

2014 年浙江省高考物理学科考点分类预测与参考样题

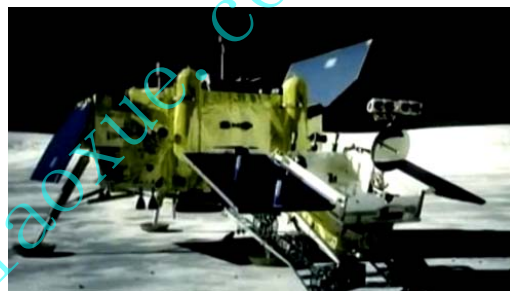
(仅供参考)

选 择 题 部 分

考点 1. 万有引力和航天

【样题 1】北京时间 2013 年 12 月 2 日凌晨 1 点 30 分, 肩负着中国探月任务的嫦娥三号成功发射, 2013 年 12 月 15 日 4 点 35 分, 质量为 m “玉兔号” 月球车踏上月球, 在月面印出两道深深的痕迹, “嫦娥”、“玉兔” 深情相望, 通过互拍留住这一永恒瞬间。至此, 嫦娥三号成功实现了预设的“落下去、走起来”的目标。实现中国探月史上的首次软着陆, 如图所示, 设“玉兔号”月球车绕月球表面附近做匀速圆周运动时的速率为 v , 软着陆后传感器显示其“重力”为 G_0 , 已知万有引力常量为 G , 则月球的质量可表示为 (B)

A. $\frac{mv^2}{GG_0}$ B. $\frac{mv^4}{GG_0}$ C. $\frac{G_0v^2}{Gm}$ D. $\frac{G_0v^4}{Gm}$



★温馨提示

万有引力定律、天体的运动和人造卫星与国家科技水准密切相关, 一直是高考的热点内容, 近几年都是命题选择题, 今年高考理综可能出大题。本内容的试题无论怎么变化, 都不能脱离两个关键方程式即 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$, $G\frac{Mm}{r^2}=ma_{\text{向}}$, 其中向心加速度有很多变化, 记住这些变化以及各物理量的对应性就可以适应此类考题的变化。试题难度中等, 不可失分。

考点 2. 机械振动和机械波

【样题 2】如图 a 所示, 一根水平张紧弹性长绳上有等间距的 Q' 、 P' 、 O 、 P 、 Q 质点, 相邻两质点间距离为 1m , $t=0$ 时刻 O 质点从平衡位置开始沿 y 轴正方向振动, 并产生分别向左、向右传播的波, O 质点振动图像如 b 所示, 当 O 点第一次达到正方向最大位移时刻, P 点刚开始振动, 则 (B)

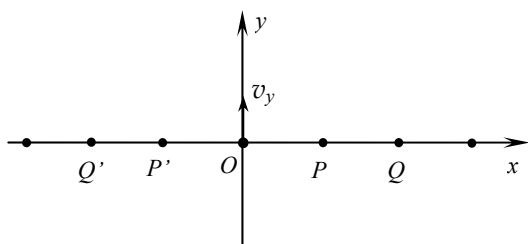


图 a

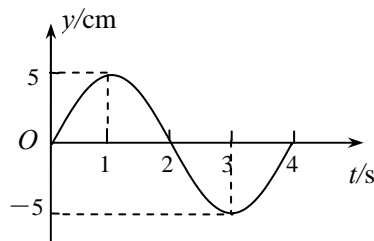


图 b

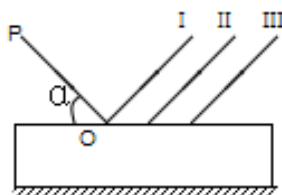
- A. P' 、 P 两点距离为半个波长，因此它们的振动步调始终相反
 B. 当 Q' 点振动第一次达到负向最大位移时， O 质点已经走过 25cm 路程
 C. 当波在绳中传播时，绳中所有质点沿 x 轴移动的速度大小相等且保持不变
 D. 若 O 质点振动加快，周期减为 2s，则 O 点第一次达到正方向最大位移时刻， P 点也刚好开始振动

★温馨提示

机械振动和机械波作为一种典型的运动形式，与日常生活、科技发展密切相关，内容不多，是必考内容之一。在理综试卷中一般是选择题型，试题难度中等或中等偏易，此分必拿。

考点 3. 光学

【样题 3】如右图所示，一束由两种色光混合的复色光沿 PO 方向射向一上、下表面平行的厚玻璃平面镜的上表面，得到三束反射光束 I、II、III，则 (A)



- A. 光束 I 仍为复色光，光束 II、III 为单色光，且三束光一定相互平行
 B. 增大 α 角且 $\alpha \leq 90^\circ$ ，光束 II、III 会远离光束 I
 C. 在同一双缝干涉实验装置中，分别用光束 II 和光束 III 做单色光的双缝干涉实验，光束 II 比光束 III 干涉条纹间距要大
 D. 减小 α 角且 $\alpha > 0^\circ$ ，光束 III 可能会从上表面消失

★温馨提示

光学部分知识点中，光的反射、折射和光的干涉是必考内容之一，必须全面复习。一般出选择题可能性较大，也可能是实验题，试题难度偏易，不可失分。

考点 4. 运动和力关系

【样题 4】把动力装置分散安装在每节车厢上，使其既具有牵引动力，又可以载客，这样的客车车辆叫做动车。把几节自带动力的车辆（动车）加几节不带动力的车辆（也叫拖车）编成一组，就是动车组。假设动车组运行过程中受到的阻力与其所受重力成正比，每节动车与拖车的质量都相等，每节动车的额定功率都相等。若 1 节动车加 3 节拖车编成的动车组的最大速度为 160km/h；现在我国往返北京和上海的动车组的最大速度为 480 km/h，则此动车组可能 (C)



- A. 由 3 节动车加 3 节拖车编成的
 B. 由 3 节动车加 9 节拖车编成的
 C. 由 6 节动车加 2 节拖车编成的
 D. 由 3 节动车加 4 节拖车编成的

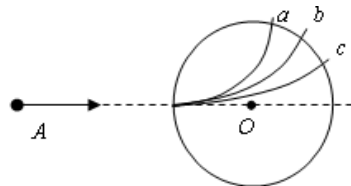
温馨提示

理综试卷中，力学选择题以运动和力、物体的平衡、运动的合成与分解、功能关系等内容较为常考，与计算题型互补。试题中等或中等偏上，选拔能力型考题居多，因此是历年复习中突破的方向之一。

考点 5、带电粒子在电磁场中的运动

【样题 5】如图所示，圆形区域内有垂直于纸面的匀强磁场，三个质量和电荷量都相同的带电粒子 a 、 b 、 c ，以不同速率对准圆心 O 沿着 AO 方向射入磁场，其运动轨迹如图。若带电粒子只受磁场力作用，则下列说法正确的是（ B ）

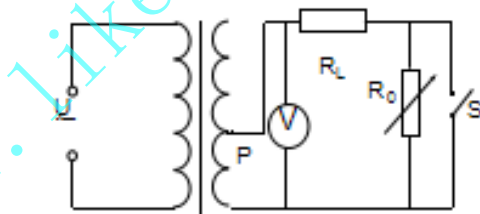
- A. a 粒子动能最大
- B. c 粒子速率最大
- C. c 粒子在磁场中运动时间最长
- D. 它们做圆周运动的周期 $T_a < T_b < T_c$



考点 6、变压器与电能的输送

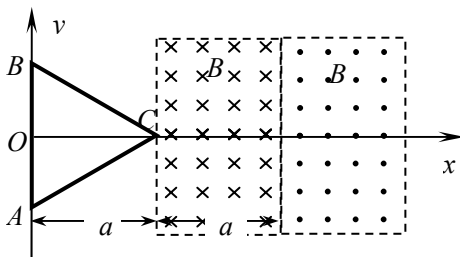
【样题 6】2008 年 1 月份，我国南方大部分地区遭遇 50 年不遇的大雪灾，高压输电线路大面积受损，冻雨使输电线表面结冰，重力增大，导致线断塔倒。某学校实验兴趣小组设计了利用输电导线自身电阻发热除冰的救灾方案，将高压输电的升压变压器改为高压变压器，输电线路终端降压变压器用模拟负载 R_0 代替，处理后的电路原理如图所示， R_L 为输电线电阻，为了模拟输电线，实验时用一根长电阻丝代替，并将电阻丝放入冰雪中，在变压器原线圈两端加上交变电流后即出现冰雪融化的现象。为了研究最好除冰效果，下列模拟实验除给定操作外，其它条件不变，不考虑其可行性，你认为其中最合理的是（ C ）

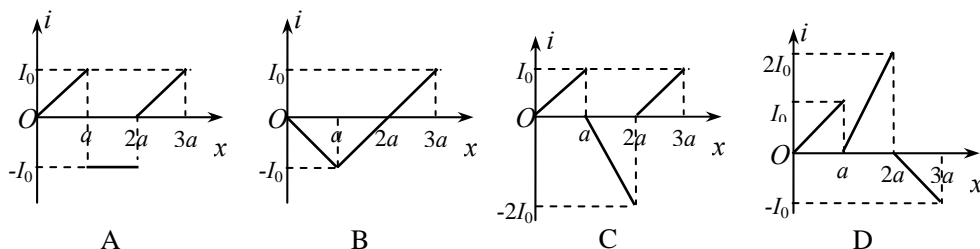
- A. 将调压变压器滑动触头 P 向上移动一些
- B. 将调压变压器滑动触头 P 向下移动一些，同时延长通电时间
- C. 通过计算，选择适当输出电压，并闭合 S 将模拟负载 R_0 短时短路
- D. 通过计算，选择适当输出电压，并将模拟负载 R_0 的阻值增大一些



考点 7、电磁感应中的图象问题

【样题 7】如图所示，两个垂直纸面的匀强磁场方向相反，磁感应强度的大小均为 B ，磁场区域宽度均为 a ，一正三角形（中垂线长为 a ）导线框 ABC 从图示位置方向匀速穿过两磁场区域，以逆时针方向为电流的正方向，在下图中感应电流 I 与线框移动距离 x 的关系图象正确的是（ C ）。





★温馨提示

高考物理试题经常出现考查电磁感应与图象的选择题，主要牵涉八种图象： $\Phi-t$ 图象， $B-t$ 图象， $E-t$ 图象， $u-t$ 图象， $i-t$ 图象， $i-x$ 图象， $p-t$ 图象， $F-t$ 图象。

解决电磁感应与图象问题应注意以下三点：

- (1) 注意磁场的分布情况（磁场的方向和边界）；
- (2) 注意线框的形状（矩形、正方形、梯形、三角形、圆形等）；
- (3) 注意线框切割磁感线的有效长度（关注线框和磁场边界的交线）。

考点 8、电磁波

【样题 8】2007 年 11 月 9 日下午 17 点 29 分开始，嫦娥一号卫星迎来了一项全新的挑战——那就是“日凌”现象。“日凌”是指太阳、探测卫星和地面站的数据接收天线恰巧在一条直线上，太阳产生的强大的电磁波将干扰地面站的天线接收卫星信号，从而造成通讯中断。假设嫦娥一号卫星受到的电磁辐射强度（单位时间内垂直通过单位面积的电磁辐射能量）为某一临界值 W_0 。若太阳的平均电磁辐射功率为 P ，则可以估算出太阳到月球的距离为（ D ）

A、 $\sqrt{\frac{W_0}{\pi P}}$ B、 $\sqrt{\frac{W_0}{4\pi P}}$ C、 $\sqrt{\frac{P}{\pi W_0}}$ D、 $\sqrt{\frac{P}{4\pi W_0}}$

★温馨提示

电学选择题往往与计算题互补，如电磁感应与图象，如果电磁感应今年命制压轴题，则电学选择题可能为带电粒子在“场”中的运动，时常辅以电路分析和计算问题。交变电流部分（变压器和电能的输送）和电磁波（关注电磁波在隐形飞机和雷达中的应用）值得注意。

★估算题

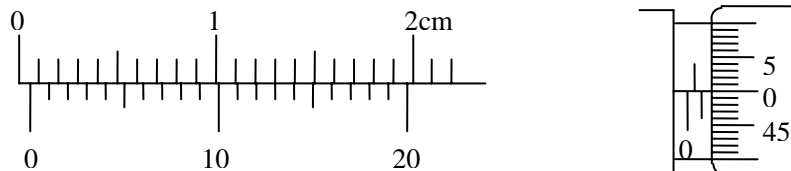
【样题 9】某科学家估测一个密度约为 $1.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的液态星球是否存在，他的主要根据之一就是它自转的周期，假若它存在，其自转周期的最小值约为（万有引力恒量 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ）（ A ）

A. 10^4 s B. 10^5 s C. $2 \times 10^4 \text{ s}$ D. $3 \times 10^4 \text{ s}$

非选择题

1、游标卡尺与螺旋测微器读数

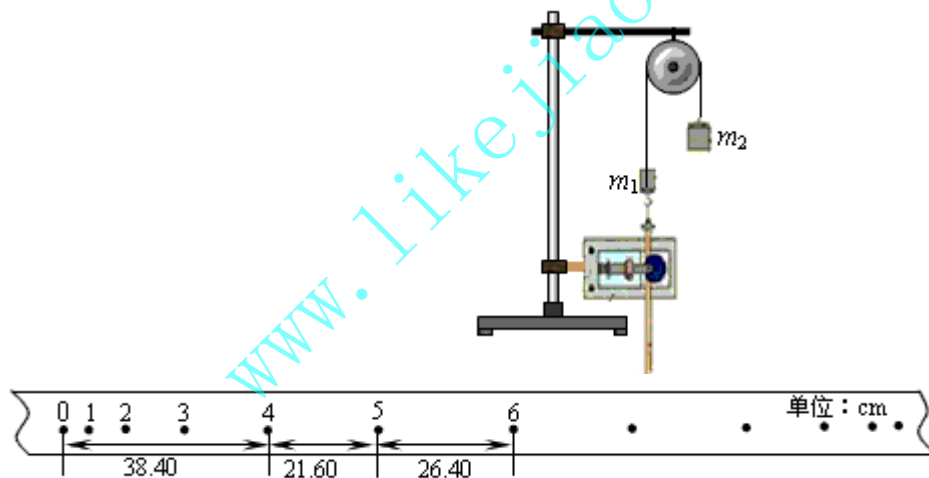
【样题 10】①在“长度的测量”实验中，调整游标卡尺两侧脚间距离，主尺和游标的位置如图所示，此时卡尺两脚间狭缝宽度为_____mm；若要狭缝宽度调到 0.20mm，应使游标上除 0 刻度线外第_____条刻度线与主尺上表示_____mm 的刻度线对齐。 0.65 ; 4 ; 4



②如图所示，螺旋测微器测出的金属丝的直径是_____mm. 1.500

2、验证机械能守恒定律

【样题 11】用如图实验装置验证 m_1 、 m_2 组成的系统机械能守恒。 m_2 从高处由静止开始下落， m_1 上拖着的纸带打出一系列的点，对纸带上的点迹进行测量，即可验证机械能守恒定律。下图给出的是实验中获取的一条纸带：0 是打下的第一个点，每相邻两计数点间还有 4 个点（图中未标出），计数点间的距离如图所示。已知 $m_1=50g$ 、 $m_2=150g$ ，则（ g 取 $10m/s^2$ ，结果保留两位有效数字）

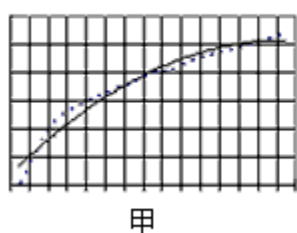


（1）在纸带上打下记数点 5 时的速度 $v=$ _____m/s; 2.4 ;

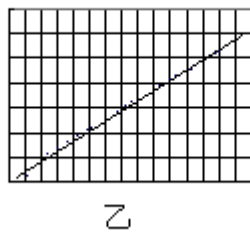
（2）在打点 0~5 过程中系统动能的增量 $\Delta E_K=$ _____J，系统势能的减少量 $\Delta E_P=$ _____J，由此得出的结论是_____； 0.58 ; 0.60 ; 在实验误差允许的范围内， m_1 、 m_2 组成的系统机械能守恒

（3）实验小组某同学先得出了 $v-h$ 图像，继而又得出 v^2-h 图像，如图甲、乙所示：该同学在得出 $v-h$ 图像后，为什么还要作出 v^2-h 图像？_____。找出 v^2 、 h 之间的线性关系

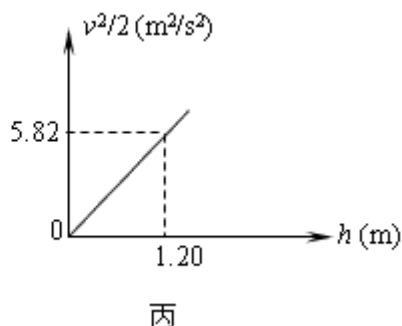
（4）另一同学作出 $v^2/2-h$ 图像如图丙，则当地的实际重力加速度 $g=$ _____m/s². 9.7



甲



乙

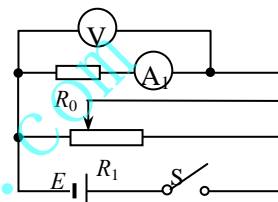


丙

3、测废旧电池的电动势和内阻

【样题 12】某课题研究小组，收集了数码相机、手机等用旧了的各种类型的电池，及从废旧收音机上拆下的电阻、电容、电感线圈。现从这些材料中选取两个待测元件，一是电阻 R_0 （约为 $2\text{k}\Omega$ ），二是手机中常用的锂电池（电动势 E 标称值为 3.7V ，允许最大放电电流为 100mA ）。在操作台上还准备了如下实验器材：

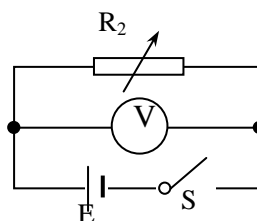
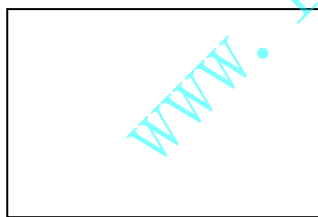
- A. 电压表 V （量程 4V ，电阻 R_V 约为 $4.0\text{k}\Omega$ ）
- B. 电流表 A_1 （量程 100mA ，电阻 R_{A1} 约为 5Ω ）
- C. 电流表 A_2 （量程 2mA ，电阻 R_{A2} 约为 50Ω ）
- D. 滑动变阻器 R_1 （ $0\sim 40\Omega$ ，额定电流 1A ）
- E. 电阻箱 R_2 （ $0\sim 999.9\Omega$ ）
- F. 开关 S 一只、导线若干



(1)为了测定电阻 R_0 的阻值，小组的一位成员，设计了如图所示的电路原理图，所选取了相应的器材（电源用待测的锂电池）均标在图上，其设计或器材选取中有不妥之处，你认为应该怎样调整？_____。用 A_2 替换 A_1

(2)在实际操作过程中，发现滑动变阻器 R_1 、电流表 A_1 已损坏，请用余下的器材测量锂电池的电动势 E 和内阻 r 。

①请你在方框中画出实验电路图（标注所用器材符号）；

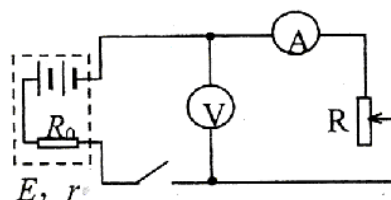


②为了便于分析，一般采用线性图象处理数据，请写出与线性图象对应的相关物理量间的函数关系式_____。

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{E} + \frac{r}{E} \frac{1}{R_2}$$

4、研究电源的输出功率 P 跟外电路电阻 R 的关系

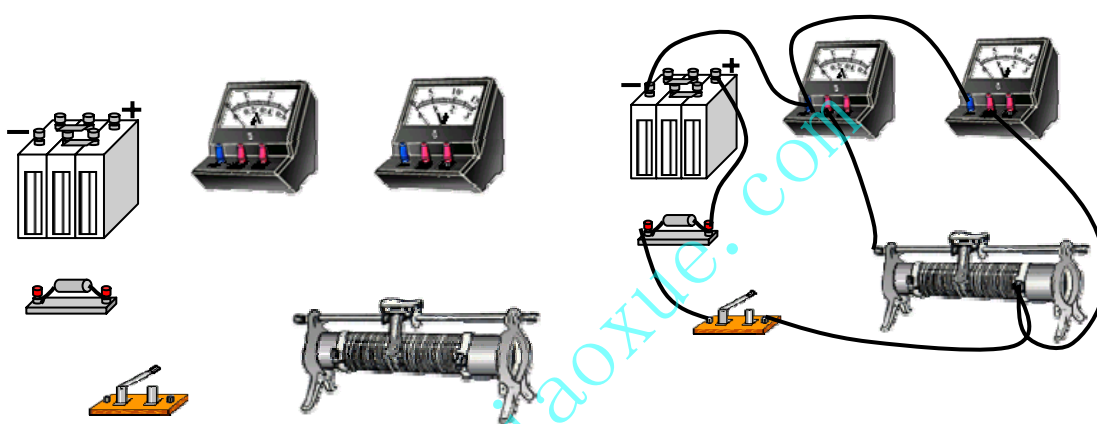
【样题 13】电源的输出功率 P 跟外电路的电阻 R 有关。如图所示，是研究它们关系的实验电路。为了便于进行实验和保护蓄电池，给蓄电池串联了一个定值电阻 R_0 ，把它们一起看作新电源（图中虚线框内部分）。新电源的内电阻就是蓄电池的内电阻和定值电阻 R_0 之和，用 r 表示，电源的电动势用 E 表示。



①写出新电源的输出功率 P 跟 E 、 r 、 R 的关系式：_____。（安培表、伏特表看作理想电表）。

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

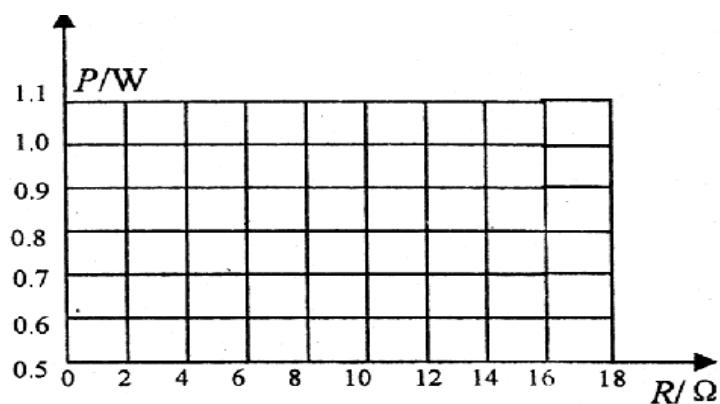
②在实物图中按电路图画出连线，组成实验电路。

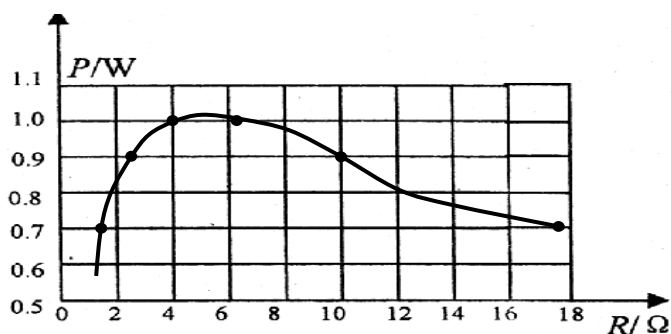


③表中给出了 6 组实验数据，根据这些数据，在方格纸中画出 $P-R$ 关系图线。根据图线可知，新电源输出功率的最大值约是 1.0—1.1 W，当时对应的外电阻约是 $R=5$ 欧。

④由表中所给出的数据，还可以求哪些物理量？这些物理量分别是多大？

U (V)	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
I (A)	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

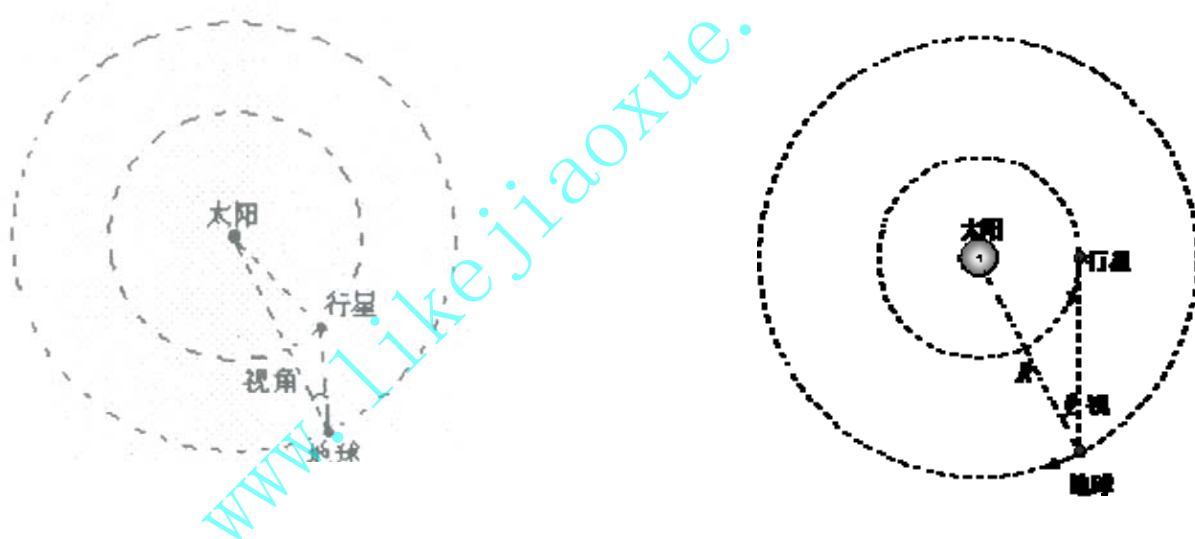




5、运动和力的关系

【样题 14】（研究天体运动）假设某次天文现象中，地球和某行星在同一轨道平面内同向绕太阳做匀速圆周运动，如图所示，地球的轨道半径为 R ，运转周期为 T 。地球和太阳中心的连线与地球和行星的连线所夹的角叫做地球对该行星的观察视角（简称视角）。已知该行星的最大视角为 θ ，当行星处于最大视角处时，是地球上的天文爱好者观察该行星的最佳时期。若某时刻该行星正处于最佳观察期，行星、地球的绕太阳的运行方向相同均沿逆时针方向，如图所示，行星的位置超前于地球，求：

- （1）该行星绕太阳的运转周期 T_1 ；（2）问该行星下一次处于最佳观察期至少需要经历多长的时间 Δt



解：（1）设行星的运行半径为 r ，由几何可得： $r = R \sin \theta$

由开普勒第三定律： $\frac{T_1^2}{T^2} = \frac{r^3}{R^3}$

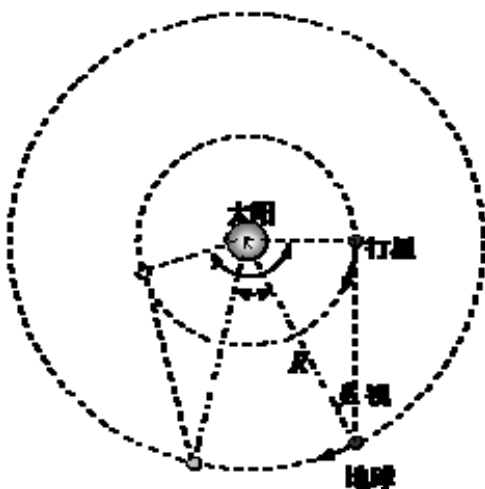
解得： $T_1 = \sqrt{\sin^3 \theta} \cdot T$

（2）. 当再次处于最佳观察期时，如图所示，行星运动转过的角度与地球运动转过的角度差为 $(\pi + 2\theta)$

则有: $\omega_{\text{行}}\Delta t - \omega_{\text{地}}\Delta t = \pi + 2\theta$

$$\omega_{\text{行}} = \frac{2\pi}{T_1} \quad \omega_{\text{地}} = \frac{2\pi}{T}$$

联立解得: $\Delta t = \frac{(\pi + 2\theta)\sqrt{\sin^3 \theta}}{2\pi(1 - \sqrt{\sin^3 \theta})} T$



【样题 15】继沪宁高铁开通运行之后，沪杭高铁也在 2010 年 10 月 26 日顺利开通运行。沪宁高铁使上海到南京最快只需要 73 分钟；而沪杭高铁使上海、杭州的旅行时间压缩到 38 分钟，沪宁杭的时空距离将进一步拉近，“长三角高铁时代”的脚步将迈得更为坚实。设重为 $1 \times 10^5 \text{ N}$ 的列车从上海虹桥站出发，始终以恒定的功率行驶，列车沿着倾角为 10° 的立交斜坡向上行驶，能达到的最大速度为 306 km/h ，当它沿相同坡度的斜坡下坡行驶最大速度为 360 km/h ，若斜坡足够长，已知列车所受阻力始终与其速度成正比（即 $f = kv$ ），取 $\sin 10^\circ = 0.174$ 。试求：（1）比例系数 k 和列车发动机的功率；（2）在水平路面上行驶时，列车的最大速度。

解析：（1）列车上坡时，牵引力 $F_1 = kv_1 + mg \sin 10^\circ$ 时，速度达到最大。

$$\text{列车功率 } P = F_1 v_1$$

列车下坡时，牵引力 $F_2 + mg \sin 10^\circ = kv_2$ 时，速度达到最大。

$$\text{列车功率 } P = F_2 v_2$$

$$\text{联立解得 } k = 1160 \text{ Ns/m}, \quad P = 9.86 \times 10^6 \text{ W}。$$

（2）在水平路面上行驶时，牵引力 $F = kv$ 时，速度达到最大。

$$\text{列车功率 } P = Fv = kv^2, \quad \text{代入数据，得水平面上的最大速度 } v = 92.2 \text{ m/s}。$$

6、功能关系中的弹簧问题

【样题 16】如图所示，劲度系数为 $k=200\text{N/m}$ 的轻弹簧一端固定在墙上，另一端连一质量为 $M=8\text{kg}$ 的小车 a ，开始时小车静止，其左端位于 O 点，弹簧没有发生形变，质量为 $m=1\text{kg}$ 的小物块 b 静止于小车的左侧，距 O 点 $s=3\text{m}$ ，小车与水平面间的摩擦不计，小物块与水平面间的动摩擦因数为 $\mu=0.2$ ，取 $g=10\text{m/s}^2$ 。今对小物块施加大小为 $F=8\text{N}$ 的水平恒力使之向右运动，并在与小车碰撞前的瞬间撤去

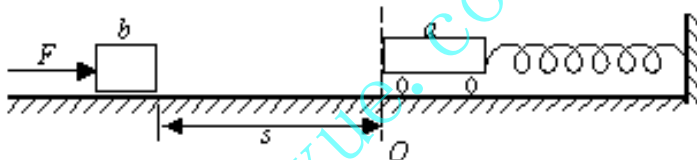
该力，碰撞后小车做振幅为 $A=0.2\text{m}$ 的简谐运动，已知小车做简谐运动周期公式为 $T=2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$ ，弹簧

的弹性势能公式为 $E_p=\frac{1}{2}kx^2$ (x 为弹簧的形变量)，则

(1) 小物块与小车碰撞前瞬间的速度是多大？

(2) 小车做简谐运动过程中弹簧最大弹性势能是多少？小车的最大速度为多大？

(3) 小物块 b 与小车 a 碰撞后，小物块发生反弹，速度大小为 2m/s ，小物块最终停在距 O 点多远处？当小物块刚停下时小车左端运动到 O 点的哪一侧？



【解析】(1) 设碰撞前瞬间，小物块 b 的速度为 v_1 ，小物块从静止开始运动到刚要与小车发生碰撞的过程中，根据动能定理可知 $Fs - \mu mgs = \frac{1}{2}mv_1^2$ ① 解得 $v_1=6\text{m/s}$ ②

(2) 由于小车简谐运动的振幅是 0.2m ，所以弹簧的最大形变量为 $x=A=0.2\text{m}$

根据弹性势能的表达式可知最大弹性势能 $E_{pm}=\frac{1}{2}kA^2$ ③

解得 $E_{pm}=4\text{J}$ ④

根据机械能守恒定律可知小车的最大动能应等于弹簧的最大弹性势能

所以 $\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}Mv_a^2$ ⑤ 解得小车的最大速度 $v_a=1\text{m/s}$ ⑥

(3) 小物块反弹后向左匀减速运动一直到停止，设位移是 s_1 ，所经历的时间为 t_1 ，根据动能定

理可知 $-\mu mgs_1=0-\frac{1}{2}mv_1'^2$ ⑦ 解得 $s_1=1\text{m}$ ⑧

物块作匀减速运动时的加速度为

$a=\frac{\mu mg}{m}=\mu g=2\text{m/s}^2$ ⑨ $t_1=\frac{0-v_1'}{a}=1\text{s}$ ⑩

小车 a 振动的周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}\approx 1.26\text{ s}$ (11)

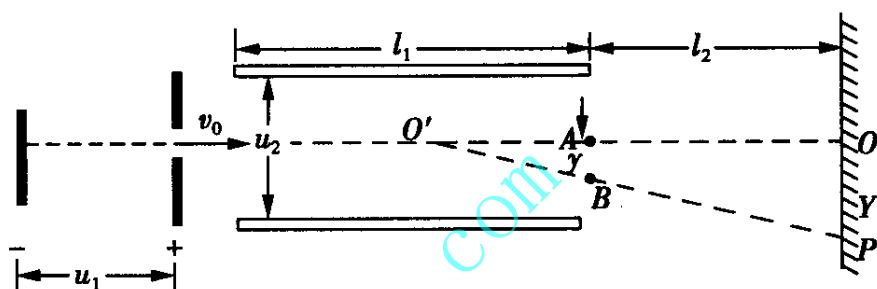
由于 $T>t_1>\frac{3}{4}T$ ，所以小车 a 在小物块 b 停止时在 O 点的左侧，并向右运动。

7、带电粒子在电磁场中的运动

【样题 17】如下图所示为电子显示仪器(如示波器)的核心部件。如图所示,左边部分为加速装置,阴极产生的热电子由静止开始经加速电压 u_1 加速后,进入板长为 l_1 , 间距为 d , 电压为 u_2 的偏转区域,

距偏转区域右侧为 l_2 的位置是荧光屏, 电子轰击荧光屏能够显示出光斑。依据上述信息, 求:

- (1) 若偏转电压 u_2 为稳定的直流电压, 试推导 OP 之间距离 Y 的表达式;
- (2) 若 $u_2=kt$, 光斑在荧光屏上做什么运动? 速度多大?
- (3) 若 $u_2=\beta t^2$, 光斑在荧光屏上做什么运动? 加速度多大?
- (4) 若 $u_2=u_m \sin \omega t$, 光斑在荧光屏上的运动性质如何? 光斑在荧光屏上的运动范围多大?



【解析】(1) 电子的加速过程, 由动能定理得 $u_1 e = \frac{1}{2} m v_0^2$

进入偏转电场后, 平行于板的方向电子做匀速直线运动 $l_1 = v_0 t$

垂直于板的方向做初速为 0 的匀加速直线运动, $y = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{e u_2 l_1^2}{2 m d v_0^2} = \frac{u_2 l_1^2}{4 u_1 d}$

电子射出平行板偏转电场后速度的偏向角为 φ , $\tan \varphi = \frac{v_1}{v_0} = \frac{u_2 e l_1}{m d v_0^2} = \frac{u_2 l_1}{2 u_1 d}$

(设 v_1 为沿 y 方向的分速度) 反向延长出射速度方向的直线, 交原运动方向于点 O' , 则

$$\tan \varphi = \frac{AB}{O'A} = \frac{y}{O'A} = \frac{v_1}{v_0} = \frac{u_2 e l_1}{m d v_0^2}, \quad O'A = \frac{l_1}{2}.$$

$$\text{由于三角形相似得 } \frac{OP}{y} = \frac{\frac{l_1}{2} + l_2}{\frac{l_1}{2}} = \frac{l_1 + 2l_2}{l_1},$$

$$Y = OP = \frac{l_1 + 2l_2}{l_1} y = \frac{(l_1 + 2l_2) u_2 l_1}{4 u_1 d}$$

$$(2) \text{ 若 } u_2 = kt \text{ 则 } OP = \frac{l_1 + 2l_2}{l_1} y = \frac{l_1 + 2l_2}{l_1} \times \frac{u_2 l_1^2}{4 u_1 d} = (l_1 + 2l_2) \times \frac{l_1}{4 u_1 d} kt$$

因为 OP 与时间 t 成正比, 所以光斑在萤光屏上做匀速直线运动, 速度的大小等于时间 t 前面的系数。

$$\text{即 } v = \frac{l_1 + 2l_2}{l_1} \times \frac{l_1^2}{4u_1 d} k = (l_1 + 2l_2) \times \frac{l_1}{4u_1 d} k.$$

$$(3) \text{ 若 } u_2 = \beta t^2, OP = \frac{l_1 + 2l_2}{l_1} \times \frac{l_1^2}{4u_2 d} \beta t^2 = \frac{1}{2} a t^2$$

光斑在萤光屏上做匀加速直线运动, 加速度大小为 $(l_1 + 2l_2) \times \frac{l_1}{2u_1 d} \beta$

$$(4) \text{ 若 } u_2 = u_m \sin \omega t, OP = \frac{l_1 + 2l_2}{l_1} \times \frac{l_1^2}{4u_1 d} u_m \sin \omega t = A \sin \omega t$$

光斑在萤光屏上做简谐运动, 如果频率足够高, 则成一条竖直亮线, 运动范围等于振幅的 2 倍, 即

$$(l_1 + 2l_2) \times \frac{l_1}{2u_1 d} u_m$$

★温馨提示

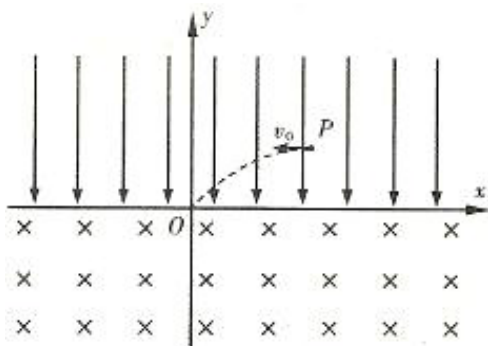
带电粒子在电场中的运动, 平行板电容器近几年高考中考查命题频率较高, 且集中在带电粒子在电场中的运动、电场力做功与电势能的变化这几个知识点上, 尤其是在与力学知识的结合中巧妙地把电场的概念、牛顿定律和功能关系等联系命题, 对考生能力有较好的测试作用, 试题题型全面, 一般是以选择和计算题的形式出现, 命题趋于综合能力的考查, 且结合力学的平衡问题、运动学、牛顿定律、功和能及交变电流等构成综合试题, 考查分析问题能力、综合能力和用数学的方法解决物理问题的能力。此类问题的解题关键是弄清粒子的运动过程, 正确分析每个子过程中粒子的受力情况, 再根据受力情况找对应的运动规律, 利用运动学方程解决问题。

【样题 18】如图所示, 在 xoy 平面 $y > 0$ 的区域内有沿 y 轴负方向的匀强电场, 在 $y < 0$ 的区域内有垂直于 xoy 平面向里的匀强磁场。一质量为 m 、电荷量为 q 的带电粒子从坐标为 $(2l, l)$ 的 P 点以初速度 v_0 沿 x 轴负方向开始运动, 恰能从坐标原点 O 进入磁场, 不计带电粒子所受的重力。

(1) 若带电粒子此后每隔相同的时间以相同的速度通过 O 点, 则磁感应强度大小 B_1 为多少?

(2) 若带电粒子离开 P 点后只能通过 O 点两次, 则磁感应强度大小 B_2 为多少?

(3) 若带电粒子从 P 点正下方任意一点以相同的初速度 v_0 开始运动, 在电场中运动一段时间后同时撤去电场和磁场, 粒子均能通过 O 点, 求撤去电场和磁场时刻粒子的位置所在曲线的方程



(16分) 解: (1) 带电粒子在电场中做类平抛运动, 到达 O 点时速度方向与 x 轴负方向的夹角为 θ

$$2l = v_0 t \quad (1 \text{ 分})$$

$$l = \frac{v_y}{2} t \quad (1 \text{ 分})$$

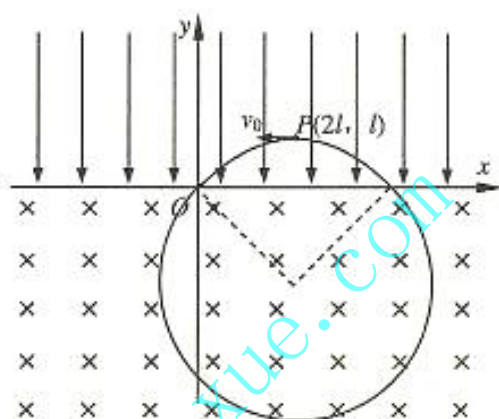
$$\text{得 } v_y = v_0 \quad \theta = 45^\circ$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{2}v_0$$

$$qvB_1 = \frac{mv^2}{r_1}$$

$$\text{由几何关系得 } 2r_1 \sin \theta = 4l$$

$$\text{解得 } B_1 = \frac{mv_0}{2ql}$$



(2) 带电粒子从 O 点进入磁场后做半径为 r_2 的匀速圆周运动, 设粒子连续两次进入磁场位置间的距离为 s , 由对称性和几何关系可知

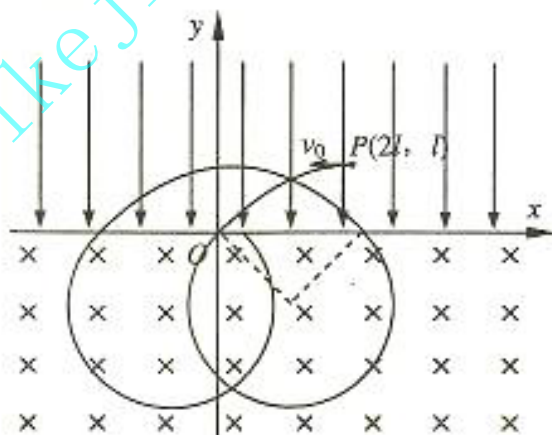
$$s = 4l - \sqrt{2}r_2$$

要使粒子经过 O 点, 需满足

$$ns = \sqrt{2}r_2 \quad (n=1, 2, 3 \dots)$$

$$\text{由 } qvB_2 = \frac{mv^2}{r_2}$$

$$B_2 = \frac{(n+1)mv_0}{2nql} \quad (n=1, 2, 3 \dots)$$



(如果没有考虑粒子运动的周期性, 解得 $B_2 = \frac{mv_0}{ql}$, 得 2 分)

(3) 粒子从 P 点抛出后, 在电场中运动的加速度为 a , 到 O 点时 y 方向的分速度大小为 v_0

$$v_0^2 = 2al \quad (1 \text{ 分})$$

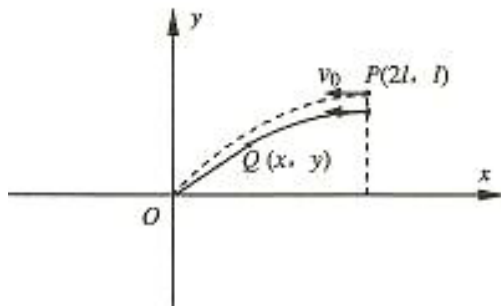
设带电粒子从 P 点正下方任意点抛出后, 经过时间 t 运动到坐标为 (x, y) 的 Q 点. 撤去电场和磁场后, 粒子做匀速直线运动, 此时速度方向与 x 轴负方向的夹角为 α .

$$2l - x = v_0 t$$

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_0} = \frac{at}{v_0}$$

$$\text{又 } \tan \alpha = \frac{y}{x}$$

$$\text{解得 } y = x - \frac{1}{2l} x^2 \quad (0 < x \leq 2l)$$



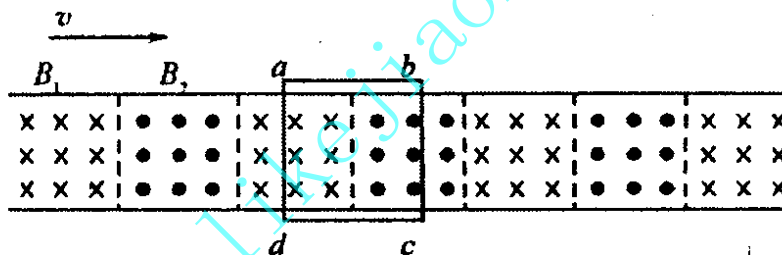
★温馨提示

带电粒子在电磁场中的运动，是历年高考命题重中之重，高中物理众多的物理规律在此交汇，是高考命题的重要素材，是考查学生物理水平重要载体。

8、电磁感应与电路

【样题 19】磁悬浮列车动力原理如下图所示，在水平地面上放有两根平行直导轨，轨间存在着等距离的正方形匀强磁场 B_1 和 B_2 ，方向相反， $B_1=B_2=1\text{T}$ ，如下图所示。导轨上放有金属框 $abcd$ ，金属框电阻 $R=2\Omega$ ，导轨间距 $L=0.4\text{m}$ ，当磁场 B_1 、 B_2 同时以 $v=5\text{m/s}$ 的速度向右匀速运动时，求

- (1)如果导轨和金属框均很光滑，金属框对地是否运动？若不运动，请说明理由；如运动，原因是什么？运动性质如何？
- (2)如果金属框运动中所受到的阻力恒为其对地速度的 K 倍， $K=0.18$ ，求金属框所能达到的最大速度 v_m 是多少？
- (3)如果金属框要维持(2)中最大速度运动，它每秒钟要消耗多少磁场能？



解析：(1)运动。因磁场运动时，金属框与磁场有相对运动， ad 、 b 边切割磁感线，金属框中产生感应电流(方向逆时针)，同时受安培力，方向水平向右，故使金属框向右加速运动，且属于加速度越来越小的变加速运动。

$$(2) \text{阻力 } f \text{ 与安培力 } F \text{ 平衡时，金属框有 } f = K v_m = F = 2IBL \quad ①$$

$$\text{其中 } I = E/R \quad ②$$

$$E = 2BL(v - v_m) \quad ③$$

①②③联立得：

$$K v_m = 2 \cdot [2BL(v - v_m)/R] \cdot BL$$

$$\therefore K v_m = (4B^2 L^2 v - 4B^2 L^2 v_m)/R$$

$$\therefore v_m = 4B^2 L^2 v / (KR + 4B^2 L^2) \quad ④$$

$$= 3.2\text{m/s} \quad ⑤$$

(3)金属框消耗的磁场能一部分转化为框中电热，一部分克服阻力做功。

据能量守恒

$$E_{\text{磁}} = I^2 R t + K v_m \cdot v_m t$$

$$E_{\text{磁}} = [4B^2 L^2 (v - v_m)^2 / R] \cdot t + K v_m^2 \cdot t = \frac{4 \times 1^2 \times 0.4^2 \times 1.8^2}{2} + 0.18 \times 3.2^2 = 2.9\text{J}$$

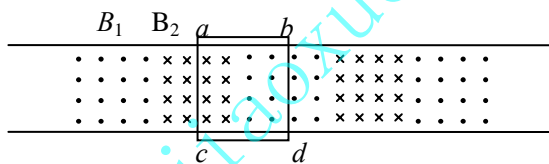
我国第一列磁悬浮列车——上海磁悬浮列车

【样题 20】如图所示，上海磁悬浮列车专线西起上海地铁 2 号线的龙阳路站，东至上海浦东国际机场，专线全长 29.863 公里。由中德两国合作开发的世界第一条磁悬浮商运线。

磁悬浮列车的原理如图所示，在水平面上，两根平行直导轨间有竖直方向且等间距的匀强磁场 B_1 、 B_2 ，导轨上有金属框 $abcd$ ，金属框的面积与每个独立磁场的面积相等。当匀强磁场 B_1 、 B_2 同时以速度 v 沿直线导轨向右运动时，金属框也会沿直线导轨运动。设直导轨间距为 $L=0.4\text{m}$ ， $B_1=B_2=1\text{T}$ ，磁场运动速度为 $v=5\text{m/s}$ ，金属框的电阻为 $R=2\Omega$ 。试求：



- (1) 若金属框不受阻力时，金属框如何运动；
- (2) 当金属框始终受到 $f=1\text{N}$ 的阻力时，金属框相对于地面的最终速度是多少；
- (3) 当金属框始终受到 1N 的阻力时，要使金属框维持最大速度，每秒钟需要消耗多少能量？这些能量是谁提供的？



【解析】(1) 此题的难点在于存在交变磁场。首先分析 ac 和 bd 边产生的感应电动势，由于磁场方向相反，且线圈相对于磁场向左运动，因此，在如图位置的电动势方向相同（逆时针），根据左手定则， ac 和 bd 边受到的安培力都向右。所以金属框做变加速运动，最终做匀速直线运动。（5 分）

(2) 当金属框受到阻力，最终做匀速直线运动时，阻力与线框受到的安培力平衡。设此时金属框

相对于磁场的速度为 v 则 $f = 2BIL = 2 \times \frac{2Blv_{\text{相}}}{R} Bl$, $v_{\text{相}} = \frac{fR}{4B^2L^2} = \frac{1 \times 2}{4 \times 1 \times 0.4^2} = 3.125\text{m/s}$

所以金属框相对于地面的速度为 $v_{\text{地}} = v_0 - v_{\text{相}} = 5 - 3.125 = 1.875\text{m/s}$

(3) 要使金属框维持最大速度，必须给系统补充能量：一方面，线框内部要产生焦耳热；另一方面，由于受到阻力，摩擦生热。设每秒钟消耗的能量为 E ，这些能量都是由磁场谁提供。

由于摩擦每秒钟产生的热量为 Q_1 : $Q_1 = fs = f v_{\text{地}} t = 1 \times 1.875 \times 1 = 1.875\text{J}$

每秒钟内产生的焦耳热为 Q_2 : $Q_2 = I^2 R t = \left(\frac{2Blv_{\text{相}}}{R} \right)^2 R t = \left(\frac{2 \times 0.4 \times 3.125}{2} \right)^2 \times 2 \times 1 = 3.125\text{J}$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 1.875 + 3.125 = 5\text{J}$$

根据能量守恒可知这些能量都是由磁场提供。

【点评】此题的实质是利用了金属导体切割产生了电动势，从而产生了动力安培力，但由于出现了相对运动，切割速度必须是相对速度，还有的同学不能从能量角度来分析问题，不能找出能量的来源。

9、压轴题

【样题 21】高铁列车采用动力分散的电力机车驱动方式。国家电网将 220 kV 高压电送至高铁牵引站，经牵引站变压后送达接触网。铁路沿线上方悬挂着的金属线就是接触网。接触网额定电压为 25kV。车顶伸出的“长辫子”般的受电弓，与接触网滑动接触获得电能，牵引列车运行。

假设列车由 16 节车厢组成，除第 1、16 节车厢为无动力车厢外，其余 14 节车厢均装备动力系统，各动力车厢产生的动力相同，每节车厢（含乘客行李等）的平均质量均为 14 吨。经测试，该列车匀加速启动时，能在 10 分钟内将速度提升到 360 公里每小时，运动时所受的阻力是车重的 $\frac{1}{30}$ 倍，g 取

10m/s^2 。求：

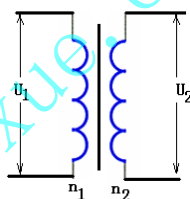
(1) 从国家电网到接触网需要一个变压器，求出它的变压比，并画出示意图（符号）。

(2) 列车在启动过程中总的牵引力的大小。

(3) 列车在启动过程中，第 6 节车厢对第 7 节车厢的作用力。

(4) 列车在匀速行驶时，第 8、9 两节车厢失去了动力，若仍要保持列车的匀速行驶状态，则第 6 节车厢对第 7 节车厢的作用力改变多少？

解析：(1) $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$ ， $\frac{n_1}{n_2} = \frac{44}{5}$ 。



(2) 对列车，启动时做初速度为零的匀加速直线运动，启动加速度 $a = \frac{v}{t} = \frac{1}{6} \text{m/s}^2$

设每节车厢动力 F_0 ，质量 m ，第 6 节车厢对第 7 节车厢的作用力为 T 。对第 7-16 共 10 节车厢，有动力 $9F_0$ ，阻力 $10kmg$ ，

$$\text{对列车， } 14F_0 - 16kmg = 16ma, \quad F = 14F_0 = 16kmg + 16ma = 1.12 \times 10^5 \text{ N}$$

(3) 对第 7-16 车厢， $9F_0 - 10kmg + T = 10ma$ ，解得 $T = -\frac{2}{7}m(a + kg) = -2000 \text{ N}$

第 6 节对第 7 节车厢的作用力大小 2000N，其中“-”表示作用力方向与列车运动方向相反。

(4) 列车正常匀速运动时，每节车厢动力 F_1 ，总动力 $14F_1$ 。第 6 节车厢对第 7 节车厢的作用力为 T_1 ，

$$\text{对列车， } 14F_1 - 16kmg = 0,$$

$$\text{对第 7-16 车厢， } 9F_1 - 10kmg + T_1 = 0, \quad \text{解得 } T_1 = -\frac{2}{7}kmg$$

第 8、9 两节车厢失去动力，仍匀速运动时，每节车厢动力增加为 F_2 ，总动力 $12F_2$ 。

$$\text{对列车， } 12F_2 - 16kmg = 0,$$

第6节车厢对第7节车厢的作用力为 T_2 ,

第7节对第7-16车厢, $7F_2 - 10kmg + T_2 = 0$,

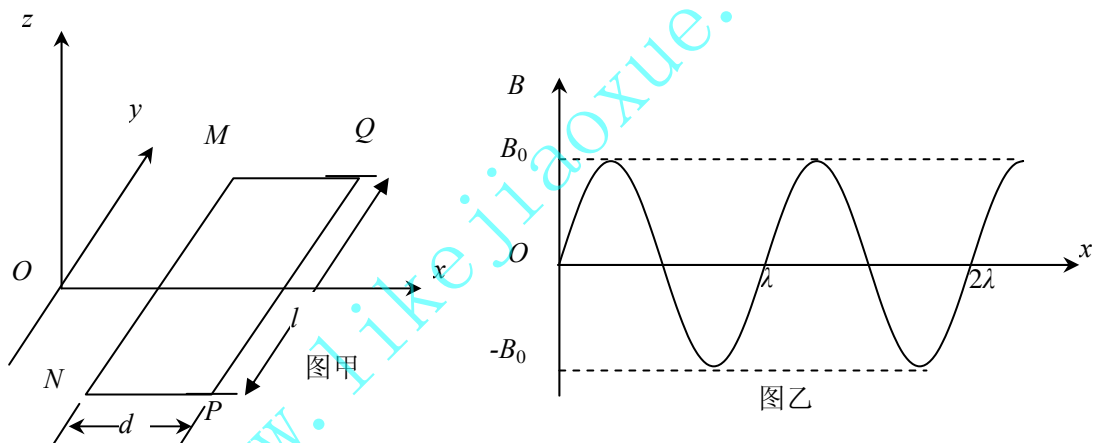
因此作用力的变化: $\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{20}{21}kmg = \frac{40}{9} \times 10^3 N$

【样题 22】磁悬浮列车是一种高速低耗的新型交通工具。它的驱动系统简化为如下模型, 固定在列车下端的动力绕组可视为一个矩形纯电阻金属框, 电阻为 R , 金属框置于 xOy 平面内, 长边 MN 长为 l , 平行于 y 轴, 宽为 d 的 NP 边平行于 x 轴, 如图甲所示。列车轨道沿 Ox 方向, 轨道区域内存在垂直于金属框平面的磁场, 磁感应强度 B 沿 Ox 方向按正弦规律分布, 其空间周期为 λ , 最大值为 B_0 , 如图乙所示, 金属框同一长边上各处的磁感应强度相同, 整个磁场以速度 v_0 沿 Ox 方向匀速平移。设在短暂时间内, MN 、 PQ 边所在位置的磁感应强度随时间的变化可以忽略, 并忽略一切阻力。列车在驱动系统作用下沿 Ox 方向加速行驶, 某时刻速度为 v ($v < v_0$)。

(1) 简要叙述列车运行中获得驱动力的原理;

(2) 为使列车获得最大驱动力, 写出 MN 、 PQ 边应处于磁场中的什么位置及 λ 与 d 之间应满足的关系式;

(3) 计算在满足第(2)问的条件下列车速度为 v 时驱动力的大小。



【解析】(1) 由于列车速度与磁场平移速度方向相同, 导致穿过金属框的磁通量发生变化, 由于电磁感应, 金属框中会产生感应电流, 该电流受到安培力即为驱动力。

(2) 为使列车获得最大驱动力, MN 、 PQ 应位于磁场中磁感应强度同为最大值且反向的地方, 这会使得金属框所围面积的磁通量变化率最大, 导致线框中电流最强, 也会使得金属框长边中电流收到的安培力最大, 因此, d 应为 $\frac{\lambda}{2}$ 的奇数倍, 即

$$d = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \text{ 或 } \lambda = \frac{2d}{2k+1} (k \in N) \quad ①$$

(3) 由于满足(2)问条件, 则 MN 、 PQ 边所在处的磁感应强度大小均为 B_0 且方向总相反, 经短暂的时间 Δt , 磁场沿 Ox 方向平移的距离为 $v_0 \Delta t$, 同时, 金属框沿 Ox 方向移动的距离为 $v \Delta t$ 。

因为 $v_0 > v$, 所以在 Δt 时间内 MN 边扫过磁场的面积

$$S = (v_0 - v) l \Delta t$$

在此 Δt 时间内, MN 边左侧穿过 S 的磁通量移进金属框而引起框内磁通量变化

$$\Delta \Phi_{MN} = B_0 l (v_0 - v) \Delta t \quad ②$$

同理, 该 Δt 时间内, PQ 边左侧移出金属框的磁通引起框内磁通量变化

$$\Delta \Phi_{PQ} = B_0 l (v_0 - v) \Delta t \quad (3)$$

故在 Δt 内金属框所围面积的磁通量变化

$$\Delta \Phi = \Delta \Phi_{MN} + \Delta \Phi_{PQ} \quad (4)$$

根据法拉第电磁感应定律, 金属框中的感应电动势大小

$$E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad (5)$$

根据闭合电路欧姆定律有

$$I = \frac{E}{R} \quad (6)$$

根据安培力公式, MN 边所受的安培力

$$F_{MN} = B_0 I l$$

PQ 边所受的安培力

$$F_{PQ} = B_0 I l$$

根据左手定则, MN 、 PQ 边所受的安培力方向相同, 此时列车驱动力的大小

$$F = F_{MN} + F_{PQ} = 2 B_0 I l \quad (7)$$

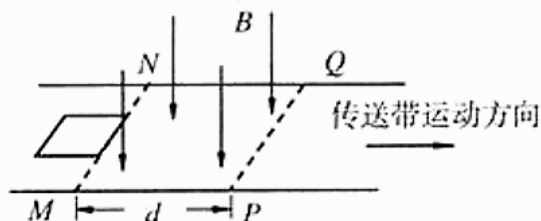
联立解得

$$F = \frac{4 B_0^2 l^2 (v_0 - v)}{R} \quad (8)$$

点拨: 本题是联系实际的问题, 能很好考查电磁感应和力学结合的试题, 有一定的难度, 复习时要注意各知识的灵活运用。

【样题 23】如图所示, 通过水平绝缘传送带输送完全相同的正方形单匝铜线框, 为了检测出个别未闭合的不合格线框, 让线框随传送带通过一固定匀强磁场区域 (磁场方向垂直于传送带平面向下), 观察线框进入磁场后是否相对传送带滑动就能够检测出未闭合的线框。已知磁场边界 MN 、 PQ 与传送带运动方向垂直, MN 与 PQ 间的距离为 d , 磁场的磁感应强度为 B 。各线框质量均为 m , 电阻均为 R , 边长均为 L ($L < d$)。传送带以恒定速度 v_0 向右运动, 线框与传送带间的动摩擦因数为 μ , 重力加速度为 g 。线框进入磁场前与传送带速度相同, 且右侧边平行于 MN 进入磁场, 当闭合线框右侧经过 PQ 时又恰好与传送带速度相同。设传送带足够长, 且在传送带上始终保持右侧边平行于磁场边界。对于闭合线框, 求:

- (1) 线框的右侧边刚进入磁场时所受安培力的大小;
- (2) 线框在进入磁场过程中加速度的最大值以及速度的最小值;
- (3) 从线框的右侧边刚进入磁场到线框穿出磁场后又相对传送带静止的过程中, 传送带对该闭合线框做的功。



解：（1）闭合铜线框右侧边刚进入磁场时产生的电动势 $E=BLv_0$

$$\text{产生的电流 } I = \frac{E}{R} = \frac{BLv_0}{R}$$

$$\text{右侧边所受安培力 } F = BIL = \frac{B^2 L^2 v_0}{R}$$

（2）线框以速度 v_0 进入磁场，在进入磁场的过程中，受安培力而减速运动；进入磁场后，在摩擦力作用下加速运动，当其右侧边到达 PQ 时速度又恰好等于 v_0 。因此，线框在刚进入磁场时，所受安培力最大，加速度最大，设为 a_m ；线框全部进入磁场的瞬间速度最小，设此时线框的速度为 v 。

线框刚进入磁场时，根据牛顿第二定律有 $F - \mu mg = ma_m$

$$\text{解得 } a_m = \frac{B^2 L^2 v_0}{mR} - \mu g$$

在线框完全进入磁场又加速运动到达边界 PQ 的过程中，根据动能定理有

$$\mu mg(d-L) = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{解得 } v = \sqrt{v_0^2 - 2\mu g(d-L)}$$

（3）线框从右侧边进入磁场到运动至磁场边界 PQ 的过程中

线框受摩擦力 $f = \mu mg$

由功的公式 $W_f = fd$

解得 $W_f = \mu mgd$

闭合线框出磁场与进入磁场的受力情况相同，则完全出磁场的瞬间速度为 v ；在线框完全出磁场后到加速至与传送带速度相同的过程中，设其位移 x

$$\text{由动能定理有 } \mu mgx = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{解得 } x = d - L$$

闭合线框在右侧边出磁场到与传送带共速的过程中位移 $x' = x + L = d$

在此过程中摩擦力做功 $W_f = \mu mgd$

因此，闭合铜线框从刚进入磁场到穿出磁场后又相对传送带静止的过程中，传送带对闭合铜线框做的功 $W = W_f + W_f = 2\mu mgd$

★温馨提示

理综物理试卷的计算题的组合受实验题的内容和知识点的分布等因素的制约，所以，计算题的组合方式不是唯一的。但由于力学只存在三个主线（运动与力、功与能、动量），其中动量属于自选模块，电学只存在两个主线（场与路），它的组合方式也不难预测。今年浙江省高考物理计算题压轴题取材电磁感应可能性最大，命题的方向可能是高铁（主要涉及动车包括动车的驱动系统、制动系统和信号灯系统）、磁悬浮列车和航空母舰上飞机和电磁炮的弹射装置（参考 2014 年理综第 13 套试卷第 25 题）等，提醒考生临考前熟悉一下游标卡尺和螺旋测微器的读数，温习一下多用电表的使用。祝君高考好运！！