

姓 名 _____

准考证号 _____

绝密★启用前

2021 年高考湖南四大名校名师团队猜题卷(A)

物 理

注意事项:

1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上.
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑,如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号.回答非选择题时,将答案写在答题卡上,写在本试卷上无效.
3. 考试结束后,将本试题卷和答题卡一并交回.

一、选择题:本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分.在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的.

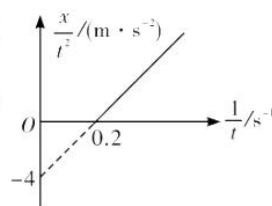
1. 2020 年 3 月 15 日中国散裂中子源(CSNS)利用中子成像技术帮助中国科学技术大学进行了考古方面的研究.散裂中子源是研究中子特性、探测物质微观结构和运动的科研装置.CSNS 是我国重点建设的大科学装置,将成为发展中国家拥有的第一台散裂中子源.下列关于中子研究的说法正确的是

- A. α 粒子轰击 ${}^{14}_7\text{N}$,生成 ${}^{16}_8\text{O}$,并产生了中子
- B. 核电站可通过控制中子数目来控制核反应剧烈程度
- C. 放射性 β 射线其实质是高速中子流,可用于医学的放射治疗
- D. ${}^{238}_{92}\text{U}$ 经过 4 次 α 衰变,2 次 β 衰变,新核与原来的原子核相比,中子数少了 6 个

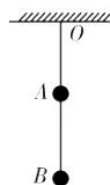
2. 小智同学发现了一张自己以前为研究机动车的运动情况绘制的 $\frac{x}{t^2} - \frac{1}{t}$ 图

像(如图).已知机动车运动轨迹是直线,但是不知机动车是处于加速还是刹车状态,请你帮他判定以下合理的说法是

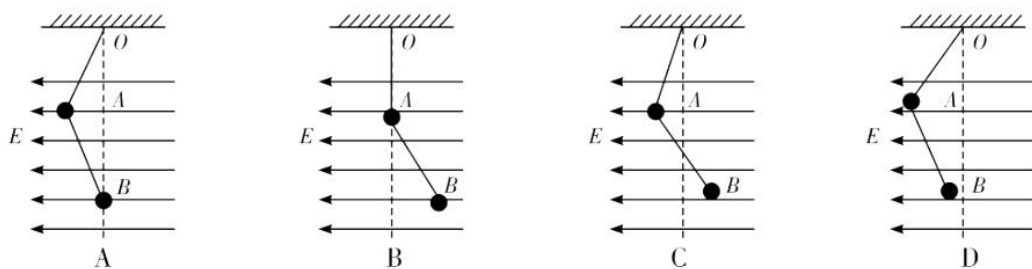
- A. 机动车处于匀加速状态
- B. 机动车的初速度为 0
- C. 机动车的加速度为大小为 8 m/s^2
- D. 机动车在前 3 秒的位移是 24 m



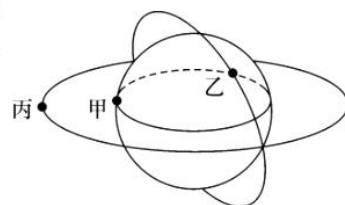
3. 如图所示,用两段长度相同的绝缘细绳连接质量相同的 A、B 两小球,悬挂于天花板的 O 点.现在让 A、B 两小球分别带上 $+2Q$ 、 $-Q$ 的电量,并且加上一水平向左的匀强电场.忽略 A、B 两小球的相互作用,则装置平衡时 A、B 两小球的位置可能是



物理试题 第 1 页(共 8 页)

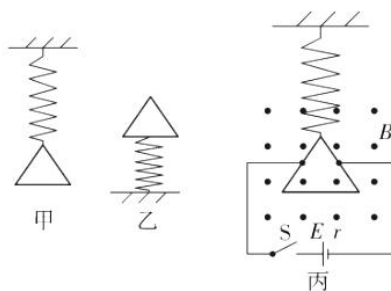


4. 甲是地球赤道上的一个物体,乙是“神舟十号”宇宙飞船(周期约 90 min),丙是地球的同步卫星,它们运行的轨道示意图如图所示,它们都绕地心做匀速圆周运动.下列有关说法中正确的是



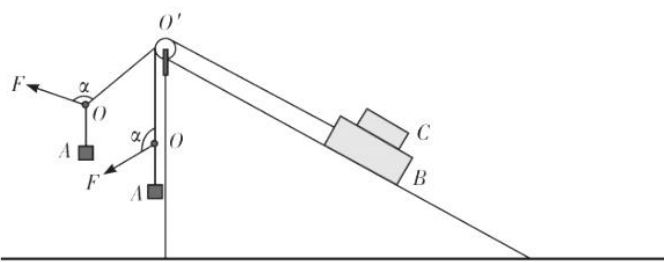
- A. 它们运动的线速度大小关系是 $v_{丙} < v_{乙} < v_{甲}$
- B. 它们运动的向心加速度大小关系是 $a_{丙} < a_{乙} < a_{甲}$
- C. 已知甲运动的周期 $T_{甲} = 24 \text{ h}$,可计算出地球的密度 $\rho = \frac{3\pi}{GT_{甲}^2}$
- D. 已知乙运动的周期 $T_{乙}$ 及轨道半径 $r_{乙}$,可计算出地球质量 $M = \frac{4\pi^2 r_{乙}^3}{GT_{乙}^2}$

5. 有一劲度系数为 k 的轻质绝缘弹簧,将边长为 d 的正三角形匀质金属线框(线框由电阻为 R 的金属丝折合而成)如图甲、乙情况放置,静止时弹簧的长度分别为 L_1 和 L_2 . 现将该金属线框如图丙所示接入电路,导线的左右接触点分别为线框左右两边的中点,磁场方向垂直纸面向外,大小为 B ,电源的电动势为 E ,内阻为 r ,导线与线框之间作用力可以忽略,则闭合开关 S 后,弹簧的长度 L_3 为



- A. $L_1 + \frac{9BdE}{2k(2R+9r)}$
- B. $L_2 + \frac{9BdE}{2k(2R+9r)}$
- C. $L_1 - \frac{5BdE}{2k(2R+9r)}$
- D. $L_2 + \frac{5BdE}{2k(2R+9r)}$

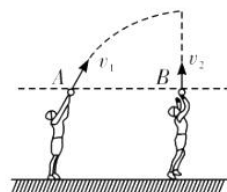
6. 如图所示,在一水平面上放置了一个顶端固定有滑轮的斜面,物块 B 、 C 重叠放置在斜面上,细绳的一端与 B 物块相连,另一端有结点 O ,结点处还有两段细绳,一段连接重物 A ,另一段用外力 F 拉住. 现让外力 F 将物块 A 缓慢向上运动,拉



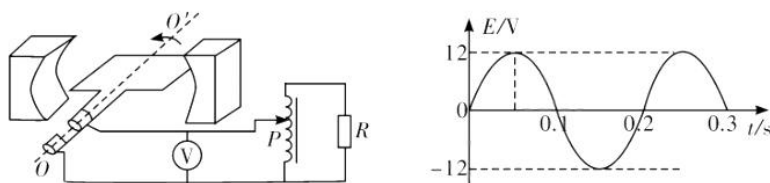
- 至 OO' 水平,拉动过程中始终保持夹角 $\alpha = 120^\circ$,且绳子 OO' 始终拉直,物块 B 和 C 以及斜面体始终静止,则下列说法正确的是
- A. 绳子 OO' 的拉力始终减小
 - B. B 对 C 的摩擦力一直在增大
 - C. 斜面对 B 的摩擦力可能一直在减小
 - D. 地面对斜面体的摩擦力先增大后减小

二、选择题:本题共4小题,每小题5分,共20分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求。全部选对的得5分,选对但不全的得3分,有选错的得0分。

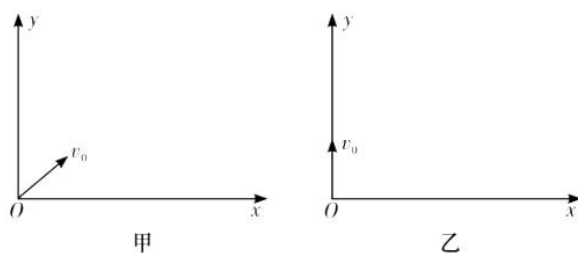
7. 如图,两位同学同时在等高处抛出手中的篮球A、B,A以速度 v_1 斜向上抛出,B以速度 v_2 竖直向上抛出,当A到达最高点时恰与B相遇,不计空气阻力,A、B质量相等且均可视为质点,重力加速度为 g ,以下判断正确的是



- A. 相遇时A的速度一定不为零
B. 相遇时B的速度一定不为零
C. A从抛出到最高点的时间为 $\frac{v_2}{g}$
D. 从抛出到相遇A、B动量的变化量相同
8. 一交流发电机产生的感应电动势图象如图所示,该交流电通过一自耦变压器对一电阻供电,不计发电机内阻,则下列说法正确的是



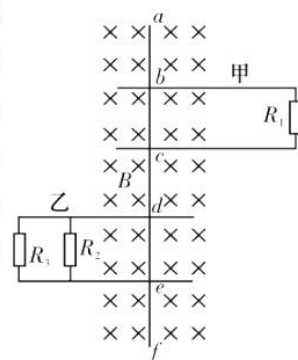
- A. 电压表(V)示数为8.5V
B. 电阻中电流方向每秒钟改变5次
C. $t=0.05$ s时发电机线圈平面与磁场方向平行
D. 当自耦变压器滑片P向上滑动时,电阻消耗的功率增大
9. 情景一:如图甲所示,在 xOy 平面内有很多质量为 m 、电量为 e 的电子,从坐标原点 O 以相同速度 v_0 沿不同方向平行于 xOy 平面射入第一象限。现在加一垂直 xOy 平面向里的、磁感应强度为 B 的匀强磁场,要求这些入射电子都能平行 x 轴且沿 x 轴正方向运动,设符合条件的磁场的最小面积 S_1 。
- 情景二:如图乙所示,在 xOy 平面内有很多质量为 m 、电量为 e 的电子,从坐标原点 O 以速度大小从 $0-v_0$ 、沿 y 轴正方向平行于 xOy 平面射入。现在加一垂直 xOy 平面向里的、磁感应强度为 B 的匀强磁场,要求这些入射电子都能平行 x 轴且沿 x 轴正方向运动,设符合条件的磁场的最小面积 S_2 。



则下列正确的是

- A. $S_1 = \frac{(\pi-2)m^2 v_0^2}{2e^2 B^2}$ B. $S_1 = \frac{(\pi-2)m^2 v_0^2}{4e^2 B^2}$ C. $S_2 = \frac{(\pi-2)m^2 v_0^2}{4e^2 B^2}$ D. $S_2 = \frac{(\pi-2)m^2 v_0^2}{8e^2 B^2}$

10. 如图所示,将两个连有电阻的足够长的平行金属线框放置在水平绝缘桌面上,空间存在一磁感应强度为 B ,方向与线框所在平面垂直的匀强磁场,并将一质量为 m 、电阻为 $5r$ 、长度为 $5L$ 、粗细均匀的金属棒垂直导轨放置.甲线框表面光滑,乙线框与金属棒的动摩擦因数为 μ , $ab=bc=cd=de=ef$, $R_1=r$, $R_2=R_3=2r$. 金属棒在水平向右的外力 F 的作用下,以速度 v 做匀速直线运动,某时刻撤去外力 F ,继续往前运动距离 d 后停了下来. 重力加速度为 g ,则下列说法正确的是

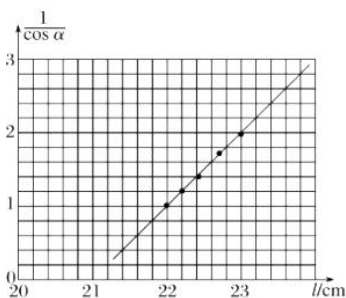
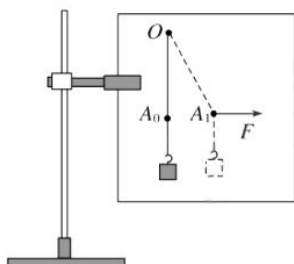


- A. 匀速时金属棒 af 之间的电势差 $U_{af}=5BLv$
- B. $F=\mu mg+\frac{B^2L^2v}{r}$
- C. 撤去外力后停下来的时间 $t=\frac{2(mvr-B^2L^2d)}{\mu mgr}$
- D. 撤去外力后过程中 R_2 产生的热量 $Q=\frac{1}{16}(mv^2-\mu mgd)$

三、非选择题:共 56 分. 第 11~14 题为必考题,每个试题考生都必须作答. 第 15~16 题为选考题,考生根据要求作答.

(一)必考题:共 43 分.

11. (6 分)某同学为研究橡皮筋伸长与所受拉力的关系,做了如下实验:

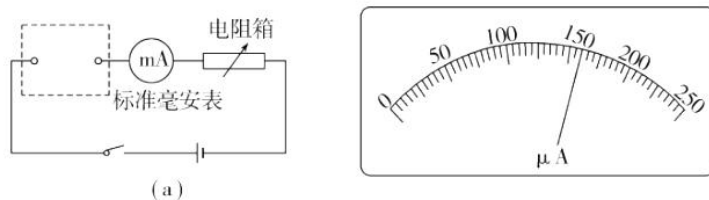


- ①如图所示,将白纸固定在制图板上,橡皮筋一端固定在 O 点,另一端 A 系一小段轻绳(带绳结);将制图板竖直固定在铁架台上.
- ②将质量为 $m=100\text{ g}$ 的钩码挂在绳结上,静止时描下橡皮筋下端点的位置 A_0 ;用水平力拉 A 点,使 A 点在新的位置静止,描下此时橡皮筋下端点的位置 A_1 ;逐步增大水平力,重复 5 次……
- ③取下制图板,量出 A_1 、 A_2 、……各点到 O 的距离 l_1 、 l_2 、……;量出各次橡皮筋与 OA_0 之间的夹角 α_1 、 α_2 、……
- ④在坐标纸上做出 $\frac{1}{\cos \alpha}-l$ 的图像如图.

完成下列填空:

- (1)已知重力加速度为 g ,当橡皮筋与 OA_0 间的夹角为 α 时,橡皮筋所受的拉力大小为 _____ (用 g 、 m 、 α 表示).
- (2)取 $g=10\text{ m/s}^2$,由图可得橡皮筋的劲度系数 $k=$ _____ N/m ,橡皮筋的原长 $l_0=$ _____ m .

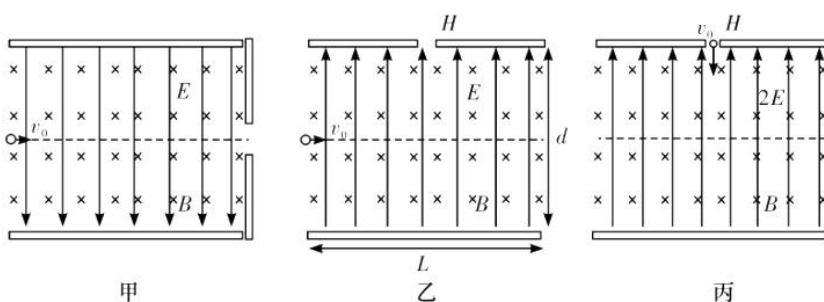
12. (9分) 某同学要将一量程为 $250 \mu\text{A}$ 的微安表改装为量程为 30 mA 的电流表. 该同学测得微安表内阻为 1500Ω , 经计算后将一阻值为 R 的电阻与该微安表连接, 进行改装, 然后利用一标准毫安表根据图(a)所示电路对改装后的电表进行检测(虚线框内是改装后的电表).



- (1) 将此微安表改装成 30 mA 的电流表, 应并联一个阻值为 _____ Ω 的电阻(保留 3 位有效数字).
- (2) 当标准毫安表的示数为 16.0 mA 时, 微安表的指针位置如图所示, 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 B. 21 mA C. 25 mA D. 28 mA
- (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 1500Ω
 B. 微安表内阻测量错误, 实际内阻小于 1500Ω
 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, 只需要将并联的电阻换为阻值为 _____ Ω 的电阻(保留 3 位有效数字).

13. (13分) 课外研究小组的同学在研究速度选择器时, 将一带电量为 $+q$ 、质量为 m 的小球, 沿极板正中间平行极板方向, 沿中线射入速度选择器(如图甲所示), 发现小球沿直线通过速度选择器.

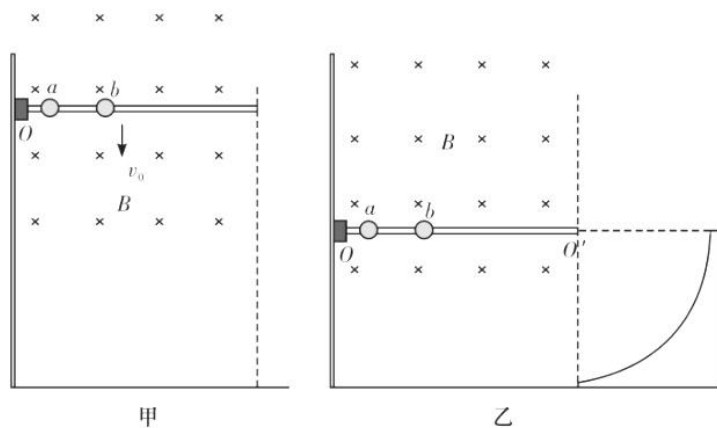
已知磁感应强度大小为 B , 方向垂直纸面向里, 电场强度的大小 $E = \frac{mg}{q}$, 方向与 B 方向垂直.



- (1) 求小球的初速度 v_0 .
- (2) 若已知板间距为 d , 板长为 L , 且 $d = L = \frac{4m^2g}{q^2B^2}$. 如图乙, 现在速度选择器的上极板正中间开一小孔 H , 将电场的方向反向, 大小不变, 且仍然让小球以第(1)问的速度 v_0 从中点出发, 判定是否能够通过小孔 H ? 若能够通过, 求从射入速度选择器到第 2 次通过小孔 H 的时间; 若不能通过, 求打在上极板的位置.

(3)若将小球以速度 v_0 垂直极板从小孔 H 射入板间(如图丙),将电场强度大小变为 $2E$,方向竖直向上,发现小球恰好能到达下极板,求板间距 d .

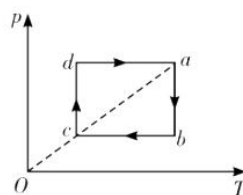
14. (15分)如图甲所示,现有一机械装置,装置 O 右端固定有一水平光滑绝缘杆,装置可以带动杆上下平行移动,杆上套有两个小球 a 、 b ,质量 $m_a=1\text{ kg}$, $m_b=2\text{ kg}$, a 球带电量 $q=+1\text{ C}$, b 球不带电.初始时 a 球在杆的最左端,且 a 、 b 球相距 $L=0.10\text{ m}$.现让装置 O 带动杆以 $v_0=5\text{ m/s}$ 向下匀速平动,并且加上一垂直杆向里的磁感应强度 $B=1\text{ T}$ 的匀强磁场,已知小球和杆始终在磁场中,球发生的碰撞均为弹性碰撞,且碰撞过程中电荷量不发生转移.
- (1)求小球 a 、 b 第一次发生碰撞后的速度分别是多少?
- (2)若已知在杆的最右端恰好发生第十次碰撞,则杆的长度是多少?
- (3)若如图乙所示,将该装置固定不动,并在右端固定一个半径为 $R=\sqrt{3}\text{ m}$ 的四分之一圆弧形轨道,圆弧的圆心恰在杆的最右端.初始时两球均静止,现给 a 球一个向右的冲量,求 b 球落到圆弧形轨道上动能的最小值,并求出此时给 a 球的冲量 I 的大小. (g 取 10 m/s^2)



(二)选考题:共13分.请考生从15题和16题任选一题作答.如果多做,则按第一题计分.

15.[物理——选修3—3](13分)

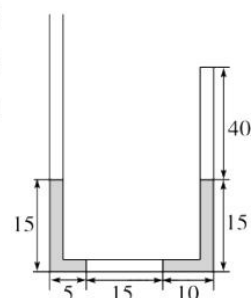
(1)(5分)一定量的理想气体从状态 a 开始,经历等温或等压过程 ab 、 bc 、 cd 、 da 回到原状态,其 $p-T$ 图像如图所示,其中对角线 ac 的延长线过原点 O .下列判断正确的是_____ (填字母序号).



O.下列判断正确的是_____ (填字母序号).

- A. 气体在 a 、 c 两状态的体积相等
- B. 气体在状态 a 时的内能大于它在状态 c 时的内能
- C. 在过程 cd 中气体向外界放出的热量大于外界对气体做的功
- D. 在过程 da 中气体从外界吸收的热量小于气体对外界做的功
- E. 在过程 bc 中外界对气体做的功等于在过程 da 中气体对外界做的功

(2)(8分)竖直放置的粗细均匀的 U 形细玻璃管两臂分别灌有水银,水平管部分有一空气柱,各部分长度如图所示(单位为厘米).现将管的右端封闭,从左管口缓慢倒入水银,恰好使右侧的水银全部进入竖直右管中.已知大气压强 $p_0 = 75 \text{ cmHg}$,环境温度不变,左管足够长,求:



- ①此时右管封闭气体的压强;
- ②左侧管中需要倒入水银柱的长度.

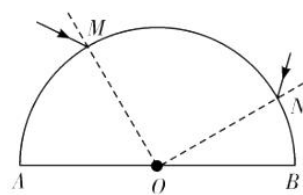
16. [物理——选修 3—4](13 分)

(1)(5 分)某同学漂浮在海面上,虽然水面波正平稳地以 1.8 m/s 的速率向着海滩传播,但他并不向海滩靠近.该同学发现从第 1 个波峰到第 10 个波峰通过身下的时间间隔为 15 s .下列说法正确的是_____。(填字母序号)

- A. 水面波是一种机械波
- B. 该水面波的频率为 6 Hz
- C. 该水面波的波长为 3 m
- D. 水面波没有将该同学推向岸边,是因为波传播时能量不会传递出去
- E. 水面波没有将该同学推向岸边,是因为波传播时振动的质点并不随波迁移

(2)(8 分)一半圆柱形透明物体横截面如图所示,底面 AOB 镀银, O 是半圆截面的圆心.一束光线从 M 点入射,从 N 点射出,在横截面内 M 点的入射角为 30° , $\angle MOA=60^\circ$, $\angle NOB=30^\circ$.求:

- ① 光线在 M 点的折射角;
- ② 透明物体的折射率.

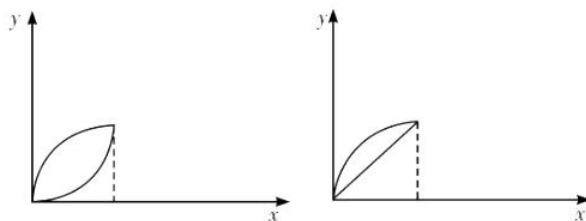


2021 年高考湖南四大名校名师团队猜题卷(A)

物理参考答案

1. B 【解析】 α 粒子轰击 ${}^{14}_7\text{N}$, 生成 ${}^{17}_8\text{O}$, 并产生了质子, A 错误; 核电站可通过控制中子数目来控制核反应剧烈程度, B 正确; 放射性 β 射线其实质是高速电子流, C 错误; ${}^{238}_{92}\text{U}$ 经过 4 次 α 衰变, 2 次 β 衰变, 新核与原来的原子核相比, 中子数少了 10 个, D 错误.
2. C 【解析】由 $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ 可知, 将等式变形为 $\frac{x}{t^2}=\frac{v_0}{t}+\frac{1}{2}a$, 由图像的两个交点可得 $v_0=20\text{ m/s}$, $a=-8\text{ m/s}^2$, A、B 选项错误, C 选项正确; D 选项车早已经停下来了.
3. D 【解析】设绳子 OA 与竖直方向的夹角为 α , 设绳子 AB 与竖直方向的夹角为 β , 对 AB 整体受力分析, 则 $\tan\alpha=\frac{QE}{2mg}$; 对 B 受力分析, $\tan\beta=\frac{QE}{mg}$, 则可知 $\alpha>\beta$, 选择 D 选项.
4. D 【解析】根据万有引力提供向心力 $\frac{GMm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\frac{4\pi^2r}{T^2}=ma$, 得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$, $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$, $a=\frac{GM}{r^2}$, 同步卫星丙的周期为 24 h, 大于乙的周期, 则丙的轨道半径大于乙的轨道半径. 根据线速度、加速度与轨道半径的关系, 知 $v_丙<v_乙$, $a_丙<a_乙$. 又因为甲与丙的角速度相等, 根据 $v=\omega r$ 知, $v_甲<v_丙$, 根据 $a=\omega^2 r$ 知, $a_甲<a_丙$, 所以 A、B 错误. 因为甲不是卫星, 它的周期与贴近星球表面做匀速圆周运动的周期不同, 根据甲的周期无法求出地球的密度, C 错误. 对于乙, 根据 $\frac{GMm_乙}{r_乙^2}=m_乙\left(\frac{2\pi}{T_乙}\right)^2 r_乙$, 得地球质量 $M=\frac{4\pi^2 r_乙^3}{GT_乙^2}$, D 正确.
5. A 【解析】对图甲中的线框受力分析, $mg=k(L_1-L_0)$; 对图乙中的线框受力分析, $mg=k(L_0-L_2)$, 得 $mg=\frac{k(L_1-L_2)}{2}$, $L_0=\frac{L_1+L_2}{2}$.
- 对丙图中的线框受力分析, 线框所受安培力 $F_A=\frac{9BdE}{4R+18r}$, 由于受力平衡, 则 $mg+F_A=k(L_3-L_0)$, 结合前面的计算结果可得 $L_3=L_1+\frac{9BdE}{2k(2R+9r)}$.
6. D 【解析】由动态图可知, F 一直在增大, 绳子的力 F_T 先增大后减小, A 错误; 对 C 受力分析, B、C 间的摩擦力一直不变, B 错误; 对 B、C 整体受力分析可知斜面对 B 的摩擦力不可能一直减小, C 错误; 对 B、C 以及斜面整体, 绳子对整体水平方向的受力先增大后减小, 则摩擦力也是同样变化, D 正确.
7. ACD 【解析】A 的速度可以分解为水平方向的速度和竖直方向的速度, 相遇时 A 处于最高点, 竖直方向的速度减小为零, 但是水平方向的速度不为零, 所以相遇时 A 的速度不为零, 故 A 正确; 相遇时 A 和 B 的高度相等, 所用的时间相等, 加速度都相等 (为 g), 初始时刻, A 的竖直速度等于 B 的速度, 当 A 到达最高点时 A 的竖直速度等于零, 则相遇时 B 的速度一定为零, 故 B 错误; A 从抛出到最高点的时间为 $t=\frac{v_0}{g}$, 故 C 正确; 根据动量定理可知 $\Delta p=mgt$, A 和 B 质量相等, 所用时间相等, 所以从抛出到相遇动量的变化量相同, 故 D 正确.
8. AC 【解析】根据图像可知 $E_m=12\text{ V}$, 有效值 $E=\frac{E_m}{\sqrt{2}}=8.5\text{ V}$, 所以电压表示数为 8.5 V , 故 A 正确; 根据图像可知周期 $T=0.2\text{ s}$, 频率 $f=\frac{1}{T}=5\text{ Hz}$, 一个周期内电流方向改变两次, 所以电阻中电流方向每秒钟改变 10 次, 故 B 错误; $t=0.05\text{ s}$ 时电动势最大, 此时发电机线圈平面与磁场方向平行, 故 C 正确; 当自耦变压器滑片 P 向上滑动时, 根据变压器原理 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$, 可知 n_1 变大, 则 U_2 减小, 根据 $P=\frac{U_2^2}{R}$ 可知电阻消耗的功率减小, 故 D 错误.

9. AC 【解析】由题意可知最小区域面积为如图所示,一个为旋转圆的磁发散,一个为放缩圆的最小面积,分别求得为如图所示.



10. CD 【解析】由于有外接电路可知 $U_{af} < 5BLv$, A 选项错误; 摩擦力 $F_f = \frac{1}{2}\mu mg$, B 选项错误; 在停下来的过程中, 对导体棒由动量定理 $-\frac{1}{2}\mu mg\Delta t - 2BL\Delta q = m\Delta v$, 而且 $q = \frac{BLd}{2r}$, 得 $t = \frac{2(mvr - B^2L^2d)}{\mu mgr}$, C 选项正确; 根据能量守恒定律 $8Q + \frac{1}{2}\mu mgd = \frac{1}{2}mv^2$, D 选项正确.

11. (1) $\frac{mg}{\cos \alpha}$ (2) 100 0.21

【解析】(1) 橡皮筋拉力沿竖直方向的分力大小等于钩码重力, $F\cos \alpha = mg$, $F = \frac{mg}{\cos \alpha}$;

(2) 根据胡克定律, $F = k(l - l_0)$, $F = \frac{mg}{\cos \alpha}$, 联立解得: $\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{k}{mg}l - \frac{kl_0}{mg}$,

斜率为 $\frac{1.6 - 1}{(22.6 - 22.0) \times 10^{-2}} = \frac{k}{mg} = \frac{k}{0.1 \times 10}$, 解得 $k = 100$ N/m; 由题图可知, 橡皮筋的原长 $l_0 = 0.21$ m.

12. (1) 12.6 Ω (2) C (3) BD (4) 10.5 Ω (第 1、2、3 空每空 2 分, 第 4 空 3 分)

【解析】(1) 由 $I_g R_g = (I_m - I_g)R$ 计算得 $R = 12.6 \Omega$

(2) 由图可读出流经微安表的电流为 160 μ A 时,

干路电流为 16 mA, 干路电流与微安表的电流比例不变

$$\frac{160 \mu\text{A}}{250 \mu\text{A}} = \frac{16 \text{mA}}{I_m}$$

$$I_m = 25 \text{mA}$$

(3) 由 $I_g R_g = (I_m - I_g)R$ 得

$$I_m = \frac{R_g}{R} I_g + I_g$$

量程 I_m 偏小可能是 R_g 实际偏小或 R 偏大, 选 BD.

$$(4) I_g R_g = (25 - I_g)R$$

$$I_g R_g = (30 - I_g)kR$$

$$\text{得 } k = 0.832$$

13. (1) $v_0 = \frac{2mg}{qB}$; (2) 能; $t = \frac{(\pi + 8)m}{2qB}$; (3) $d = \frac{(\sqrt{5} - 1)m^2 g}{q^2 B^2}$

【解析】(1) 小球沿直线通过速度选择器

$$qv_0 B = qE + mg$$

$$v_0 = \frac{2mg}{qB}$$

(2) 粒子匀速圆周运动, $qE = mg$

$$qv_0 B = m \frac{v_0^2}{r}$$

$$r = \frac{2m^2 g^2}{q^2 B^2}$$

粒子刚好能过小孔

$$r = \frac{L}{2} = \frac{d}{2}$$



$$\text{在磁场中运动时间 } t_1 = \frac{T}{4} = \frac{\pi m}{2qB}$$

$$\text{匀变速运动时间 } t_1 = \frac{2v}{g} = \frac{4m}{qB}$$

$$\text{粒子运动总时间为: } t = \frac{(\pi+8)m}{2qB}$$

(3) 水平方向, 由动量定理

$$q v_y B t = m v_x$$

$$\text{即 } q B d = m v_x$$

$$\text{由动能定理可得: } -2mgd + mgd = \frac{1}{2} m v_x^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

$$d = \frac{(\sqrt{5}-1)m^2 g}{q^2 B^2}$$

14. (1) $-\frac{1}{3} \text{ m/s}, \frac{2}{3} \text{ m/s};$ (2) 12.1 m; (3) 30 J; $\frac{3\sqrt{10}}{2} \text{ N} \cdot \text{s}.$ (第1问4分, 第2问7分, 第3问4分)

【解析】(1) a 球做加速运动的加速度 $a = \frac{qv_0 B}{m_a} = 5 \text{ m/s}^2$

第一次碰前速度为 v_{a_0} , 则 $v_{a_0} = \sqrt{2aL} = 1 \text{ m/s}$

设 a, b 碰撞后的速度分别 v_{a_1}, v_{b_1} , 根据动量守恒和机械能守恒, 有

$$m_a v_{a_0} = m_a v_{a_1} + m_b v_{b_1}$$

$$\frac{1}{2} m_a v_{a_0}^2 = \frac{1}{2} m_a v_{a_1}^2 + \frac{1}{2} m_b v_{b_1}^2$$

$$\text{得 } v_{a_1} = -\frac{1}{3} \text{ m/s}, v_{b_1} = \frac{2}{3} \text{ m/s}$$

(2) 设物块 a, b 第一次碰后再经时间 t_1 发生第二次碰撞, 根据运动学公式可得:

$$v_{a_1} t_1 + \frac{1}{2} a t_1^2 = v_{b_1} t_1, \text{得 } t_1 = 0.4 \text{ s}$$

$$\text{第二次碰前 } a \text{ 的速度: } v'_{a_1} = v_{a_1} + a t_1 = \frac{5}{3} \text{ m/s}$$

$$\text{第二次碰前 } b \text{ 的速度: } v'_{b_1} = v_{b_1} = \frac{2}{3} \text{ m/s}$$

设 A 与 B 发生第二次碰撞后的速度分别 v_{a_2}, v_{b_2} , 由动量守恒和机械能守恒

$$m_a v'_{a_1} + m_b v'_{b_1} = m_a v_{a_2} + m_b v_{b_2}$$

$$\frac{1}{2} m_a v'_{a_1}^2 + \frac{1}{2} m_b v'_{b_1}^2 = \frac{1}{2} m_a v_{a_2}^2 + \frac{1}{2} m_b v_{b_2}^2$$

$$\text{解得 } v_{a_2} = \frac{1}{3} \text{ m/s}, v_{b_2} = \frac{4}{3} \text{ m/s}$$

第二、三次碰撞的时间间隔为 t_2 , 由运动学公式

$$v_{a_2} t_2 + \frac{1}{2} a t_2^2 = v_{b_2} t_2, \text{得 } t_2 = 0.4 \text{ s}$$

不难看出, 每碰撞一次 b 球的速度增加 $\frac{2}{3} \text{ m/s}$, 相邻两次碰撞的时间间隔都相等 ($t = 0.4 \text{ s}$), 所以 b 球从第 1 次碰撞后到第 10 次碰撞前瞬间过程的位移分别为

$$x_{b_1} = v_{b_1} t = \frac{4}{15} \text{ m}, x_{b_2} = v_{b_2} t = \frac{8}{15} \text{ m}, \dots$$

$$\text{故 } x = L + x_{b_1} + x_{b_2} + \dots + x_{b_9} = 0.1 + \frac{4}{15} (1+2+\dots+9) \text{ m} = 12.1 \text{ m}$$

(3) 若给 a 球一个冲量 I , 则 $I = m_a v_0$

$$\text{碰撞后 } b \text{ 球的速度 } v_b = \frac{2}{3} v_0 = \frac{2I}{3m_a}$$

设平抛的位移与水平方向的夹角为 θ , 则

$$R \cos \theta = v_b t, \quad R \sin \theta = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{得 } v_b = \sqrt{\frac{gR}{2 \sin \theta}} \cos \theta$$

根据机械能守恒定律, b 球落到圆弧形轨道上的动能

$$E_k = m_b g R \sin \theta + \frac{1}{2} m_b v_b^2 = \frac{m_b g R}{4} \left(\frac{1}{\sin \theta} + 3 \sin \theta \right)$$

显然, 当 $\sin \theta = \frac{1}{\sqrt{3}}$ 时 E_k 最小, 最小值

$$E_{k \min} = 30 \text{ J}$$

$$\text{此时, } v_b = \sqrt{\frac{gR}{\sqrt{3}}}, \text{ 可解得 } I = \frac{3\sqrt{10}}{2} \text{ N} \cdot \text{s}$$

15. (1) ABE 【解析】由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ 得 $p = \frac{CT}{V}$, 由题图可知, $V_a = V_c$, A 正确; 理想气体的内能只由温度决定, 而 $T_a > T_c$, 故气体在状态 a 时的内能大于在状态 c 时的内能, B 正确; 由热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 知, cd 过程温度不变, 内能不变, 则 $Q = -W$, C 错误; da 过程温度升高, 即内能增大, 则吸收的热量大于对外界做的功, D 错误; 由理想气体状态方程 $\frac{p_a V_a}{T_a} = \frac{p_b V_b}{T_b} = \frac{p_c V_c}{T_c} = \frac{p_d V_d}{T_d} = C$, 即 $p_a V_a = CT_a$, $p_b V_b = CT_b$, $p_c V_c = CT_c$, $p_d V_d = CT_d$, 设过程 bc 中压强为 p_1 , 过程 da 中压强为 p_2 , 由外界对气体做功 $W = p \cdot \Delta V$ 知, 过程 bc 中外界对气体做的功 $W_b = p_1 (V_b - V_c) = C(T_b - T_c)$, 过程 da 中气体对外界做的功 $W_{da} = p_2 (V_a - V_d) = C(T_a - T_d)$, $T_a = T_b$, $T_c = T_d$, 故 $W_b = W_{da}$, E 正确.

(2) 【解析】① 设管内的横截面积为 S , 对右管中封闭气体, 水银刚好全部进入竖直右管后

$$p_0 \times 40S = p_1 \times (40 - 10)S, \text{ 得 } p_1 = 100 \text{ cmHg}$$

$$\text{② 对水平部分气体, 末态压强 } p' = (100 + 15 + 10) \text{ cmHg} = 125 \text{ cmHg}$$

$$\text{由玻意耳定律 } (p_0 + 15) \times 15S = p'LS, \text{ 得 } L = 10.8 \text{ cm}$$

所以加入水银柱的长度为

$$x = 125 \text{ cm} - 75 \text{ cm} + 10 \text{ cm} - 10.8 \text{ cm} = 49.2 \text{ cm}$$

16. (1) ACE 【解析】水面波是机械振动在水面上传播, 是一种典型机械波, A 正确; 从第一个波峰到第十个波峰中经历了九个波形, 时间间隔为 15 s , 所以振动周期 $T = \frac{5}{3} \text{ s}$, 频率 $f = \frac{1}{T} = 0.6 \text{ Hz}$, B 错误; 波长 $\lambda = vT = 3 \text{ m}$, C 正确; 波传播过程中, 传播的是振动形式, 能量可以传送出去, 但质点并不随波迁移, D 错误, E 正确.

(2) 【解析】① 如图, 透明物体内部的光路为折线 MPN , Q, M 点相对于底面 EF 对称, Q, P, N 三点共线. 设在 M 点处, 光的入射角为 i , 折射角为 r , $\angle OMQ = \alpha$, $\angle PNF = \beta$, 根据题意有 $\alpha = 30^\circ$.

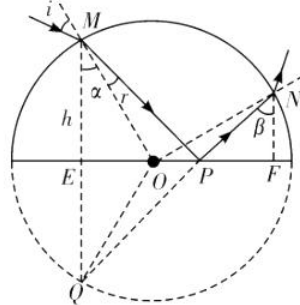
由几何关系得 $\angle PNO = \angle PQO = r$, 于是

$$\beta + r = 60^\circ, \quad \alpha + r = \beta$$

$$\text{解得 } r = 15^\circ$$

② 根据折射定律

$$\sin i = n \sin r, \text{ 得 } n = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{2}$$



关于我们

自主选拔在线（原自主招生在线）创办于 2014 年，历史可追溯至 2008 年，隶属北京太星网络科技有限公司，是专注于**中国拔尖人才培养**的升学咨询在线服务平台。主营业务涵盖：新高考、学科竞赛、强基计划、综合评价、三位一体、高中生涯规划、志愿填报等。

自主选拔在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户达百万量级，网站年度流量超 1 亿量级。用户群体涵盖全国 31 省市，全国超 95% 以上的重点中学老师、家长及考生，更有许多重点高校招办老师关注，行业影响力首屈一指。

自主选拔在线平台一直秉承 “专业、专注、有态度” 的创办公念，不断探索 “K12 教育+互联网+大数据” 的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供中学拔尖人才培养咨询服务，为广大高校、中学和教研单位提供 “衔接和桥梁纽带” 作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和全国数百所重点中学达成深度战略合作，累计举办线上线下升学公益讲座千余场，直接或间接帮助数百万考生顺利通过强基计划（自主招生）、综合评价和高考，进入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力，2019 年荣获央广网 “年度口碑影响力在线教育品牌”。

未来，自主选拔在线将立足于全国新高考改革，全面整合高校、中学及教育机构等资源，依托在线教育模式，致力于打造更加全面、专业的**新高考拔尖人才培养**服务平台。



 微信搜一搜

 自主选拔在线