

2013 年普通高等学校招生全国统一考试理科综合（重庆卷）

物理（精编版）

今年是重庆新课标改革后高考的第一年。正如《考试说明》，物理试卷的分数和结构较往年都有很大变化：物理总分从120分调整为110分；原来均为必答题，今年改为必做题（包括必修1、必修2、选修3-1、选修3-2和选修3-5）和选做题（包括选修3-3和选修3-4），试卷提供了两个选做题（均是一个选择题和一个计算题），要求考生任选其一来做；选择题的题量与分值也发生变化，由原来的8个减少到5个（每小题仍是6分），总分值由48分减到30分。

2013年重庆高考物理试题，立足《考试说明》，难度适中，注重对考生学科知识和各种能力的考查，是一套创新性较强、亮点较多的高考卷。

一、考点分布还算全面，分值分布比较合理

试卷抓住了学科主干知识：必修1、必修2模块主要考查了直线运动、追及相遇问题、力的平衡、牛顿运动定律、匀速圆周运动等，共计约44分，占40%；选修3-1、3-2主要考查了带电粒子在电场中运动问题、电路故障检测、霍尔效应、电磁感应中单导体棒切割磁感线运动约37分，约占34%；选修3-5考查了核反应方程、动量守恒，约11分，占10%；选考模块3-3和3-4各计12分，约占11%，分别考查了气体、热力学定律、气体状态方程和简谐横波的波长、光的折射、折射率。

但是，也有一些常见的核心考点没有考查到，如天体运动、带电粒子在复合场中的运动、交变电流、变压器等。

二、强调基础，注重能力

试题注重考查学科基础知识，并将对考生能力的考查渗透到各个试题中。如第6题，重在考查考生应用基础知识和基本技能分析问题和解决问题的能力；第9题注重考查了考生创新的思维过程，而不仅仅是思维的结果。

三、贴近教材，联系生活、生产实际

11道试题中，有4道题（第2、3、4、5题）源于教材，但考核角度新颖。如，第2题的核反应方程源于人教版选修3-5“重核的裂变”一节，第3题以 α 粒子散射模型为背景，考查了静电场知识，这也兼顾考查了考生对 α 粒子散射的理解，第4题结合教材上“伽利略的斜面实验”，进行拓展延伸，不仅再现了伽利略将实验和逻辑推理相结合的科学探究方法的精髓，还考查了考生对牛顿运动定律和图象的掌握情况，可以说是一道源于教材，而又不拘泥于教材的好题。

另有3道题（第1、6、10题），联系生活、生产实际命题，注重考查考生解决实际问题

的能力。如第 6 题，联系舰载机着陆过程、电热毯故障检测命题，考查考生的建模能力和科学探究的能力。

四、试题不偏不怪，难度明显降低

今年试题选材紧扣教材，贴近考生比较熟悉的生产、生活实际，起点较低，如第 1 题，也有些涉及考点较多的复杂题目，但这些题目并不难，考生易于入手。

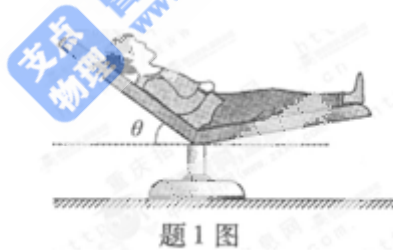
虽然有些客观题的难度较往年降低了，但是仍有一定难度。如，第 5 题着重考查考生的理解能力和推理能力，第 6 题考查了考生的探究能力和知识迁移能力，第 9 题考查了考生的分析综合能力和运用数学知识解决问题的能力。

总之，本套试题设计新颖，立足考纲，紧扣教材，有一定难度，并有很好的区分度，是一套亮点较多优质试卷。

【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！】

一、选择题（本大题共 5 小题，每小题 6 分，共 30 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项符合题目要求）

1. 如题 1 图所示，某人静躺在椅子上，椅子的靠背与水平面之间有固定倾斜角 θ 。若此人所受重力为 G ，则椅子各部分对他的作用力的合力大小为



- A. G B. $G\sin\theta$ C. $G\cos\theta$ D. $G\tan\theta$

1. **【答案】 A**

【解析】 该人处于静止状态，椅子各部分对他的作用力的合力与其重力等大反向，所以该合力等于 G 。

【学科网试题评析】 受力分析时，先分析重力，再分析接触力。本题中人受到重力和椅子各部分对他的作用力的作用而处于平衡状态，所以人的合力为零，椅子各部分对他的作用力的合力与其重力等大反向。

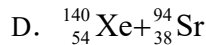
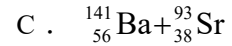
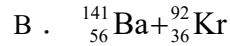
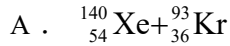
此外，本题中没有限定 θ 的大小，所以正确选项对一些特殊角度也应该成立。如，当 $\theta=0$ 时，人平躺在椅子上，椅子各部分对他的作用力的合力就是椅子竖直向上的支持力，与重力等大反向；当 $\theta=90^\circ$ 时，人挺直腰杆竖直坐在椅子上，此时所求合力明显与重力等大反

向。四个选择中， $\theta=0$ 或 90° 时，均等于 G 的只有选项 A。

【学科网考点定位】 受力分析、共点力的平衡

2. 铀是常用的一种核燃料，若它的原子核发生了如下的裂变反应：

${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow \text{a} + \text{b} + 2{}_0^1\text{n}$ ，则 $\text{a}+\text{b}$ 可能是



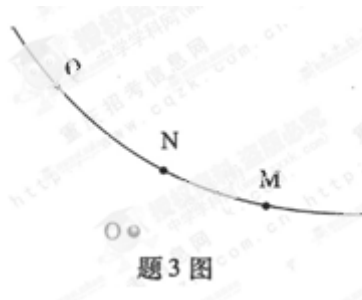
2. 【答案】D

【解析】 重核裂变反应方程的书写应遵循质量数守恒和电荷数守恒，题述核反应方程左边反应物的质量数和电荷数分别为 236 和 92，生成物中“ $\text{a}+\text{b}$ ”整体的质量数和电荷数应该分别为 234 和 92，只有选项 D 符合要求。

【学科网试题评析】 一切核反应（包括重核裂变、轻核聚变、各种衰变和人工核转变等）的过程满足质量数守恒、电荷数守恒、动量守恒和能量守恒四个守恒定律，而书写核反应方程时应遵循质量数守恒和电荷数守恒。

【学科网考点定位】 重核裂变反应方程的书写

3. 如题 3 图所示，高速运动的 α 粒子被位于 O 点的重原子核散射，实线表示 α 粒子运动的轨迹， M 、 N 和 Q 为轨迹上的三点， N 点离核最近， Q 点比 M 点离核更远，则



- A. α 粒子在 M 点的速率比在 Q 点的大
- B. 三点中， α 粒子在 N 点的电势能最大
- C. 在重核产生的电场中，M 点的电势比 Q 点的低
- D. α 粒子从 M 点运动到 Q 点，电场力对它做的总功为负功

3. 【答案】B

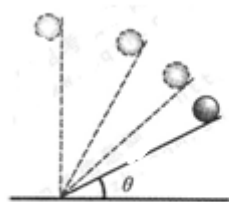
【解析】 解法一（从等势线分布入手）：重核带正电荷，在其周围形成的电场中，离重

核越近电势越高，所以 $\varphi_N > \varphi_M > \varphi_Q$ ，选项 C 错误；电势越高，正电荷的电势能越大，所以带正电的 α 粒子在三点处的电势能大小关系是 $E_N > E_M > E_Q$ ，即 N 点的电势能最大，Q 点的电势能最小，B 正确； α 粒子仅受电场力的作用，其电势能和动能相互转化，但电势能和动能之和保持不变，根据 $E_N > E_M > E_Q$ 可知， $E_{kN} < E_{kM} < E_{kQ}$ ， α 粒子在 M 点的动能比在 Q 点的小，所以 α 粒子在 M 点的速率比在 Q 点的小，选项 A 错误；由 $E_M > E_Q$ 可知， α 粒子从 M 点运动到 Q 点，电势能减小，电场力对它做的总功肯定为正功（电场力做正功，电势能减小，动能增大），选项 D 错误。

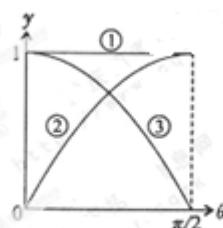
解法二（从电场力做功入手） α 粒子受到的电场力始终是斥力，在 α 粒子从 M 点运动到 N 点的过程中，电场力做负功，再从 N 点运动到 Q 点时，电场力做正功，已知 Q 点比 M 点离核更远可知，正功大于负功，所以整个过程，电场力对它做的总功为正功，D 错误；已知从 M 运动到 N，电场力做的总功为正功，可知 α 粒子的动能变大，速度变大，所以 α 粒子在 M 点的速率比在 Q 点的小，A 错误；距离带正电荷的重核越近，电势越高， α 粒子的电势能越大，结合三点的位置关系可知，电势关系 $\varphi_N > \varphi_M > \varphi_Q$ ，电势能关系 $E_N > E_M > E_Q$ ，B 正确，C 错误。

【学科网考点定位】 点电荷周围的场强、等势线分布，电势和电势能的关系，电场力做功与电势能和动能之间转化的关系等。

4. 题 4 图 1 为伽利略研究自由落体运动实验的示意图，让小球由倾角为 θ 的光滑斜面滑下，然后在不同的 θ 角条件下进行多次实验，最后推理出自由落体运动是一种匀加速直线运动。分析该实验可知，小球对斜面的压力、小球运动的加速度和重力加速度与各自最大值的比值 y 随 θ 变化的图像分别对应题 4 图 2 中的



题 4 图 1



题 4 图 2

- A. ①、②和③ B. ③、②和① C. ②、③和①
D. ③、①和②

4. 【答案】B

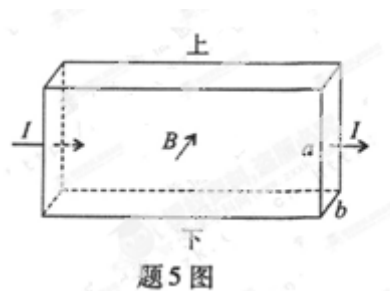
【解析】 小球对斜面的压力 $F = mg \cos \theta$ ，该压力的最大值为 $F_{\max} = mg$ ，所以压力与其最

大值的比值 $y=\cos\theta$ ，压力的 $y-\theta$ 图象对应图线③；小球运动的加速度 $a=g\sin\theta$ ，其最大值 $a_{\max}=g$ ，所以该加速度与其最大值的比值 $y=\sin\theta$ ，其 $y-\theta$ 图象对应图线②；重力加速度 g 始终恒定不变，其对应的 $y=1$ ，所以重力加速度的 $y-\theta$ 图象对应于图线①。本题答案为 B。

【学科网点评】 本题结合教材上“伽利略的斜面实验”，进行拓展延伸，不仅再现了伽利略将实验和逻辑推理相结合的科学探究方法的精髓，还考查了考生对牛顿运动定律和图象的掌握情况，可以说是一道源于教材，而又不拘泥于教材的好题。

【学科网考点定位】 伽利略的斜面实验、牛顿第二定律、图象分析。

5. 如题 5 图所示，一段长方体形导电材料，左右两端面的边长都为 a 和 b ，内有带电量为 q 的某种自由运动电荷。导电材料置于方向垂直于其前表面向里的匀强磁场中，内部磁感应强度大小为 B 。当通以从左到右的稳恒电流 I 时，测得导电材料上、下表面之间的电压为 U ，且上表面的电势比下表面的低。由此可得该导电材料单位体积内自由运动电荷数及自由运动电荷的正负分别为



- A. $\frac{IB}{|q|aU}$ ，负 B. $\frac{IB}{|q|aU}$ ，正 C. $\frac{IB}{|q|bU}$ ，负
- D. $\frac{IB}{|q|bU}$ ，正

5. 【答案】 C

【解析】 根据左手定则，无论自由运动电荷的电性如何，电荷受到的洛伦兹力均向上，

导电材料的上表面聚集该电荷，又根据题述条件“上表面的电势比下表面的低”可知，上表面聚集电荷带负电，即该自由运动电荷带负电。设导电材料中通有稳恒电流 I 时，自由电荷运动的速度为 v ，此时电荷受到的电场力与洛伦兹力二力平衡， $Bvq = \frac{U}{a}q$ ，又根据电流的微观表达式 $I = nqSv = nqabv$ ，联立解得，导电材料单位体积内自由运动的电荷数 $n = \frac{IB}{|q|bU}$ 。综上所述，只有选项 C 正确。

【学科网点评】 本题以霍尔效应的原理为命题背景，考查了洛伦兹力方向的判断（左手定则）和公式，匀强电场中电势差与距离的关系，电流的微观表达式，等多个考点。判断出自由运动电荷在复合场中受力平衡，牢记并理解电流的微观表达式是求解本题的关系。

【学科网考点定位】 洛伦兹力方向的判断（左手定则）和公式，匀强电场中电势差与距离的关系，带点粒子在匀强磁场和匀强电场组成的复合场中的运动，电流的微观表达式。

【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、非选择题（本大题共 4 小题，共 68 分）

6. (19 分) (1) 我国舰载飞机在“辽宁舰”上成功着舰后，某课外活动小组以舰载飞机利用阻拦索着舰的力学问题很感兴趣。他们找来了木板、钢球、铁钉、橡皮条以及墨水，制作了如图 6 (1) 图所示的装置，准备定量研究钢球在橡皮条阻拦下前进的距离与被阻拦前速率的关系。要达到实验目的，需直接测量的物理量是钢球由静止释放时的高度和在橡皮条阻拦下前进的距离，还必须增加的一种实验器材是_____。忽略钢球所受的摩擦力和空气阻力，重力加速度已知，根据_____定律（定理），可得到钢球被阻拦前的速率。



题 6(1) 图

6. (1) **【答案】** 高度（距水平木板的高度） 刻度尺 机械能守恒（动能）

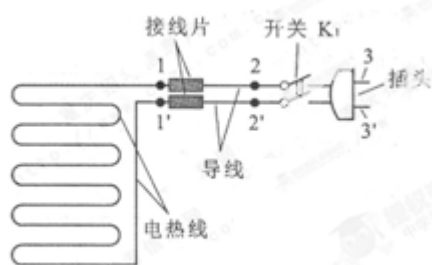
【解析】 本题要研究的是钢球在橡皮条阻拦下前进的距离 s 与钢球被阻拦前的速率 v

之间的关系，其中距离 s 可以利用刻度尺直接测量钢球被橡皮条拦阻后在木板上留下墨迹的长度得到。而速率 v 的测量方法可能有很多种，如利用打点计时器，但本题能够提供的器材有限，在确定测量距离 s 需要使用刻度尺的情况下，我们也只能利用刻度尺测量得到。研究钢球沿斜面下滑的过程，在忽略摩擦力和空气阻力的条件下，钢球将重力势能转化为动能，机械能守恒，或者只有重力做功，重力做的功等于钢球增加的动能，即利用 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ 求出 $v = \sqrt{2gh}$ ，所以需要直接测量的物理量还有静止释放时的高度。

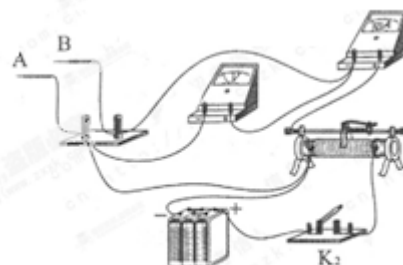
【学科网点评】 本题模拟舰载飞机的着舰过程，设计了一个教程上没有的实验方案，探究学生感兴趣的实际问题。虽然实验方案超出了教程实验，但并没有脱离教程，包括实验所用器材，实验原理都源于教材，是对教程实验的拓展延伸，能够很好地考查考生掌握知识并学以致用能力和迁移知识解决实际问题的能力。

【学科网考点定位】 考查考生利用已学过的物理理论、实验方法和实验仪器去处理实际问题，包括简单的设计性实验的能力。

(2) 某同学对有故障的电热毯进行探究。题 6 (2) 图 1 是电热毯的电路示意图，其中电热线和导线通过金属接线片连接。题 6 (2) 图 2 为测试电路实物图，A、B 为测试表笔，电压表内阻很大，可视为理想电表。



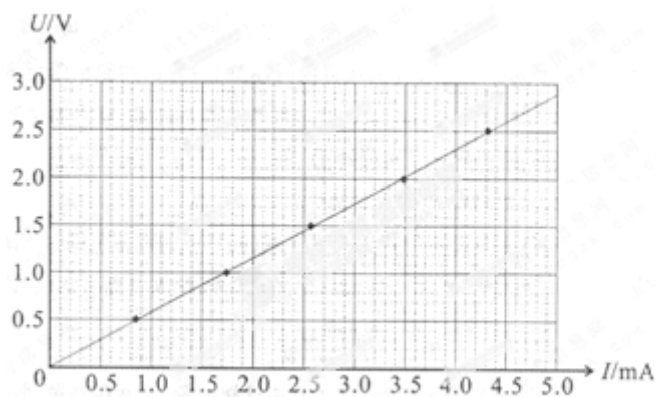
题 6(2) 图 1



题 6(2) 图 2

①请在答题卡虚线框内画出与题 6 (2) 图 2 对应的电路图。

②断开 K_1 ，用上述测试电路在 1 和 1' 之间检测得知电热线无故障，然后测得电热线的 $U-I$ 曲线如题 6 (2) 图 3 所示。已知电热线材料的电阻率为 $2.8 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$ ，电热线的直径为 $0.200 mm$ 。可求得此电热线的电阻为 $\underline{\hspace{1cm}}$ $k\Omega$ ，总长度为 $\underline{\hspace{1cm}}$ m 。(结果均保留两位有效数字)

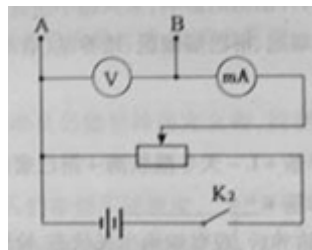


题6(2)图3

③为了进一步检查故障，该同学闭合开关 K_1 和 K_2 ，用表笔 A 和 B 分别对题 6 (2) 图 1 中所示的各点进行测试，部分测试结果如下表所示。由此测试结果可判断出电路有断路，位置在_____之间（在“1 和 2”、“1' 和 2' ”、“2 和 3”、“2' 和 3' ”中选填一项）。

测试点		3 和 3'	1 和 1'	1 和 3	1 和 2'	2' 和 3'
电表指针 有无偏转	电压表	有	有	无	有	无
	电流表	无	有	有	无	有

(2) 【答案】 ①如图所示 ②0.58 (0.57 到 0.59 均可) 65 (64 到 66 均可) ③1' 和 2'



【解析】①根据题图可以看出，滑动变阻器采用分压接法，电流表外接，电压表与 A、B 两个测试点之间并联。

②根据 $U-I$ 图线和欧姆定律可得，电热丝的电阻为 $R = \frac{U}{I} = \frac{2.5\text{V}}{4.3 \times 10^{-3}\text{A}} = 0.58\text{k}\Omega$

(也可利用图线的斜率求解)。根据电阻定律 $R = \rho \frac{L}{S} = \rho \frac{4L}{\pi d^2}$ 可得， $L = \frac{\pi d^2 R}{4\rho}$ ，代入数

据，得到 $L=65\text{m}$ 。

③测试点 3 和 3' 间的测试结果说明，从测试点 3 通过电热毯到 3' 之间有断路；测试点

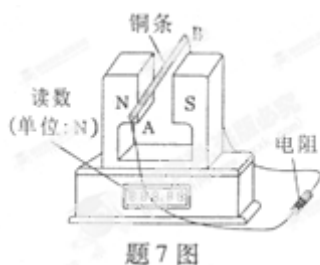
1

和1'的测试结果表明，电热毯是通路；测试点1和3的测试结果表明，测试点1到3之间通路；测试点1和2'的测试结果表明，测试点1'和2'之间断路；测试点2'和3'的测试结果表明，测试点2'、3'之间是通路。所以只有测试点1'和2'之间断路。

【学科网点评】 利用电表判断电路故障时，电流表有示数说明是通路（测试测试点1和1'时或1和3时或2'和3'时），无示数说明所在有断路或者电压表直接接入电路，电路电阻过大，流过电流表的电流太小（如测试测试点3和3'间时或1'和2'时）；电压表测某部分电路两端的电压，若电压表无示数，说明被测部分短路（测试测试点1和3时或2'和3'时）或电压表两接线柱与电源两极之间某处断路，若有电压，说明电压表两接线柱与电源两极之间通路。

【学科网考点定位】 考查欧姆定律、电阻定律和电路故障检测等学科知识的同时，考查了考生利用学过的物理知识解决生活实际问题的能力。

7. (15) 小明在研究性学习中设计了一种可测量磁感应强度的实验，其装置如题7图所示。在该实验中，磁铁固定在水平放置的电子测力计上，此时电子测力计的计数为 G_1 ，磁铁两极之间的磁场可视为水平匀强磁场，其余区域磁场不计。直铜条 AB 的两端通过导线与一电阻连接成闭合回路，总阻值为 R 。若让铜条水平且垂直于磁场，以恒定的速率 v 在磁场中竖直向下运动，这时电子测力计的计数为 G_2 ，铜条在磁场中的长度 L 。



- (1) 判断铜条所受安培力的方向， G_1 和 G_2 哪个大？
- (2) 求铜条匀速运动时所受安培力的大小和磁感应强度的大小。

7. **【答案】** (1) 安培力的方向竖直向上， $G_2 > G_1$

(2) 安培力的大小 $F = G_2 - G_1$ 磁感应强度的大小 $B = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{(G_2 - G_1)R}{v}}$

【解析】 (1) 铜条切割磁感线产生感应电动势，并在闭合回路中产生感应电流。根据

右手定则可知，流过铜条的感应电流从 B 指向 A ，再利用左手定则可知，铜条受到磁铁的安培力竖直向上。根据牛顿第三定律，磁铁受到铜条竖直向下的反作用力，所以 $G_2 > G_1$ 。

（或者：根据楞次定律，导体棒所受安培力阻碍其相对磁铁的运动，所以铜条所受安培力的方向向上）

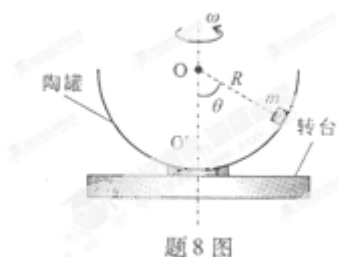
（2）铜条向下匀速运动时，铜条切割磁感线产生的感应电动势 $E = BLv$ ，闭合回路中的感应电流 $I = \frac{E}{R}$ ，铜条受到竖直向上的安培力 $F = BIL$ ；

根据牛顿第三定律，磁铁受到铜条竖直向下的反作用力，大小 $F' = F$ ；对磁铁受力分析并根据平衡条件有， $F' = G_2 - G_1$ 。

$$\text{联立解得：} F = G_2 - G_1, \quad B = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{(G_2 - G_1)R}{v}}$$

【学科网考点定位】 受力分析、物体的平衡，牛顿第三定律，楞次定律或右手定则、左手定则的使用，安培力，法拉第电磁感应定律，主要考查考生的分析综合能力。

8.（16分）如题8图所示，半径为 R 的半球形陶罐，固定在可以绕竖直轴旋转的水平转台上，转台转轴与过陶罐球心 O 的对称轴 OO' 重合。转台以一定角速度 ω 匀速转动，一质量为 m 的小物块落入陶罐内，经过一段时间后，小物块随陶罐一起转动且相对罐壁静止，它和 O 点的连线与 OO' 之间的夹角 θ 为 60° 。重力加速度大小为 g 。



（1）若 $\omega = \omega_0$ ，小物块受到的摩擦力恰好为零，求 ω_0 ；

（2） $\omega = (1 \pm k) \omega_0$ ，且 $0 < k \ll 1$ ，求小物块受到的摩擦力大小和方向。

8. **【答案】** （1） $\omega_0 = \sqrt{\frac{2g}{R}}$ （2）当 $\omega = (1 + k) \omega_0$ 时，摩擦力方向沿罐壁切线向

下，大小为 $f = \frac{\sqrt{3}k(2+k)}{2} mg$ ；当 $\omega = (1 - k) \omega_0$ 时，摩擦力方向沿罐壁切线向下，大小

为 $f = \frac{\sqrt{3}k(2-k)}{2} mg$ ；

【解析】 (1) 物块随陶罐在水平面内做匀速圆周运动，当物块受到的摩擦力恰好等于零时，物块受到的重力和陶罐对其施加的指向 O 点的支持力的合力提供向心力，有

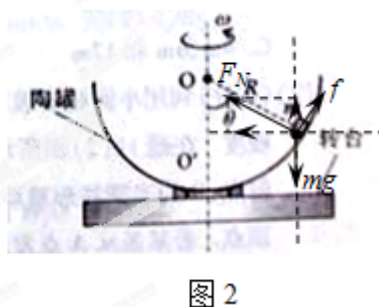
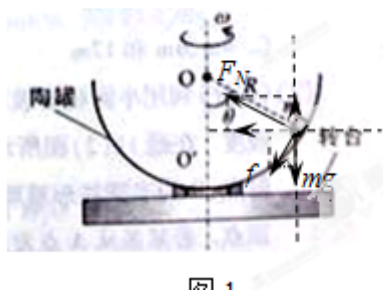
$$mg \tan \theta = m\omega_0^2 \cdot R \sin \theta, \text{ 代入数据, 可得, } \omega_0 = \sqrt{\frac{2g}{R}}.$$

(2) 当 $\omega = (1+k)\omega_0$ 时，物块受到的摩擦力沿陶罐壁切线向下，设摩擦力的大小为 f ，陶罐壁对物块的支持力为 F_N ，对物块受力分析，如图 1 所示，则：

$$\text{水平方向: } F_N \sin \theta + f \cos \theta = m\omega^2 \cdot R \sin \theta; \text{ 竖直方向: } F_N \cos \theta - f \sin \theta - mg = 0$$

$$F_N \cos \theta - f \sin \theta - mg = 0$$

$$\text{代入数据, 解得: } f = \frac{\sqrt{3}k(2+k)}{2}mg \quad (2 \text{ 分})$$



同理，当 $\omega = (1-k)\omega_0$ 时，物块受到的摩擦力沿陶罐壁切线向上，对其受力分析，如图 2 所示，则：

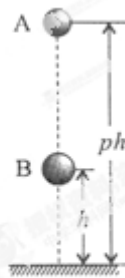
$$\text{水平方向: } F_N \sin \theta - f \cos \theta = m\omega^2 \cdot R \sin \theta; \text{ 竖直方向:}$$

$$F_N \cos \theta + f \sin \theta - mg = 0$$

$$\text{代入数据, 解得: } f = \frac{\sqrt{3}k(2-k)}{2}mg$$

【学科网考点定位】 摩擦力，受力分析，牛顿第二定律，匀速圆周运动的向心力。

9. (18 分) 在一种新的“子母球”表演中，让同一竖直线上的小球 A 和小球 B ，从距水平地面高度为 ph ($p > 1$) 和 h 的地方同时由静止释放，如题 9 图所示。球 A 的质量为 m ，球 B 的质量为 $3m$ 。设所有碰撞都是弹性碰撞，重力加速度大小为 g ，忽略球的直径、空气阻力及碰撞时间。



题9图

- (1) 求球 B 第一次落地时球 A 的速度大小；
- (2) 若球 B 在第一次上升过程中就能与球 A 相碰，求 p 的取值范围；
- (3) 在 (2) 情形下，要使球 A 第一次碰后能到达比其释放点更高的位置，求 p 应满足的条件。

9. 【答案】 (1) A 球速率 $v_0 = \sqrt{2gh}$ (2) $1 < p < 5$ (3) $1 < p < 3$

【解析】 (1) 由于两球同时释放，所以球 B 第一次落地时 A 球下落的高度为 h ，设此时 A 球的速度大小为 v_0 ，由 $v_0^2 = 2gh$ 可得， $v_0 = \sqrt{2gh}$ 。

(2) 球 B 第一次落地并与地发生弹性碰撞后做竖直上抛运动。

若球 B 上升到最大高度 h 处时刚好与球 A 发生碰撞，设此时球 A 自由下落的时间 t_A ，

则 $\frac{1}{2}g \cdot \left(\frac{t_A}{2}\right)^2 = h$ ，此时球 A 自由下落的高度 $h_A = \frac{1}{2}gt_A^2$ 。联立以上两式，可得 $h_A = 4h$ ，则

$ph = h_A + h = 5h$ ，所以 $p = 5$ 。

若球 B 在第一次上升过程中就能与球 A 相碰，则 p 的取值范围应为 $1 < p < 5$ 。

(3) 设球 B 第一次落地并与地发生弹性碰撞后又上升了时间 t 就与球 A 相碰，则球 A 、 B 在空中碰前的速度大小分别为 $v_1 = v_0 + gt$ 和 $v_2 = v_0 - gt$ ，设它们碰后的速度分别为 v_1' 和

v_2' ，选竖直向上为正方向，两球发生弹性碰撞，根据动量守恒和能量守恒，

$$3mv_2 - mv_1 = 3mv_2' + mv_1', \quad \frac{1}{2} \cdot 3mv_2^2 + \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 3mv_2'^2 + \frac{1}{2}mv_1'^2$$

联立解得， $t < \frac{v_0}{2g}$ 。

碰撞时， A 球自由下落的高度 $h'_A = h + v_0t + \frac{1}{2}gt^2$ ， B 球竖直上升的高度

$$h'_B = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$$

则 $ph = h'_A + h'_B = 2v_0t$

联立解得 $p < 3$ ，即要使球 A 第一次碰后能到达比其释放点更高的位置 $1 < p < 3$ 。

【学科网考点定位】 考查自由落体运动、竖直上抛运动、弹性碰撞等考点，意在考查考生的分析综合能力。

【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！】

三、选做题（第 10 题和第 11 题各 12 分，考生从中选做一题，若两题都做，则按第 10 题计分，其中选择题仅有一个正确选项，请将正确选项的标号填入答题卡上对应的位置）

10. 【选修 3—3】

（1）（6 分）某未密闭房间的空气温度与室外的相同，现对该室内空气缓慢加热，当室内空气温度高于室外空气温度时，

- A. 室内空气的压强比室外的小
- B. 室内空气分子的平均动能比室外的大
- C. 室内空气的密度比室外大
- D. 室内空气对室外空气做了负功

10.（1）【答案】B

【解析】 缓慢加热的过程中，室内外空气的压强始终相同，A 错误；温度是分子平均动能的标准，室内空气温度升高，说明室内空气分子的平均动能比室外的大，B 正确；把加热前室内气体看做一个整体，在缓慢加热的过程中，气体温度升高，压强不变，那么体积缓慢膨胀，室内气体对外做功，密度减小，选项 C、D 错误。

此外，也可从压强的围观解释角度排除选项 C，室内外空气的压强相同，而室内空气分子运动更剧烈，说明室内空气分子密度较小，所以 C 错误。

【学科网考点定位】 分子的热运动，气体状态变化，热力学第一定律，考查考生的理解能力。

（2）（6 分）汽车未装载货物时，某个轮胎内气体的体积为 v_0 ，压强为 p_0 ；装载货物后，该轮胎内气体的压强增加了 Δp 。若轮胎内气体视为理想气体，其质量、温度在装载货物前后均不变，求装载货物前后此轮胎内气体体积的变化量。

（2）【答案】体积改变量 $\Delta V = -\frac{\Delta p V_0}{p_0 + \Delta p}$

【解析】 设装载货物前后此轮胎内气体体积的变化量为 ΔV ，胎内气体做等温变化，

