

2014 年高考（上海卷）物理试题

一、单项选择题（共 16 分，每小题 2 分，每小题只有一个正确选项。）

1. 下列电磁波中，波长最长的是

- (A) 无线电波 (B) 红外线 (C) 紫外线 (D) γ 射线

【答案】A

【解析】

试题分析：所有的电磁波在真空中传播速度都相等，等于 $c=3\times 10^8\text{m/s}$ ，根据波长 $\lambda = \frac{c}{f}$ 可判断，频率越低，

波长越长，四个选项中无线电波频率最低，所有波长最长，答案 A 对。

【学科网考点定位】波长波速和频率的关系

【方法技巧】电磁波谱大家庭成员，按波长大小或频率的高低顺序记忆。

2. 核反应方程式 ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + \text{X}$ 中的 X 表示

- (A) 质子 (B) 电子 (C) 光子 (D) 中子

【答案】D

【解析】

试题分析：核反应方程式遵循电荷数守恒和质量数守恒，设 X 的质量数为 a ，电荷数为 b ，则有 $9+4=12+a$ ， $4+2=6+b$ ，可得 $a=1$ ， $b=0$ ，所有对应得粒子是中子，选项 D 对。

【学科网考点定位】电荷数守恒和质量数守恒

【方法技巧】先根据质量数与电荷数守恒，得出 X 的电荷数、质量数，然后由电荷数判断是什么粒子。

3. 不能用卢瑟福原子核式结构模型得出的结论是

- (A) 原子中心有一个很小的原子核 (B) 原子核是由质子和中子组成的
(C) 原子质量几乎全部集中在原子核内 (D) 原子的正电荷全部集中在原子核内

【答案】B

【解析】

试题分析：卢瑟福原子核式结构模型的是原子全部正电荷和几乎全部质量都集中在原子内部一个很小的核上，带负电的电子绕原子核高速旋转，质量几乎忽略不计，所以可以得出选项 ACD，对于原子核是由质子和中子组成的结论是涉及原子核的结构，与核式结构无关，核式结构说的是原子结构，不是原子核结构，选项 B 错。

【学科网考点定位】原子核式结构模型

【方法技巧】本题意在考查核式结构的内容，对核式结构的理解。

4. 分子间同时存在着引力和斥力，当分子间距增加时，分子间的
- (A) 引力增加，斥力减小 (B) 引力增加，斥力增加_[学科网]
- (C) 引力减小，斥力减小 (D) 引力减小，斥力增加

【答案】C

【解析】

试题分析：分子间同时存在引力和斥力，当分子距离增加时，分子间的引力和斥力都减小，只是斥力减小的更快，当距离超过平衡位置时，斥力就会小于引力合力即分子力表现为引力，当距离小于平衡位置时，斥力大于引力，分子力表现为斥力，选项 C 对。

【学科网考点定位】分子间相互作用力

【方法技巧】分子间的相互作用力，即引力、斥力都随距离的增大而减小，随距离的减小而增大，只是变化的快慢不同。

5. 链式反应中，重核裂变时放出的可以使裂变不断进行下去的粒子是
- (A) 质子 (B) 中子 (C) β 粒子 (D) α 粒子

【答案】B_[学科网]

【解析】

试题分析：重核裂变时放出的中子引起其他重核的裂变，可以使裂变不断进行下去，这就是链式反应，比如铀核的裂变 ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{52}^{137}\text{Te} + {}_{40}^{97}\text{Zr} + 2{}_0^1\text{n} + \text{能量}$ ，选项 B 对。

【学科网考点定位】链式反应

【方法技巧】理解链式反应，知道是中子引发重核的裂变。

6. 在光电效应的实验结果中，与光的波动理论不矛盾的是
- (A) 光电效应是瞬时发生的 (B) 所有金属都存在极限频率
- (C) 光电流随着入射光增强而变大 (D) 入射光频率越大，光电子最大初动能越大_[学科网]

【答案】C

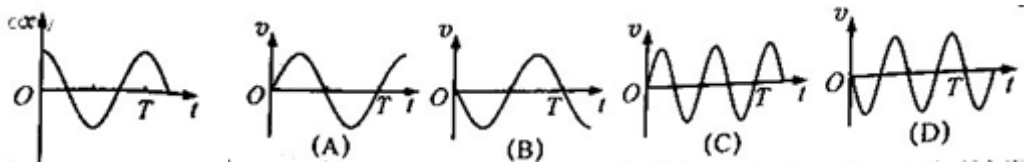
【解析】

试题分析：按照光的波动理论，电子通过波动吸收能量，若波的能量不足以使得电子逸出，那么就需要多吸收一些，需要一个能量累积的过程，而不是瞬时的，选项 A 对波动理论矛盾。根据波动理论，能量大小与波动的振幅有关，而与频率无关，即使光的能量不够大，只要金属表面的电子持续吸收经过一个能量累积过程，都可以发生光电效应，与选项 B 矛盾；光电子逸出后的最大初动能与入射光的能量有关，即与入射光的波动振幅有关，与频率无关，所以波动理论与选项 D 矛盾。对于光电流大小，根据波动理论，入射光增强，能量增大，所以光电流增大，选项 C 与波动理论并不矛盾，选项 C 正确。

【学科网考点定位】光电效应与波动性

【方法技巧】本题考查光的波粒二象性，光电效应是反应光的粒子性的，大量粒子反应波动性。

7. 质点做简谐运动，其 $x-t$ 关系如图，以 x 轴正向为速度 v 的正方向，该质点的 $v-t$ 关系是



【答案】B

【解析】

试题分析：根据简谐运动的位移时间关系图像，切线斜率即 $\frac{\Delta x}{\Delta t} = v$ ，所以前半周期，斜率都是负值代表速度为负方向，最高点和最低点速度斜率都等于 0 即速度等于 0，对照选项 A、C 错。后半周期，斜率为正值代表速度为正方向，选项 D 错。对照答案选项 B 对。

【学科网考点定位】简谐运动的速度变化

【方法技巧】本题考查简谐运动，重点在由振动的 $x-t$ 图像判断质点振动的方向，还有就是质点振动的频率保持不变

8. 在离地高 h 处，沿竖直方向同时向上和向下抛出两个小球，她们的初速度大小均为 v ，不计空气阻力，两球落地的时间差为

- (A) $\frac{2v}{g}$ (B) $\frac{v}{g}$ (C) $\frac{2h}{v}$ (D) $\frac{h}{v}$ [学科网]

【答案】A

【解析】

试题分析：不计空气阻力，根据动能定理有竖直向上抛出的小球 $mgh = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv^2$ ，竖直向下抛出的小球 $mgh = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv^2$ ，整理可得两个小球落地的末速度 $v_1 = v_2$ 。不计空气阻力，两个小球都是匀变速

直线运动，加速度都等于重力加速度，以竖直向下为正，对竖直向上抛出的小球有 $t_1 = \frac{v_1 - (-v)}{g}$ ，对竖直

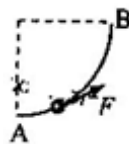
向下抛出的小球有 $t_2 = \frac{v_2 - v}{g}$ ，整理可得 $t_1 - t_2 = \frac{2v}{g}$ 。

【学科网考点定位】 抛体运动

【方法技巧】 两小球均做匀变速运动，且加速度相同，要求运动的时间，考查匀变速运动的规律，重点在于发现两球落地时的速度相同，即可根据速度公式求时间。

二、单项选择题（共 24 分，每小题 3 分。每小题只有一个正确选项。）

9.如图，光滑的四分之一圆弧轨道 $A、B$ 固定在竖直平面内， A 端与水平面相切，穿在轨道上的小球在拉力 F 的作用下，缓慢地由 A 向 B 运动， F 始终沿轨道的切线方向，轨道对球的弹力为 N 。在运动过程中

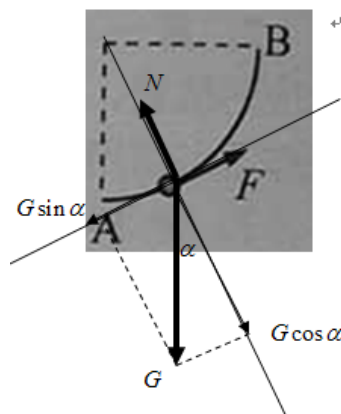


- (A) F 增大， N 减小 (B) F 减小， N 减小 (C) F 增大， N 增大 (D) F 减小， N 增大

【答案】 A

【解析】

试题分析：受力分析如下图，设小球所在位置的半径与竖直方向夹角为 α ，沿半径和切线方向对受力进行正交分解，小球缓慢运动，两个方向均受力平衡，所以半径方向 $N = G \cos \alpha$ ，切线方向 $F = G \sin \alpha$ ，随小球缓慢移动， α 逐渐变大， N 变小， F 增大，选项 A 对。



【学科网考点定位】 共点力的平衡

【方法技巧】本题的重点在于由小球缓慢的运动，得到小球始终处于平衡状态，然后根据平衡条件求出 F、N 的表达式，判断其变化。

10. 如图，竖直放置、开口向下的试管内用水银封闭一段气体，若试管自由下落，管内气体



- (A) 压强增大，体积增大
- (B) 压强增大，体积减小
- (C) 压强减小，体积增大
- (D) 压强减小，体积减小

【答案】B

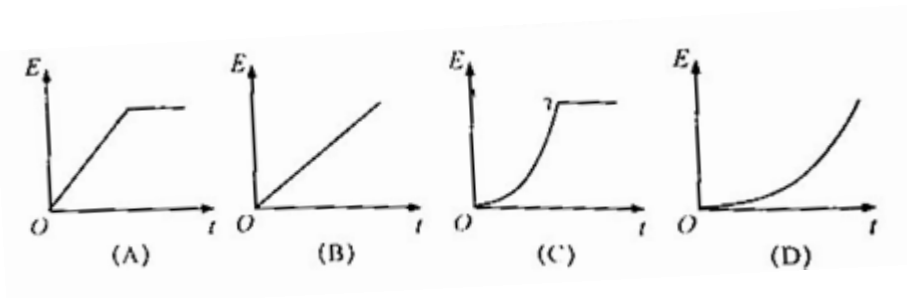
【解析】

试题分析：设大气压为 p_0 ，试管内封闭气体压强为 p_1 ，水银重力为 G ，试管横截面积为 S ，根据平衡则有 $p_0 S = p_1 S + G$ ，自由下落时，水银处于完全失重状态，对下表面没有压力，根据受力平衡则有 $p_0 S = p_2 S$ ，对比可得 $p_2 > p_1$ ，即压强增大。根据理想气体状态方程，温度不变则有 $p_1 v_1 = p_2 v_2$ ，所以 $v_1 > v_2$ ，体积变小，对照选项 B 对。

【学科网考点定位】理想气体状态方程

【方法技巧】本题意在考查理想气体状态方程，自由下落时，水银处于完全失重状态，对下表面没有压力，据此列平衡方程。

11. 静止在地面上的物体在竖直向上的恒力作用下上升，在某一高度撤去恒力。不计空气阻力，在整个上升过程中，物体机械能随时间变化关系是



【答案】C

【解析】

试题分析：根据机械能守恒定律，只有系统内重力弹力做功，系统机械能保持不变，那么除系统内重力弹力外其他力做功等于系统机械能的变化，本题目中其他力即竖直向上的恒力，所以恒力撤去前， $\Delta E = Fs$ ，

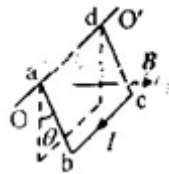
物体受到自身重力和竖直向上的恒力作用，竖直向上为匀加速直线运动，即 $s = \frac{1}{2}at^2$ ，[学科网]所以

$\Delta E = \frac{1}{2}Fat^2$ ，机械能的增加量与时间平方成正比，对照选项 AB 错。撤去拉力后只有重力做功，机械能不变，选项 D 错。所以正确选项为 C。

【学科网考点定位】机械能守恒

【方法技巧】根据机械能守恒可知，机械能的变化对应除重力以外的力做的功，即 $\Delta E = Fs$ ，所以机械能随时间变化关系，与位移随时间变化的关系相同。

12. 如图，在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，面积为 S 的矩形刚性导线框 $abcd$ 可绕过 ad 边的固定轴 OO' 转动，磁场方向与线框平面垂直。在线框中通以电流强度为 I 的稳恒电流，并使线框与竖直平面成 θ 角，此时 bc 边受到相对 OO' 轴的安培力力矩大小为



- (A) $ISB \sin \theta$ (B) $ISB \cos \theta$ (C) $\frac{ISB}{\sin \theta}$ (D) $\frac{ISB}{\cos \theta}$ [学科网]

【答案】A

【解析】

试题分析： bc 边电流方向与 ad 平行，与磁场垂直，所以安培力大小为 $F = BIL = BI\sqrt{S}$ ，方向根据左手定则判断竖直向上，所以安培力的力臂即转轴 ad 与安培力之间的距离，根据几何关系可得力臂大小为 $\sqrt{S} \sin \theta$ ，所以安培力的力矩为 $BI\sqrt{S} \times \sqrt{S} \sin \theta = BIS \sin \theta$ ，对照选项 A 对。

【学科网考点定位】左手定则 力矩

【方法技巧】本题重点在安培力方向的判断，然后根据几何关系求出力臂的大小，从而计算力矩。

13. 如图，带有一白点的黑色圆盘，可绕过其中心，垂直于盘面的轴匀速转动，每秒沿顺时针方向旋转 30 圈。在暗室中用每秒闪光 31 次的频闪光源照射圆盘，观察到白点每秒沿



- (A) 顺时针旋转 31 圈 (B) 逆时针旋转 31 圈 (C) 顺时针旋转 1 圈 (D) 逆时针旋转 1 圈

【答案】D

【解析】

试题分析：白点每隔 $\frac{1}{30}s$ 回到出发点，而闪光灯每隔 $\frac{1}{31}s$ 闪光一次，假设至少经过 t_s 白点刚好回到出发点而闪光灯刚好闪光，即刚好是 $\frac{1}{30}s$ 和 $\frac{1}{31}s$ 的最小公倍数则有 $t=1s$ ，所以观察到白点每秒钟转 1 圈，选项 AB 错。其实相当于两个质点以不同的角速度做匀速圆周运动，再次处在同一半径时，即观察到白点转动一周，由于白点的角速度小于以 $\frac{1}{31}s$ 的周期做匀速圆周运动角速度，所以观察到白点向后即逆时针方向运动。

【学科网考点定位】圆周运动 相对运动

【方法技巧】本题先根据盘面转动的周期与闪光灯闪光的周期，求出白点刚好回到出发点而闪光灯刚好闪光的时间，即 $\frac{1}{30}s$ 和 $\frac{1}{31}s$ 的最小公倍数，即 $t=1s$ 。

14. 一系列横波沿水平放置的弹性绳向右传播，绳上两质点 A、B 的平衡位置相距 $\frac{3}{4}$ 波长，B 位于 A 右方。t 时刻 A 位于平衡位置上方且向上运动，再经过 $\frac{1}{4}$ 周期，B 位于平衡位置

(A) 上方且向上运动 (B) 上方且向下运动 (C) 下方且向上运动 (D) 上方且向下运动

【答案】D

【解析】

试题分析：A、B 之间的距离为 $\frac{3}{4}\lambda$ ，t 时刻后再经过 $\frac{1}{4}T$ ，根据波形图自左向右平移 $\frac{1}{4}\lambda$ ，可知此时质点 B 的振动与 t 时刻质点 A 右侧 $\frac{2}{4}\lambda = \frac{\lambda}{2}$ 的振动情况相同，根据相差半个波长振动步调相反可判断此时质点 B 位于平衡位置下方且向下运动，选项 D 对。

【学科网考点定位】机械波

【方法技巧】本题考查机械波，重点在于根据 A、B 的振动情况在波形图上找到质点 A、B 的位置，以此判断质点的振动情况。

15. 将阻值随温度升高而减小的热敏电阻 I 和 II 串联，接在不计内阻的稳压电源两端。开始时 I 和 II 阻值相等，保持 I 温度不变，冷却或加热 II，则 II 的电功率在

(A) 加热时变大，冷却时变小 (B) 加热时变小，冷却时变大
(C) 加热或冷却时都变小 (D) 加热或冷却时都变大

【答案】C

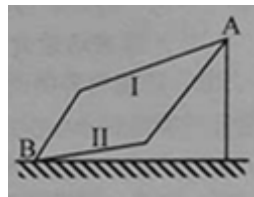
【解析】

试题分析：设两个热敏电阻分别为 R_1 和 R_2 ，电源电动势为 E ，可以把温度不变的电阻 R_1 看做电源内阻，把温度变化电阻变化的电阻 R_2 看做外电阻，则只有当外电阻等于内电阻即 $R_1 = R_2$ 时电路输出功率最大即电阻 R_1 的功率最大，所以无论是加热或者变冷，都会使外电阻不等于内电阻，输出功率变小， R_2 的电功率变小，对照选项 C 对。

【学科网考点定位】 串并联电路 电功率

【方法技巧】 本题意在考查电源的输出功率，重点在把电阻 I 等效为电源的内阻，这样 II 消耗的电功率即为电源的输出功率，然后判断输出功率的变化。

16. 如图所示，竖直平面内的轨道 I 和 II 都由两段细直杆连接而成，两轨道长度相等。用相同的水平恒力将穿在轨道最低点的 B 静止小球，分别沿 I 和 II 推至最高点 A，所需时间分别为 t_1 、 t_2 ；动能增量分别为 ΔE_{k1} 、 ΔE_{k2} 。假定球在经过轨道转折点前后速度的大小不变，且球与 I、II 轨道间的动摩擦因数相等，则

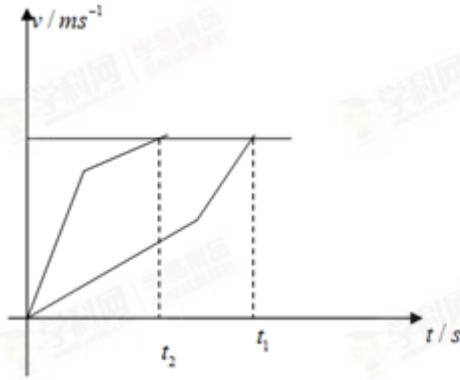


- (A) $\Delta E_{k1} > \Delta E_{k2}$; $t_1 > t_2$
- (B) $\Delta E_{k1} = \Delta E_{k2}$; $t_1 > t_2$
- (C) $\Delta E_{k1} > \Delta E_{k2}$; $t_1 < t_2$
- (D) $\Delta E_{k1} = \Delta E_{k2}$; $t_1 < t_2$

【答案】 B

【解析】

试题分析：运动过程包括两个阶段，均为匀加速直线运动。第一个过程和第二个过程运动的位移相等，所以恒力做功相等为 Fs ，高度相等重力做功相等为 mgh ，设斜面倾角为 α ，斜面长度为 s ，则摩擦力做功为 $\mu mg \cos \alpha \times s$ ，而 $s \times \cos \alpha$ 即斜面对应的水平位移，两个过程的水平位移相等，而 μmg 也相等，所以摩擦力做功相等，整理可得合外力做功相等，根据动能定理，合外力做功等于动能变化量，所以动能变化量相等即 $\Delta E_{k1} = \Delta E_{k2}$ ，选项 AC 错。前一个过程加速度先小后大，后一个过程加速度先大后小，做速度时间图像如下，既要末速度相同，又要位移相同，即末速度相同，与时间轴围成的面积相等，根据图像可判断 $t_1 > t_2$ ，对照选项 B 对。



【学科网考点定位】动能定理 匀变速直线运动

【方法技巧】小球沿两不同折线运动，前后的加速度不同，而要使得末速度相同，运动的位移也相同，可根据 $v-t$ 图像分析，图像与坐标轴所围面积相等，这样更加直观、简单。

三. 多项选择题（共 16 分，每小题 4 分。每小题有二个或三个正确选项。全选对的，得 4 分；选对但不全的，得 2 分；有选错或不答的，得 0 分。）

17. 如图，匀强磁场垂直于软导线回路平面，由于磁场发生变化，回路变为圆形。则磁场



- (A) 逐渐增强，方向向外
- (B) 逐渐增强，方向向里
- (C) 逐渐减弱，方向向外
- (D) 逐渐减弱，方向向里

【答案】CD

【解析】

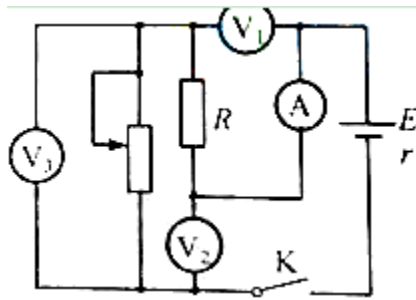
试题分析：对于线圈来说，圆形面积最大，即由于磁场变化，导致线圈面积变大，根据楞次定律增缩减扩，可判断磁场在减弱，可能是方向向外的磁场逐渐减弱也可能是方向向里的磁场逐渐减弱，选项 CD 对。

【学科网考点定位】楞次定律

【方法技巧】本题重点考查楞次定律，根据增反减同，回路面积增大，可知磁通量减小，磁场减弱。

18. 如图，电路中定值电阻阻值 R 大于电源内阻阻值 r 。将滑动变阻器滑片向下滑动，理想电压表 V_1 、 V_2 、 V_3

示数变化量的绝对值分别为 ΔV_1 、 ΔV_2 、 ΔV_3 ，理想电流表 A 示数变化量的绝对值 ΔI ，则



- (A) A 的示数增大 (B) V_2 的示数增大
- (C) ΔV_3 与 ΔI 的比值大于 r (D) ΔV_1 大于 ΔV_2

【答案】 ACD

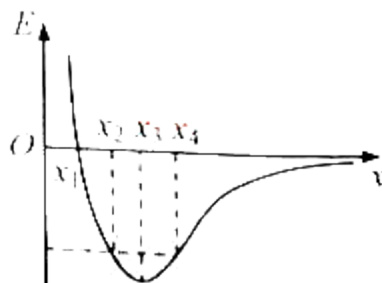
【解析】

试题分析：滑动变阻器的滑片向下滑动，导致滑动变阻器阻值变小，由于电压表断路，定值电阻和滑动变阻器为串联，滑动变阻器阻值变小，总电阻变小，电源电动势不变，总电流变大，即电流表示数变大，选项 A 对。电压表 V_1 测量定值电阻 R 的电压，电阻不变，总电流变大，所以电压变大即 V_1 示数增大。电压表 V_2 测量定值电阻和滑动变阻器总电压即路端电压，示数变小，选项 B 错。电压表 V_3 测量滑动变阻器电压，设电流增加量为 ΔI ，则根据 $\Delta V_1 = \Delta I \times R$ ， $\Delta V_2 = \Delta I \times r$ ，所以 $\Delta V_1 > \Delta V_2$ ，选项 D 对。电压表 V_3 的变化量 $\Delta V_3 = \Delta I \times (r + R)$ ，所以 $\frac{\Delta V_3}{\Delta I} = (r + R) > r$ ，选项 C 对。

【学科网考点定位】 串并联电路动态变化

【方法技巧】 先分析电路的连接方式，依据闭合电路的欧姆定律知，路端电压随外电阻的增大而增大，分析电路中电压、电流的变化情况。

19. 静电场在 x 轴上的场强 E 随 x 的变化关系如图所示， x 轴正向为场强正方向，带正电的点电荷沿 x 轴运动，则点电荷



- (A) 在 x_2 和 x_4 处电势能相等
- (B) 由 x_1 运动到 x_3 的过程电势能增大
- (C) 由 x_1 运动到 x_4 的过程电场力先增大后减小

(D) 由 x_1 运动到 x_4 的过程电场力先减小后增大

【答案】BC

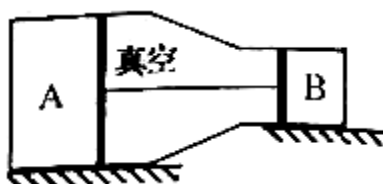
【解析】

试题分析：正点电荷受力方向与电场 C 方向相同，在 $0 \sim x_1$ 电场力为 x 轴正方向， $x_1 \sim \infty$ 电场力为 x 轴负方向， $x_2 \sim x_4$ 电场力负向，位移正向，电场力做负功，电势能增加，选项 A 错。 $x_1 \sim x_3$ 电场力负向，位移正向，电场力做负功，电势能增大，选项 B 对。电场力大小为 $F = qE$ ， $x_1 \sim x_4$ ，电场强度先增大后减小，所以电场力先增大后减小，选项 C 对 D 错。

【学科网考点定位】电场力做功

【方法技巧】由 $E-x$ 图像得出电场的方向，根据 $F = Eq$ 分析电场力的大小，移动电荷由电场力做功分析电势能的变化。

20. 如图，水平放置的刚性气缸内用活塞封闭两部分气体 A 和 B ，质量一定的两活塞用杆连接。气缸内两活塞之间保持真空，活塞与气缸壁之间无摩擦，左侧活塞面积较大， A 、 B 的初始温度相同。略抬高气缸左端使之倾斜，再使 A 、 B 升高相同温度，气体最终达到稳定状态。若始末状态 A 、 B 的压强变化量 Δp_A 、 Δp_B 均大于零，对活塞压力的变化量 ΔF_A 、 ΔF_B ，则



(A) A 体积增大

(B) A 体积减小

(C) $\Delta F_A > \Delta F_B$

(D) $\Delta p_A < \Delta p_B$

【答案】AD

【解析】

试题分析：设气缸内其他对活塞的压力分别为 F_A 、 F_B ，初始则有 $F_A = F_B$ ，倾斜后，设活塞斜向下的重力分

力为 G' ，根据受力平衡，则有 $F_A' + G' = F_B'$ ，所以 $\Delta F_A < \Delta F_B$ 选项 C 错。压强的变化量 $\Delta p_A = \frac{\Delta F_A}{S_A}$ ，

$\Delta p_B = \frac{\Delta F_B}{S_B}$ ，根据 $\Delta F_A < \Delta F_B$ ， $S_A > S_B$ ，判断 $\Delta p_A < \Delta p_B$ ，选项 D 对。根据理想气体状态方程即

$$\frac{P_A V_A}{T} = \frac{(P_A + \Delta P_A) V_A'}{T + \Delta T}, \quad \frac{P_B V_B}{T} = \frac{(P_B + \Delta P_B) V_B'}{T + \Delta T}, \quad \text{据此可得} \frac{P_A V_A}{(P_A + \Delta P_A) V_A'} = \frac{P_B V_B}{(P_B + \Delta P_B) V_B'}, \quad \text{整理即得}$$

$$\frac{V_A}{(1 + \frac{\Delta P_A}{P_A}) V_A'} = \frac{V_B}{(1 + \frac{\Delta P_B}{P_B}) V_B'}, \quad \text{可得} \frac{V_A}{(1 + \frac{\Delta F_A}{F_A}) V_A'} = \frac{V_B}{(1 + \frac{\Delta F_B}{F_B}) V_B'} \quad \text{根据} \Delta F_A < \Delta F_B, \quad F_A = F_B, \quad \text{可得}$$

$$\frac{V_A}{V_A'} < \frac{V_B}{V_B'}, \quad \text{根据两个部分体积一个增大另一个减小, 判断 A 的体积增大, 选项 A 对 B 错。}$$

【学科网考点定位】理想气体状态方程

【方法技巧】抓住问题的特点，两部分气体体积一个增大，另一部分减小，结合理想气体状态方程分析问题。

四. 填空题（共 20 分，每小题 4 分。）本大题中第 22 题为分叉题。分 A、B 两类，考生可选任一类答题。若两类题均做，一律按 A 类题计分。

21. 牛顿第一定律表明，力是物体_____发生变化的原因；该定律引出的一个重要概念是_____。

【答案】运动状态 惯性

【解析】

试题分析：牛顿第一定律内容即一切物体在不受力的作用时总保持静止或匀速直线运动状态，即不受力时运动状态不变，所以力才是物体运动状态发生变化的原因，据此引出的概念即物体保持原来运动状态不变的性质，惯性。

【学科网考点定位】牛顿第一定律

【方法技巧】理解牛顿第一定律，掌握力与运动的关系，质点惯性的含义。

22A、22B 选做一题

22A. 动能相等的两物体 A、B 在光滑水平面上沿同一直线相向而行，它们的速度大小之比 $v_1 : v_2 = 2 : 1$ ，则动量之比 $p_A : p_B = \underline{\quad}$ ；两者碰后粘在一起运动，其总动量与 A 原来动量大小之比 $p : p_A = \underline{\quad}$ 。

【答案】1:2 1:1

【解析】

试题分析：动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，根据 $v_A : v_B = 2:1$ 可得质量之比 $m_A : m_B = 1:4$ 。动量 $P = mv$ ，所以

$p_A : p_B = m_A v_A : m_B v_B = 1:2$ ，碰后粘在一起根据动量守恒可得 $m_B v_B - m_A v_A = p$ ，所以

$$\frac{p}{p_A} = \frac{m_B v_B - m_A v_A}{m_A v_A} = 1:1。$$

【学科网考点定位】动能 动量守恒定律

【方法技巧】动量与动能都是与物体的运动有关的物理量，二者之间必然存在联系。

22B、动能相等的两人造地球卫星 A、B 的轨道半径之比 $R_A : R_B = 1:2$ ，它们的角速度之比 $\omega_A : \omega_B = \underline{\hspace{2cm}}$ ，

质量之比 $m_A : m_B = \underline{\hspace{2cm}}$ 。 [学科网]

【答案】 $2\sqrt{2}:1$ $1:2$

【解析】

试题分析：人造卫星万有引力提供向心力即 $\frac{GMm}{R^2} = mR\omega^2$ ，可得角速度 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$ ，所以可得

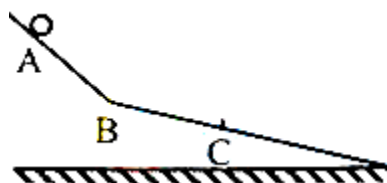
$\omega_A : \omega_B = \sqrt{\frac{R_B^3}{R_A^3}} = 2\sqrt{2}:1$ 。线速度之比 $v_A : v_B = \omega_A R_A : \omega_B R_B = \sqrt{2}:1$ ，动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，可得

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{2E_k}{v_A^2} : \frac{2E_k}{v_B^2} = 1:2。$$

【学科网考点定位】万有引力与航天

【方法技巧】由万有引力提供向心力得出两卫星的角速度之比，结合动能相等求出质量之比。

23. 如图，两光滑斜面在 B 处链接，小球由 A 处静止释放，经过 B、C 两点时速度大小分别为 3m/s 和 4m/s，AB=BC。设球经过 B 点前后的速度大小不变，则球在 AB、BC 段的加速度大小之比为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，球由 A 运动到 C 的过程中平均速率为 $\underline{\hspace{2cm}}$ m/s。



【答案】 $9:7$ 2.1 m/s

【解析】

试题分析：小球在 AB 段和 BC 段均为匀加速直线运动，根据 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ ，可得两段加速度分别为

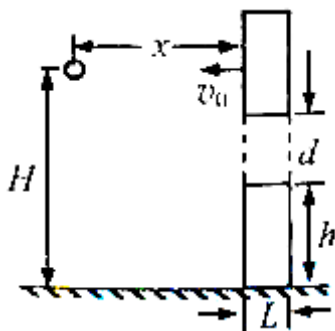
$$a_1 = \frac{3^2 - 0^2}{2X_{AB}}, \quad a_2 = \frac{4^2 - 3^2}{2X_{BC}}, \quad \text{可得加速度之比 } \frac{a_1}{a_2} = 9:7, \quad \text{设两个阶段的路程均为 } x, \quad \text{则有 } \frac{3+0}{2}t_1 = x,$$

$$\frac{3+4}{2}t_2 = x, \quad \text{可得 } t_1 + t_2 = \left(\frac{2}{3} + \frac{2}{7}\right)x, \quad \text{所以两段的平均速率即 } \bar{v} = \frac{2x}{t_1 + t_2} = 2.1 \text{ m/s}.$$

【学科网考点定位】功能关系 匀变速直线运动

【方法技巧】抓住匀变速直线运动的规律，选择公式时，注意题目中给出的条件。

24. 如图，宽为 L 的竖直障碍物上开有间距 $d=0.6\text{m}$ 的矩形孔，其下沿离地高 $h=1.2\text{m}$ ，离地高 $H=2\text{m}$ 的质点与障碍物相距 x 。在障碍物以 $v_0=4\text{m/s}$ 匀速向左运动的同时，质点自由下落。为使质点能穿过该孔， L 的最大值为_____m；若 $L=0.6\text{m}$ ， x 的取值范围是_____m。（取 $g=10\text{m/s}^2$ ）[学科网]



【答案】0.8m $0.8\text{m} \leq x \leq 1\text{m}$

【解析】

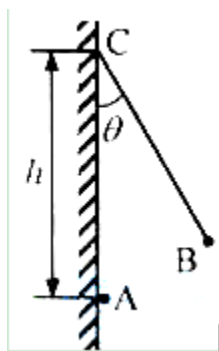
试题分析：以障碍物为参考系，则质点具有水平向右的初速度 $v_0=4\text{m/s}$ ，自由下落就变为平抛运动，要穿过小孔，竖直方向经过小孔的上边沿 $H-h-d = \frac{1}{2}gt_1^2$ ，经过小孔下边沿 $H-h = \frac{1}{2}gt_2^2$ ，经过小孔的时间最多有 $\Delta t = t_2 - t_1 = 0.2\text{s}$ ，水平方向 $v_0\Delta t \geq L$ ，所以 L 最大值为 $v_0\Delta t = 0.8\text{m}$ 。当 $L=0.6\text{m}$ 时，小球在水平方向的运动 $v_0t_1 \leq x$ ， $v_0t_2 \geq x+L$ ，整理可得 $0.8\text{m} \leq x \leq 1\text{m}$ 。

【学科网考点定位】平抛运动

【方法技巧】本题的重点是抓住平抛运动的规律，找到几何关系，分析出能从小孔穿出的临界条件。

25. 如图，竖直绝缘墙上固定一带电小球 A，将带电小球 B 用轻质绝缘丝线悬挂在 A 的正上方 C 处，图中 $AC=h$ 。当 B 静止在与竖直方向夹角 $\theta=30^\circ$ 方向时，A 对 B 的静电力为 B 所受重力的 $\frac{\sqrt{3}}{3}$ 倍，则丝线 BC 长度为_____。若 A 对 B 的静电力为 B 所受重力的 0.5 倍，改变丝线长度，使 B 仍能在 $\theta=30^\circ$ 处平衡。

以后由于 A 漏电，B 在竖直平面内缓慢运动，到 $\theta = 0^\circ$ 处 A 的电荷尚未漏完，在整个漏电过程中，丝线上拉力大小的变化情况是_____。



【答案】 $BC = \frac{\sqrt{3}}{3}h$ 或者 $BC = \frac{2\sqrt{3}}{3}h$ ；拉力先不变后变大

【解析】

试题分析：对小球 B 受力分析如下图，自身重力 G_B ，静电力 F_A 和绳子拉力 T_A ，重力方向与墙壁平行，拉力方向与绳子同向，静电力与 AB 连线共线，所以几何 $\triangle ABC$ 与矢量三角形 $F_A T_A G_B$ 相似，所以有

$$\frac{G_B}{AC} = \frac{F_A}{AB}, \text{ 可得 } AC = \sqrt{3}AB, \text{ 根据 } \theta = 30^\circ \text{ 结合余弦定理, 可得}$$

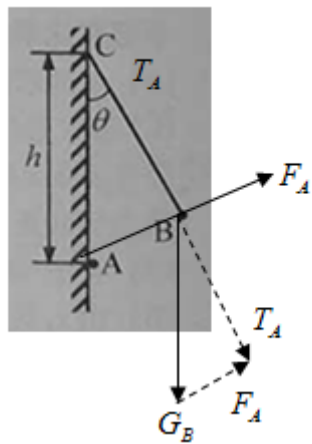
$$AB^2 = AC^2 + BC^2 - 2AC \times BC \times \cos 30^\circ, \text{ 解得 } BC = \frac{\sqrt{3}}{3}h \text{ 或者 } BC = \frac{2\sqrt{3}}{3}h. \text{ 若 } F_A = 0.5G_B, \text{ 则根据}$$

$$\frac{G_B}{AC} = \frac{F_A}{AB} \text{ 得到 } AC = 2AB, \text{ 代入余弦定理 } AB^2 = AC^2 + BC^2 - 2AC \times BC \times \cos 30^\circ \text{ 可得 } BC = \frac{\sqrt{3}}{2}h, \text{ 根}$$

据几何关系可得 $AB \perp BC$ 漏电过程中当 $\theta \neq 0^\circ$ 时，任意一个位置都是平衡状态，都满足

$$\frac{G_B}{AC} = \frac{F_A}{AB} = \frac{T_A}{BC}, \text{ 由于 } G_B \text{ 不变, } AC, BC \text{ 不变, 所以绳子拉力 } T_A \text{ 不变, 当 } \theta = 0^\circ \text{ 时, } T_A = G_B - F_A,$$

此时，随着 A 的漏电，而 AB 的距离不变， F_A 减小， T_A 变大，所以整个漏电过程中，拉力先不变后变大。

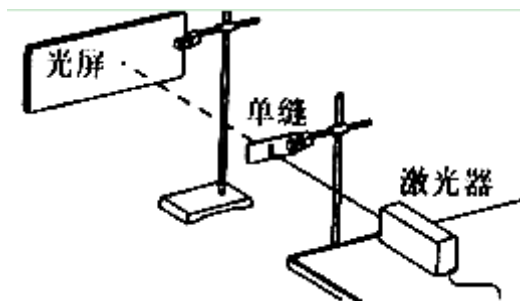


【学科网考点定位】库仑力 动态平衡

【方法技巧】本题是一动态平衡问题，在动态过程中有两个力的大小和方向都发生了变化，这样的动态平衡通常使用相似三角形方法，即力的三角形与几何三角形相似，对应边成比例。

五. 实验题 (共 24 分)

26. (4 分) 如图，在“观察光的衍射现象”试验中，保持缝到光屏的距离不变，增加缝宽，屏上衍射条纹间距将_____ (选填：“增大”、“减小”或“不变”)；该现象表明，光沿直线传播只是一种近似规律，只是在_____情况下，光才可以看作是沿直线传播的。



【答案】减小 光的波长比障碍物小的多

【解析】

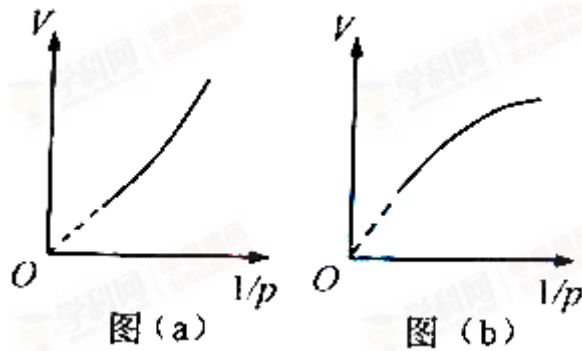
试题分析：缝隙越窄，条纹宽度越小，衍射条纹越宽，衍射现象越明显，当增加缝宽时，衍射条纹变窄，条纹间距变小。当条纹足够宽时，几乎看不到条纹，衍射不明显，所以只有在光的波长比障碍物小的多时才可以把光的传播看做直线传播。

【学科网考点定位】单缝衍射

【方法技巧】掌握发生明显衍射现象的条件，以及衍射条纹的宽度与入射光和缝宽的关系。

27. (5 分) 在“用 DIS 研究在温度不变时，一定质量的气体压强与体积的关系”实验中，某同学将注射器

活塞置于刻度为 10ml 处，然后将注射器链接压强传感器并开始实验，气体体积 V 每增加 1ml 测一次压强 p ，最后得到 p 和 V 的乘积逐渐增大。 [学科网]



(1) 由此判断，该同学的实验结果可能为图_____。

(2) (单选题) 图线弯曲的可能原因是在实验过程中

- (A) 注射器中有异物
- (B) 连接软管中存在气体
- (C) 注射器内气体温度升高
- (D) 注射器内气体温度降低

【答案】 (1) a (2) C

【解析】

试题分析：根据理想气体状态方程有 $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ ，由于温度不变，所以有 $p_1 V_1 = p_2 V_2$ ，即压强与体积成反比， $v \propto \frac{1}{p}$ ，所以图 (a) 符合实验结果。观察图 (a) 可发现随体积增大，图像不再是直线，而是斜率即

$\frac{v}{\frac{1}{p}} = vp$ 在增大，所以原因可能是温度升高，选项 C 对。

【学科网考点定位】 理想气体状态方程

【方法技巧】 利用理想气体状态方程，能分析气体压强与体积的关系图像的含义，即斜率的意义。

28. (7分) 在“DIS 测电源的电动势和内阻”的实验中

(1) 将待测电池组、滑动变阻器、电流传感器、电压传感器、定值电阻、电建及若干导线连接成电路如图

(a) 所示。图中未接导线的 A 端应接在_____点 (选填：“B”、“C”、“D” 或 “E”)。

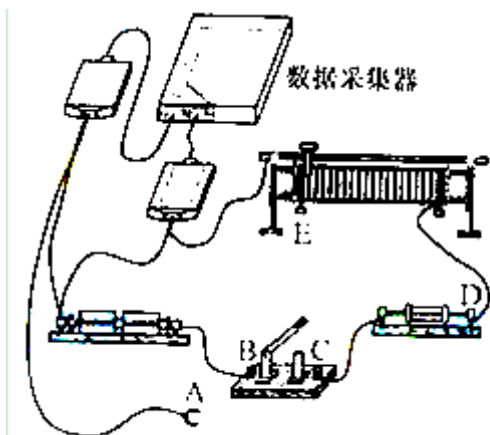
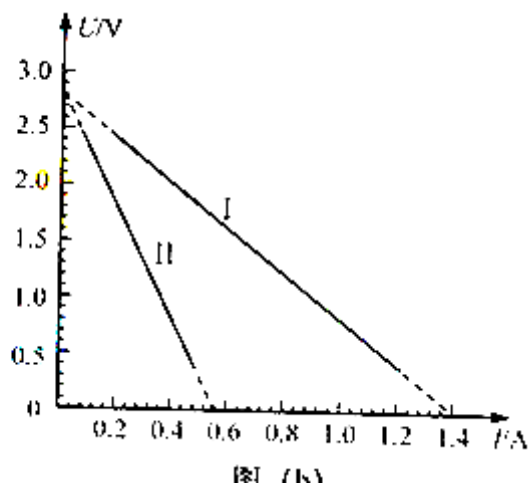


图 (a)



(2) 实验得到的

的 U-I 关系如图 (b) 中的直线 I 所示, 则电池组的电动势为____V, 内电阻阻值为____ Ω 。

(3) 为了测量定值电阻的阻值, 应在图 (a) 中将“ A ”端重新连接到____点 (选填: “ B ”、“ C ”、“ D ”或“ E ”), 所得到的 U-I 关系如图 (b) 中的直线 II 所示, 则定值电阻阻值为____ Ω 。 [学科网]

【答案】 (1) C (2) 2.8, 2 (3) D, 3

【解析】

试题分析: (1) 分析图 (a), 共有两个传感器其中一个已经串联在电路, 说明为电流传感器, 那么没有连接完整的就是电压传感器, 测量路端电压, 并联在电路中, 所以 a 端接入 C 接线柱。(2) 根据串并联电路路端电压和电流电动势关系可得 $u = E - Ir$, $u - I$ 图像与纵轴的截距即电动势, 所以 $E = 2.8\text{V}$, 斜率即内阻即 $r = \frac{2.8}{1.4} \Omega = 2\Omega$ 。(3) 由于电压传感器左端已经接入电源负极, 所以电压传感器右端接入 C 则电压表等于路端电压, 无法测量定值电阻, 又无法测量定值电阻电压, 所以改而滑动变阻器电压, 接入 D 接线柱。

此时, 电压表示数 $u = E - I(r + R)$, $u - I$ 图像斜率即 $r + R = \frac{2.8}{0.56} \Omega$, 可得定值电阻阻值

$$R = \frac{2.8}{0.56} - 2 = 3\Omega.$$

【学科网考点定位】 测量电源电动势和内阻实验探究及拓展

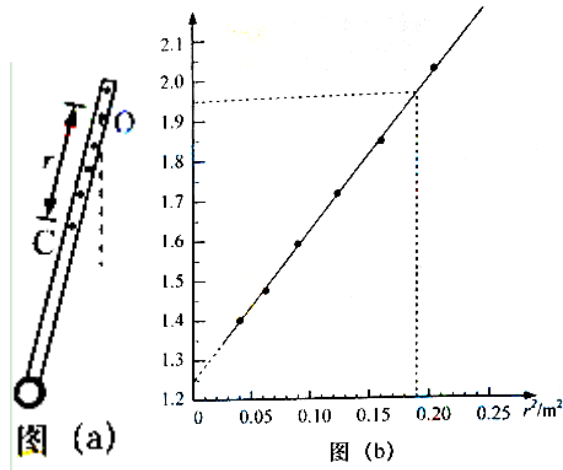
【方法技巧】 抓住闭合电路的欧姆定律, 得出路端电压与电流的关系式, 利用图像的截距与斜率的含义求解电动势和内阻。

29. (8 分) 某小组在做“用单摆测重力加速度”试验后, 为进一步研究, 将单摆的轻质细线改为刚性重杆。

通过查资料得知, 这样做成的“复摆”做简谐运动的周期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{I_c + mr^2}{mgr}}$, 式中 I_c 为由该摆决定的常量,

m 为摆的质量, g 为重力加速度, r 为转轴到重心 C 的距离。如图 (a), 实验时在杆上不同位置打上多个小孔, 将其中一个小孔穿在光滑水平轴 O 上, 使杆做简谐运动, 测量并记录 r 和相应的运动周期 T ; 然后将不

同位置的孔穿在轴上重复实验，实验数据见表，并测得摆的质量 $m=0.05\text{kg}$ 。 [学科网]



r/m	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
T/s	2.11	2.14	2.20	2.30	2.43	2.64

- (1) 由实验数据得出图 (b) 所示的拟合直线，图中纵轴表示_____。
- (2) I_c 的国际单位为_____，由拟合直线得到 I_c 的值为_____ (保留到小数点后二位)；
- (3) 若摆的质量测量值偏大，重力加速度 g 的测量值_____ (选填：“偏大”、“偏小”或“不变”)

【答案】 (1) $T^2 r$ (2) $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ 0.17 $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ (3) 不变

【解析】

试题分析：(1) 根据周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L_0 + mr^2}{mgr}}$ ，整理可得 $T^2 = 4\pi^2 \frac{L_0 + mr^2}{mgr}$ ，观察图像发现为倾斜的

直线，即纵轴的物理量与 r^2 成一次函数关系，根据 $T^2 r = 4\pi^2 \frac{L_0 + mr^2}{mg}$ ，判断纵轴为 $T^2 r$ 。(2) 根据周期

公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L_0 + mr^2}{mgr}}$ ，整理可得 $L_0 = \frac{T^2 r mg}{4\pi^2} - mr^2$ 代入各个物理量的单位，可判断 L_0 的单位为 $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ 。

根据 $T^2 r = 4\pi^2 \frac{L_0 + mr^2}{mg}$ 可得图像的截距即 $\frac{4\pi^2 L_0}{mg} = 1.25$ ，根据图像斜率 $\frac{4\pi^2}{g} = \frac{1.95 - 1.25}{0.19} = \frac{0.7}{0.19}$ ，代

入可得 $\frac{0.7 L_0}{0.19 m} = 1.25$ ，代入质量即可得 $L_0 = \frac{0.19 m \times 1.25}{0.7} \approx 0.17 \text{kg}\cdot\text{m}^2$ 。(3) 根据图像斜率 $\frac{4\pi^2}{g}$ 计算重

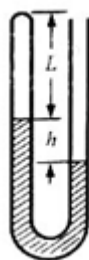
力加速度，所以大小与质量的测量无关，即质量测量值即使偏大，重力加速度的测量值也不会变化。

【学科网考点定位】单摆测量重力加速度

【方法技巧】对图像问题，重点是得出图像的函数解析式，得出图像的斜率、截距以及面积表示的物理含义。

六. 计算题 (共 50 分)

30. (10 分) 如图，一端封闭、粗细均匀的 U 形玻璃管开口向上竖直放置，管内用水银将一段气体封闭在管中。当温度为 280K 时，被封闭的气柱长 $L=22\text{cm}$ ，两边水银柱高度差 $h=16\text{cm}$ ，大气压强 $p_0=76\text{cmHg}$ 。



(1) 为使左端水银面下降 3cm，封闭气体温度应变为多少？

(2) 封闭气体的温度重新回到 280K 后，为使封闭气柱长度变为 20cm，需向开口端注入的水银柱长度为多少？

【答案】(1) $T_2 = 350\text{k}$ (2) 10cm

【解析】

试题分析：(1) 设玻璃管的横截面积为 S ，封闭气体压强为 P_1 ，初始根据水银液面受力平衡可分析得

$$P_1 + 16\text{cmHg} = P_0, \text{ 可得 } P_1 = 60\text{cmHg}$$

当左端水银面下降 3cm，右端液面必然上升 3cm，则左右液面高度差变为 $\Delta h = 16\text{cm} - 3\text{cm} - 3\text{cm} = 10\text{cm}$ ，此时封闭气体压强为 P_2

同样根据液面平衡可分析得 $P_2 + 10\text{cmHg} = P_0$ ，可得 $P_2 = 66\text{cmHg}$

根据理想气体状态方程 $\frac{P_1 L S}{T_1} = \frac{P_2 (L+3) S}{T_2}$ ，代入温度 $T_1 = 280\text{k}$ ，可得 $T_2 = 350\text{k}$

(2) 设此时封闭气体压强为 P_3 ，封闭气体的长度 $L' = 20\text{cm}$ ，根据理想气体状态方程可得

$$\frac{P_1 L S}{T_1} = \frac{P_3 L' S}{T_1} \text{ 计算可得 } P_3 = 66\text{cmHg}$$

此时作用液面高度差 $\Delta h = P_0 - P_3 = 10\text{cm}$

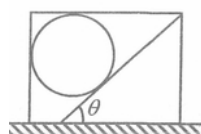
左端液面上升 $x_1 = L - L' = 2\text{cm}$ ，右端上升 $x_2 = h + x_1 - \Delta h = 8\text{cm}$ ，所以开口端注入水银的长度为

$$x_1 + x_2 = 10\text{cm}$$

【学科网考点定位】理想气体状态方程

【方法技巧】物体的平衡，结合理想气体状态方程。

31. (12分) 如图，水平地面上的矩形箱子内有一倾角为 θ 的固定斜面，斜面上放一质量为 m 的光滑球。静止时，箱子顶部与球接触但无压力。箱子由静止开始向右做匀加速运动，然后改做加速度大小为 a 的匀减速运动直至静止，经过的总路程为 s ，运动过程中的最大速度为 v 。



(1) 求箱子加速阶段的加速度大小 a' 。

(2) 若 $a > g \tan \theta$ ，求减速阶段球受到箱子左壁和顶部的作用力。

【答案】(1) $a' = \frac{av^2}{2as - v^2}$ (2) 左壁作用力为 0，顶部作用力 $ma \cot \theta - mg$

【解析】

试题分析：(1) 匀加速阶段，运动时间 $t_1 = \frac{v}{a'}$ ，平均速度 $\bar{v} = \frac{v}{2}$

匀减速阶段，运动时间 $t_2 = \frac{v}{a}$ ，平均速度 $\bar{v} = \frac{v}{2}$

全程则有 $\bar{v}(t_1 + t_2) = s$

整理可得 $a' = \frac{av^2}{2as - v^2}$

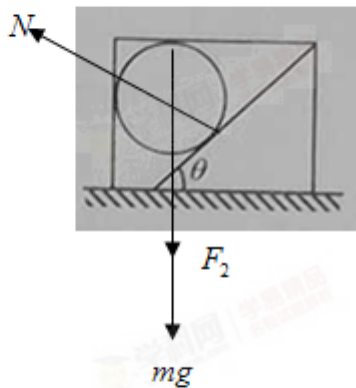
(2) 光滑球不受车厢作用力时，只有自身重力和斜面支持力，水平方向加速度 $a = g \tan \theta$

加速度所需要的合力由斜面弹力在水平方向的分力提供，若加速度 $a < g \tan \theta$ ，则车厢左壁提供弹力满足

合力需要，若加速度 $a > g \tan \theta$ ，则车厢左侧壁 弹力为 0.

所以当 $a > g \tan \theta$ 时，左侧壁弹力为 0.

对小球受力分析如下图



水平竖直方向正交分解可得 $N \cos \theta = mg + F_2$

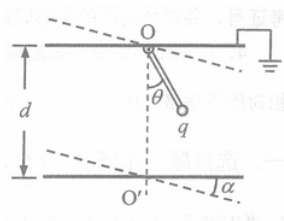
水平方向 $N \sin \theta = ma$

整理可得 $F_2 = ma \cot \theta - mg$ ，即顶部作用力为 $ma \cot \theta - mg$

【学科网考点定位】 牛顿运动定律

【方法技巧】 由物体的运动状态分析受力情况，合外力的方向与加速度的方向相同，结合正交分解求解物体的受力。

32. (14 分) 如图，一对平行金属板水平放置，板间距为 d ，上极板始终接地。长度为 $d/2$ 、质量均匀的绝缘杆，上端可绕上板中央的固定轴 O 在竖直平面内转动，下端固定一带正电的轻质小球，其电荷量为 q 。当两板间电压为 U_1 时，杆静止在与竖直方向 OO' 夹角 $\theta = 30^\circ$ 的位置；若两金属板在竖直平面内同时绕 O 、 O' 顺时针旋转 $\alpha = 15^\circ$ 至图中虚线位置时，为使杆仍在原位置静止，需改变两板间电压。假定两板间始终为匀强电场。求：



- (1) 绝缘杆所受的重力 G ；
- (2) 两板旋转后板间电压 U_2 。
- (3) 在求前后两种情况中带电小球的电势能 W_1 与 W_2 时，某同学认为由于在两板旋转过程中带电小球位置

未变，电场力不做功，因此带电小球的电势能不变。你若认为该同学的结论正确，计算该电势能；你若认为该同学的结论错误，说明理由并求 W_1 与 W_2 。

【答案】 (1) $G = \frac{2qu_1}{d}$ (2) $u_2 = \frac{1+\sqrt{3}}{4}u_1$ (3) $w_1 = \frac{\sqrt{3}}{4}qu_1$, $w_2 = \frac{1}{4}qu_1$

【解析】

试题分析：(1) 绝缘杆长度设为 L ，则重力作用点在几何中心即距离 O 点 $\frac{d}{4}$ 处，重力的力臂为 $\frac{d}{4} \sin \theta = \frac{d}{8}$

电场力大小为 $qE = \frac{qu_1}{d}$ ，电场力的力臂为 $\frac{d}{2} \sin \theta = \frac{d}{4}$

根据杠杆平衡有 $G \times \frac{d}{8} = \frac{qu_1}{d} \times \frac{d}{4}$

整理可得 $G = \frac{2qu_1}{d}$

(2) 两板旋转后，质点不变，重力不变，重力力臂不变，两个极板之间的距离变为 $d \cos 15^\circ$

电场力大小为 $qE = \frac{qu_2}{d \cos 15^\circ}$ ，力臂变为 $\frac{d}{2} \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}d}{4}$

根据杠杆平衡则有 $G \times \frac{d}{8} = \frac{qu_2}{d \cos 15^\circ} \times \frac{\sqrt{2}d}{4}$

可得 $u_2 = \frac{1+\sqrt{3}}{4}u_1$

(3) 结论错误。虽然小球位置没有变化，但是在极板旋转前后电场强度发生变化，电势发生变化，所以电势能发生变化。

设小球所在位置电势为 ϕ

没有旋转时，电场强度 $E = \frac{u_1}{d}$ ，根据绝缘杆平衡判断电场力竖直向上，即电场线竖直向上，电势逐渐降低，

所以 $\phi - 0 = E \times \frac{d}{2} \cos \theta$ ，整理得 $\phi = \frac{\sqrt{3}}{4}u_1$

电势能 $w_1 = q\phi = \frac{\sqrt{3}}{4}qu_1$

金属板转动后，电场强度 $E = \frac{u_2}{d \cos 15^\circ}$ ，电势差 $\phi - 0 = E \times \frac{d}{2} \cos 45^\circ$

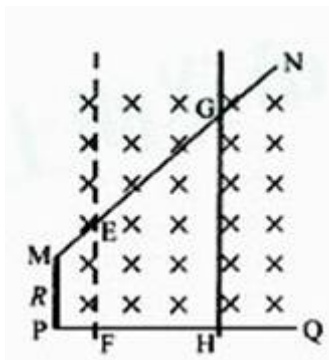
解得 $\phi = \frac{1}{4}u_1$

$$\text{电势能 } w_2 = q\phi = \frac{1}{4}qu_1$$

【学科网考点定位】 电场力做功 电势能

【方法技巧】 本题是一力矩平衡原理问题，当两极板发生转动后，极板间距离跟着发生改变，所以板间电场强度发生改变，电势能发生改变。

33. (14分) 如图，水平面内有一光滑金属导轨，其 MN 、 PQ 边的电阻不计， MP 边的电阻阻值 $R=1.5\Omega$ ， MN 与 MP 的夹角为 135° ， PQ 与 MP 垂直， MP 边长度小于 1m 。将质量 $m=2\text{kg}$ ，电阻不计的足够长直导体棒搁在导轨上，并与 MP 平行。棒与 MN 、 PQ 交点 G 、 H 间的距离 $L=4\text{m}$ 。空间存在垂直于导轨平面的匀强磁场，磁感应强度 $B=0.5\text{T}$ 。在外力作用下，棒由 GH 处以一定的初速度向左做直线运动，运动时回路中的电流强度始终与初始时的电流强度相等。



- (1) 若初速度 $v_1=3\text{m/s}$ ，求棒在 GH 处所受的安培力大小 F_A 。
- (2) 若初速度 $v_2=1.5\text{m/s}$ ，求棒向左移动距离 2m 到达 EF 所需时间 Δt 。
- (3) 在棒由 GH 处向左移动 2m 到达 EF 处的过程中，外力做功 $W=7\text{J}$ ，求初速度 v_3 。

【答案】 (1) 8N (2) $\Delta t = 1\text{s}$ (3) $v_3 = 1\text{m/s}$

【解析】

试题分析：(1) 导体棒切割磁感线产生感应电动势 $E = BLv = 6\text{V}$

$$\text{感应电流 } I = \frac{E}{R} = 4\text{A}$$

$$\text{金属棒受到安培力 } F = BIL = 8\text{N}$$

(2) 运动过程电流始终不变，而电阻不变，即感应电动势不变。初始感应电动势 $E = BLv = 3\text{V}$

$$\text{所以平均感应电动势 } \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = 3\text{V}$$

根据几何关系可得从 GH 到 EF ，线框面积变化量 $\Delta S = \frac{1}{2} \times (EF + GH) \times 2 = 6\text{m}^2$

代入计算可得运动时间 $\Delta t = 1\text{s}$

(3) 根据几何关系可得 $L_{EF} = 2m$

根据运动过程电流不变判断电动势不变，设末速度为 v' ，则有

$$BLv_3 = BL_{EF}v'$$

可得 $v' = 2v_3$

$$\text{运动过程电流 } I = \frac{BLv_3}{R}$$

$$\text{电动势 } \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = BLv_3$$

$$\text{运动时间 } \Delta t = \frac{3}{2v_3}$$

$$\text{克服安培力做功 } I^2 R \Delta t = \frac{B^2 L^2 v_3^2}{R} \times \frac{3}{2v_3} = \frac{3B^2 L^2 v_3}{2R}$$

$$\text{根据动能定理有 } 7 - \frac{3B^2 L^2 v_3}{2R} = \frac{1}{2} m v'^2 - \frac{1}{2} m v_3^2$$

$$\text{整理可得 } v_3 = 1 \text{ m/s 或 } v_3 = -\frac{7}{3} \text{ m/s (舍去)}$$

【学科网考点定位】 电磁感应

【方法技巧】 本题的特点是在导体运动切割磁感线的过程中，感应电流不变，又回路总电阻不变，所以电动势不变，一次为突破口求解，导体做非匀变速运动，求速度，应首先考虑动能定理。