

2013 年高考（上海卷）物理试题

本试卷共 7 页，满分 150 分，考试时间 120 分钟。

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. 电磁波与机械波具有的共同性质是

- (A) 都是横波 (B) 都能传输能量 (C) 都能在真空中传播 (D) 都具有恒定的波速.

【答案】 B

【解析】 波的振动方向和传播方向垂者为横波，振动方向和传播方向同轴者为纵波。

电磁波由变化的电场和变化的磁场交替产生，依据电磁感应定律，变化的电场方向和磁场方向垂直，与传播方向垂直，为横波；机械波可以是横波，也可以是纵波，如声波是纵波，绳波是横波，故 A 错误；电磁波能在真空中传播，而机械波不能在真空中传播，C 错误；电磁波和机械波的波速均与介质有关，电磁波在真空中的传播速度为 $3 \times 10^8 \text{m/s}$ ，而声波在空气中 340m/s ；在固体和液体中的传播速度均大于 340m/s ，故 D 错误；不管是机械波还是电磁波，都可以传递信息和能量。D 正确。

【学科网考点定位】 机械波和电磁波的基本性质

【名师点睛】 此题考查了电磁波与机械波的相同点和不同点；要能从波的分类（横波和纵波）、波的传播（在真空中或介质中）、波的传播速度（光是电磁波，在真空中速度为 c ；常见的机械波的传播速度）等角度理解；此题是基础题。

2. 当用一束紫外线照射锌板时，产生了光电效应，这时

- (A) 锌板带负电 (B) 有正离子从锌板逸出
(C) 有电子从锌板逸出 (D) 锌板会吸附空气中的正离子

【答案】 C

【解析】 光电效应发生的过程是锌板原子核外层电子在吸收光子后摆脱原子核的束缚逃离锌板，导致锌板带正电，选项 AB 错误，C 正确；锌板失去电子后带正电，因同种电荷排斥，所以锌板不会吸引空气中的正离子，D 错误。

【学科网考点定位】 光电效应的发生。

【名师点睛】 此题考查了光电效应现象；解答此题要知道光电效应的本质是电子获得能量后从金属中逸出，从而使得金属带上正电；带正电的金属要吸引空气中的负离子；此题也是一道基础题，意在考查学生对物理现象的理解。

3. 白光通过双缝后产生的干涉条纹是彩色的，其原因是不同色光的

- (A) 传播速度不同 (B) 强度不同 (C) 振动方向不同 (D) 频率不同

【答案】 D

【解析】 双缝干涉的条纹间距 $\Delta x = l \frac{\lambda}{d}$ ， l 为双缝到屏的距离， λ 为入射光的波长， d 是双缝的间距。白光通过双缝后对 7 种单色光来讲，只有 λ 有是不同的，所以条纹间距不同，导致 7 种单色光的高条纹暗条纹交替出现形成彩色条纹，各种色光传播的速度都一样 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ， $c = \lambda f$ ，波长不同即频率不同，D 正确。

【学科网考点定位】 双缝干涉的条纹间距

【名师点睛】 此题考查了双缝干涉的问题；关键是知道白光通过双缝时产生彩色条纹的原因，知道白光中是 7 中单色光的复合光，不同的光由于波长不同，故通过双缝时产生的条纹间距也是不同的；此题是基础题。

4. 做简谐振动的物体，当它每次经过同一位置时，可能不同的物理量是

- (A) 位移 (B) 速度 (C) 加速度 (D) 回复力

【答案】 B

【解析】 同一位置，说明相对平衡位置的位移相同，A 错。简谐运动的回复力和位移的关系 $F = -kx$ ，位移相同则回复力相同，D 错误。根据牛顿第二定律， $F = -kx = ma$ ，因此加速度也相同，C 错误。经过同一位置，可能是远离平衡位置也可能是靠近平衡位置，速度方向不同，B 对。

【学科网考点定位】 简谐振动的位移，速度，加速度，回复力的关系。

【名师点睛】 此题考查了简谐振动的规律；要知道简谐振动中恢复力和位移的关系是正比反向关系，而加速度与恢复力的关系是正比同向关系；速度最大时，加速度是最小的；此题考查学生对物理现象的基本规律的掌握。

5. 液体与固体具有的共同特点是

- (A) 都具有确定的形状 (B) 体积都不易被压缩
(C) 物质分子的位置都确定 (D) 物质分子都在固定位置附近振动

【答案】 B

【解析】 固体具有确定的形状，而液体具有流动性，没有一定的形状，A 错。固体，液体分子排列都很紧密，分子间作用力都很强，因此体积都不易被压缩，故选项 B 正确；但是液体只在很小的区域做有规则的排列，这种区域是不稳定的，则 CD 错误。

【学科网考点定位】 固体及液体的性质；

【名师点睛】 此题是关于固体以及液体性质的问题；关键是知道固体和液体内部分子分布的特点及运动情

况；此题是基础题，意在考查学生对基础知识的掌握情况。

6. 秋千的吊绳有些磨损，在摆动过程中，吊绳最容易断裂的时候是秋千

- (A) 在下摆过程中 (B) 在上摆过程中 (C) 摆到最高点时 (D) 摆到最低点时

【答案】 D

【解析】 秋千摆动的过程是一个圆周运动的过程，重力和吊绳拉力沿半径方向的合力提供向心力；设秋千的最大摆角为 α ，根据机械能守恒，摆到最低点速度最大，向心力最大， $F - mg \cos \alpha = m \frac{v^2}{r}$ ，此时 $\cos \alpha$

最大，速度 v 最大，因此 F 最大。吊绳最容易断。

【学科网考点定位】 竖直平面内的圆周运动

【名师点睛】 此题是竖直面内的非匀速圆周运动问题；关键是分析小球的受力情况，根据牛顿第二定律列得关于小球拉力的方程，然后根据速度变化情况进行讨论；此题也是基础题，意在考查学生对基本方法的掌握。

7. 在一个 ${}_{92}^{238}\text{U}$ 原子核衰变为一个 ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ 原子核的过程中，发生 β 衰变的次数为

- (A) 6 次 (B) 10 次 (C) 22 次 (D) 32 次

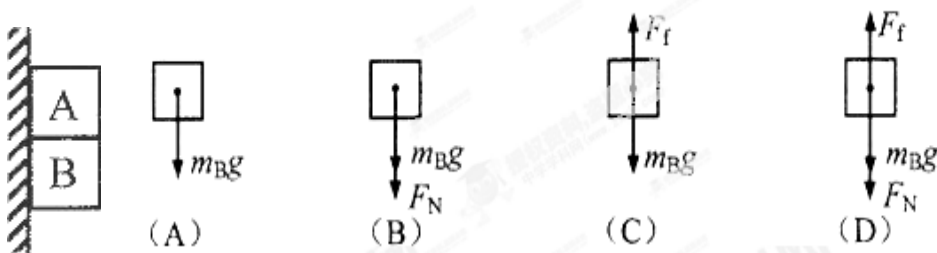
【答案】 A

【解析】 假设发生 x 次 α 衰变 y 次 β 衰变，核反应方程 ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + x {}_2^4\text{He} + y {}_{-1}^0\text{e}$ ，依据质量数守恒和电荷数守恒，有 $238 = 206 + 4x$ ， $92 = 82 + 2x + (-1)y$ ，解方程得 $y = 6$ ，因此选项 A 正确。

【学科网考点定位】 衰变方程的质量数守恒和电荷数守恒

【名师点睛】 此题是关于核反应方程的问题；解题的关键是掌握 α 衰变和 β 衰变的实质，一次 α 衰变放出一个氦核，而一次 β 衰变中放出一个负电子，根据反应前后的质量数和电荷数守恒即可计算衰变的次数。

8. 如图，质量 $m_A > m_B$ 的两物体 A、B 叠放在一起，靠着竖直墙面。让它们由静止释放，在沿粗糙墙面下落过程中，物体 B 的受力示意图是



【答案】 A

【解析】 A 和 B 整体分析，如果和墙壁之间有弹力则会导致整体向右的分运动，而我们看到的是竖直下落，所以仅受重力作用而没有弹力，没有弹力就没有摩擦力，因此整体加速度等于 g ，完全失重状态。对水平支持物没有压力， B 、 C 、 D 错误。单独分析 B 的受力，如果 B 除重力外还受到压力则会导致 B 的加速度不等于 g ，导致 A 、 B 分离，故 B 错误。

【学科网考点定位】 自由落体运动及整体法隔离法

【名师点睛】 此时考查了对物体的受力分析问题；关键是知道摩擦力产生的原因首先有正压力；此题中因物体与墙壁之间无作用力，故无正压力，于是无摩擦力，可推得物体只受重力作用而做自由落体运动，此题难度较易。

本解析为学科网名师解析团队原创，授权学科网独家使用，如有盗用，依法追责！

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. 小行星绕恒星运动，恒星均匀地向四周辐射能量，质量缓慢减小，可认为小行星在绕恒星运动一周的过程中近似做圆周运动。则经过足够长的时间后，小行星运动的

(A) 半径变大 (B) 速率变大 (C) 角速度变大 (D) 加速度变大

【答案】 A

【解析】 卫星绕中心天体做圆周运动，万有引力提供向心力 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R} = m\omega^2 R = ma$ ，恒星即中心天

体质量缓慢减小，导致万有引力减小，即万有引力小于向心力，做离心运动，导致半径变大， $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ ，

M 变小， R 变大，速率 v 变小， B 错误；由 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$ ，角速度 ω 变小；由 $a = \frac{GM}{R^2}$ ，加速度也减小， CD

错误。

【学科网考点定位】 万有引力与航天，离心运动

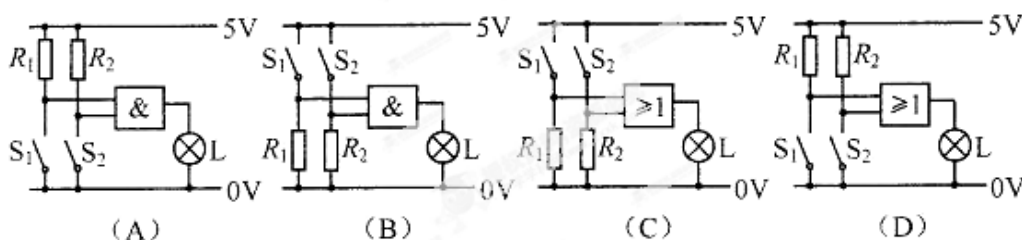
【名师点睛】 此题考查了万有引力定律的应用问题；解题的关键是知道卫星绕天体做圆周运动的向心力由卫星与天体之间的万有引力来提供，根据牛顿第二定律列得方程即可求解速度、角速度以及向心加速度等表达式，然后即可讨论。

10. 两异种点电荷电场中的部分等势面如图所示，已知 A 点电势高于 B 点电势。若位于 a 、 b 处点电荷的电荷量大小分别为 q_a 和 q_b ，则

【名师点睛】此题考查了楞次定律以及安培定则的应用问题；关键是知道当直导线中电流突然减小时，穿过线圈的磁通量的变化情况，然后根据楞次定律来判断线圈中的感应电流方向，在判断受力情况；或者直接用楞次定律的“阻碍”直接判断线圈的受力情况。

12. 在车门报警电路中，两个按钮开关分别装在汽车的两扇门上，只要有开关处于断开状态，报警灯就发光。能实现此功能的电路是

【答案】 D

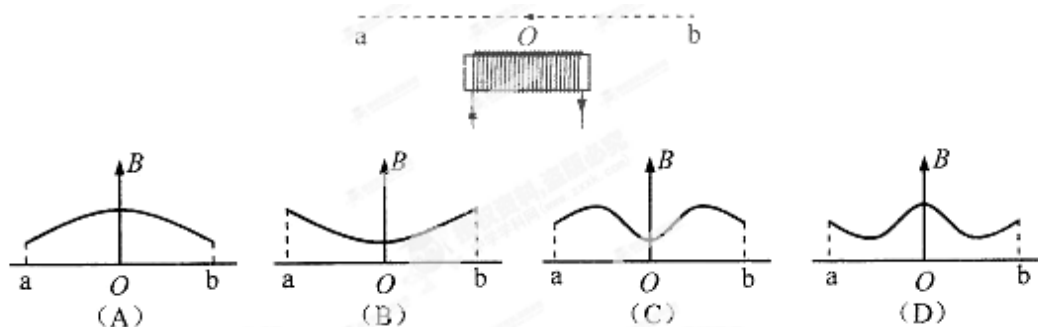


【解析】两个开关只要有一个断开就报警，逻辑关系为或，因此排除 AB，当开关断开时输入端应该为真，即高电势，这样经过或门后高电势和 0V 的低电势构成通路，警灯报警。开关闭合为低电势，警灯两端没有电压，不报警。第三项中的电路在断开时输入为低电势，所以错误。答案 D 正确

【学科网考点定位】 逻辑电路

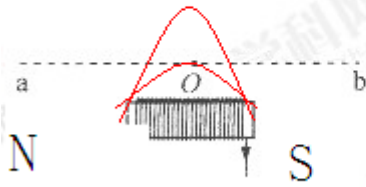
【名师点睛】此题考查了简单逻辑电路知识；解题的关键是知道简单逻辑电路“与”门电路和“或”门电路的特点，并能结合实际电路进行分析；此题是基础题，意在考查对基础知识的理解和掌握。

13. 如图，足够长的直线 ab 靠近通电螺线管，与螺线管平行。用磁传感器测量 ab 上各点的磁感应强度 B，在计算机屏幕上显示的大致图像是



【答案】 C

【解析】 通电螺线管周围磁场分布如图。磁感线密集的地方磁感应强度 B 大，可见中点正上方磁感应强度 B 小。而两端无限远的地方磁感应强度趋于 0，对照图像，答案 C 对



【学科网考点定位】 通电螺线管周围磁场分布

【名师点睛】 此题是关于通电螺线管的的磁场分布问题；关键是知道通电螺线管外的磁感线分布与条形磁铁是一致的，在中央磁场最弱，在两极磁场是最强的；此题是基础题；意在考查学生分析图象的能力。

14. 一列横波沿水平绳传播，绳的一端在 $t=0$ 时开始做周期为 T 的简谐运动，经过时间 t ($\frac{3}{4}T < t < T$)，绳上某点位于平衡位置上方的最大位移处。则在 $2t$ 时，该点位于平衡位置的

- (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) 下方，且向下运动

【答案】 A

【解析】 t 到 $2t$ 这段时间内，该质点由上方最大位移处开始运动，先向下， $T/4$ 到平衡位置，再过 $T/4$ 到最低点，再过 $T/4$ 到回到平衡位置，至此一共经历了 $3T/4$ ，剩下的时间不到 $T/4$ ，因此质点在平衡位置上方，正在向上运动，故选项 A 正确。

【学科网考点定位】 机械波的传播和质点的振动

【名师点睛】 此题考查了机械波的传播规律以及机械波在传播过程中的质点的振动规律，要知道机械波传播一个波长的同时，质点在自己的平衡位置附近上下振动一个周期，由振动规律即可判断此题。

15. 已知湖水深度为 20m，湖底水温为 4°C ，水面温度为 17°C ，大气压强为 $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ 。当一气泡从湖底缓慢升到水面时，其体积约为原来的 (取 $g=10\text{m/s}^2$ ， $\rho=1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$)

- (A) 12.8 倍 (B) 8.5 倍 (C) 3.1 倍 (D) 2.1 倍

【答案】 C

【解析】水面时压强等于大气压 $P_1 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, $T_1 = 273 + 17 = 290 \text{ K}$, 在湖底时,

$P_2 = 1.0 \times 10^5 + \rho gh = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$, $T_2 = 273 + 4 = 277 \text{ K}$, 根据理想气体状态方程 $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$, 解得

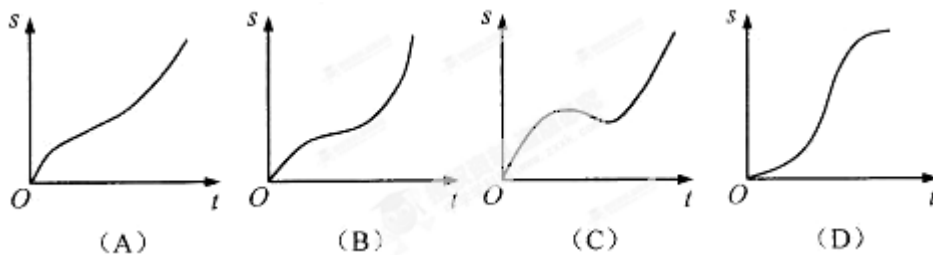
$$V_1 = 3.1 V_2$$

因此答案 C 正确

【学科网考点定位】 理想气体状态方程

【名师点睛】 此题考查了理想气体的状态变化方程的应用问题; 解题的关键是找到气泡在湖底以及湖面两个状态下的压强、温度关系, 然后根据理想气体的状态变化方程列得方程求解即可。

16. 汽车以恒定功率沿公路做直线运动, 途中通过一块沙地。汽车在公路及沙地上所受阻力均为恒力, 且在沙地上受到的阻力大于在公路上受到的阻力。汽车在驶入沙地前已做匀速直线运动, 它在驶入沙地到驶出沙地后的一段时间内, 位移 s 随时间 t 的变化关系可能是



【答案】 A

【解析】 汽车驶入沙地后阻力突然变大, 导致牵引力小于阻力开始减速, $s-t$ 图像斜率表示速度, 速度先减小, 排除 D; 汽车功率不变 $P=Fv$, 速度 v 减小导致牵引力变大, 这样减速的加速度逐渐减小, 直到加速度减小到 0 后匀速, 但整个过程汽车一直向前, 没有改变速度方向, 排除 C; 最终是 F 变大了, 因此匀速的速度变小了, 排除选项 B; 故选 A.

【学科网考点定位】 机车启动的两种方式; $s-t$ 图线.

【名师点睛】 此题是机车在额定功率下的运动问题以及 $s-t$ 图像问题的讨论; 关键是知道汽车进入沙地后的阻力变化, 以及引起的速度、加速度以及牵引力的变化等, 知道 $s-t$ 图线的斜率等于汽车的速度。此题有一定难度。

本解析为学科网名师解析团队原创, 授权学科网独家使用, 如有盗用, 依法追责!

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. 某半导体激光器发射波长为 $1.5 \times 10^{-6} \text{m}$ ，功率为 $5.0 \times 10^{-3} \text{W}$ 的连续激光。已知可见光波长的数量级为 10^{-7}m ，普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$ ，该激光器发出的

- (A) 是紫外线 (B) 是红外线 (C) 光子能量约为 $1.3 \times 10^{-18} \text{J}$ (D) 光子数约为每秒 3.8×10^{16} 个

【答案】 BD

【解析】 红橙黄绿蓝靛紫波长逐渐变短，该激光的波长比可见光波长长，因此是红外线，A 错 B 对。 $f = \frac{c}{\lambda}$

可计算频率 $\nu = \frac{3 \times 10^8}{1.5 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^{14} \text{ Hz}$ 。光子能量 $= h\nu = 1.326 \times 10^{-19}$ 故答案 C 错误。光子数

$n = \frac{5 \times 10^{-3}}{1.326 \times 10^{-19}} = 3.8 \times 10^{16}$ 光子答案 D 正确

【学科网考点定位】 光子能量，光速波长频率的关系

【名师点睛】 此题是关于光子能量和频率关系的计算问题；解题的关键是知道频率、波长和光子能量之间的关系 $f = \frac{c}{\lambda}$ ， $E = h\nu$ ；此题难度不大，意在考查学生对基本知识的掌握及运用能力。

18. 两个共点力 F_1 、 F_2 大小不同，它们的合力大小为 F ，则

- (A) F_1 、 F_2 同时增大一倍， F 也增大一倍
(B) F_1 、 F_2 同时增加 10N， F 也增加 10N
(C) F_1 增加 10N， F_2 减少 10N， F 一定不变
(D) 若 F_1 、 F_2 中的一个增大， F 不一定增大

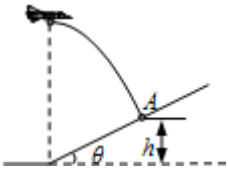
【答案】 AD

【解析】 根据力的矢量三角形，增大一倍后和原来的矢量三角形相似，均扩大相同的倍数。答案 A 正确；如果两个共点力大小相等且夹角等于 120 度，则有 $F_1 = F_2 = F$ ，答案 B 只是有可能，故 B 错误；如果二力同向，答案 C 可能正确，但一定不变是错误的；如果反向， $F_1 - F_2 = F$ ，答案 D 是正确的。

【学科网考点定位】 共点力的合成

【名师点睛】 此题是关于力的合成以及合力和分力的关系问题；解题的关键是能理解和掌握平行四边形法则，能通过图解法画出合力和分力的关系；并能掌握常见的特殊力的合成特点，此题是基础题。

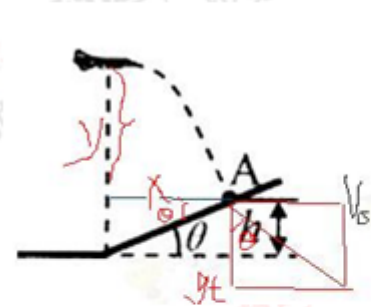
19. 如图，轰炸机沿水平方向匀速飞行，到达山坡底端正上方时释放一颗炸弹，并垂直击中山坡上的目标 A。已知 A 点高度为 h ，山坡倾角为 θ ，由此可算出



- (A) 轰炸机的飞行高度 (B) 轰炸机的飞行速度
 (C) 炸弹的飞行时间 (D) 炸弹投出时的动能

【答案】 ABC

【解析】



如图的几何关系可得 $x = h / \tan \theta$, x 已经求出。水平竖直速度关系 $\tan \theta = \frac{v_0}{gt} = \frac{v_0 t}{gt^2} = \frac{x}{2y}$, 求出 $y = h / (2 \tan^2 \theta) = \frac{1}{2} gt^2$, 可求出时间, 答案 C 对。飞行高度为 $y+h$, 答案 A 对。飞行速度 $v_0 = \frac{x}{t}$, 答案 B 对。对于炸弹的质量, 平抛运动学公式中没有涉及, 故答案 D 错误

【学科网考点定位】 平抛运动

【名师点睛】 此题考查了平抛物体的运动的特点; 解决本题的关键掌握平抛运动水平方向和竖直方向上的运动规律, 即水平方向做匀速运动, 竖直方向做自由落体运动; 知道平抛运动的一些推论, 并能灵活运用。

20. 如图为在平静海面上, 两艘拖船 A、B 拖着驳船 C 运动的示意图。A、B 的速度分别沿着缆绳 CA、CB 方向, A、B、C 不在一条直线上。由于缆绳不可伸长, 因此 C 的速度在 CA、CB 方向的投影分别与 A、B 的速度相等, 由此可知 C 的



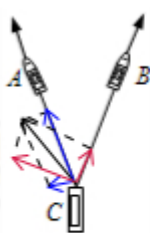
- (A) 速度大小可以介于 A、B 的速度大小之间
 (B) 速度大小一定不小于 A、B 的速度大小

(C) 速度方向可能在 CA 和 CB 的夹角范围外

(D) 速度方向一定在 CA 和 CB 的夹角范围内

【答案】 BC

【解析】 速度的合成与分解遵循平行四边形定则。C 为合速度，A、B 为分速度。C 的速度在 CA 、 CB 方向的投影分别与 A、B 的速度相等，速度合成效果图如右图所示，竖直向上的合速度说明 C 的速度大于 A、B 的速度，在 A、B 的夹角内。蓝色的笔迹斜向右方的速度在 A 方向的速度等于 A 的速度，在 B 方向的分速度等于 B 的速度。不管在 A 方向的分速度比还是在 B 方向的分速度比，C 的速度都是斜边。因此 C 的速度大于 A、B 的速度，而且有可能在 CA 和 CB 的夹角范围外所以答案 B、C 正确。



【学科网考点定位】 矢量合成与分解

【名师点睛】 本题关键要记住一个结论，即用绳子连接的物体，在绳子不可伸长的情况下，这些物体的速度沿着绳子方向的分速度是一定相等的；原题中最后一句话是多余的，是为帮助大家理解的；较难。

本解析为学科网名师解析团队原创，授权学科网独家使用，如有盗用，依法追责！

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，考生可任选一类答题。若两类试题均做，一律按 A 类题计分。

21. 放射性元素 ${}_{84}^{210}\text{Po}$ 衰变为 ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ ，此衰变过程的核反应方程是_____；用此衰变过程中发出的射线轰击 ${}_{9}^{19}\text{F}$ ，可得到质量数为 22 的氖（Ne）元素和另一种粒子，此核反应过程的方程是_____。

【答案】 ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + {}_2^4\text{He}$ ${}_2^4\text{He} + {}_9^{19}\text{F} \rightarrow {}_{10}^{22}\text{Ne} + {}_1^1\text{H}$

【解析】 根据质量数守恒和电荷数守恒，两个核反应方程分别为： ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + {}_2^4\text{He}$ 和

${}_2^4\text{He} + {}_9^{19}\text{F} \rightarrow {}_{10}^{22}\text{Ne} + {}_1^1\text{H}$

【学科网考点定位】 核反应方程的质量数守恒和电荷数守恒

【名师点睛】 此题考查了核反应方程的书写问题；关键是要知道写核反应方程时要遵循质量数守恒和电荷数守恒，配平守恒方程。题目中氖的电荷数没有告诉，需要化学知识。此题是基础题。

22A、22B 选做一题

22A. 质量为 M 的物块静止在光滑水平桌面上, 质量为 m 的子弹以水平速度 v_0 射入物块后, 以水平速度 $2v_0/3$ 射出。则物块的速度为_____，此过程中损失的机械能为_____。

【答案】 $v_1 = \frac{mv_0}{3M}$; $\frac{5M-m}{18M}mv_0^2$

【解析】 子弹穿过木块的过程中动量守恒: $mv_0 = m\frac{2v_0}{3} + Mv_1$, 解得 $v_1 = \frac{mv_0}{3M}$; 系统损失的机械能:

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}Mv_1^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{2v_0}{3}\right)^2 = \frac{5M-m}{18M}mv_0^2$$

【学科网考点定位】 动量守恒定律和功能关系

【名师点睛】 此题是动量守恒定律和能量守恒定律的应用题; 关键是掌握动量守恒定律, 并且知道子弹击穿木块过程中的能量转化关系; 此题较简单, 意在考查学生对物理规律的应用能力。

22B. 若两颗人造地球卫星的周期之比为 $T_1:T_2 = 2:1$, 则它们的轨道半径之比

$R_1:R_2 =$ _____, 向心加速度之比: $a_1:a_2 =$ _____.

【答案】 $\sqrt[3]{4}$; $\sqrt[3]{\frac{1}{16}}$

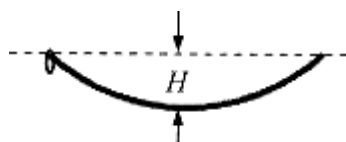
【解析】 人造卫星由万有引力提供向心力 $\frac{GMm}{R^2} = m\frac{v^2}{R} = mR\omega^2 = mR\frac{4\pi^2}{T^2} = ma$, 得出 $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R^3}{GM}}$,

根据 $T_1:T_2 = 2:1$ 可得出 $R_1:R_2 = \sqrt[3]{4}$, $a = R\frac{4\pi^2}{T^2}$ 可判断 $a_1:a_2 = \sqrt[3]{\frac{1}{4}}$

【学科网考点定位】 万有引力与航天

【名师点睛】 此题考查了万有引力定律的应用及航天知识; 解题的关键是根据卫星所受的万有引力提供向心力列得防长, 求解出周期和加速度表达式讨论; 此题意在考查学生对基础知识的运用能力。

23. 如图, 在半径为 2.5m 的光滑圆环上切下一小段圆弧, 放置于竖直平面内, 两 endpoint 距最低点高度差 H 为 1cm。将小环置于圆弧 endpoint 并从静止释放, 小环运动到最低点所需的最短时间为_____s, 在最低点处的加速度为_____ m/s^2 。(取 $g = 10m/s^2$)



【答案】 $\frac{\pi}{4}$ 0.08

【解析】 半径 2.5m 的光滑圆环切下小段圆弧，小环的运动可看做单摆运动，依据单摆周期公式

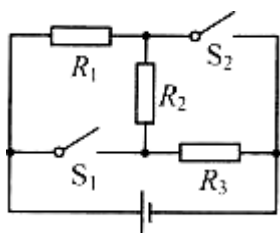
$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$ ，由顶端到最低点时间为 $\frac{1}{4}T = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{R}{g}} = \frac{\pi}{4}$ 。依据动能定理 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ 计算速度 v ，

依据圆周运动的向心加速度得出 $a = \frac{v^2}{R} = \frac{2gh}{R} = 0.08 \text{ m/s}^2$

【学科网考点定位】 单摆运动和圆周运动向心加速度

【名师点睛】 此题考查了单摆的周期公式以及机械能守恒定律和向心加速度等知识点；本题的解题关键是将小环的运动等效成单摆运动，即可根据单摆的周期公式和机械能守恒等知识求解。

24. 如图，电路中三个电阻 R_1 、 R_2 和 R_3 的阻值分别为 R 、 $2R$ 和 $4R$ 。当电键 S_1 断开、 S_2 闭合时，电源输出功率为 P_0 ；当 S_1 闭合、 S_2 断开时，电源输出功率也为 P_0 。则电源电动势为_____；当 S_1 、 S_2 都断开时，电源的总功率为_____。



【答案】 $3\sqrt{P_0R}$ ； P_0

【解析】 当电键 S_1 断开、 S_2 闭合时，外电阻等于 R ，当 S_1 闭合、 S_2 断开时，外电阻等于 $4R$ ，电路输出功率

率 $P_0 = \frac{E^2 R}{(R+r)^2} = \frac{E^2 4R}{(4R+r)^2}$ 得出 $r=2R, E=3\sqrt{P_0R}$ 。当 S_1 、 S_2 都断开时，外电阻等于 $7R$ ，总功率

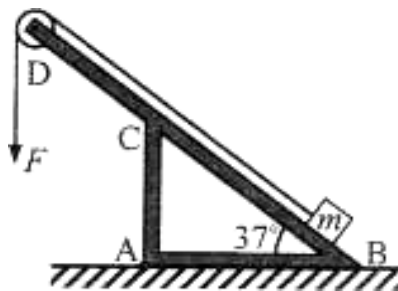
$$P = \frac{E^2}{(7R+r)} = P_0$$

【学科网考点定位】 闭合电路欧姆定律

【名师点睛】 此题考查了闭合电路欧姆定律以及电功率的计算问题；认识电路的结构是解题的基础，还要掌握电源的输出功率求解的方法，即当外电路电阻等于电源内阻时，电源的输出功率是最大的。

25. 如图，倾角为 37° ，质量不计的支架 ABCD 的 D 端有一大小与质量均可忽略的光滑定滑轮，A 点处有一固定转轴， $CA \perp AB$ ， $DC = CA = 0.3\text{m}$ 。质量 $m = 1\text{kg}$ 的物体置于支架的 B 端，并与跨过定滑轮的轻绳相连，绳另一端作用一竖直向下的拉力 F ，物体在拉力作用下沿 BD 做匀速直线运动，已知物体与 BD 间的动摩擦

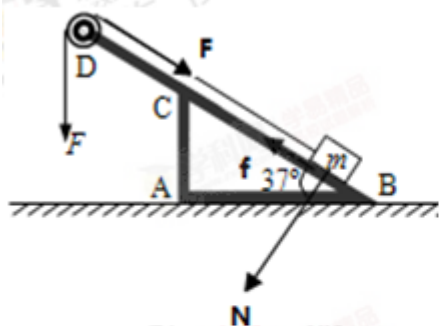
因数 $\mu=0.3$ 。为保证支架不绕 A 点转动，物体向上滑行的最大距离 $s=$ _____m。若增大 F 后，支架仍不绕 A 点转动，物体能向上滑行的最大距离 s' _____s（填：“大于”、“等于”或“小于”。）（取 $\sin 37^\circ=$



0.6, $\cos 37^\circ=0.8$)

【答案】 0.248 不变

【解析】



物体沿 BD 做匀速直线运动，合力为零，根据平衡条件得

$$F=f+mg\sin 37^\circ$$

$$N=mg\cos 37^\circ \text{ 又 } f=\mu N$$

联立得， $F=\mu mg\cos 37^\circ+mg\sin 37^\circ$

对于支架：当支架绕 A 点刚要转动时，物体向上滑行的距离最大。由于滑轮两侧绳子的合力通过 A 点，相对于 A 点的力臂等于零，力矩为零，分析支架的受力情况如图，由力矩平衡条件得 $f \cdot AB\sin 37^\circ=N \cdot (AB\cos 37^\circ-s)$

其中 $DC=0.3\text{m}$ ， $AB=0.4\text{m}$ ，代入解得， $s=0.248\text{m}$

若增大 F 后，由上式知， s 与 F 大小无关，故物体能向上滑行的最大距离不变，则有 $s'=s$

【学科网考点定位】 受力分析，杠杆平衡

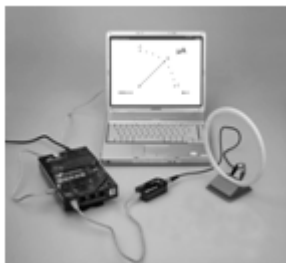
【名师点睛】 本题是力平衡与力矩平衡的综合题目；解题的关键要抓住定滑轮的力学特征，分析得出两个 F 对 A 轴的力矩为零；此题有一定的难度；意在考查学生综合运用物理知识解决问题的能力。

本解析为学科网名师解析团队原创，授权学科网独家使用，如有盗用，依法追责！

五. 实验题（共 24 分）

26.（3 分）演示地磁场存在的实验装置（由环形线圈，微电流传感器，DIS 等组成）如图所示。首先将线

圈竖直放置，以竖直方向为轴转动，屏幕上的电流指针_____（填：“有”或“无”）偏转；然后仍将线圈竖直放置，使其平面与东西向平行，并从东向西移动，电流指针_____（填：“有”或“无”）偏转；最后将线圈水平放置，使其从东向西移动，电流指针_____（填：“有”或“无”）偏转。



【答案】有；无；无

【解析】根据题意，当线圈竖直放置，以竖直方向为轴转动，由于地磁场的作用，则导致穿过闭合线圈的磁通量发生变化，所以线圈中产生感应电流，则电流指针会偏转；

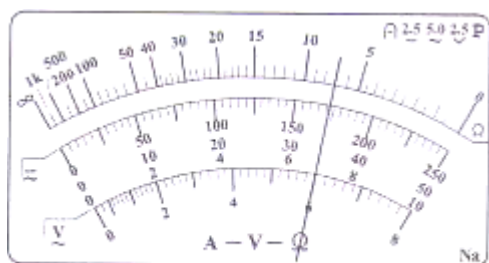
当线圈竖直放置，使其平面与东西向平行，并从东向西移动，由于地磁场的磁感线是从地理的南极向北极，所以穿过线圈的磁通量没变，则电流指针不会偏转；当线圈水平放置，使其从东向西移动，由上可知，仍没有磁通量变化，则电流指针也不会偏转。

【学科网考点定位】地磁场

【名师点睛】此题考查线圈中产生感应电流的条件；要知道穿过闭合线圈平面的磁通量发生变化时，线圈中会产生感应电流；若磁通量不变，则线圈中没有感应电流，强调磁通量变化，而不是有磁通量。

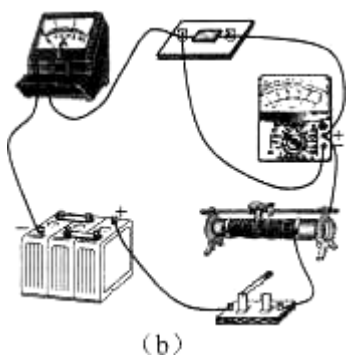
27.（6分）为确定某电子元件的电气特性，做如下测量。

（1）用多用表测量该元件的电阻，选用“ $\times 100$ ”倍率的电阻档测量，发现多用表指针偏转过大，因此需选择_____倍率的电阻档（填：“ $\times 10$ ”或“ $\times 1k$ ”），并_____再进行测量，多用表的示数如图（a）所示，测量结果为_____ Ω 。



（a）

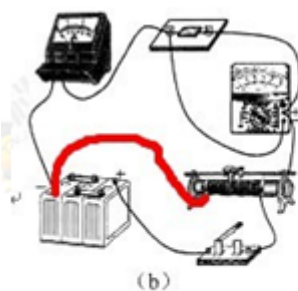
（2）将待测元件（额定电压 9V）、蓄电池、滑动变阻器、电流表、多用表、电键及若干导线连接成电路如图（b）所示。添加连线，使电路能测量该元件完整的伏安特性。本实验中使用多用表测电压，多用表的选择开关应调到_____档（填：“直流电压 10V”或“直流电压 50V”）。



【答案】 (1) $\times 10$ 欧姆调零 70 (2) 如图 直流电压 10V

【解析】 (1) 多用表欧姆档在没有测电阻时为短路，电阻无穷大，指针指在最左端，指针偏转过大说明电阻小，换小倍率。欧姆档换倍率后要重新调零。读数就是指针对应的刻度乘以倍率

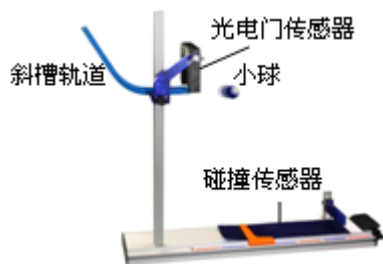
(2) 要检测伏安特性，电压要从 0 调节，滑动变阻器用分压式。多用表测电压，电源为直流 9V 故选择直流电压 10V



【学科网考点定位】 多用表的使用，滑动变阻器的使用

【名师点睛】 此题考查了欧姆表的使用方法以及伏安法测电阻的问题；注意欧姆表读数时要用读数乘以倍率；伏安法测电阻中，基本仪器要会选择，并能灵活运用分压电路；此题考查基本仪器的使用以及基本电路。

28. (8 分) 如图，研究平抛运动规律的实验装置放置在水平桌面上，利用光电门传感器和碰撞传感器可测得小球的水平初速度和飞行时间，底板上的标尺可以测得水平位移。



保持水平槽口距底板高度 $h=0.420\text{m}$ 不变。改变小球在斜槽导轨上下滑的起始位置，测出小球做平抛运动的初速度 v_0 、飞行时间 t 和水平位移 d ，记录在表中。

(1) 由表中数据可知，在 h 一定时，小球水平位移 d 与其初速度 v_0 成_____关系，与_____无关。

v_0 (m/s)	0.741	1.034	1.318	1.584
t (ms)	292.7	293.0	292.8	292.9
d (cm)	21.7	30.3	38.6	46.4

(2) 一位同学计算出小球飞行时间的理论值 $t_{\text{理}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.420}{10}} = 289.8\text{ms}$ 发现理论值与测量值之差约为 3ms 。经检查，实验及测量无误，其原因是_____。

(3) 另一位同学分析并纠正了上述偏差后，另做了这个实验，竟发现测量值 t' 依然大于自己得到的理论值 $t'_{\text{理}}$ ，但二者之差在 $3-7\text{ms}$ 之间，且初速度越大差值越小。对实验装置的安装进行检查，确认斜槽槽口与底座均水平，则导致偏差的原因是_____。

【答案】 (1) 正比，时间； (2) g 取值 10m/s^2 偏大； (3) 光电门传感器位于水平槽口的内侧，传感器的中心距离水平槽口（小球开始做平抛运动的位置）还有一段很小的距离

【解析】 (1) 由表中数据可知，在 h 一定时，小球水平位移 d 与其初速度 v_0 成正比，与时间无关。

(2) 根据 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 求解出的 t 偏小，是因为 g 值取值偏大。

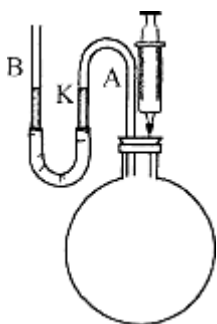
(3) 纠正了上述偏差后，另做了这个实验，竟发现测量值 t' 依然大于自己得到的理论值 $t'_{\text{理}}$ ，但二者之差在 $3-7\text{ms}$ 之间，且初速度越大差值越小。导致偏差的原因是：光电门传感器位于水平槽口的内侧，传感器的中心距离水平槽口（小球开始做平抛运动的位置）还有一段很小的距离，小球错经过传感器到小球到达抛出点还有一段很小的时间，而且速度越大，该时间越短。

【学科网考点定位】 探究平抛运动的规律

【名师点睛】 此题考查了探究平抛物体的运动规律实验；解决本题的关键会从数据发现规律，强化归纳总结的能力，以及知道实验误差的来源，根据数据得出水平位移和初速度的关系，根据题意得出实验误差产生的原因。

29. (7分) 利用如图装置可测量大气压强和容器的容积。步骤如下：

①将倒 U 形玻璃管 A 的一端通过橡胶软管与直玻璃管 B 连接，并注入适量的水，另一端插入橡皮塞，然后塞住烧瓶口，并在 A 上标注此时水面的位置 K；再将一活塞置于 10ml 位置的针筒插入烧瓶，使活塞缓慢推移至 0 刻度位置；上下移动 B，保持 A 中的水面位于 K 处，测得此时水面的高度差为 17.1cm 。



②拔出橡皮塞，将针筒活塞置于 0ml 位置，使烧瓶与大气相通后再次塞住瓶口；然后将活塞抽拔至 10ml 位置，上下移动 B，使 A 中的水面仍位于 K，测得此时玻璃管中水面的高度差为 16.8cm。（玻璃管 A 内气体体积忽略不计， $\rho=1.0\times 10^3\text{kg/m}^3$ ，取 $g=10\text{m/s}^2$ ）

（1）若用 V_0 表示烧瓶容积， p_0 表示大气压强， ΔV 示针筒内气体的体积， Δp_1 、 Δp_2 表示上述步骤①、②中烧瓶内外气体压强差大小，则步骤①、②中，气体满足的方程分别为_____、_____。

（2）由实验数据得烧瓶容积 $V_0=$ _____ml，大气压强 $p_0=$ _____Pa。

（3）（单选题）倒 U 形玻璃管 A 内气体的存在

- A. 仅对容积的测量结果有影响
- B. 仅对压强的测量结果有影响
- C. 对二者的测量结果均有影响
- D. 对二者的测量结果均无影响

【答案】 （1） $P_0(V_0 + \Delta V) = (P_0 + \Delta P_1)V_0$ ； $P_0V_0 = (P_0 - \Delta P_2)(V_0 + \Delta V)$ （2） 560， 0.9576×10^5 （3）

A

【解析】：（1）对于步骤①，根据玻意耳定律可得 $p_0(V_0 + \Delta V) = (p_0 + \Delta p_1)V_0$ ；

对于步骤②，根据玻意耳定律可得 $p_0V_0 = (p_0 - \Delta p_2)(V_0 + \Delta V)$ ；

（2）联立解得 $V_0 = \frac{\Delta P_2}{\Delta P_1 - \Delta P_2} \Delta V = 56 \times 10 \text{ml} = 560 \text{ml}$ ；

$p_0 = \frac{V_0}{\Delta V} \Delta p_1 = 56 \times 0.171 \times 1.0 \times 10^3 \times 10 \text{Pa} = 9.58 \times 10^4 \text{Pa}$ 。

（3）由（2）知， $V_0 = \frac{\Delta P_2}{\Delta P_1 - \Delta P_2} \Delta V$ ，与 p_0 无关，所以 A 内有气体不会影响容积的测量，A 正确，故选 A。

【学科网考点定位】 理想气体状态方程。

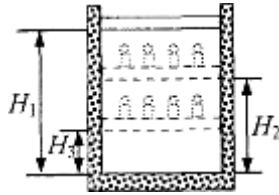
【名师点睛】 此题考查了理想气体状态方程的应用问题，解题的关键是玻意耳定律的灵活运用，注意公式

的选取；此题难度中等，意在考查学生对物理公式的灵活运用能力。

本解析为学科网名师解析团队原创，授权学科网独家使用，如有盗用，依法追责！

六. 计算题 (共 50 分)

30. (10 分) 如图，柱形容器内用不漏气的轻质绝热活塞封闭一定量的理想气体，容器外包裹保温材料。开始时活塞至容器底部的高度为 H_1 ，容器内气体温度与外界温度相等。在活塞上逐步加上多个砝码后，活塞下降到距容器底部 H_2 处，气体温度升高了 ΔT ；然后取走容器外的保温材料，活塞位置继续下降，最后静止于距容器底部 H_3 处：已知大气压强为 p_0 。求：气体最后的压强与温度。



【答案】 $T_0 = \frac{H_3}{H_2 - H_3} \Delta T$; $P_3 = \frac{H_1}{H_3} P_0$

【解析】 由盖吕萨克定律， $\frac{H_2 S}{T_0 + \Delta T} = \frac{H_3 S}{T_0}$

解得 $T_0 = \frac{H_3}{H_2 - H_3} \Delta T$

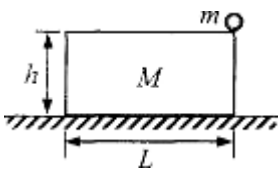
由玻意耳定律， $P_0 H_1 S = P_3 H_3 S$

解得 $P_3 = \frac{H_1}{H_3} P_0$

【学科网考点定位】 理想气体状态方程

【名师点睛】 本题考查了理想气体状态方程；解题的关键是玻意耳定律的灵活运用，要先分析是何种变化，再选择对应的公式；此题难度中等，意在考查学生对物理公式的灵活运用能力

31. (12 分) 如图，质量为 M 、长为 L 、高为 h 的矩形滑块置于水平地面上，滑块与地面间动摩擦因数为 μ ；滑块上表面光滑，其右端放置一个质量为 m 的小球。用水平外力击打滑块左端，使其在极短时间内获得向右的速度 v_0 ，经过一段时间后小球落地。求小球落地时距滑块左端的水平距离。



【答案】 $\Delta s = s - L = \frac{v_0^2}{2\mu g} - L$ 或 $\Delta s = v_0 \left(\sqrt{\frac{2L}{\mu g}} + \sqrt{\frac{2h}{g}} \right) - \frac{1}{2} \mu g \left(\sqrt{\frac{2L}{\mu g}} + \sqrt{\frac{2h}{g}} \right)^2 - L$

【解析】 M 受打击后沿粗糙水平面匀减速运动

$$\mu(M+m)g = Ma_1 \quad a_1 = \frac{M+m}{M} \mu g$$

M 向左匀减速运动 L 经历时间 t_1 速度减为 v ，则有 $v^2 - v_0^2 = -2aL$

$$v = \sqrt{V_0^2 - \frac{2(M+m)}{M} \mu g L}$$

M 向左匀减速运动 L 的过程，m 水平不受力，静止。此后脱离 M，开始自由落体运动

经过 t_2 时间落地 $h = \frac{1}{2} g t_2^2 \quad t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

m 落地后 M 所受到的摩擦力变成了 $\mu Mg = Ma_2$ ，

$$a_2 = \mu g$$

M 脱离后 M 匀减速到 0 的运动时间 $t_3 = \frac{v}{\mu g} = \frac{\sqrt{V_0^2 - \frac{2(M+m)}{M} \mu g L}}{(\mu g)}$

如果 $t_2 \geq t_3$ 即小球落地前 M 已经停止运动

小球落地距离滑块左端距离为 $\Delta s = \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{V_0^2 - \frac{2(M+m)}{M} \mu g L}{2\mu g} = \frac{V_0^2}{2\mu g} - \frac{(M+m)}{M} L$

如果 $t_2 < t_3$ 即小球落地前 M 仍然在运动

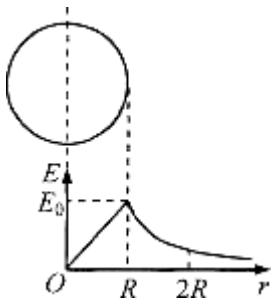
小球落地距离滑块左端距离为

$$\Delta s = vt_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2} = \sqrt{V_0^2 - \frac{2(M+m)}{M} \mu g L} \times \sqrt{\frac{2h}{g}} - \frac{\mu g}{2} \left(\sqrt{\frac{2h}{g}} \right)^2 = \sqrt{\frac{2hV_0^2}{g} - \frac{4(M+m)h\mu L}{M}} - \mu h$$

【学科网考点定位】 自由落体运动 匀变速直线运动

【名师点睛】 此题考查了自由落体运动以及匀变速直线运动的规律；此题容易忽视小球没掉落滑块就停止下来的情况，要注意对问题考虑要全面，比如刹车类问题，在判定在某个时间内的位移之前，要先判定车的停止时间。

32. (12 分) 半径为 R ，均匀带正电荷的球体在空间产生球对称的电场；场强大小沿半径分布如图所示，图中 E_0 已知， $E-r$ 曲线下 $O-R$ 部分的面积等于 $R-2R$ 部分的面积。



- (1) 写出 $E-r$ 曲线下面积的单位；
- (2) 已知带电球在 $r \geq R$ 处的场强 $E = kQ / r^2$ ，式中 k 为静电力常量，该均匀带电球所带的电荷量 Q 为多大？
- (3) 求球心与球表面间的电势差 ΔU ；
- (4) 质量为 m ，电荷量为 q 的负电荷在球面处需具有多大的速度可以刚好运动到 $2R$ 处？

【答案】 (1) V (2) $Q = \frac{E_0 R^2}{k}$ (3) $\Delta U = \frac{RE_0}{2}$ (4) $v = \sqrt{\frac{qRE_0}{m}}$

【解析】 (1) $E-r$ 曲线下面积表示电势差，则单位为 V。

(2) 根据 R 处的场强为 E_0 ，有 $E_0 = \frac{kQ}{R^2}$ ，解得 $Q = \frac{E_0 R^2}{k}$ 。

(3) $E-r$ 曲线下围成的面积表示电势差，则球心与球表面间的电势差 $\Delta U = \frac{E_0 R}{2}$

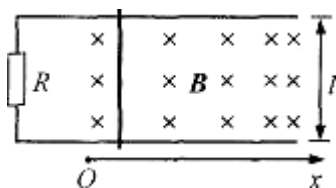
(4) $E-r$ 曲线下 $O-R$ 部分的面积等于 $R-2R$ 部分的面积，知表面与 $2R$ 处的电势差大小为 $\frac{E_0 R}{2}$ 根据动能定理得， $-q\Delta U = 0 - \frac{1}{2}mv^2$

解得 $v = \sqrt{\frac{qE_0 R}{m}}$ 。

【学科网考点定位】 静电场的分布，场强电场的分布，动能定理

【名师点睛】 此题考查了静电场分布以及物理图像的应用问题；解决本题的关键知道 $E-r$ 围成的面积表示的含义是电势差，可以类比于速度时间图线围成的面积表示位移进行分析；物理学中很多图线的“面积”都有实际的意义，要仔细研究，理解含义。

33. (16分) 如图，两根相距 $l=0.4\text{m}$ 、电阻不计的平行光滑金属导轨水平放置，一端与阻值 $R=0.15\Omega$ 的电阻相连。导轨 $x>0$ 一侧存在沿 x 方向均匀增大的稳恒磁场，其方向与导轨平面垂直，变化率 $k=0.5\text{T/m}$ ， $x=0$ 处磁场的磁感应强度 $B_0=0.5\text{T}$ 。一根质量 $m=0.1\text{kg}$ 、电阻 $r=0.05\Omega$ 的金属棒置于导轨上，并与导轨垂直。棒在外力作用下从 $x=0$ 处以初速度 $v_0=2\text{m/s}$ 沿导轨向右运动，运动过程中电阻上消耗的功率不变。求



- (1) 回路中的电流；
- (2) 金属棒在 $x=2\text{m}$ 处的速度；
- (3) 金属棒从 $x=0$ 运动到 $x=2\text{m}$ 过程中安培力做功的大小；
- (4) 金属棒从 $x=0$ 运动到 $x=2\text{m}$ 过程中外力的平均功率。

【答案】 (1) 2; (2) $\frac{2}{3}$; (3) 1.6; (4) 0.71

【解析】 (1) 金属棒切割产生感应电动势为: $E=B_0Lv=0.5\times 0.4\times 2\text{V}=0.4\text{V}$,

由闭合电路欧姆定律, 电路中的电流 $I=\frac{E}{R+r}=\frac{0.4}{0.15+0.05}\text{A}=2\text{A}$

(2) 由题意可知, 在 $x=2\text{m}$ 处, $B_2=B_0+kx=1.5\text{T}$,

切割产生感应电动势, $E=B_2Lv_2$,

由上可得, 金属棒在 $x=2\text{m}$ 处的速度 $v_2=0.67\text{m/s}$

(3) 当 $x=0\text{m}$ 时 $F_0=B_0IL=0.4\text{N}$,

$x=2\text{m}$ 时, $F_A=B_2IL=1.2\text{N}$,

金属棒从 $x=0$ 运动到 $x=2\text{m}$ 过程中安培力做功的大小, $W=(F_0+F_A)\frac{x}{2}=1.6\text{J}$

(4) 由 $EIt=W$

解得 $t=2\text{s}$,

由动能定理: $Pt-W=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

解得: $P=0.71\text{W}$

【学科网考点定位】 电磁感应, 闭合电路欧姆定律

【名师点睛】 考查法拉第电磁感应定律、闭合电路欧姆定律、安培力的大小公式、做功表达式、动能定理等的规律的应用与理解, 运动过程中电阻上消耗的功率不变, 是本题解题的突破口。