

# 2012 年全国统一高考物理试卷（新课标）

参考答案与试题解析

## 一. 选择题

1. (3 分) 伽利略根据小球在斜面上运动的实验和理想实验, 提出了惯性的概念, 从而奠定了牛顿力学的基础. 早期物理学家关于惯性有下列说法, 其中正确的是 ( )
- A. 物体抵抗运动状态变化的性质是惯性
  - B. 没有力作用, 物体只能处于静止状态
  - C. 行星在圆周轨道上保持匀速率运动的性质是惯性
  - D. 运动物体如果没有受到力的作用, 将继续以同一速度沿同一直线运动

**【考点】** 31: 惯性与质量.

**【分析】** 根据惯性定律解释即可: 任何物体都有保持原来运动状态的性质, 惯性的大小只跟质量有关, 与其它任何因素无关.

**【解答】** 解: A、任何物体都有保持原来运动状态的性质, 叫着惯性, 所以物体抵抗运动状态变化的性质是惯性, 故 A 正确;

B、没有力作用, 物体可以做匀速直线运动, 故 B 错误;

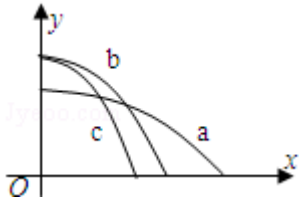
C、惯性是保持原来运动状态的性质, 圆周运动速度是改变的, 故 C 错误;

D、运动的物体在不受力时, 将保持匀速直线运动, 故 D 正确;

故选: AD.

**【点评】** 牢记惯性概念, 知道一切物体在任何时候都有惯性, 质量是惯性的唯一量度.

2. (3 分) 如图,  $x$  轴在水平地面内,  $y$  轴沿竖直方向. 图中画出了从  $y$  轴上沿  $x$  轴正向抛出的三个小球 a、b 和 c 的运动轨迹, 其中 b 和 c 是从同一点抛出的, 不计空气阻力, 则 ( )



- A. a 的飞行时间比 b 的长
- B. b 和 c 的飞行时间相同
- C. a 的水平速度比 b 的小
- D. b 的初速度比 c 的大

【考点】43: 平抛运动.

【专题】518: 平抛运动专题.

【分析】研究平抛运动的方法是把平抛运动分解到水平方向和竖直方向去研究，水平方向做匀速直线运动，竖直方向做自由落体运动，两个方向上运动的时间相同。

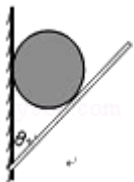
【解答】解 由图象可以看出，bc 两个小球的抛出高度相同，a 的抛出高度最小，根据  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  可知，a 的运动时间最短，bc 运动时间相等，故 A 错误，B 正确；

C、由图象可以看出，abc 三个小球的水平位移关系为 a 最大，c 最小，根据  $x = v_0 t$  可知， $v_0 = \frac{x}{t}$ ，所以 a 的初速度最大，c 的初速度最小，故 C 错误，D 正确；

故选：BD。

【点评】本题就是对平抛运动规律的直接考查，掌握住平抛运动的规律就能轻松解决。

3. (3 分) 如图，一小球放置在木板与竖直墙面之间。设墙面对球的压力大小为  $N_1$ ，球对木板的压力大小为  $N_2$ 。以木板与墙连接点所形成的水平直线为轴，将木板从图示位置开始缓慢地转到水平位置。不计摩擦，在此过程中 ( )



- A.  $N_1$  始终减小， $N_2$  始终增大
- B.  $N_1$  始终减小， $N_2$  始终减小
- C.  $N_1$  先增大后减小， $N_2$  始终减小

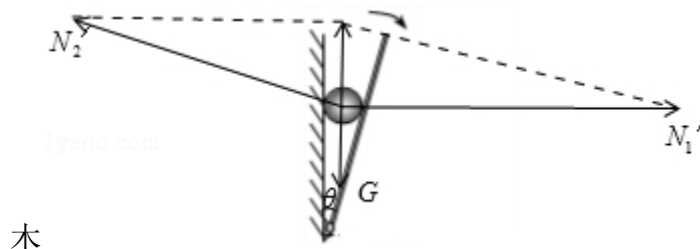
D.  $N_1$  先增大后减小,  $N_2$  先减小后增大

【考点】2G: 力的合成与分解的运用; 3C: 共点力的平衡.

【专题】527: 共点力作用下物体平衡专题.

【分析】以小球为研究对象, 分析受力情况: 重力、木板的支持力和墙壁的支持力, 根据牛顿第三定律得知, 墙面和木板对球的压力大小分别等于球对墙面和木板的支持力大小, 根据平衡条件得到两个支持力与  $\theta$  的关系, 再分析其变化情况.

【解答】解: 以小球为研究对象, 分析受力情况: 重力  $G$ 、墙面的支持力  $N_1'$  和



木板的支持力  $N_2'$ . 根据牛顿第三定律得知,  $N_1=N_1'$ ,  $N_2=N_2'$ .

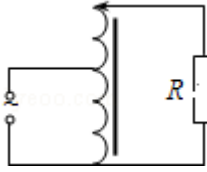
根据平衡条件得:  $N_1'=G\cot\theta$ ,  $N_2'=\frac{G}{\sin\theta}$

将木板从图示位置开始缓慢地转到水平位置的过程中,  $\theta$  增大,  $\cot\theta$  减小,  $\sin\theta$  增大, 则  $N_1'$  和  $N_2'$  都始终减小, 故  $N_1$  和  $N_2$  都始终减小。

故选: B。

【点评】本题运用函数法研究动态平衡问题, 也可以运用图解法直观反映力的变化情况.

4. (3分) 自耦变压器铁芯上只绕有一个线圈, 原、副线圈都只取该线圈的某部分, 一升压式自耦调压变压器的电路如图所示, 其副线圈匝数可调. 已知变压器线圈总匝数为 1900 匝; 原线圈为 1100 匝, 接在有效值为 220V 的交流电源上. 当变压器输出电压调至最大时, 负载  $R$  上的功率为 2.0kW. 设此时原线圈中电流有效值为  $I_1$ , 负载两端电压的有效值为  $U_2$ , 且变压器是理想的, 则  $U_2$  和  $I_1$  分别约为 ( )



- A. 380 V 和 5.3 A    B. 380 V 和 9.1 A    C. 240 V 和 5.3 A    D. 240 V 和 9.1 A

**【考点】** E8: 变压器的构造和原理.

**【专题】** 53A: 交流电专题.

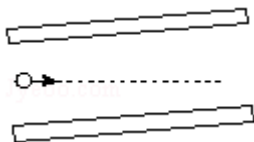
**【分析】** 变压器输出电压调至最大, 故副线圈为 1900 匝, 由变压器两端的电压与匝数成正比, 可得副线圈的电压有效值, 由输入功率等于输出功率, 可得电流.

**【解答】** 解: 因变压器输出电压调至最大, 故副线圈为 1900 匝, 由变压器两端的电压与匝数成正比, 即  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ , 故副线圈的电压有效值  $U_2$  为 380 V; 因变压器为理想变压器, 故其输入功率等于输出功率, 即  $P_1 = P_2$ , 由  $P_1 = U_1 I_1$  得  $I_1 = 9.1 \text{ A}$ , B 正确.

故选: B.

**【点评】** 本题考查了变压器的构造和原理, 电压与匝数成正比, 电流与匝数成反比, 输入功率等于输出功率.

5. (3 分) 如图所示, 平行板电容器的两个极板与水平地面成一角度, 两极板与一直流电源相连. 若一带电粒子恰能沿图中所示水平直线通过电容器, 则在此过程中, 该粒子 ( )



- A. 所受重力与电场力平衡                      B. 电势能逐渐增加  
C. 动能逐渐增加                                  D. 做匀变速直线运动

**【考点】** CM: 带电粒子在混合场中的运动.

【专题】531：带电粒子在电场中的运动专题.

【分析】带电粒子在场中受到电场力与重力，根据粒子的运动轨迹，结合运动的分析，可知电场力垂直极板向上，从而可确定粒子的运动的性质，及根据电场力做功来确定电势能如何变化.

【解答】解：A、根据题意可知，粒子做直线运动，则电场力与重力的合力与速度方向反向，粒子做匀减速直线运动，因此 A 错误，D 正确；

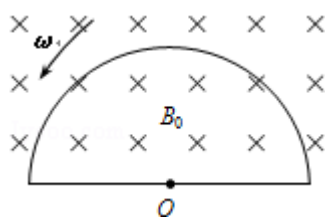
B、由 A 选项分析可知，电场力做负功，则电势能增加，故 B 正确；

C、因电场力做负功，则电势能增加，导致动能减小，故 C 错误；

故选：BD。

【点评】考查根据运动情况来确定受力情况，并由电场力做功来确定电势能如何，以及动能的变化.

6. (3分) 如图，均匀磁场中有一由半圆弧及其直径构成的导线框，半圆直径与磁场边缘重合；磁场方向垂直于半圆面（纸面）向里，磁感应强度大小为  $B_0$ 。使该线框从静止开始绕过圆心  $O$ 、垂直于半圆面的轴以角速度  $\omega$  匀速转动半周，在线框中产生感应电流。现使线框保持图中所示位置，磁感应强度大小随时间线性变化。为了产生与线框转动半周过程中同样大小的电流，磁感应强度随时间的变化率  $\frac{\Delta B}{\Delta t}$  的大小应为（ ）



A.  $\frac{4\omega B_0}{\pi}$

B.  $\frac{2\omega B_0}{\pi}$

C.  $\frac{\omega B_0}{\pi}$

D.  $\frac{\omega B_0}{2\pi}$

【考点】BB：闭合电路的欧姆定律；D8：法拉第电磁感应定律.

【专题】53C：电磁感应与电路结合.

【分析】根据转动切割感应电动势公式  $E = \frac{1}{2}BL^2\omega$ ， $L = \frac{d}{2}$ ，求出感应电动势，由欧姆定律求解感应电流。根据法拉第定律求解磁感应强度随时间的变化率  $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 。

**【解答】**解：若要电流相等，则产生的电动势相等。设切割长度为  $L$ ，而半圆的直径为  $d$ ，

从静止开始绕过圆心  $O$  以角速度  $\omega$  匀速转动时，线框中产生的感应电动势大小

$$\text{为 } E = \frac{1}{2} B_0 L^2 \omega = \frac{1}{2} B_0 \left(\frac{d}{2}\right)^2 \omega = \frac{B_0 d^2 \omega}{8} \quad \text{①}$$

$$\text{根据法拉第定律得 } E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = \frac{\Delta B}{\Delta t} \frac{1}{2} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{\Delta B \pi d^2}{\Delta t \cdot 8} \quad \text{②}$$

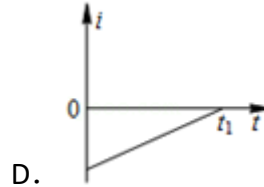
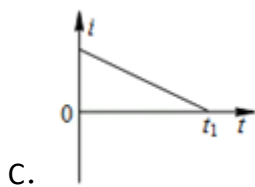
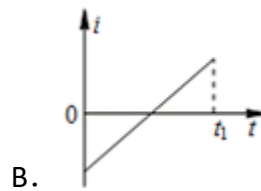
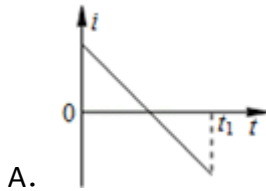
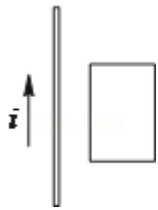
$$\text{①②联立得 } \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{B_0 \omega}{\pi}$$

故 ABD 错误，C 正确，

故选：C。

**【点评】**本题关键要掌握转动切割感应电动势公式  $E = \frac{1}{2} B L^2 \omega$  和法拉第电磁感应定律。

7. (3分) 如图所示，一载流长直导线和一矩形导线框固定在同一平面内，线框在长直导线右侧，且其长边与长直导线平行。已知在  $t=0$  到  $t=t_1$  的时间间隔内，长直导线中电流  $i$  随时间变化，使线框中感应电流总是沿顺时针方向；线框受到的安培力的合力先水平向左、后水平向右。图中箭头表示电流  $i$  的正方向，则  $i$  随时间  $t$  变化的图线可能是 ( )



【考点】C6：通电直导线和通电线圈周围磁场的方向；DB：楞次定律.

【专题】16：压轴题；53B：电磁感应与图像结合.

【分析】感应电流沿顺时针方向，由安培定则判断出感应电流磁场方向；然后由楞次定律判断出原磁场如何变化，直线电流如何变化；由楞次定律判断导线框受到合力的方向.

【解答】解：线框中感应电流沿顺时针方向，由安培定则可知，感应电流的磁场垂直于纸面向里；

由楞次定律可得：如果原磁场增强时，原磁场方向应垂直于纸面向外，由安培定则可知，导线电流方向应该向下，为负的，且电流越来越大；

由楞次定律可知：如果原磁场方向垂直于纸面向里，则原磁场减弱，直线电流变小，由安培定则可知，直线电流应竖直向上，是正的；

A、由图示可知，直线电流按 A 所示变化，感应电流始终沿顺时针方向，由楞次定律可知，在  $i$  大于零时，为阻碍磁通量的减小，线框受到的合力水平向左，在  $i$  小于零时，为阻碍磁通量的增加，线框受到的合力水平向右，故 A 正确；

B、由安培定则与楞次定律可知，感应电流始终沿逆时针方向，故 B 错误；

C、图示电流使线框中的感应电流沿顺时针方向，但线框在水平方向受到的合力始终水平向左，故 C 错误；

D、图示电流使线框中产生的感应电流沿逆时针方向，故 D 错误；

故选：A。

【点评】正确理解楞次定律中“阻碍”的含义是正确解题的关键，熟练应用楞次定律、安培定则即可正确解题.

8. (3分) 假设地球是一半径为  $R$ 、质量分布均匀的球体。一矿井深度为  $d$ 。已知质量分布均匀的球壳对壳内物体的引力为零。矿井底部和地面处的重力加速度大小之比为 ( )

A.  $1 - \frac{d}{R}$

B.  $1 + \frac{d}{R}$

C.  $(\frac{R-d}{R})^2$

D.  $(\frac{R}{R-d})^2$

【考点】4F：万有引力定律及其应用.

【专题】16：压轴题；528：万有引力定律的应用专题.

**【分析】**根据题意知，地球表面的重力加速度等于半径为  $R$  的球体在表面产生的加速度，矿井深度为  $d$  的井底的加速度相当于半径为  $R - d$  的球体在其表面产生的加速度，根据地球质量分布均匀得到加速度的表达式，再根据半径关系求解即可。

**【解答】**解：令地球的密度为  $\rho$ ，则在地球表面，重力和地球的万有引力大小相等，有：
$$g = G \frac{M}{R^2},$$

由于地球的质量为： $M = \rho \frac{4}{3} \pi R^3$ ，所以重力加速度的表达式可写成：

$$g = \frac{GM}{R^2} = G \frac{\rho \frac{4}{3} \pi R^3}{R^2} = \frac{4}{3} G \rho \pi R.$$

根据题意有，质量分布均匀的球壳对壳内物体的引力为零，固在深度为  $d$  的井底，受到地球的万有引力即为半径等于  $(R - d)$  的球体在其表面产生的万有引力，故井底的重力加速度  $g' = \frac{4}{3} G \rho \pi (R - d)$

$$\text{所以有 } \frac{g'}{g} = \frac{\frac{4}{3} G \rho \pi (R - d)}{\frac{4}{3} G \rho \pi R} = \frac{R - d}{R} = 1 - \frac{d}{R}$$

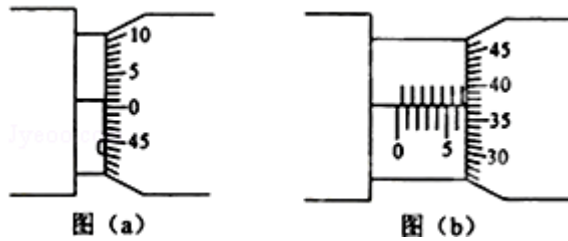
故选：A。

**【点评】**抓住在地球表面重力和万有引力相等，在矿井底部，地球的重力和万有引力相等，要注意在矿井底部所谓的地球的质量不是整个地球的质量而是半径为  $(R - d)$  的球体的质量。

同时还可利用  $g = r\omega^2$ ，它们的角速度相同，因此重力加速度与半径成正比，从而即可求解。

## 二. 实验题

9. 某同学利用螺旋测微器测量一金属板的厚度。该螺旋测微器校零时的示数如图 (a) 所示，测量金属板厚度时的示数如图 (b) 所示。图 (a) 所示读数为 0.010 mm，图 (b) 所示读数为 6.870 mm，所测金属板的厚度为 6.860 mm。



【考点】L4：螺旋测微器的使用.

【专题】13：实验题；16：压轴题.

【分析】螺旋测微器的读数方法是固定刻度读数加上可动刻度读数，在读可动刻度读数时需估读.

【解答】解：该螺旋测微器校零时的示数如图（a）所示，

螺旋测微器的固定刻度为  $0\text{mm}$ ，可动刻度为  $0.01 \times 1.0\text{mm} = 0.010\text{mm}$ ，所以最终读数为  $0.010\text{mm}$ .

测量金属板厚度时的示数如图（b）所示.

螺旋测微器的固定刻度为  $6.5\text{mm}$ ，可动刻度为  $0.01 \times 37.0\text{mm} = 0.370\text{mm}$ ，所以最终读数为  $6.870\text{mm}$ .

所测金属板的厚度为  $6.870 - 0.010 = 6.860\text{mm}$

故答案为： $0.010$ ， $6.870$ ， $6.860$

【点评】螺旋测微器的读数方法，固定刻度读数加上可动刻度读数，在读可动刻度读数时需估读.

10. 图中虚线框内存在一沿水平方向、且与纸面垂直的匀强磁场. 现通过测量通电导线在磁场中所受的安培力，来测量磁场的磁感应强度大小、并判定其方向. 所用部分器材已在图中给出，其中  $D$  为位于纸面内的  $U$  形金属框，其底边水平，两侧边竖直且等长； $E$  为直流电源； $R$  为电阻箱； $A$  为电流表； $S$  为开关. 此外还有细沙、天平、米尺和若干轻质导线.

(1) 在图中画线连接成实验电路图.

(2) 完成下列主要实验步骤中的填空

①按图接线.

②保持开关  $S$  断开，在托盘内加入适量细沙，使  $D$  处于平衡状态，然后用天平称

出细沙质量  $m_1$ 。

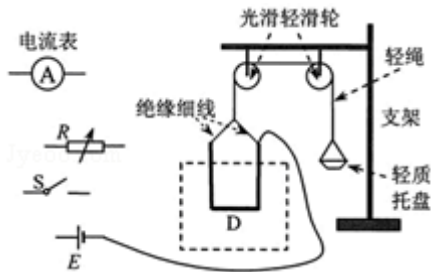
③闭合开关  $S$ ，调节  $R$  的值使电流大小适当，在托盘内重新加入适量细沙，使  $D$  重新处于平衡状态；然后读出电流表的示数  $I$ ，并用天平称出细沙的质量为  $m_2$ 。

④用米尺测量金属框架下边的长度  $l$ 。

(3) 用测量的物理量和重力加速度  $g$  表示磁感应强度的大小，可以得出  $B=$

$$\frac{|m_2 - m_1| g}{Il}$$

(4) 判定磁感应强度方向的方法是：若  $m_2 > m_1$ ，磁感应强度方向垂直纸面向外；反之，磁感应强度方向垂直纸面向里。



**【考点】** CC: 安培力.

**【专题】** 13: 实验题; 16: 压轴题.

**【分析】** (1) 用滑动变阻器的限流式接法即可;

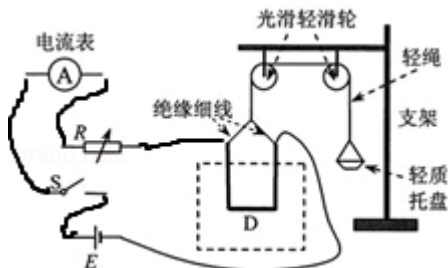
(2) ③金属框平衡时测量才有意义，读出电阻箱电阻并用天平称量细沙质量;

④安培力与电流长度有关，安培力合力等于金属框架下边受的安培力;

(3) 根据平衡条件分两次列式即可求解;

(4) 根据左手定则判断即可.

**【解答】** 解：(1) 如图所示



(2) ③重新处于平衡状态；读出电流表的示数  $I$ ；此时细沙的质量  $m_2$ ；④  $D$  的

底边长度  $l$

(3) 根据平衡条件, 有

$$|m_2 - m_1|g = BIl$$

解得

$$B = \frac{|m_2 - m_1|g}{Il}$$

(4)  $m_2 > m_1$ .

故答案为: (1) 如图所示; (2) ③重新处于平衡状态; 读出电流表的示数  $I$ ; 此时细沙的质量  $m_2$ ; ④D 的底边长度  $l$ ; (3)  $\frac{|m_2 - m_1|g}{Il}$ ; (4)  $m_2 > m_1$ .

**【点评】** 本题关键是对 D 型线框受力分析, 根据平衡条件求磁感应强度, 不难.

### 三. 计算题

11. 拖把是由拖杆和拖把头构成的擦地工具 (如图)。设拖把头的质量为  $m$ , 拖杆质量可以忽略; 拖把头与地板之间的动摩擦因数为常数  $\mu$ , 重力加速度为  $g$ , 某同学用该拖把在水平地板上拖地时, 沿拖杆方向推拖把, 拖杆与竖直方向的夹角为  $\theta$ 。

(1) 若拖把头在地板上匀速移动, 求推拖把的力的大小。

(2) 设能使该拖把在地板上从静止刚好开始运动的水平推力与此时地板对拖把的正压力的比值为  $\lambda$ 。已知存在一临界角  $\theta_0$ , 若  $\theta \leq \theta_0$ , 则不管沿拖杆方向的推力多大, 都不可能使拖把从静止开始运动。求这一临界角的正切  $\tan\theta_0$ 。



**【考点】** 2G: 力的合成与分解的运用; 3C: 共点力的平衡.

**【专题】** 16: 压轴题; 527: 共点力作用下物体平衡专题.

**【分析】** (1) 对拖把头受力分析, 抓住竖直方向和水平方向合力为零, 运用正交分解求出推力  $F$  的大小。

(2) 当推力  $F$  的水平分力小于等于最大静摩擦力时，不管沿拖杆方向的推力多大，都不可能使拖把从静止开始运动。结合第 1 问的结果，得到  $\lambda$  的表达式，采用极限法：当  $F$  无限大时的情况求解  $\tan\theta_0$ 。

**【解答】**解：(1) 拖把头受到重力、支持力、推力和摩擦力处于平衡，设该同学沿拖杆方向用大小为  $F$  的力推拖把。

将推拖把的力沿竖直和水平方向分解，

按平衡条件有

$$\text{竖直方向上：} F\cos\theta + mg = N \quad \text{①}$$

$$\text{水平方向上：} F\sin\theta = f \quad \text{②}$$

式中  $N$  和  $f$  分别为地板对拖把的正压力和摩擦力。按摩擦定律有  $f = \mu N$  ③

$$\text{联立①②③式得 } F = \frac{\mu}{\sin\theta - \mu\cos\theta} mg \quad \text{④}$$

(2) 若不管沿拖杆方向用多大的力不能使拖把从静止开始运动，

$$\text{应有 } F\sin\theta \leq \lambda N \quad \text{⑤}$$

$$\text{这时①式仍满足。联立①⑤式得 } \sin\theta - \lambda\cos\theta \leq \lambda \frac{mg}{F} \quad \text{⑥}$$

现考查使上式成立的  $\theta$  角的取值范围。注意到上式右边总是大于零，且当  $F$  无限大时极限为零，

$$\text{有 } \sin\theta - \lambda\cos\theta \leq 0 \quad \text{⑦}$$

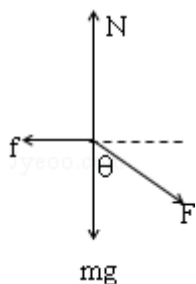
使上式成立的  $\theta$  角满足  $\theta \leq \theta_0$ ，这里  $\theta_0$  是题中所定义的临界角，即当  $\theta \leq \theta_0$  时，不管沿拖杆方向用多大的力都推不动拖把。

$$\text{临界角的正切为 } \tan\theta_0 = \lambda \quad \text{⑧}$$

答：

(1) 若拖把头在地板上匀速移动，推拖把的力的大小为  $\frac{\mu}{\sin\theta - \mu\cos\theta} mg$ 。

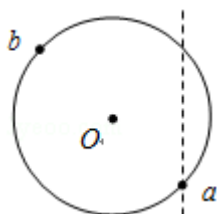
(2)  $\tan\theta_0 = \lambda$ 。



**【点评】**本题第 1 问是常规题，根据平衡条件，运用正交分解法求解推力。第 2

问是一种自锁现象，根据推不动的条件：推力的水平分力不大于最大静摩擦力出发进行分析求解。

12. 如图，一半径为  $R$  的圆表示一柱形区域的横截面（纸面）。在柱形区域内加一方向垂直于纸面的匀强磁场，一质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的粒子沿图中直线在圆上的  $a$  点射入柱形区域，在圆上的  $b$  点离开该区域，离开时速度方向与直线垂直。圆心  $O$  到直线的距离为  $\frac{3}{5}R$ 。现将磁场换为平行于纸面且垂直于直线的匀强电场，同一粒子以同样速度沿直线在  $a$  点射入柱形区域，也在  $b$  点离开该区域。若磁感应强度大小为  $B$ ，不计重力，求电场强度的大小。



**【考点】** C1: 带电粒子在匀强磁场中的运动.

**【专题】** 16: 压轴题.

**【分析】** 通过带电粒子在磁场中做圆周运动，根据几何关系求出轨道半径的大小。带电粒子在匀强电场中做类平抛运动，结合在沿电场方向上做匀加速直线运动和垂直于电场方向做匀速直线运动，求出电场强度与磁感应强度的大小关系。

**【解答】** 解：粒子在磁场中做圆周运动。设圆周的半径为  $r$ ，由牛顿第二定律和

$$\text{洛伦兹力公式得 } qvB = m \frac{v^2}{r} \dots \textcircled{1}$$

式中  $v$  为粒子在  $a$  点的速度。

过  $b$  点和  $O$  点作直线的垂线，分别与直线交于  $c$  和  $d$  点。由几何关系知，线段

$\overline{ac}$ 、 $\overline{bc}$  和过  $a$ 、 $b$  两点的轨迹圆弧的两条半径（未画出）围成一正方形。因

$$\text{此 } \overline{ac} = \overline{bc} = r \dots \textcircled{2}$$

$$\text{设 } \overline{cd} = x, \text{ 由几何关系得 } \overline{ac} = \frac{4}{5}R + x \dots \textcircled{3}$$

$$\overline{bc} = \frac{3R}{5} + \sqrt{R^2 - x^2} \dots \textcircled{4}$$

联立②③④式得  $r = \frac{7}{5}R$  ⑤

再考虑粒子在电场中的运动。设电场强度的大小为  $E$ ，粒子在电场中做类平抛运动。设其加速度大小为  $a$ ，由牛顿第二定律和带电粒子在电场中的受力公式得

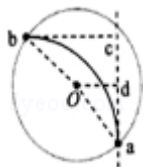
$$qE = ma \dots ⑥$$

粒子在电场方向和直线方向所走的距离均为  $r$ ，有运动学公式得  $r = \frac{1}{2}at^2 \dots ⑦$

$$r = vt \dots ⑧$$

式中  $t$  是粒子在电场中运动的时间。联立①⑤⑥⑦⑧式得  $E = \frac{14qRB^2}{5m}$

答：电场强度的大小为  $\frac{14qRB^2}{5m}$ 。



**【点评】** 解决本题的关键掌握带电粒子在磁场中磁偏转和在电场中电偏转的区别，知道磁偏转做匀速圆周运动，电偏转做类平抛运动。

**[选修 3-3] (共 2 小题, 满分 0 分)**

13. 关于热力学定律，下列说法正确的是 ( )

- A. 为了增加物体的内能，必须对物体做功或向它传递热量
- B. 对某物体做功，必定会使该物体的内能增加
- C. 可以从单一热源吸收热量，使之完全变为功
- D. 不可以从单一热源吸收热量，使之完全变为功
- E. 功转变为热的实际宏观过程是不可逆过程。

**【考点】** 8F：热力学第一定律；8H：热力学第二定律。

**【专题】** 16：压轴题；548：热力学定理专题。

**【分析】** 在热力学中，系统发生变化时，内能的变化为  $\Delta U = Q + W$ ；不可能把热量从低温物体传向高温物体而不引起其它变化。

**【解答】** 解：A、做功和热传递是改变物体内能的两种方法，故 A 正确；

B、做功和热传递是改变物体内能的两种方法，仅对物体做功，物体内能不一定

增加，故 B 错误；

C、D、热力学第二定律可以表示为：不可能制成一种循环动作的热机，从单一热源取热，使之完全变为功而不引起其它变化。这句话强调的是不可能“不产生其它变化”；即在引起其他变化是可能的；故 C 正确，D 错误；

E、热力学第二定律的实质：一切与热现象有关的实际宏观过程都是不可逆的，故 E 正确。

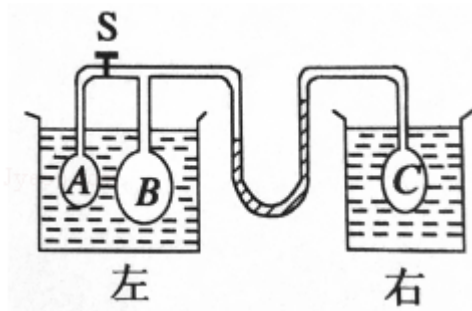
故选：ACE。

**【点评】** 本题考查了热力学第一定律和热力学第二定律，关键是根据公式  $\Delta E=W+Q$  进行分析，基础题。

14. 如图，用 U 形管和细管连接的玻璃泡 A、B 和 C 浸泡在温度均为  $0^{\circ}\text{C}$  的水槽中，B 的容积是 A 的 3 倍。阀门 S 将 A 和 B 两部分隔开。A 内为真空，B 和 C 内都充有气体。U 形管内左边水银柱比右边的低 60mm。打开阀门 S，整个系统稳定后，U 形管内左右水银柱高度相等。假设 U 形管和细管中的气体体积远小于玻璃泡的容积。

(1) 求玻璃泡 C 中气体的压强（以 mmHg 为单位）

(2) 将右侧水槽的水从  $0^{\circ}\text{C}$  加热到一定温度时，U 形管内左边水银柱比右边高 60mm，求加热后右侧水槽的水温。



**【考点】** 99：理想气体的状态方程；9K：封闭气体压强。

**【专题】** 54B：理想气体状态方程专题。

**【分析】** 以 B 内封闭气体为研究对象，做等温变化，根据玻意耳定律求出 B 内的压强，然后求出 C 内压强；

以 C 中封闭气体为研究对象，根据等容变化列方程求解。

**【解答】**解：(i) 加热前 C 中压强始终不变，B 内封闭气体初状态： $P_B = P_C + 60$ ，

打开阀门后  $P_B' = P_C$

由题意： $V_B' = \frac{4}{3}V_B$

由玻意尔定律  $P_B V_B = P_B' V_B'$

得： $P_B' = 180\text{mmHg}$   $P_C = P_B' = 180\text{mmHg}$

(ii) C 内封闭气体做等容变化，加热后压强  $P_C' = P_C + 60\text{mmHg}$

$$\frac{P_C}{T} = \frac{P_C'}{T'}$$

$$\frac{180}{273} = \frac{180+60}{T'}$$

得： $T' = 364\text{K}$

答：(1) 玻璃泡 C 中气体的压强为  $180\text{mmHg}$

(2) 加热后右侧水槽的水温  $364\text{K}$ 。

**【点评】** 本题考查了理想气体状态方程的应用，关键是正确分析 ABC 中气体压强的关系

### [选修 3-4]

15. 一简谐横波沿 x 轴正向传播， $t=0$  时刻的波形如图 (a) 所示， $x=0.30\text{m}$  处的质点的振动图线如图 (b) 所示，该质点在  $t=0$  时刻的运动方向沿 y 轴 正向 (填“正向”或“负向”)。已知该波的波长大于  $0.30\text{m}$ ，则该波的波长为 0.8 m.

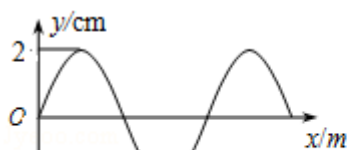


图 (a)

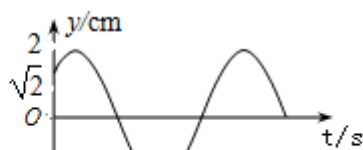


图 (b)

**【考点】** F4: 横波的图象; F5: 波长、频率和波速的关系.

**【专题】** 16: 压轴题.

**【分析】** 由图 b 可知，质点后面的时刻位移比  $t=0$  时刻位移大，所以质点沿 y 轴正向运动，根据振动方程及波速与波长周期关系结合题中条件即可求解波

长.

**【解答】**解：由图 b 可知， $t=0$  时刻，该质点的位移为 $\sqrt{2}\text{cm}$ ，在下一时刻，位移大于 $\sqrt{2}\text{cm}$ 。所以该质点在  $t=0$  时刻的运动方向沿  $y$  轴正向。

由振动方程得：

$$y=A\sin\frac{2\pi}{T}t$$

$$\text{则有：}\sqrt{2}=2\sin\frac{2\pi}{T}t$$

$$\text{解得：}\sin\frac{2\pi}{T}t=\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{波长大于 } 0.30\text{m, 所以}\frac{2\pi}{T}t=\frac{3\pi}{4}, t=\frac{3}{8}T$$

$$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{x}{t}=\frac{0.3}{\frac{3}{8}T}$$

解得： $\lambda=0.8\text{m}$

故答案为：正向；0.8.

**【点评】**本题首先考查读图的能力，要求同学们掌握振动方程及波速与波长周期关系公式，难度适中。

16. 一玻璃立方体中心有一点状光源。今在立方体的部分表面镀上不透明薄膜，以致从光源发出的光线只经过一次折射不能透出立方体。已知该玻璃的折射率为 $\sqrt{2}$ ，求镀膜的面积与立方体表面积之比的最小值。

**【考点】**H3：光的折射定律。

**【专题】**16：压轴题；54D：光的折射专题。

**【分析】**通过光线在镀膜部分发生全反射，根据临界情况，通过几何关系求出镀膜面积与立方体表面积之比的最小值。

**【解答】**解：如图，考虑从玻璃立方体中心  $O$  点发出的一条光线，假设它斜射到玻璃立方体上表面发生折射，

根据折射定律有  $n\sin\theta=\sin\alpha$

式中， $n$  是玻璃的折射率，入射角等于  $\theta$ ， $\alpha$  是折射角

现假设  $A$  点是上表面面积最小的不透明薄膜边缘上的一点。由题意，在  $A$  点刚

好发生全反射，故  $\alpha_A = \frac{\pi}{2}$ 。

设线段 OA 在立方体上表面的投影长为  $R_A$ ，由几何关系有

$$\sin \theta_A = \frac{R_A}{\sqrt{R_A^2 + (\frac{a}{2})^2}}$$

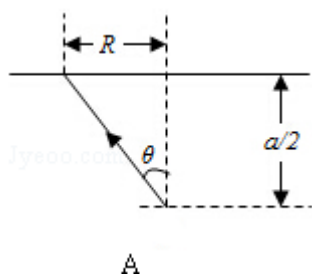
式中  $a$  为玻璃立方体的边长，有①②③式得  $R_A = \frac{a}{2\sqrt{n^2-1}}$ 。

则  $R_A = \frac{a}{2}$

由题意，上表面所镀的面积最小的不透明薄膜应是半径为  $R_A$  的圆。所求的镀膜

面积  $S'$  与玻璃立方体的表面积  $S$  之比为  $\frac{S'}{S} = \frac{6\pi R_A^2}{6a^2} = \frac{\pi}{4}$ 。

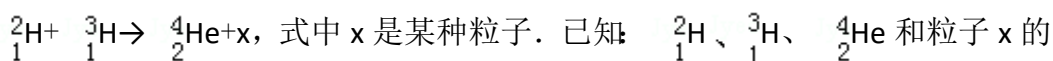
答：镀膜的面积与立方体表面积之比的最小值为  $\frac{\pi}{4}$ 。



**【点评】** 解决本题的关键确定临界情况，根据折射定律，通过几何关系进行求解。

**[选修 3-5]**

17. [选修 3 - 5] 氦核和氚核可发生热核聚变而释放巨大的能量，该反应方程为：



质量分别为 2.0141u、3.0161u、4.0026u 和 1.0087u； $1u=931.5\text{MeV}/c^2$ ， $c$  是真空中光速。由上述反应方程和数据可知，粒子  $x$  是 中子，该反应释放出的能量为 17.6 MeV（结果保留 3 位有效数字）

**【考点】** J1：爱因斯坦质能方程。

**【专题】** 16：压轴题；54P：爱因斯坦的质能方程应用专题。

**【分析】** 由核电荷数与质量数守恒可以判断出  $x$  粒子是哪种粒子；

先求出质量亏损，然后由质能方程可以求出释放的能量。

**【解答】**解：由核电荷数守恒可知，x粒子的核电荷数为： $1+1-2=0$ ，

由质量数守恒可知，x粒子的质量数为： $2+3-4=1$ ，则x粒子是  ${}_0^1\text{n}$ 或中子；

核反应过程中释放的能量为  $E=\Delta mc^2=17.6\text{MeV}$ ；

故答案为：中子；17.6

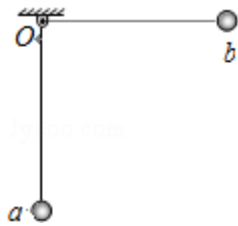
**【点评】**应用核电荷数与质量数守恒、质能方程是正确解题的关键。

### 18. [选修3-5]

如图，小球a、b用等长细线悬挂于同一固定点O。让球a静止下垂，将球b向右拉起，使细线水平。从静止释放球b，两球碰后粘在一起向左摆动，此后细线与竖直方向之间的最大偏角为 $60^\circ$ 。忽略空气阻力，求

(i) 两球a、b的质量之比；

(ii) 两球在碰撞过程中损失的机械能与球b在碰前的最大动能之比。



**【考点】**53：动量守恒定律；6C：机械能守恒定律。

**【专题】**16：压轴题；52K：动量与动能定理或能的转化与守恒定律综合。

**【分析】**(1) b球下摆过程中，只有重力做功，由动能定理可以求出碰前b球的速度；碰撞过程中动量守恒，由动量守恒定律列方程，两球向左摆动过程中，机械能守恒，由机械能守恒定律或动能定理列方程，解方程组可以求出两球质量之比。

(2) 求出碰撞过程中机械能的损失，求出碰前b球的动能，然后求出能量之比。

**【解答】**解：(1) b球下摆过程中，由动能定理得：

$$m_2gL = \frac{1}{2}m_2v_0^2 - 0,$$

碰撞过程动量守恒，由动量守恒定律可得：

$$m_2 v_0 = (m_1 + m_2) v,$$

两球向左摆动过程中，由机械能守恒定律得：

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 = (m_1 + m_2) gL (1 - \cos\theta),$$

$$\text{解得：} \frac{m_1}{m_2} = \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \cos\theta}} - 1 \right) : 1 = (\sqrt{2} - 1) : 1$$

(2) 两球碰撞过程中损失是机械能：

$$Q = m_2 gL - (m_1 + m_2) gL (1 - \cos\theta),$$

$$\text{碰前 b 球的最大动能 } E_b = \frac{1}{2} m_2 v_0^2,$$

$$\frac{Q}{E_b} = \left[ 1 - \frac{m_1 + m_2}{m_2} (1 - \cos\theta) \right] : 1 = \left( 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) : 1$$

答：(i) 两球 a、b 的质量之比为  $(\sqrt{2} - 1) : 1$

(ii) 两球在碰撞过程中损失的机械能与球 b 在碰前的最大动能之比为

$$\left( 1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) : 1$$

**【点评】** 小球小下摆或上摆过程中机械能守恒，碰撞过程中动量守恒，由动能定理（或机械能守恒定律）、动量守恒定律即可正确解题。