

2015 年高考（上海卷）物理试题解析

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. X 射线

- A. 不是电磁波
- B. 具有反射和折射的特性
- C. 只能在介质中传播
- D. 不能发生干涉和衍射

【答案】B

【解析】X 射线是波长极短的电磁波，故 A 错误；X 射线是波长极短的电磁波，电磁波具有反射与折射的特性，B 正确；X 射线可以在真空中传播，故 C 错误；X 射线是波长极短的电磁波，能发生干涉和衍射作用，故 D 错误。

【学科网考点定位】电磁波谱

【名师点睛】本题考查电磁波谱中 X 射线的相关知识，比较容易，意在考查考生对物理基础知识的掌握情况。电磁波谱中有无线电波、红外线、可见波、紫外线、X 射线等，它们都和可见光一样属于电磁波，具有波的特性，即具有反射、折射、干涉和衍射等特性，电磁波的传播不需要介质，即能在真空中传播，这一点不同于机械波。

2. 如图， P 为桥墩， A 为靠近桥墩浮出水面的叶片，波源 S 连续振动，形成水波，此时叶片 A 静止不动。为使水波能带动叶片振动，可用的方法是



- A. 提高波源频率
- B. 降低波源频率
- C. 增加波源距桥墩的距离
- D. 减小波源距桥墩的距离

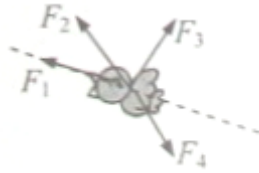
【答案】B

【解析】叶片 A 之所以不动，是因为水波不能绕过桥墩传过来，也就是说水波衍射不太明显，而发生明显衍射的条件是，障碍物的尺寸也波长小或差不多，所以要让叶片 A 动起来方法只能是减小桥墩的民族尺寸或增大水波的波长，水波的速度一定，减小频率会增长波长，增大频率会减小波长，故 A 错误，B 正确；改变波源与桥墩的距离不会让衍射现象更明显，所以 C、D 错误。

【学科网考点定位】波的衍射

【名师点睛】 本题考查波的衍射，意在考查考生对波的衍射现象的理解能力和运用所学知识解决实际问题的能力。发生明显衍射的条件是障碍物的尺寸也波长小或差不多。要让衍射明显，要么增大波长，要么减小障碍物的尺寸。

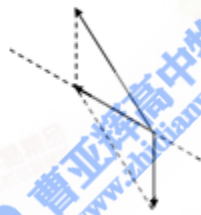
3. 如图，鸟沿虚线斜向上加速飞行，空气对其作用力可能是



- A. F_1 B. F_2 C. F_3 D. F_4

【答案】 B

【解析】 小鸟沿虚线斜向上加速飞行，说明合外力方向沿虚线斜向上，小鸟受两个力的作用，空气的作用力和重力，如下图所示：



【学科网考点定位】 牛顿第二定律

【名师点睛】 本题以实际情境为命题背景，考查力与运动的关系、合力与分力的关系等知识点，意在考查考生对物理基本规律的理解能力和灵活运用物理规律解决实际问题的能力。本题的要点是理解合力和分力的关系，对小鸟进行受力分析可以较快解决问题。

4. 一定质量的理想气体在升温过程中

- A. 分子平均势能减小 B. 每个分子速率都增大
C. 分子平均动能增大 C. 分子间作用力先增大后减小

【答案】 C

【解析】 一定质量的理想气体，分子势能不计，故 A 错误；在升温过程中，分子的平均动能增大，但不是每个分子的动能增大，故 B 错误，C 正确；理想气体的气体分子本身的体积和气体分子间的作用力都可以忽略不计的气体，故 D 错误。

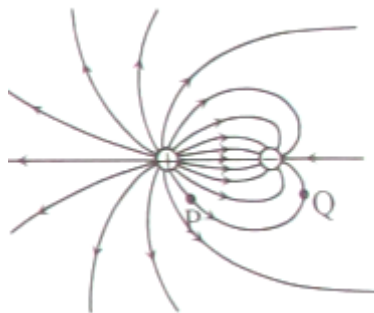
【学科网考点定位】 分子动理论

【解析】 在 α 粒子散射实验中，由于电子的质量太小，电子的质量只有 α 粒子的 $\frac{1}{7300}$ ，它对 α 粒子速度的大小和方向的影响就像灰尘对枪弹的影响，完全可以忽略。故 D 正确，A、B、C 错误。

【学科网考点定位】 α 粒子散射实验

【名师点睛】 本题考查 α 粒子散射实验，涉及电子的特征，意在考查考生的识记能力。卢瑟福 α 粒子散射实验，说明原子是核式结构的。

8. 两个正、负点电荷周围电场线分布如图所示， P 、 Q 为电场中两点，则



- A. 正电荷由 P 静止释放能运动到 Q
- B. 正电荷在 P 的加速度小于在 Q 的加速度
- C. 负电荷在 P 的电势能高于在 Q 的电势能
- D. 负电荷从 P 移动到 Q ，其间必有一点电势能为零

【答案】 D

【解析】 正电荷在 P 点静止释放时，会沿电场线切线方向运动，所以不能运动到 Q 点，故 A 错误； P 点的电场线密集，所以电场力，加速度也大，故 B 错误；因为顺着电场线方向电势逐渐降低，所以负电荷在 P 的电势低于在 Q 的电势能，故 C 错误；如果取无穷远处的电势为 0，正电荷附近 P 点电势高于 0，负电荷附近 Q 点的电势低于 0，所以负电荷从 P 移动到 Q ，其间必经过有一点电势为 0，该点电势能也为 0，故 D 正确。

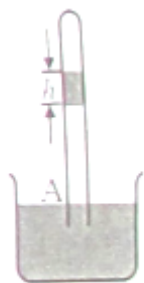
【学科网考点定位】 电场线；电势；电势能

【名师点睛】 本题考查静电场知识，涉及电场线、电场强度、电势和电势能等知识点，意在考查考生的理解能力。电场线的理解和应用是高考必考内容，必须熟练掌握。特别注意两点应用：根据电场线的疏密可以比较电场强度的大小，根据电场线的方向可以比较电势的变化等。

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，长为 h 的水银柱将上端封闭的玻璃管内气体分割成两部分， A 处管内外水银面相平。将玻璃管缓

慢向上提升 H 高度（管下端未离开水银面），上下两部分气体的压强发生变化分别为 Δp_1 和 Δp_2 ，体积变化分别为 ΔV_1 和 ΔV_2 。已知水银密度为 ρ ，玻璃管截面积为 S ，则



- A. Δp_2 一定等于 Δp_1
- B. ΔV_2 一定等于 ΔV_1
- C. Δp_2 与 Δp_1 之差为 ρgh
- D. ΔV_2 与 ΔV_1 之和为 HS

【答案】A

【解析】当玻璃管缓慢向上提升 H 高度时，气体的体积变大，压强变小，有部分水银进入玻璃管，也就是管中的水银面会比管外的水银面高，设高度差为 Δh ，初状态上面气体的压强 $p_1 = p_0 - \rho gh$ ，末状态上面气体的压强 $p_1' = p_0 - \rho gh - \rho g\Delta h$ ，所以 $\Delta p_1 = \rho g\Delta h$ ，同理可求出 $\Delta p_2 = \rho g\Delta h$ ，故 A 正确，C 错误；

由玻意耳定律得 $P_1 V_1 = P_1' V_1'$ ，所以气体的变化 $\Delta V_1 = V_1' - V_1 = \frac{\Delta P_1}{P_1} V_1$ ，同理可求出 $\Delta V_2 = \frac{\Delta P_2}{P_2} V_2$ ，故 B

错误；因为有水银进入玻璃管内，所以 ΔV_1 与 ΔV_2 之和小于 HS ，故 D 错误。

【学科网考点定位】玻意耳定律

【名师点睛】本题考查了气体的实验定律，涉及气体压强的计算、玻意耳定律的应用等，意在考查考生运用物理规律解决问题的能力。本题的重难点在于对气体压强的求解。特别注意，管内外液体深度相同位置处的压强是相同的。

10. 用很弱的光做单缝衍射实验，改变曝光时间，在胶片上出现的图像如图所示，该实验表明



- A. 光的本质是波
- B. 光的本质是粒子
- C. 光的能量在胶片上分布不均匀
- D. 光到达胶片上不同位置的概率相同

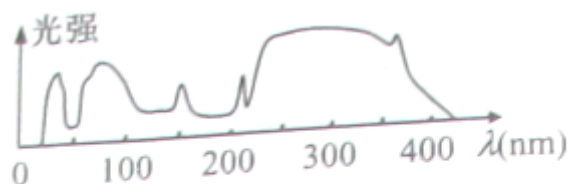
【答案】C

【解析】用很弱的光做单缝衍射实验，改变曝光时间在胶片出现的图样，说明光有波粒二象性，故 A、B 错误；说明光到达胶片上的不同位置的概率是不一样的，也就说明了光的能量在胶片上分而不均匀，故 C 正确，D 错误。

【学科网考点定位】波粒二象性

【名师点睛】本题考查光的波粒二象性，意在考查考生对教材内容的掌握情况。只要能简要运用教材相关知识分析一些现象就行，属于容易题。

11. 某光源发出的光由不同波长的光组成，不同波长的光的强度如图所示，表中给出了一些材料的极限波长，用该光源发出的光照射表中材料



材料	钠	铜	铂
极限波长(nm)	541	268	196

- A. 仅钠能产生光电子 B. 仅钠、铜能产生光电子
C. 仅铜、铂能产生光电子 D. 都能产生光电子

【答案】D

【解析】根据爱因斯坦光电效应方程可知，只有光源的波长小于某金属的极限波长，就有光电子逸出，该光源发出的光的波长有小于 100nm，小于钠、铜、铂三个的极限波长，都能产生光电子，故 D 正确，A、B、C 错误。

【学科网考点定位】光电效应

【名师点睛】本题考查爱因斯坦光电效应方程，重点是考查发生光电效应的条件：光的频率大于截止频率，光的波长小于极限波长。根据爱因斯坦光电效应方程，还可以计算逸出功，光电子逸出时的最大动能，甚至还可以结合图象进行一些分析判断和简单计算。

12. 重粒子肿瘤治疗装置中的回旋加速器可发生+5价重离子束，其电流强度为 $1.2 \times 10^{-5} \text{A}$ ，则在 1s 内发射的重离子个数为 ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$)

- A. 3.0×10^{12} B. 1.5×10^{13} C. 7.5×10^{13} D. 3.75×10^{14}

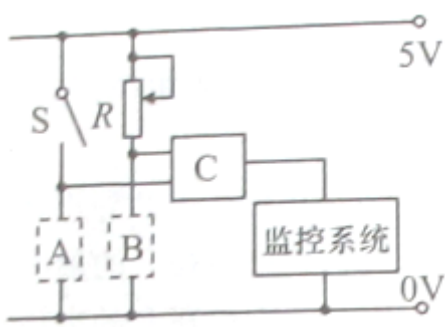
【答案】B

【解析】 设 1s 内发射的重离子个数为 n ，则 1s 内发射的电荷量 $q=5ne$ ，由电流定义式可知： $I = \frac{q}{t} = \frac{5ne}{t}$
 解得： $n = \frac{It}{5e} = 1.5 \times 10^{13}$ ，故 B 正确，A、C、D 错误。

【学科网考点定位】 电流的定义

【名师点睛】 本题考查了电流的定义式，意在考查考生的理解能力。本题要特别注意“+5 价重离子束”的意思。

13. 监控系统控制电路如图所示，电键 S 闭合时，系统白天和晚上都工作，电键 S 断开时，系统仅晚上工作。在电路中虚框处分别接入光敏电阻（受光照时阻值减小）和定值电阻，则电路中



- A. C 是“与门”，A 是光敏电阻
- B. C 是“与门”，B 是光敏电阻
- C. C 是“或门”，A 是光敏电阻
- D. C 是“或门”，B 是光敏电阻

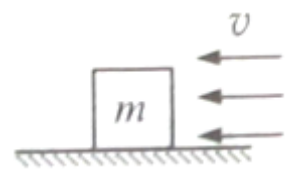
【答案】 D

【解析】 开关 S 闭合后，C 门的一个输入端就是 1，系统不管白天和晚上都工作，说明与另一个输入端的逻辑值无关，这说明 C 门是“或”门。开关 S 断开时，C 门的一个输入端就是 0，要让系统工作，另一个输入端必须是 1，也就是高电压，所以 B 是光敏电阻，故 D 正确。

【学科网考点定位】 简单逻辑电路

【名师点睛】 本题考查简单逻辑电路，意在考查考生的理解能力。门电路在高中很简单，重要的记住三种重要门电路的特点，知道简要应用。

14. 如图，一质量为 m 的正方体物块置于风洞内的水平面上，其一面与风速垂直，当风速为 v_0 时刚好能推动该物块。已知风对物块的推力 F 正比于 Sv^2 ，其中 v 为风速、 S 为物块迎风面积。当风速变为 $2v_0$ 时，刚好能推动用同一材料做成的另一正方体物块，则该物块的质量为



- A. 4m B. 8m C. 32m D. 64m

【答案】D

【解析】一质量为 m 的正方体的边长为 a ，刚好被推动，在水平方向上受到风力和最大静摩擦力，最大静摩擦力与正压力成正比的，设比例系数为 μ ，且二力大小相等， $\mu mg = kSv_0^2$ ，得： $\mu a^3 g = ka^2 v_0^2$ 同理另一块质量为 m 正方形的边长为 b ，刚好被推动时，有 $\mu b^3 g = kb^2 v_0^2$ ，解得 $b=4a$ ，所以质量为 m 正方形的体积是质量为 m 正方形体积的 64 倍，所以 $m'=64m$ ，故 D 正确，A、B、C 错误。

【学科网考点定位】力的平衡；最大静摩擦力

【名师点睛】 本题考查最大静摩擦力，意在考查考生的分析推理能力。本题要特别注意：物块的体积变了，质量也就变了，最大静摩擦力也变了。要抓住不变量“密度”，做这个题目就容易了。

15. 一简谐横波沿水平绳向右传播，波速为 v ，周期为 T ，振幅为 A 。绳上两质点 M 、 N 的平衡位置相距四分之三波长， N 位于 M 右方。设向上为正，在 $t=0$ 时刻 M 位移为 $+\frac{A}{2}$ ，且向上运动，经时间 t ($t < T$)， M 位移仍为 $+\frac{A}{2}$ ，但向下运动，则

- A. 在 t 时刻， N 恰好在波谷位置
B. 在 t 时刻， N 位移为负，速度向上
C. 在 t 时刻， N 位移为负，速度向下
D. 在 $2t$ 时刻， N 位移为 $-\frac{A}{2}$ ，速度向下

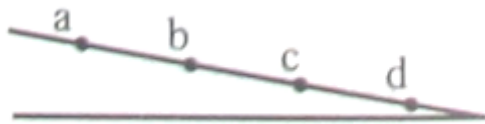
【答案】C

【解析】 因为波向右传播，当 $t/2$ 时 M 在波峰位置时， N 点在平衡位置且向下振动，当 M 点由波峰向平衡位置运动过程中， N 点就由平衡位置向波谷运动，所以经过时间 t ， M 点的位置是 $+A/2$ 时， N 点在平衡位置下方，向下运动，还没有到达波谷，故 A、B 错误，C 正确； M 点经过 $t/2$ 时间从 $+A/2$ 运动到波峰，所以从 $+A/2$ 运动到平衡位置的时间小于 $t/2$ ，所以， M 点从平衡位置向下运动，到返回平衡位置向上运动过程中， N 点就从波谷向波峰运动，经过 $2t$ 后， M 点在平衡位置的下方，所以 N 点速度方向向上，所以 D 错误。

【学科网考点定位】 波的传播

【名师点睛】 本题主要考查了波的传播，意在考查考生的理解能力。知道介质中相距 $\frac{3}{4}\lambda$ 的两质点的振动区别，尤其是其有一个质点在特殊位置时，另一个质点的振动情况。

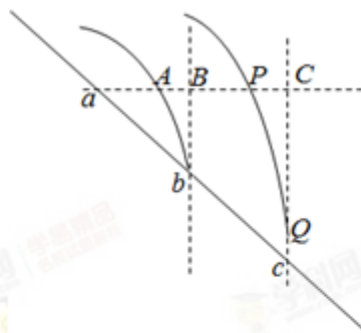
16. 如图，战机在斜坡上方进行投弹演练。战机水平匀速飞行，每隔相等时间释放一颗炸弹，第一颗落在 a 点，第二颗落在 b 点。斜坡上 c 、 d 两点与 a 、 b 共线，且 $ab=bc=cd$ ，不计空气阻力。第三颗炸弹将落在



- A. bc 之间 B. c 点 C. cd 之间 D. d 点

【答案】A

【解析】如图所示



假设第二颗炸弹的轨迹经过 a 、 b ，第三颗炸弹的轨迹经过 P 、 Q ； a 、 A 、 B 、 P 、 C 在同一水平线上，由题意可知，设 $aA=AP=x_0$ ， $ab=bc=L$ ，斜面的倾角为 θ ，三颗炸弹到达 a 所在水平面的竖直速度为 v_y ，水平速度为 v_0 ，

对第二颗炸弹：水平方向： $x_1 = L \cos \theta - x_0 = v_0 t_1$ ，竖直方向： $y_1 = v_y t_1 + \frac{1}{2} g t_1^2$

对第三颗炸弹：水平方向： $x_2 = 2L \cos \theta - 2x_0 = v_0 t_2$ ，竖直方向： $y_2 = v_y t_2 + \frac{1}{2} g t_2^2$

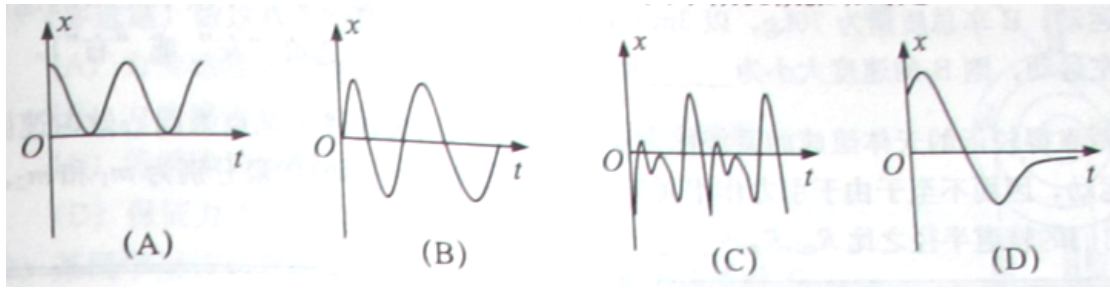
解得： $t_2 = 2t_1$ ； $y_2 > 2y_1$ ；所以 Q 点在 c 点的下方，也就是第三颗炸弹将落在 bc 之间，故 A 正确，B、C、D 错误。

【学科网考点定位】平抛运动

【名师点睛】 本题考查了平抛运动的规律，意在考查考生的分析综合能力。重点是抓住处理平抛运动的重要方法，运动的合成与分解。把平抛运动分解成水平方向的匀速运动，竖直方向的匀加速运动。因为水平方向匀速运动，根据水平位移求时间更简便一些。

三、多选选择题（共 16 分，每小题 4 分。每小题有二个或者三个正确选项。全选对得，得 4 分；选对但不全的，得 2 分；有选错或不答的，得 0 分）

17. 质点运动的位移 x 与时间 t 的关系如图所示，其中做机械振动的是



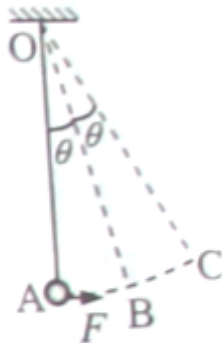
【答案】ABC

【解析】机械振动是指物体在某一平衡位置附近做来回往复运动，质点运动的位移 x 与时间 t 的关系如图所示中，故 A、B、C 正确，D 错误。

【学科网考点定位】机械运动

【名师点睛】本题考查了机械运动的概念，涉及位移表达式，属于容易题，意在考查考生对机械振动的理解能力。机械运动是一个往复运动。

18. 如图，质量为 m 的小球用轻绳悬挂在 O 点，在水平恒力 $F = mg \tan \theta$ 作用下，小球从静止开始由 A 经 B 向 C 运动。则小球



- A. 先加速后减速
- B. 在 B 点加速度为零
- C. 在 C 点速度为零
- D. 在 C 点加速度为 $g \tan \theta$

【答案】ACD

【解析】根据动能定理： $(mg \tan \theta)L \sin 2\theta - mgL(1 - \cos 2\theta) = \frac{1}{2}mv_C^2 - 0$ ，解得 $v_C=0$ ，所以小球先加速，后减速运动，故 A、C 正确；小球做圆周运动在 B 点有向心加速度，故 B 错误；在 C 点时，因为速度为 0，所以向心力为零，即指向圆心方向的合力为 0，沿切线方向的合力

$F_t = mg \sin 2\theta - mg \tan \theta \cos 2\theta = mg \tan \theta$ ，所以在 C 点的加速度为 $g \tan \theta$ ，故 D 正确。

【学科网考点定位】动能定理；牛顿第二定律；圆周运动

【名师点睛】本题考查了牛顿第二定律、圆周运动和动能定理等知识点，属于动力学综合题，意在考查考

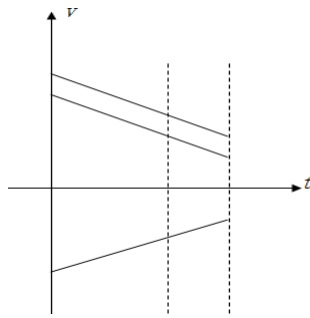
生的分析综合能力。

19. 一颗子弹以水平速度 v_0 穿透一块在光滑水平面上迎面滑来的木块后，二者运动感方向均不变。设子弹与木块间相互作用力恒定，木块最后速度为 v ，则

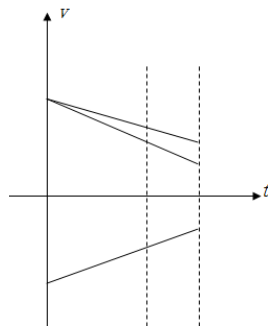
- A. v_0 越大， v 越大
- B. v_0 越小， v 越大
- C. 子弹质量越大， v 越大
- D. 木块质量越小， v 越大

【答案】 AC

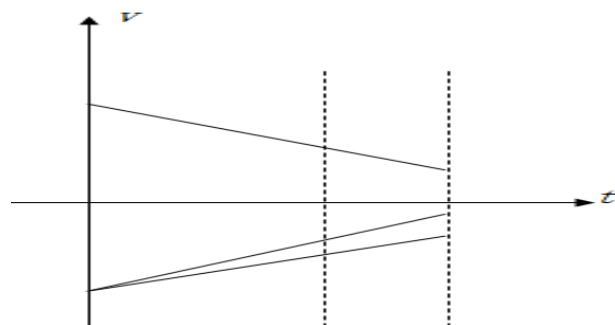
【解析】 子弹穿透木块过程中，作用力不变，两者都做匀减速运动，子弹的位移与木块的位移之和等于木块的厚度，保持不变，若质量不变，由加速度也不变，当子弹的初速度 v_0 越大时，如下图所示，



子弹位移也越大，木块的位移就越小，而木块的初速度和加速度不变，所以末速度 v 就越大，故 A 正确，B 错误；子弹的质量越大，加速度越小，初速度一定，位移越大，如下图所示



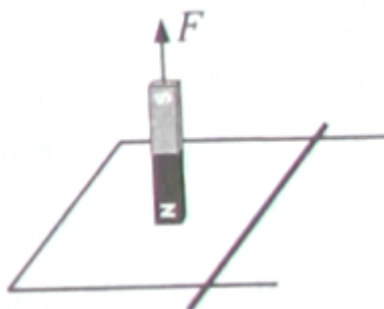
木块的位移就越小，而木块的初速度和加速度不变，所以末速度 v 就越大，故 C 正确；木块的质量越小，加速度越大，初速度不变，末速度越小，如下图所示，故 D 错误。



【学科网考点定位】 v-t 图象；

【名师点睛】 本题考查了对 v-t 图象的理解和应用，本题很容易误用动量守恒定律和能量守恒定律来求解，用这个方法来解决很繁杂。

20. 如图，光滑平行金属导轨固定在水平面上，左端由导线相连，导体棒垂直静置于导轨上构成回路。在外力 F 作用下，回路上方的条形磁铁竖直向上做匀速运动。在匀速运动过程中外力 F 做功 W_F ，磁场力对导体棒做功 W_1 ，磁铁克服磁场力做功 W_2 ，重力对磁铁做功 W_G ，回路中产生的焦耳热为 Q ，导体棒获得的动能为 E_k 。则



- A、 $W_1 = Q$ B、 $W_2 - W_1 = Q$ C、 $W_1 = E_k$ D、 $W_F + W_G = E_k + Q$

【答案】BCD

【解析】 由能量守恒定律可知：磁铁克服磁场力做功 W_2 ，等于回路的电能，电能一部分转化为内能，另一部分转化导体棒的机械能，所以 $W_2 - W_1 = Q$ ，故 A 错误，B 正确；以导体棒为对象，由动能定理可知，磁场力对导体棒做功 $W_1 = E_k$ ，故 C 正确；外力对磁铁做功与重力对磁铁做功之和为回路中的电能，也等于焦耳热和导体棒的内能，故 D 正确。

【学科网考点定位】 电磁感应；能量守恒定律

【名师点睛】 本题考查法拉第电磁感应定律的应用，侧重于其中的能量关系，意在考查考生的分析能力。做本题的关键在于掌握电磁感应中的能量转化关系，知道什么能转化为电能，电能又转化成什么能。

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. 静电场是_____周围空间存在的一种物质；通常用_____来描述电场的能的性质。

【答案】静止电荷；电势

【解析】静止电荷是周围空间存在的一种物质；电势是表征电场的能的性质的物理量。

【学科网考点定位】 电场；电势

【名师点睛】 本题考查物理概念，意在考查考生的识记情况，属于是容易题。

22A. 两小孩在冰面上乘坐“碰碰车”相向运动。 A 车总质量为 50kg ，以 2m/s 的速度向右运动； B 车总质量为 70kg ，以 3m/s 的速度向左运动；碰撞后， A 以 1.5m/s 的速度向左运动，则 B 的速度大小为_____ m/s ，方向向_____（选填“左”或“右”）

【答案】0.5；左

【解析】由动量守恒定律得：规定向右为正方向， $m_A v_A - m_B v_B = -m_A v'_A + m_B v'_B$ ，解得： $v_B = -0.5\text{m/s}$ ，所以 B 的速度大小是 0.5m/s ，方向向左。

【学科网考点定位】 动量守恒定律

【名师点睛】 本题考查动量守恒定律，在应用动量守恒定律时，要特别注意动量的方向。本题是容易题

22B. 两靠得较近的天体组成的系统成为双星，它们以两者连线上某点为圆心做匀速圆周运动，因而不至于由于引力作用而吸引在一起。设两天体的质量分布为 m_1 和 m_2 ，则它们的轨道半径之比

$R_{m_1} : R_{m_2} =$ _____；速度之比 $v_{m_1} : v_{m_2} =$ _____。

【答案】 $m_2 : m_1$ ； $m_2 : m_1$

【解析】双星角速度相同。向心力由万有引力提供，大小也相等，所以有： $G \frac{Mm}{L^2} = m_1 \omega^2 R_{m_1} = m_2 \omega^2 R_{m_2}$ ，所以 $R_{m_1} : R_{m_2} = m_2 : m_1$ ，角速度一定，线速度与半径成正比，所以速度之比

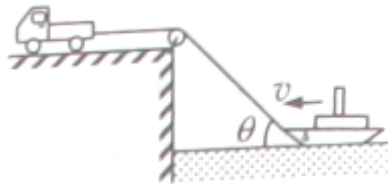
$v_{m_1} : v_{m_2} = R_{m_1} : R_{m_2} = m_2 : m_1$ 。

【学科网考点定位】 万有引力定律；圆周运动

【名师点睛】 本题考查双星问题，要掌握双星问题的特点：双星角速度相同，向心力由万有引力提供也相同，向心力大小也相等。

23. 如图，汽车在平直路面上匀速运动，用跨过光滑定滑轮的轻绳牵引轮船，汽车与滑轮间的绳保持水平。

当牵引轮船的绳与水平方向成 θ 角时，轮船速度为 v ，绳的拉力对船做功的功率为 P ，此时绳对船的拉力为_____。若汽车还受到恒定阻力 f ，则汽车发动机的输出功率为_____。



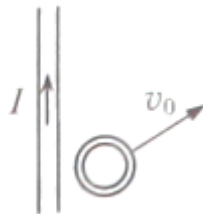
【答案】 $\frac{P}{v \cos \theta}$ ； $fv \cos \theta + P$

【解析】 由功率公式： $P = Fv \cos \alpha$ ；解得绳对船的拉力 $F_T = \frac{P}{v \cos \theta}$ ；此时汽车的速度 $v_{\text{车}} = v_{\text{绳}} \cos \theta$ ，所以，汽车匀速运动，所以汽车发动机的输出功率 $P_{\text{出}} = P_f + P_T = fv \cos \theta + P$ 。

【学科网考点定位】 功率；速度的合成与分解

【名师点睛】 本题重点是掌握运动的合成与分解，功率的计算。重点理解：因为绳不可伸长，沿绳方向的速度大小相等。

24. 如图所示，一无限长通电直导线固定在光滑水平面上，金属环质量为 0.02kg ，在该平面上以 $v_0 = 2\text{m/s}$ 、与导线成 60° 角的初速度运动，其最终的运动状态是_____，环中最多能产生_____J 的电能。



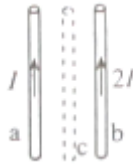
【答案】 匀速直线运动；0.03

【解析】 金属环最终会沿与通电直导线平行的直线，做匀速直线运动；最终速度 $v = v_0 \cos 60^\circ$ 由能量守恒定律，得环中最多能产生电能 $E = \Delta E_k = 0.03\text{J}$

【学科网考点定位】 电磁感应；能量守恒定律

【名师点睛】 本题主要考查了电磁感应中“阻碍”作用，通电直导线周围磁场的特点，当金属环的速度平行于直导线运动时，没有感应电流产生。

25. 如图，两根通电长直导线 a 、 b 平行放置， a 、 b 中的电流强度分别为 I 和 $2I$ ，此时 a 受到的磁场力为 F ，若以该磁场力的方向为正，则 b 受到的磁场力为_____； a 、 b 的正中间再放置一根与 a 、 b 平行共面的通电长直导线 c 后， a 受到的磁场力大小变为 $2F$ ，则此时 b 受到的磁场力为_____。



【答案】 $-F$ ； $-3F$ 或 $5F$

【解析】 由牛顿第三定律， b 受到 a 对它的磁场力为 $-F$ ； a 、 b 的正中间再放置一根与 a 、 b 平行共面的通电长直导线 c 后， c 在 a 、 b 两导线处的磁感应强度大小相等，方向相反， c 导线对 b 导线的作用力是它对 a 导线的作用力的两倍，方向相反， a 受到的磁场力大小变为 $2F$ ，那么 c 导线对 a 导线的作用力可能是 F 也可能是 $-3F$ ， c 导线对 b 导线的作用力可能是 $-2F$ 也可能是 $6F$ ，故此时 b 受到的磁场力为 $-3F$ 或 $5F$ 。

【学科网考点定位】 安培力

【名师点睛】 本题考查了通电直导线周围产生磁场的特点，距离直导线距离相等的点，磁感应强度的大小相等，磁场力的叠加。

五、实验题（共 24 分）

26、（3 分）在“用 DIS 研究通电螺线管的磁感应强度”实验中

（1）在对螺线管通电_____（选填“前”或“后”）必须对磁传感器进行调零。

（2）（单选题）实验时，将磁传感器探管前端插至通电螺线管轴线中点时，磁传感器读数为 5mT 。减小通电螺线管的电流后，将探管从螺线管的另一端插入，当探管前端再次到达螺线管轴线中点时，磁传感器的读数可能为

A. 5mT B. -5mT C. 3mT D. -3mT

【答案】（1）前 （2）D

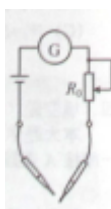
【解析】（1）在对螺线管通电前必须对磁传感器进行调零，否则就会有测量误差。

（2）减小通电螺线管的电流后，螺线管内的磁感应强度变小，由于从另一端插入，磁传感器的读数可能为 -3mT 。

【学科网考点定位】 用 DIS 研究通电螺线管的磁感应强度

【名师点睛】 要知道：减小通电螺线管的电流后，螺线管内的磁感应强度变小，从不同端插入磁传感器的读数的正负是不一样。

27、（4 分）如图是一个多用表欧姆档内部电路示意图。电流表满偏电流 0.5mA 、内阻 10Ω ；电池电动势 1.5V 、内阻 1Ω ；变阻器 R_0 阻值 $0-5000\Omega$ 。



(1) 该欧姆表的刻度值是按电池电动势为 1.5V 刻度的，当电池的电动势下降到 1.45V、内阻增大到 4Ω 时仍可调零。调零后 R_0 阻值将变_____（选填“大”或“小”）；若测得某电阻阻值为 300Ω ，则这个电阻的真实值是_____ Ω

(2) 该欧姆表换了一个电动势为 1.5V，内阻为 10Ω 的电池，调零后测量某电阻的阻值，其测量结果_____（选填“偏大”或“偏小”或“准确”）

【答案】 (1) 小；290 (2) 准确

【解析】 (1) 由闭合电路欧姆定律： $I_{\varepsilon} = \frac{E}{R_{\varepsilon} + r + R_0}$ 得： $R_0 = \frac{E}{I_{\varepsilon}} - R_{\varepsilon} - r$ ，因为式中 E 变小， r 变大，

故 R_0 将减小；因为该欧姆表的刻度是按电池电动势为 $E=1.5V$ 刻度的。测得某电阻阻值为 300Ω 时，电流表

中的电流 $I = \frac{E}{R + R_{\Omega}}$ ，其它 $R_{\Omega} = \frac{E}{I_{\varepsilon}}$ ，当电池电动势下降到 $E'=1.45V$ 时，此时欧姆表的内阻 $R'_{\Omega} = \frac{E'}{I_{\varepsilon}}$ ，

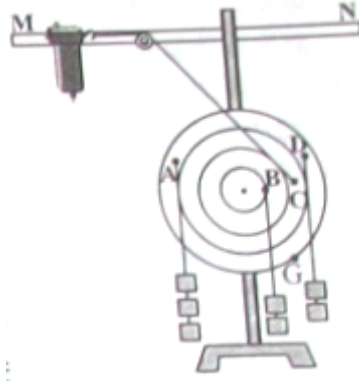
由闭合电路欧姆定律得 $I = \frac{E'}{R' + R'_{\Omega}}$ ，解得真实值 $R'=290\Omega$ 。

(2) 该欧姆表换了一个电动势为 1.5V，内阻为 10Ω 的电池，调零后测量某电阻的阻值的测量结果准确，因为电源的内阻的变化，可以通过调零电阻的阻值的变化来抵消。

【学科网考点定位】 多用表的应用

【名师点睛】 本题考查多用电表欧姆挡的工作原理，解答本题要求熟练闭合电路欧姆定律的应用，掌握多用表的原理。

28、(8分) 改进后的“研究有固定转动轴物体平衡条件”的实验装置如图所示，力传感器、定滑轮固定在横杆上，替代原装置中的弹簧秤，已知力矩盘上各同心圆的间距均为 5cm



(1) (多选题) 做这样改进的有点是

- A. 力传感器既可测拉力又可测压力
- B. 力传感器测力时不受主观判断影响，精确度高
- C. 能消除转轴摩擦力引起的实验误差
- D. 保证力传感器所受拉力方向不变

(2) 某同学用该装置做实验，检验时发现盘停止转动时 G 点始终在最低处，他仍用该盘做实验。在对力传感器进行调零后，用力传感器将力矩盘的 G 点拉到图示位置，此时力传感器读数为 3N 。再对力传感器进行调零，然后悬挂钩码进行实验，此方法_____ (选填“能”、“不能”) 消除力矩盘偏心引起的实验误差，已知每个钩码所受重力为 1N ，力矩盘按图示方式悬挂钩码后，力矩盘所受顺时针方向的合力矩为_____ Nm 。力传感器的读数为_____ N 。

【答案】 (1) BD (2) 能, 0.7 、 -0.5

【解析】 (1) 力传感器、定滑轮固定在横杆上，替代原装置中的弹簧秤主要好处是：力传感器测力时不受主观判断影响，精确度高和保证力传感器所受拉力方向不变，所以 B、D 正确；弹射也可以测拉力和压力的，所以 A 错误；不能消除转轴摩擦力引起的实验误差，故 C 错误。

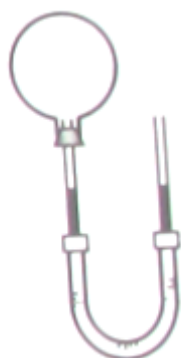
(2) 某同学用该装置做实验，检验时发现盘停止转动时 G 点始终在最低处，他仍用该盘做实验。在对力传感器进行调零后，用力传感器将力矩盘的 G 点拉到图示位置，此时力传感器读数为 3N 。说明此时偏心的顺时针力矩 $M_0 = 3 \times 2 \times 0.05 \text{Nm} = 0.3 \text{Nm}$ ，再对力传感器进行调零，这时就可以消除力矩盘偏心引起的实验误差；力矩盘所受顺时针方向的合力矩 $M_1 = (2 \times 1 \times 0.05 + 2 \times 1 \times 3 \times 0.05 + 0.3) \text{Nm} = 0.7 \text{Nm}$ ；根据有固定转动轴物体平衡条件： $F \times 2 \times 0.05 + 3 \times 1 \times 3 \times 0.05 + 0.3 = 2 \times 1 \times 0.05 + 2 \times 1 \times 3 \times 0.05 + 0.3$ ，解得： $F = -0.5 \text{N}$ 。

【学科网考点定位】 研究有固定转动轴物体平衡条件

【名师点睛】 本题求“力矩盘所受顺时针方向的合力矩”很容易忘掉“力矩盘偏心”的力矩。

29、(9分) 简易温度计构造如图所示。两内径均匀的竖直玻璃管下端与软管连接，在管中灌入液体后，将

左管上端通过橡皮塞插入玻璃泡。在标准大气压下，调节右管的高度，使左右两管的液面相平，在左管液面位置标上相应的温度刻度，多次改变温度，重复上述操作。



(1) (单选题) 此温度计的特点是

- A. 刻度均匀，刻度值上小下大
- B. 刻度均匀，刻度值上大下小
- C. 刻度不均匀，刻度值上小下大
- D. 刻度不均匀，刻度值上大下小

(2) (多选题) 影响这个温度计灵敏度的因素有

- A. 液体密度
- B. 玻璃泡大小
- C. 左管内径粗细
- D. 右管内径粗细

(3) 若管中液体是水银，当大气压变为 75cmHg 时，用该温度计测得的温度值_____ (选填“偏大”或“偏小”)。为测得准确的温度，在测量时需_____。

【答案】 (1) A (2) BC (3) 偏大；调整两管液面高度差，使右管液面比左管液面高 1cm ，

然后读数

【解析】 (1) 玻璃管很细中因液面上升而改变气体的体积可以不计，也就是可以认识气体是一个等容变化，此时，气体的压强与热力学温度成正比，所以刻度均匀，刻度值上小下大，故选 A。

(2) 因为这个温度计要求玻璃泡体积很大，而左玻璃管内径很细。误差才小，所以选 BC。

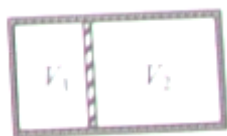
(3) 因为该温度计是在标准大气压下标的刻度，所以当大气压是 75cmHg 时，用该温度计测得的温度值偏大，为测得准确的温度，在测量时需调整两管液面高度差，使右管液面比左管液面高 1cm ，也就是 76cmHg (相当于标准大气压)，然后读数。

【学科网考点定位】 气体的状态方程

【名师点睛】 解答本题要求掌握近似处理方法。细玻璃管内气体的体积变化可以忽略不计。

六、计算题 (50 分)

30、(10分)如图,气缸左右两侧气体由绝热活塞隔开,活塞与气缸光滑接触。初始时两侧气体均处于平衡态,体积之比 $V_1:V_2=1:2$,温度之比 $T_1:T_2=2:5$ 。先保持右侧气体温度不变,升高左侧气体温度,使两侧气体体积相同;然后使活塞导热,两侧气体最后达到平衡,求:



- (1) 两侧气体体积相同时,左侧气体的温度与初始温度之比;
- (2) 最后两侧气体的体积之比。

【答案】 (1) 2; (2) $\frac{5}{4}$

【解析】 (1) 设初始时压强为 p

左侧气体满足: $\frac{pV_1}{T_1} = \frac{p'V}{kT_1}$

右侧气体满足: $pV_2 = p'V$

解得 $k = \frac{V_2}{V} = 2$

(2) 活塞导热达到平衡

左侧气体满足: $\frac{p'V_1}{kT_1} = \frac{p''V_1'}{T_1'}$

右侧气体满足: $\frac{p'V}{T_2} = \frac{p''V_2'}{T_2'}$

平衡时 $T_1' = T_2'$

解得 $\frac{V_1'}{V_2'} = \frac{T_2}{kT_1} = \frac{5}{4}$

【学科网考点定位】 气体状态方程

【名师点睛】 本题考查是气体状态方程,涉及的是两部分气体,要分析清楚每一部分气体“初状态”和“末状态”。不要混淆。

31、(12分)质量为 m 的小球在竖直向上的恒定拉力作用下,由静止开始从水平地面向上运动,经一段时

间，拉力做功为 W ，此后撤去拉力，球又经相同时间回到地面，以地面为零势能面，不计空气阻力。求：

- (1) 球回到地面时的动能 E_K ；
- (2) 撤去拉力前球的加速度大小 a 及拉力的大小 F ；
- (3) 球动能为 $W/5$ 时的重力势能 E_p 。

【答案】 (1) W ； (2) $F = \frac{4}{3}mg$ ； (3) $\frac{3}{5}W$ 或 $\frac{4}{5}W$

【解析】 (1) 撤去拉力时球的机械能为 W ，由机械能守恒定律，回到地面时的动能

$$E_{K1} = W$$

(2) 设拉力作用时间为 t ，在此过程中球上升 h ，末速度为 v ，则

$$h = \frac{1}{2}at^2$$

$$v = at$$

$$\text{由题意有 } -h = vt - \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{解得 } a = \frac{1}{3}g$$

$$\text{根据牛顿第二定律， } F - mg = ma, \text{ 解得 } F = \frac{4}{3}mg$$

(3) 动能为 $W/5$ 时球的位置可能在 h 的下方或上方。

设球的位置在 h 下方离地 h' 处

$$(F - mg)h' = \frac{1}{5}W$$

$$\text{而 } (F - mg)h = \frac{1}{4}W, \text{ 解得 } h' = \frac{4}{5}h$$

$$\text{重力势能 } E_p = mgh' = \frac{3}{5}W$$

设球的位置在 h 下上方离地 h'' 处

$$\text{由机械能守恒定律 } \frac{1}{5}W + mgh'' = W$$

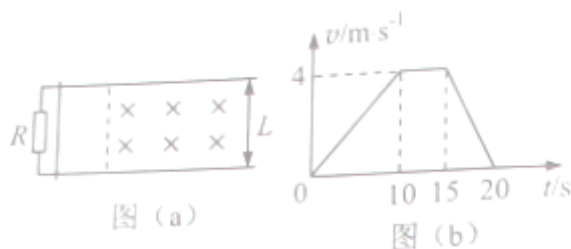
$$\text{因此 重力势能 } E_p = mgh'' = \frac{4}{5}W$$

【学科网考点定位】 牛顿第二定律；机械能守恒定律；匀变速直线运动公式

【名师点睛】 本题考查动力学综合问题，属于动力学中常见的多过程问题，解决这类问题的关键是分析清楚每一个过程中的受力情况；还要注意到球动能为 $W/5$ 时有两个位置。选取研究对象，选取研究过程，分

段处理。

32、(14分)如图(a)两相距 $L=0.5\text{m}$ 的平行金属导轨固定于水平面上, 导轨左端与阻值 $R=2\Omega$ 的电阻连接, 导轨间虚线右侧存在垂直导轨平面的匀强磁场, 质量 $m=0.2\text{kg}$ 的金属杆垂直于导轨上, 与导轨接触良好, 导轨与金属杆的电阻可忽略, 杆在水平向右的恒定拉力作用下由静止开始运动, 并始终与导轨垂直, 其 $v-t$ 图像如图(b)所示, 在 15s 时撤去拉力, 同时使磁场随时间变化, 从而保持杆中电流为 0, 求:



- (1) 金属杆所受拉力的大小为 F ;
- (2) 0-15s 匀强磁场的磁感应强度大小为 B_0 ;
- (3) 15-20s 内磁感应强度随时间的变化规律。

【答案】(1) 0.24N ; (2) 0.4T ; (3) $B(t) = \frac{20}{50 - (t-15)(t-25)}\text{T}$

【解析】(1) 由 $v-t$ 关系图可知在 0-10s 时间段杆尚未进入磁场, 因此

$$F - \mu mg = ma_1$$

由图可知 $a_1 = 0.4\text{m/s}^2$

同理可知在 15—20s 时间段杆仅有摩擦力作用下运动

$$\mu mg = ma_2$$

由图可知 $a_2 = 0.8\text{m/s}^2$

解得 $F = 0.24\text{N}$

(2) 在 10—15s 时间段杆在磁场中做匀速运动, 因此有

$$F = \mu mg + \frac{B_0^2 L^2 v}{R}$$

以 $F = 0.24\text{N}$, $\mu mg = 0.16\text{N}$ 代入

解得 $B_0 = 0.4\text{T}$

(3) 由题意可知在 15—20s 时间段通过回路的磁通量不变, 设杆在 15—20s 内运动距离为 d , 15s 后运动的距离为 x

$$B(t)L(d+x)=B_0Ld$$

其中 $d=20\text{m}$

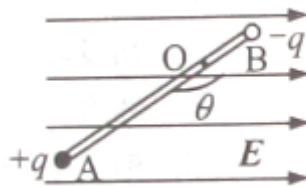
$$x=4(t-15)-0.4(t-15)^2$$

由此可得
$$B(t) = \frac{B_0 d}{d+x} = \frac{20}{50 - (t-15)(t-25)} T$$

【学科网考点定位】 牛顿第二定律; 导体棒切割磁感线

【名师点睛】 本题要求深刻理解 v-t 图象。分析清楚每个过程中的力, 以及为什么只有这些力。例如: 15—20s 时间段内速度在改变, 而合力恒定, 说明没有感应电流产生。

33、(14 分) 如图, 在场强大小为 E 、水平向右的匀强电场中, 一轻杆可绕固定转轴 O 在竖直平面内自由转动。杆的两端分别固定两电荷量均为 q 的小球 A 、 B ; A 带正电, B 带负电; A 、 B 两球到转轴 O 的距离分别为 $2l$ 、 l , 所受重力大小均为电场力大小的 $\sqrt{3}$ 倍, 开始时杆与电场夹角为 θ ($90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$)。将杆从初始位置由静止释放, 以 O 点为重力势能和电势能零点。求:



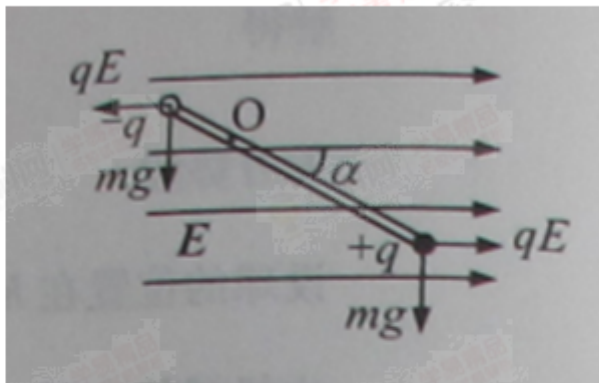
- (1) 初始状态的电势能 W_e ;
- (2) 杆在平衡位置时与电场间的夹角 α ;
- (3) 杆在电势能为零处的角速度 ω 。

【答案】 (1) $-3qEl\cos\theta$; (2) 30° ; (3) 当 $\theta < 150^\circ$ 时, $\omega = \sqrt{\frac{2\sqrt{3}(1-\sin\theta)-6\cos\theta}{5\sqrt{3}l}} g$; 当 $\theta \geq 150^\circ$ 时,

$$\omega = \sqrt{\frac{2\sqrt{3}(1-\sin\theta)-6\cos\theta}{5\sqrt{3}l}} g \text{ 或 } \omega = \sqrt{\frac{-2\sqrt{3}(1+\sin\theta)-6\cos\theta}{5\sqrt{3}l}} g$$

【解析】 (1) 初态: $W_e = qV_+ + (-q)V_- = q(V_+ - V_-) = -3qEl \cos \theta$

(2) 平衡位置如图,



设小球的质量为 m , 合力矩为

$$3qEl \sin \alpha - mgl \cos \alpha = 0$$

$$\text{由此得 } \tan \alpha = \frac{mg}{3qE} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

(3) 电势能为零时, 杆处于竖直位置, 当初始时 OA 与电场间夹角 $\theta = 150^\circ$ 时, A 恰好能到达 O 正上方, 在此位置杆的角速度为 0

当 $\theta < 150^\circ$ 时, A 位于 O 正下方处电势能为零。

$$\text{初态: } W_e = -3qEl \cos \theta, E_p = mgl \sin \theta$$

$$\text{末态: } W_e' = 0, E_p' = -mgl$$

$$\text{能量守恒: } -3qEl \cos \theta - mgl \sin \theta = \frac{5}{2} ml^2 \omega^2 - mgl$$

$$\text{解得 } \omega = \sqrt{\frac{2mg(1 - \sin \theta) - 6qE \cos \theta}{5ml}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2\sqrt{3}(1 - \sin \theta) - 6 \cos \theta}{5\sqrt{3}l}} g$$

当 $\theta \geq 150^\circ$ 时, 电势能为 0 有两处, 即 A 位于 O 正下方或正上方处

$$\text{当 } A \text{ 位于 } O \text{ 正下方时, } \omega = \sqrt{\frac{2\sqrt{3}(1 - \sin \theta) - 6 \cos \theta}{5\sqrt{3}l}} g$$

$$\text{当 } A \text{ 位于 } O \text{ 正上方时, } \omega = \sqrt{\frac{-2mg(1 + \sin \theta) - 6qE \cos \theta}{5ml}}$$

解得 $\omega = \sqrt{\frac{-2\sqrt{3}(1 + \sin \theta) - 6 \cos \theta}{5\sqrt{3}l}} g$

考点：能量守恒定律；有固定转动轴物体平衡

【学科网考点定位】 能量守恒定律；有固定转动轴物体平衡

【名师点睛】 本题是一个综合性很强的题目。运用能量守恒定律解决本题是一个好思路；要注意本题的多解性。运用有固定转动轴物体平衡求解平衡也是一个很简便的做法。