 B 正确；

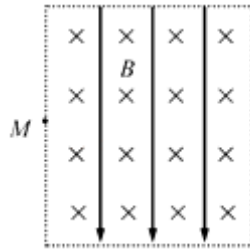
C、小球在 B 点速度为零，故径向合外力为零，那么，悬线对小球的拉力

$F = mgsin 60^\circ + qE \cos 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}mg + \frac{\sqrt{3}}{2}mg = \sqrt{3}mg$ ，故 C 错误；

D、小球在 A、B 的速度都为零，故重力的瞬时功率都为零，在中间小球速度不为零，那么，重力瞬时功率不为零，所以，整个过程，小球重力的瞬时功率应先增大后减小，故 D 正确。

答案：AC

8. (6分) 如图所示，在虚线矩形区域内存在正交的匀强电场和匀强磁场，电场方向竖直向下，磁感应强度为  $B$ ，方向垂直于纸面向里，一质量为  $m$  带电荷量大小为  $q$  的小球从左侧  $M$  点以某一水平速度射入该区域，恰好沿直线从右侧的  $N$  点（未画出）穿出，则（ ）

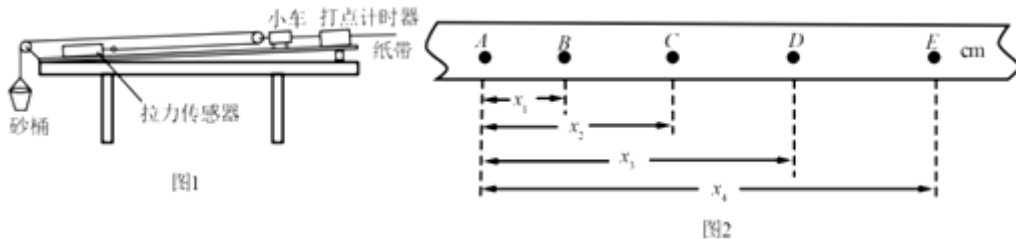


- A. 小球一定带正电  
 B. N 点一定与 M 点在同一水平线上  
 C. 小球速度之差的大小可能为  $\frac{2mg}{qB}$   
 D. 若该带电小球以大小相同的速度从 N 点反向进入该区域，运动过程中动能一定增加
- 解析：A、小球恰好沿水平直线运动，故其受力平衡，若小球带正电，应有  $mg+qE=qv_1B$ ，若小球带负电，应有  $mg+qv_2B=qE$ ，两种情况都有可能，故 A 错误。  
 B、根据上述平衡条件可判定 N 点一定与 M 点在同一水平线上，故 B 正确。  
 C、小球可能带正电，也可能带负电，当小球带正电，应有  $mg+qE=qv_1B$ ，当小球带负电，应有： $mg+qv_2B=qE$   
 整理两式得小球速度之差的大小可能为： $v_1 - v_2 = \frac{2mg}{qB}$ ，故 C 正确。

D、若该带电小球以大小相同的速度从 N 点反向进入该区域时，当小球带正电时，判断可知  $mg$ 、 $qE$ 、 $qv_1B$  三力方向均竖直向下，重力和电场力均做正功，故小球的动能一定增加。当小球带负电时，应有  $mg$  竖直向下， $qE$ 、 $qv_2B$  三力方向竖直向下，由上知  $qE > mg$ ，且可判断知  $qE+qv_2B > mg$ ，则重力做负功，电场力做正功，故小球的动能一定增加。故 D 正确。  
 答案：BCD

二、非选择题：本卷包括必考题和选考题两部分。第 22~25 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 33~34 题为选考题，考生根据要求作答。

9. (6 分) 如图 1 所示是“探究做功与物体速度变化的关系”的实验装置，实验步骤如下：



- ①如图 1 所示，木板置于水平桌面上，用垫块将长木板固定有打点计时器的一端垫高，不断调整垫块的高度，直至轻推小车后，小车恰好能沿长木板向下做匀速直线运动；
  - ②保持长木板的倾角不变，一端系有砂桶的细绳通过滑轮与拉力传感器相连，拉力传感器可显示所受的拉力大小  $F$ 。将小车右端与纸带相连，并穿过打点计时器的限位孔，接通打点计时器的电源后，释放小车，让小车从静止开始加速下滑；
  - ③实验中得到一条纸带，相邻的各计时点到 A 点的距离如图 2 所示。电源的频率为  $f$ 。
- 根据上述实验，请回答如下问题：

(1) 若忽略滑轮质量及轴间摩擦，本实验中小车加速下滑时所受的合外力为\_\_\_\_\_；  
 解析：有题中步骤可知，小车所受到的摩擦力被重力沿斜面向下的分力平衡，所以小车加速下滑时所受到的合力等于拉力传感器显示所受拉力大小  $F$  的两倍。  
 答案： $2F$ 。

(2)为探究从B点到D点的过程中，做功与小车速度变化的关系，则实验中还需测量的量有\_\_\_\_\_；

解析：细绳对小车做功为：

$$W=2F(x_3 - x_1)$$

打点计时器打B点时，小车的速度大小为：

$$v_B = \frac{x_2}{2T} = \frac{x_2}{2} f$$

打D点时，小车的速度大小为：

$$v_D = \frac{x_4 - x_2}{2T} = \frac{x_4 - x_2}{2} f$$

从B到D的过程中，小车动能的变化量为：

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m v_D^2 - \frac{1}{2} m v_B^2$$

则需要探究的结果为：

$$W = \frac{1}{2} m v_D^2 - \frac{1}{2} m v_B^2$$

有上式可知，需要测量小车的质量 m。

答案：小车的质量 m。

(3)请写出探究结果表达式\_\_\_\_\_。

解析：根据(2)可知：

$$2F(x_3 - x_1) = \frac{1}{8} m f^2 (x_4^2 - 2x_2 x_4)$$

$$\text{答案： } 2F(x_3 - x_1) = \frac{1}{8} m f^2 (x_4^2 - 2x_2 x_4)$$

10. (9分)某物理兴趣小组测定某品牌矿泉水的电阻率，将矿泉水装满两端用导体活塞塞住的玻璃管中，整个玻璃管矿泉水的阻值为  $R_x$  (900~1 000 $\Omega$ )；

电源 E，具有一定内阻，电动势约为 9.0V；

电压表  $V_1$ ，量程为 1.5V，内阻  $r_1=750\Omega$ ；

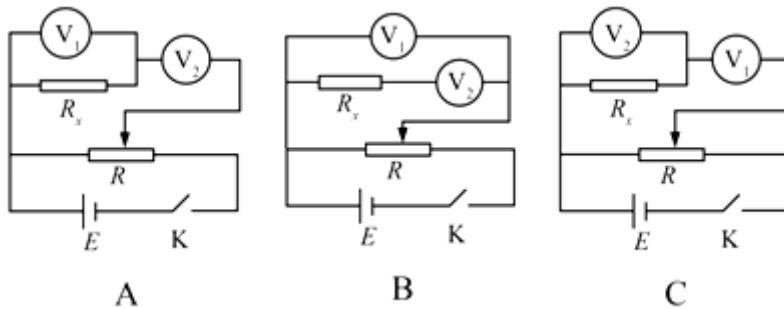
电压表  $V_2$ ，量程为 5V，内阻  $r_2=2 500\Omega$ ；

滑动变阻器 R，最大阻值约为 100 $\Omega$ ；

单刀单掷开关 K，导线若干。

(1)测量中要求电压表的读数不小于其量程的  $\frac{1}{3}$ ，实验的电路图应选用下列的图\_\_\_\_\_

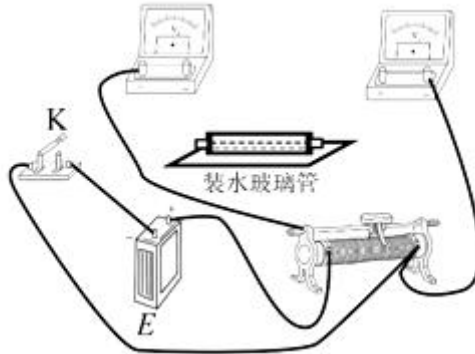
(填字母代号)。



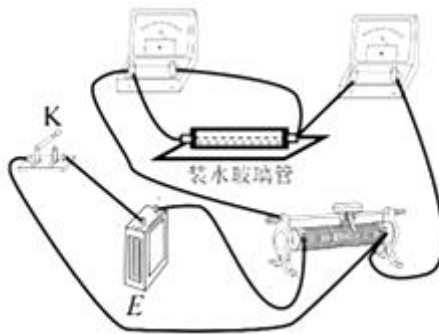
解析：根据电压表量程综合电压表的读数要大于其量程的  $\frac{1}{3}$ ，符合要示的电路为 A。

答案：A。

(2) 根据你所选择的电路原理图在题给的实物图上补充连线。



解析：根据电路图连接实物电路，如图所示：



答案：如上图所示。

(3) 若电压表  $V_1$  的读数用  $U_1$  表示，电压表  $V_2$  的读数用  $U_2$  表示，则由已知量和测得量表示  $R_x$  的公式为  $R_x = \frac{U_1 r_1 r_2}{U_2 r_1 - U_1 r_2}$ 。测出玻璃管中有水部分的长度为  $L$ ，玻璃管的内径为  $d$ ，则矿泉水的电阻率  $\rho = \frac{\pi d^2 U_1 r_1 r_2}{4L(U_2 r_1 - U_1 r_2)}$ （用题中所给的物理量表示）。

解析：由电路图，则有： $\frac{U_1}{r_1} + \frac{U_1}{R_x} = \frac{U_2}{r_2}$ ，由此可得， $R_x = \frac{U_1 r_1 r_2}{U_2 r_1 - U_1 r_2}$ ；

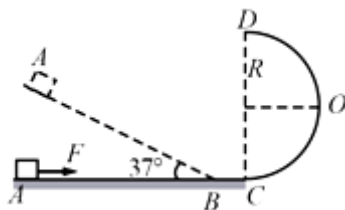
由电阻定律，则有： $R_x = \rho \frac{L}{S} = \rho \frac{4L}{\pi d^2}$ ；

解得： $\rho = \frac{\pi d^2 U_1 r_1 r_2}{4L(U_2 r_1 - U_1 r_2)}$ 。

答案： $\frac{U_1 r_1 r_2}{U_2 r_1 - U_1 r_2}$ ， $\frac{\pi d^2 U_1 r_1 r_2}{4L(U_2 r_1 - U_1 r_2)}$ 。

11. (14分) 如图所示，竖直光滑半圆轨道 COD 与水平粗糙轨道 ABC 相切于 C 点，轨道的 AB 部分可绕 B 点转动，一质量为  $m$  的滑块（可看作质点）在水平外力  $F$  的作用下从 A 点由静止开始做匀加速直线运动，到 B 点时撤去外力  $F$ ，滑块恰好能通过最高点 D，现将 AB 顺时针转过  $37^\circ$ ，若将滑块从 A 点由静止释放，则滑块恰好能到达与圆心等高的 O 点（不计滑块在 B 点的能量损失）。已知滑块与轨道 ABC 间的动摩擦因数  $\mu = 0.5$ ，重力加速度  $g$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ，

$BC = \frac{R}{2}$ 。求：



(1) 水平外力  $F$  与滑块重力  $mg$  的大小的比值。

解析：滑块恰好能通过最高点  $D$ ，所以有：

$$mg = m \frac{v_D^2}{R},$$

设轨道  $AB$  长为  $x$ ，则滑块从  $A$  到  $D$  由动能定理得：

$$Fx - \mu mg(x + \frac{R}{2}) - m \cdot 2R = \frac{1}{2} m v_D^2,$$

现将  $AB$  顺时针转过  $37^\circ$ ，滑块从  $A$  点由静止释放，则滑块恰好能到达  $O$  点，由动能定理有：

$$mgx \sin 37^\circ - \mu mg(x \cos 37^\circ + \frac{R}{2}) - mgR = 0,$$

代入数据解得：  $x = \frac{25R}{4}$ 。

水平外力  $F$  与滑块重力  $mg$  的大小比值  $\frac{F}{mg} = \frac{47}{50}$ 。

答案：水平外力  $F$  与滑块重力  $mg$  的大小的比值为  $\frac{47}{50}$ 。

(2) 若斜面  $AB$  光滑，其他条件不变，滑块仍从  $A$  点由静止释放，求滑块在  $D$  点处对轨道的压力大小。

解析：若斜面  $AB$  光滑，其他条件不变，滑块仍从  $A$  点由静止释放，设滑块在  $D$  点处的速度为  $v$ ，则从  $A$  到  $D$ ，由动能定理得：

$$mgx \sin 37^\circ - \mu mg \frac{R}{2} - 2mgR = \frac{1}{2} m v^2,$$

设在  $D$  点轨道对滑块的压力为  $F_N$ ，由牛顿第二定律有：

$$F_N + mg = m \frac{v^2}{R},$$

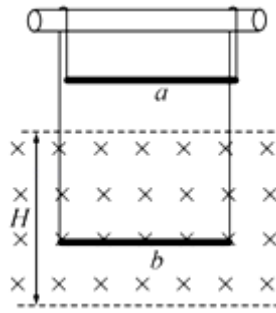
代入数据解得：  $F_N = 2mg$ ，

有牛顿第三定律可知滑块对轨道的压力为  $2mg$ 。

答案：滑块在  $D$  点处对轨道的压力大小为  $2mg$ 。

12. (18分) 如图所示，两根金属导体棒  $a$  和  $b$  的长度均为  $L$ ，电阻均为  $R$ ，质量分布均匀且大小分别为  $3m$  和  $m$ 。现用两根等长的、质量和电阻均忽略不计且不可伸长的柔软导线将它们组成闭合回路，并悬跨在光滑绝缘的水平圆棒两侧。其中导体棒  $b$  处在宽度为  $H$  的垂直纸面向里、磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场中，导体棒  $a$  位于磁场的正上方。现将导体棒  $b$  从磁场的下边界由静止释放，若磁场宽度  $H$  足够大，导体棒  $b$  穿过磁场的过程中，导体棒  $a$  未能进入磁场，整个运动过程中导体棒  $a$ 、 $b$  始终处于水平状态，重力加速度为  $g$ 。求：





(1) 导体棒 b 在磁场中运动时获得的最大速度  $v$ ;

解析: 设导线的拉力大小为  $T$ , 导体棒 b 受到的安培力为  $F_{安}$ 。

对导体棒 a:  $3mg - 2T = 3ma$

对导体棒 b:  $2T - mg - F_{安} = ma$

联立以上两式解得  $2mg - F_{安} = 4ma$

导体棒 b 切割磁感线产生的感应电动势  $E = BLv$

$$\text{感应电流 } I = \frac{BLv}{2R}$$

$$F_{安} = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{2R}$$

当 b 棒的速度最大时,  $a = 0$

$$\text{整理后解得 } v = \frac{4mgR}{B^2 L^2}。$$

答案: 导体棒 b 在磁场中运动时获得的最大速度  $v$  是  $\frac{4mgR}{B^2 L^2}$ 。

(2) 若导体棒 b 获得最大速度  $v$  时, 恰好到达磁场的上边界, 则 b 棒从释放到穿出磁场所需要的时间  $t$ ;

解析: 由(1)可知, 导体棒 b 上升过程中的加速度  $a = \frac{1}{2}g - \frac{B^2 L^2 v}{8mR}$

$$\text{由微元法得 } v = \sum a \Delta t = \frac{1}{2}g \sum \Delta t - \frac{B^2 L^2}{8mR} \sum v \Delta t = \frac{1}{2}gt - \frac{B^2 L^2}{8mR} H$$

$$\text{解得 } t = \frac{8mR}{B^2 L^2} + \frac{B^2 L^2 H}{4mgR}。$$

答案: 若导体棒 b 获得最大速度  $v$  时, 恰好到达磁场的上边界, 则 b 棒从释放到穿出磁场所需要的时间  $t$  是  $\frac{8mR}{B^2 L^2} + \frac{B^2 L^2 H}{4mgR}$ 。

(3) 在(2)问过程中产生的热量  $Q$ 。

解析: 对导体棒 a、b 组成的系统, 由能量守恒定律有  $(3m - m)gH - Q = \frac{1}{2} \times 4mv^2$

$$\text{解得 } Q = 2mgH - \frac{32m^3 g^2 R^2}{B^4 L^4}$$

答案: 在(2)问过程中产生的热量  $Q$  是  $2mgH - \frac{32m^3 g^2 R^2}{B^4 L^4}$ 。

13. (5分) 下列有关热力学现象和规律的描述正确的是 ( )

- A. 液体表面张力的方向与液面垂直并指向液体内部
- B. 一定质量的气体, 在体积不变时, 气体分子每秒与器壁平均碰撞次数随着温度的降低而减小
- C. 用热针尖接触金属表面的石蜡, 熔解区域呈圆形, 这是晶体各向异性的表现
- D. 一定质量的理想气体经历等压膨胀过程, 气体密度将减小, 分子平均动能将增大
- E. 热量能够自发地从高温物体传递到低温物体, 但不能自发地从低温物体传递到高温物体

解析: A、液体表面张力的作用的方向沿液面的切线方向, 或平行于液体的表面, 而不是与液面垂直。故 A 错误;

B、根据压强的微观意义可知, 一定质量的气体, 在体积不变时, 若温度降低则分子运动的激烈程度减弱, 所以气体分子每秒与器壁平均碰撞次数随着温度的降低而减小, 故 B 正确;

C、热针尖接触金属表面的石蜡, 熔解区域呈圆形, 这是非晶体各向同性的表现。故 C 错误;

D、根据理想气体的状态方程:  $\frac{PV}{T} = C$  可知, 一定质量的理想气体经历等压膨胀过程, 物体的温度一定升高, 所以分子平均动能将增大; 而气体的体积增大, 则气体密度将减小。故 D 正确;

E、根据热力学第二定律, 热量能够自发地从高温物体传递到低温物体, 但不能自发地从低温物体传递到高温物体, 故 E 正确。

答案: BDE

14. (10分) 如图所示, 一个内壁光滑的导热气缸倾斜放置, 气缸侧面与水平方向成  $53^\circ$  角, 周围环境温度为  $27^\circ\text{C}$ , 现将一个质量为  $1\text{kg}$ 、截面积与气缸横截面积相同的活塞缓慢放在气缸口, 活塞与气缸紧密接触且不漏气。已知活塞面积为  $4.0 \times 10^{-4}\text{m}^2$ , 大气压强为  $1.0 \times 10^5\text{Pa}$ ,  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ , 气缸高为  $0.3\text{m}$ , 绝对零度为  $-273^\circ\text{C}$ , 假设气缸内的气体为理想气体。  $\sin 37^\circ = 0.6$ , 求:



(1) 活塞静止时气缸内的气体体积;

解析: 由于气体内部沿各个方向都有压强, 所以当气缸倾斜时, 容器内的气体对活塞的压强仍沿气缸壁向上, 活塞受力平衡, 根据题意可知, 活塞从放入到静止整个过程为等温变化, 则有:  $p_1V_1 = p_2V_2$

其中:  $p_1 = 1.0 \times 10^5\text{Pa}$ 、 $V_1 = Sh = 1.2 \times 10^{-4}\text{m}^3$

对气缸受力分析可得气缸内气体的压强:  $p_2 = p_0 + \frac{mg \sin 53^\circ}{S} = 1.2 \times 10^5\text{Pa}$

代入解得:  $V_2 = \frac{p_1V_1}{p_2} = 1.0 \times 10^{-4}\text{m}^3$ 。

答案: 活塞静止时气缸内的气体体积为  $1.0 \times 10^{-4}\text{m}^3$ 。

(2) 现在活塞上放置一个  $4\text{kg}$  的砝码, 再让周围环境温度缓慢升高, 要使活塞再次回到气缸顶端, 则环境温度为多高?

解析: 活塞上放置一个砝码, 且活塞再次回到气缸顶端的过程是等容变化, 此时容器内气体

压强为:  $p_2' = p_0 + \frac{(m + m')g \sin 53^\circ}{S} = 2 \times 10^5\text{Pa} = 2 \times 10^5\text{Pa}$

初始时:  $T_1 = (273 + 27)\text{K} = 300\text{K}$

由  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2'}{T_2}$  得:  $T_2 = \frac{p_2' T_1}{p_1} = \frac{2 \times 10^5 \times 300}{1.0 \times 10^5} K = 600 K$

即:  $t = T_2 - 273^\circ C = 327^\circ C$ 。

答案: 现在活塞上放置一个 4kg 的砝码, 再让周围环境温度缓慢升高, 要使活塞再次回到气缸顶端, 则环境温度为  $327^\circ C$ 。

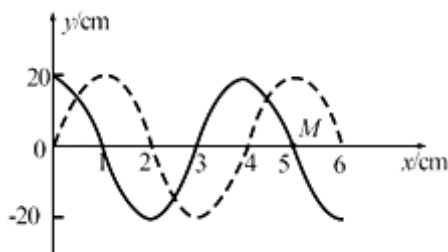
[物理—选修 3-4]

15. (5 分) 下列说法正确的是 ( )

- A. 当声源相对于观察者远离时, 观察者听到的声音频率会变低
  - B. 光导纤维中内层的折射率小于外层的折射率
  - C. 泊松亮斑是光的衍射现象, 玻璃中的气泡特别明亮是光的全反射现象
  - D. 雷达是利用电磁波中的长波来测定物体位置的无线电设备
  - E. 真空中的光速在不同的惯性参考系中都是相同的, 与光源的运动和观察者的运动无关
- 解析: A、当声源相对于观察者远离时, 产生多普勒效应, 观察者听到的声音频率会降低, 故 A 正确。  
 B、光导纤维利用的是全反射原理, 对照全反射条件知, 光导纤维中内层的折射率大于外层的折射率, 故 B 错误。  
 C、泊松亮斑是光的衍射现象, 玻璃中的气泡特别明亮是光的全反射现象, 故 C 正确。  
 D、雷达是利用电磁波中的微波来测定物体位置的无线电设备; 故 D 错误。  
 E、根据相对论的基本原理知, 真空中的光速在不同的惯性参考系中都是相同的, 与光源的运动和观察者的运动无关, 故 E 正确。

答案: ACE

16. (10 分) 如图所示, 实线是一列简谐横波在  $t_1=0$  时刻的波形图, 虚线是在  $t_2=0.2s$  时刻的波形图。



(1) 若周期  $T$  符合:  $2T < t_2 - t_1 < 3T$ , 且波向  $x$  轴正方向传播, 波速多大?

解析: 由图可知: 波长  $\lambda = 4cm = 0.04m$

波向  $x$  轴正方向传播, 那么, 经过  $t_2 - t_1$  波向右传播了  $n + \frac{1}{4}$  ( $n \in \mathbb{N}$ ) 个周期, 故有:

$$t_2 - t_1 = (n + \frac{1}{4})T ;$$

又有  $2T < t_2 - t_1 < 3T$ , 所以,  $t_2 - t_1 = (2 + \frac{1}{4})T = \frac{9}{4}T$ , 故波速  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\lambda}{\frac{4}{9}(t_2 - t_1)} = 0.45 \text{ m/s}$ 。

答案: 若周期  $T$  符合:  $2T < t_2 - t_1 < 3T$ , 且波向  $x$  轴正方向传播, 波速为  $0.45m/s$ 。

(2) 若周期  $T$  符合:  $2T < t_2 - t_1 < 3T$ , 且波向  $x$  轴负方向传播, 波速多大?

解析: 波向  $x$  轴负方向传播, 那么, 经过  $t_2 - t_1$  波向右传播了  $n + \frac{3}{4}$  ( $n \in \mathbb{N}$ ) 个周期, 故有:

$$t_2 - t_1 = (n + \frac{3}{4})T ;$$

又有  $2T < t_2 - t_1 < 3T$ , 所以,  $t_2 - t_1 = (2 + \frac{3}{4})T = \frac{11}{4}T$ , 故波速  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\lambda}{\frac{4}{11}(t_2 - t_1)} = 0.55 \text{ m/s}$  。

答案: 若周期  $T$  符合:  $2T < t_2 - t_1 < 3T$ , 且波向  $x$  轴负方向传播, 波速为  $0.55 \text{ m/s}$ 。

(3) 在  $t_1$  到  $t_2$  的时间内, 如果  $M$  通过的路程为  $1\text{m}$ , 那么波的传播方向怎样? 波速多大?

解析: 在  $t_1$  到  $t_2$  的时间内, 如果  $M$  通过的路程为  $1\text{m}=5A$ ;

又有一个周期质点的路程为  $4A$ , 根据  $t_1=0$  时刻, 质点  $M$  在平衡位置可知:  $t_1$  到  $t_2$  的时间为  $\frac{5}{4}T$ ,

$$\text{即 } t_2 - t_1 = \frac{5}{4}T ;$$

那么, 波向  $x$  轴正方向传播  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\lambda}{\frac{4}{5}(t_2 - t_1)} = 0.25 \text{ m/s}$  ;

答案: 在  $t_1$  到  $t_2$  的时间内, 如果  $M$  通过的路程为  $1\text{m}$ , 那么波向  $x$  轴正方向传播, 波速为  $0.25 \text{ m/s}$ 。