

2014 年高考理科综合能力测试题（课标 I）物理部分试题评析

杨 林

I. 试题简评

2014 年全国课标理综 I 物理试题，以容易试题和中等难度试题为主，在考查综合运用物理基础知识与基本方法的能力的同时，体现对创新意识与实践能力的考查。试题模型、情境熟悉，以力电主干知识所涉及的经典模型及传统情境为主，注重物理学与生产生活实践及热点问题的联系。和 2013 年试题相比，整卷难度明显降低，选择题中的静电场问题、磁偏转和电磁感应问题难度大幅降低。

II. 试题与解析

14. 在法拉第时代，下列验证“由磁产生电”的设想实验中，能观察到感应电流的是

- A. 将绕在磁铁上的线圈与电流表组成一闭合电路，然后观察电流表的变化
- B. 在一通电线圈旁放置一连有电源的闭合电路，然后观察电流表的变化
- C. 将一房间内的线圈与相邻房间的电流表连接，往线圈内插入条形磁铁后，再到相邻房间去观察电流表的变化
- D. 绕在同一铁环上的两个线圈，分别接有电源和电流表，在给线圈通电或断电的瞬间，观察电流表的变化

14. 答案：D

解析：本题以人类探索电磁感应的史料为载体，考查产生感应电流的条件，难度较小。只有通过闭合电路的磁通量变化时，闭合电路中才会产生感应电流，感应电流的产生与磁通量的变化是同步的。选项 ABD 错误，D 正确。

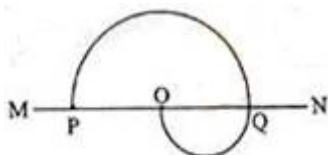
15. 关于通电直导线在匀强磁场中所受安培力，下列说法正确的是

- A. 安培力的方向可以不垂直于直导线
- B. 安培力的方向总是垂直于磁场方向
- C. 安培力的大小与通电直导线和磁场方向的夹角无关
- D. 将直导线从中点折成直角，安培力的大小一定变为原来的一半

15. 答案：B

解析：本题考查通电直导线在匀强磁场中所受安培力的大小及方向。难度较小安培力的方向，总是即垂直于导线中的电流方向（直导线）又垂直于磁场方向；安培力的大小与电流的大小、导线的长度、匀强磁场的磁感强度及电流方向与磁场方向的夹角有关；将直导线从中点折成直角，安培力的大小不一定变为原来的一半。

16. 如图， MN 为铝质平板，铝板上方和下方分别有垂直于图平面的匀强磁场（未画出）。一带电粒子从紧贴铝板上表面的 P 点垂直于铝板向上射出，从 Q 点穿越铝板后到达 PQ 的中点 O ，其动能损失一半，速度方向核电荷量不变。重力不计。铝板上方与下方的磁感应强度的比值为



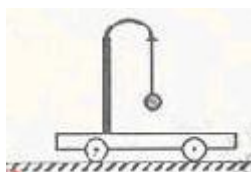
- A. 2 B. $\sqrt{2}$ C. 1 D. $\frac{\sqrt{2}}{2}$

16. 答案：D

解析： 本题考查洛伦兹力公式及牛顿第二定律的综合运用，难度较小。设粒子从 P 点开始运动时的速率为 v_1 ，圆周运动的轨道半径为 R ，则对粒子在铝板上方及下方的圆周运动，由洛伦兹力公式及牛顿第二定律有 $qv_1B_1 = m\frac{v_1^2}{R}$ 、 $qv_2B_2 = m\frac{v_2^2}{R/2}$ 。由题意有

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}mv_1^2。解得 \frac{B_1}{B_2} = \frac{\sqrt{2}}{2}。$$

17. 如图，用橡皮筋将一小球悬挂在小车的架子上，系统处于静止状态。现使小车从静止开始向左加速，加速度从零逐渐增大到某一值，然后保持此值，小球稳定地偏离竖直方向向某一角度（橡皮筋在弹性限度内）。与稳定在竖直位置时相比，小球的高度



- A. 一定升高 B. 一定降低
C. 保持不变 D. 升高或降低由橡皮筋的精度系数决定

17. 答案：A

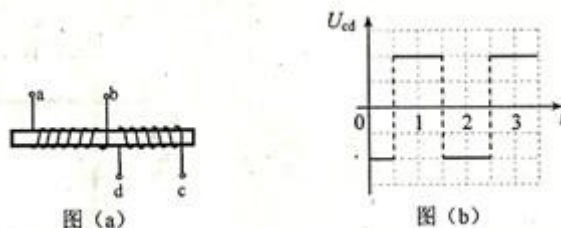
解析： 本题考查共点力平衡条件、牛顿第二定律与胡克定律的综合运用，中等难度。设小球质量为 m ，橡皮筋的精度系数为 k 、原长为 l_0 ，系统静止时小球到悬点的距离为 l_1 ，系

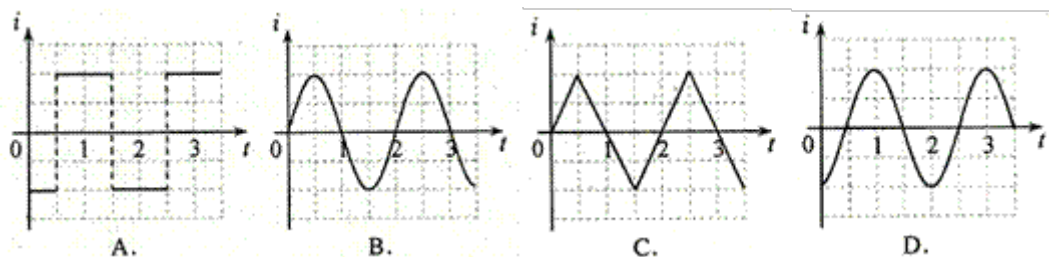
统平衡时，对小球由胡克定律和共点力平衡条件有 $k(l_1 - l_0) - mg = 0$ ，解得 $l_1 = \frac{mg}{k} + l_0$ ；

设小球加速运动时的加速度为 a ，橡皮筋与竖直方向的夹角为 θ ，对小球在竖直方向由胡克定律及共点力平衡条件有 $k(l_2 - l_0)\cos\theta - mg = 0$ ，此时小球距悬点的高度为

$h = l_2 \cos\theta$ 。解得 $h = \frac{mg}{k} + l_0 \cos\theta$ 。由于 $h < l_1$ ，小球位置升高。选项BCD错误，A正确。

18. 如图（a）线圈 ab 、 cd 绕在同一铁芯上。在 ab 线圈中通一变化电流，用示波器测得线圈 cd 间的电压如图（b）所示。已知线圈内部的磁场与流经线圈的电流成正比，则下列描述走缪瑞 ab 中的电流随时间变化关系的图中，可能正确的是





18. 答案：C

解析：本题考查法拉第电磁感应定律及电流的磁场，难度较小。由于 cd 间的输出电压值不变，由法拉第电磁感应定律可知，穿过线圈 cd 的磁通量变化率的量值不变，由题意可知，通入 ab 线圈中的电流大小应均匀变化，及变化率的大小不变。选项 ABD 错误，C 正确。

19. 太阳系各行星几乎在同一平面沿同一方向绕太阳作圆周运动。当地球恰好运动到某地外行星和太阳之间，且三者几乎排成一条直线的现象，天文学称为“行星冲日”。据报道 2014 年各行星冲日时间分别是：1 月 6 日木星冲日；4 月 9 日火星冲日；5 月 11 日土星冲日；8 月 29 日海王星冲日；10 月 8 日天王星冲日。已知地球及各地外行星绕太阳运动的轨道半径如下表，则下列判断正确的是

	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
轨道半径 (AU)	1.0	1.5	5.2	9.5	19	30

- A. 各地外行星每年都会出现冲日现象
- B. 在 2015 年内一定会出现木星冲日
- C. 天王星 两次冲日时间间隔为土星的一半
- D. 地外行星中，海王星相邻两次冲日时间间隔最短

19. 答案：BD

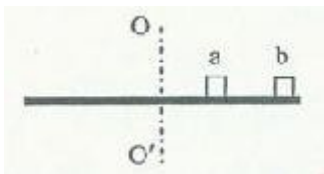
解析：本题考查开普勒行星运动第三定律，中等难度。设从某次冲日到下次冲日的时间间隔为 t ，地球的公转半径为 R ，周期为 T ，地外行星的轨道半径为 r ，公转周期为 T' 。

某行星连续两次冲日时间里，地球多公转一周，故有 $\frac{t}{T} - \frac{t}{T'} = 1$ 。由开普勒第三定律有

$$\frac{R^3}{T^2} = \frac{r^3}{T'^2}, \text{ 代入地球公转周期 } T = 1 \text{ 年, 解得 } t = \frac{\sqrt{(r/R)^3}}{\sqrt{(r/R)^3} - 1} \text{ 年。由此可知, 地外行星的}$$

冲日间隔都大于 1 年，不可能每年都冲日。海王星冲日间隔最短；代入数据可知，木星的冲日间隔大于 1 年小于 1.5 年，因此，在 2015 年内一定会出现木星冲日。天王星两次冲日时间间隔不等于土星的一半。选项 AC 错误，BD 正确。

20. 如图，两个质量均为 m 的小木块 a 和 b （均可视为质点）放在水平圆盘上 a 与转轴 OO' 的距离为 l ， b 与转轴 OO' 的距离为 $2l$ 。木块与圆盘的最大角速度为木块所受重力的 k 倍，重力加速度为 g 。若圆盘从静止开始绕转轴缓慢地加速转动，用 ω 表示圆盘转动的角速度，下列说法正确的是



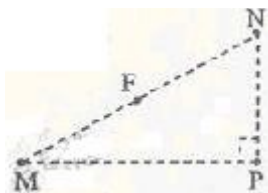
- A. b 一定比 a 先开始滑动
- B. a 、 b 所受摩擦力始终相等
- C. $\omega = \sqrt{\frac{kg}{2l}}$ 是 b 开始滑动的临界角
- D. $\omega = \sqrt{\frac{kg}{2l}}$ 时， a 所受摩擦力的大小为 kmg

20. 答案：AC

解析： 本题考查牛顿第二定律、静摩擦力与圆周运动规律的综合运用，难度较小。木块未滑动时，圆盘的静摩擦力充当向心力，静摩擦力的大小由圆盘的角速度及物块到圆盘转轴的距离决定，当静摩擦力达到最大值 kmg 时，木块将开始滑动。对物块的圆周运动由牛顿第二定律有 $f = mr\omega^2$ ，因此随着圆盘角速度的增大， b 的静摩擦力将先增大到最大值，将先滑动。在两木块都未滑动前，所受静摩擦力不相等；将 $f = kmg$ 及 $r_b = 2l$ 代入

$f = mr\omega^2$ 可得， b 开始滑动时的临界角速度为 $\omega = \sqrt{\frac{kg}{2l}}$ ，此时 a 尚未滑动，所受静摩擦力为 $f_a = ml\omega^2$ ，代入 $\omega = \sqrt{\frac{kg}{2l}}$ 解得 $f_1 = \frac{1}{2}kmg$ 。选项 BD 错误，AC 正确。

21. 如图，在正点电荷 Q 的电场中有 M 、 N 、 P 、 F 四点， M 、 N 、 P 为直角三角形的三个顶点， F 为 MN 的中点， $\angle M = 30^\circ$ 。 M 、 N 、 P 、 F 四点处的电势分别用 ϕ_M 、 ϕ_N 、 ϕ_P 、 ϕ_F 表示。已知 $\phi_M = \phi_N$ ， $\phi_P = \phi_F$ ，点电荷 Q 在 M 、 N 、 P 三点所在平面内，则



- A. 点电荷 Q 一定在 MP 的连线上
- B. 连接 PF 的线段一定在同一等势面上
- C. 将正试探电荷从 P 点搬运动到 N 点，电场力作做负功
- D. ϕ_P 大于 ϕ_N

21. 答案：AD

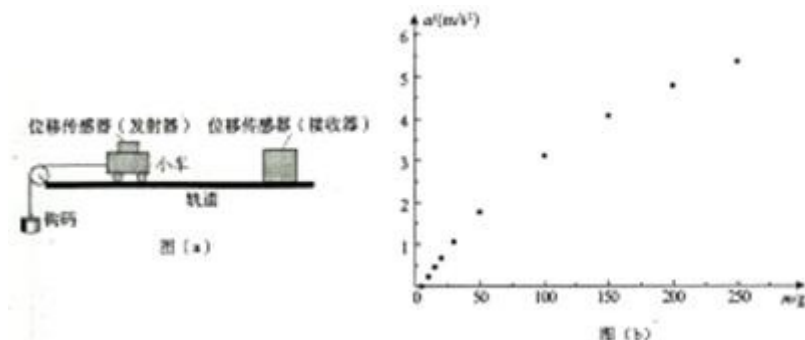
解析：本题考查点电荷电场中的电势变化规律及电场力做功。难度较小。由 $\phi_M = \phi_N$ 、 $\phi_P = \phi_F$ 及点电荷电场特点可知，整点电荷应处在 MN 连线的中垂线与 PF 连线的中垂线交点，由几何关系可知，此交点恰在 MP 连线上。因此 ϕ_P 大于 ϕ_N ，若将正试探电荷从 P 点搬运动到 N 点，电场力作做正功；由于点电荷电场中的等势面是以电荷为中心的球面，线段 PF 不可能在同一等势面上。选项 BC 错误，AD 正确。

22. （6 分）某同学利用图（a）所示实验装置及数字化信息系统获得了小车加速度 a 与钩码的质量 m 的对应关系图，如图（b）所示。实验中小车（含发射器）的质量为 200g，实验时选择了不可伸长的轻质细绳和轻定滑轮，小车的加速度由位移传感器及与之相连的计算机得到。回答下列问题：

（1）根据该同学的结果，小车的加速度与钩码的质量成_____（填“线性”或“非线性”）关系。

（2）由图（b）可知， $a-m$ 图线不经过原点，可能的原因是_____。

（3）若利用本实验装置来验证“在小车质量不变的情况下，小车的加速度与作用力成正比”的结论，并直接以钩码所受重力 mg 作为小车受到的合外力，则实验中应采取的改进措施是_____，钩码的质量应满足的条件是_____。



22. 答案：（1）非线性 （2）小车与接触面间存在摩擦力 （3）平衡摩擦力 $m \ll M$ （即钩码的质量远小于小车的质量）

解析：本题考查利用 DIS 系统探究加速度与合力关系。难度较小。（1）由图（b）可以看出，图中各点将拟合呈曲线，表示加速度与钩码质量成非线性关系。（2）图中图线不过原点，意味着小车所受拉力（钩码重力）不为零时加速度为零，这是由于拉力较小时，未超过轨道对小车的最大静摩擦力。因此，图线不过原点可能是由轨道的摩擦阻力造成的。

（3）以钩码所受重力 mg 作为小车受到的合外力，首先应是每次实验中，钩码的质量远小于小车质量，二是将轨道右端垫高，利用小车重力的分力平衡轨道的滑动摩擦力，三是使细绳与轨道平行。

23. （9 分）利用图（a）所示电路，可以测量电源的电动势与内阻，所用的实验器材有

待测电源，电阻箱（最大电阻 999.9 Ω ），电阻 R_0 （阻值为 3.0 Ω ），电阻 R_1 （阻值为 3.0 Ω ），电流表（量程为 200 μA ，内阻为 R_A 为 6.0 Ω ），开关 S。

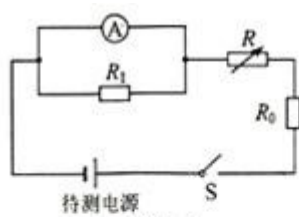


图 (a)

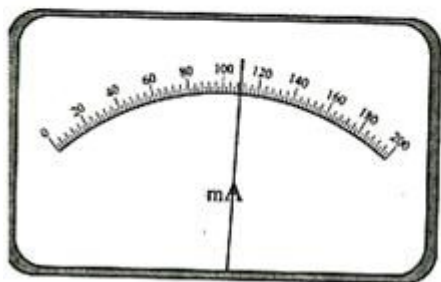
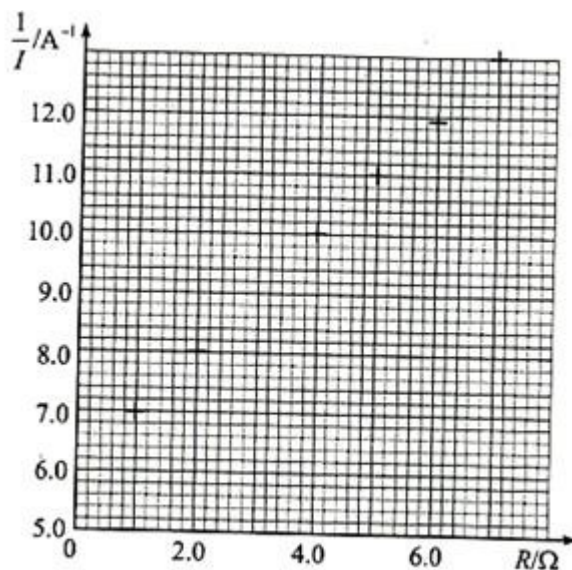


图 (b)



实验步骤如下：

- ① 将电阻箱电阻值调到最大，闭合开关 S；② 多次调节电阻箱，记下电流表的示数 I 和电阻箱相应的电阻 R ；③ 以 $\frac{1}{I}$ 为纵坐标， R 为横坐标，作 $\frac{1}{I}-R$ 图形（用直线拟合）；④ 求出直线的斜率何在纵轴上的截距 b 。

回答下列问题：

(1) 分别用 E 和 r 表示电源的电动势和内阻，则 $\frac{1}{I}$ 和 R 的关系式为_____；

(2) 实验得到的部分数据如下表所示，其中电阻 $R=3.0\ \Omega$ 时电流表的示数如图 (b) 所示。读出数据，完成下表。

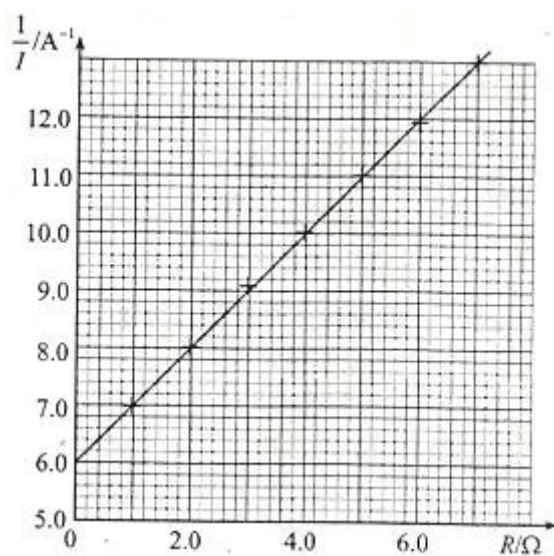
R/Ω	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
I/A	0.143	0.125	①	0.100	0.091	0.084	0.077
I^{-1}/A^{-1}	6.99	8.00	②	10.0	11.0	11.9	13.0

(3) 在图中的坐标纸上将所缺数据点补充完整并作图，根据图线求的斜率为 $k=$ _____ $A^{-1}\ \Omega^{-1}$ ，截距为 $b=$ _____ A^{-1} 。

(4) 根据图线求得电动势为 $E=$ _____ V，内阻为 $r=$ _____ Ω 。

23. 答案：见解析

解析： 本题考查利用电流表及电阻箱测量电动势于内阻实验，涉及电流表的改装。由于电流表的量程太小，直接测电流误差较大，由于该电流表的电阻已知，且有定值电阻可供选择，题中的实验电路，就是将电流表与其中一个定值电阻 (R_1) 并联，扩大量程后使用，将另一定值电阻 R_0 作为电源内阻的补偿电阻。



(1) 对实验电路由闭合电路欧姆定律有 $E = IR_A + (I + \frac{IR_A}{R_1})(R + R_0 + r)$, 解得

$$\frac{1}{I} = \frac{R_1 + R_A}{ER_1}R + \frac{R_1 + R_A}{ER_1}(R_0 + r).$$

(2) 由图 (b) 可读出, 表中的数据①为 $I = 27.2 \times \frac{200}{50} \mu A = 0.110 A$, 则数据②为 $9.09 A^{-1}$ 。

(3) 由表中数据及补充数据做出 $\frac{1}{I} - R$ 图线如图所示, 则图线斜率为 $k = 1.0 A^{-1} \Omega^{-1}$, 截距 $b = 6.0 A^{-1}$ 。

(4) 由 $\frac{1}{I} = \frac{R_1 + R_A}{ER_1}R + \frac{R_1 + R_A}{ER_1}(R_0 + r)$ 可知, $k = \frac{R_1 + R_A}{ER_1}$, $b = \frac{R_1 + R_A}{ER_1}(R_0 + r)$ 代入数据解得 $E = 3.0 V$, $r = 1.0 \Omega$ 。

24. (12 分) 公路上行驶的两辆汽车之间应保持一定的安全距离。当前车突然停止时, 后车司机可以采取刹车措施, 使汽车在安全距离内停下而不会与前车相碰。通常情况下, 人的反应时间和汽车系统的反应时间之和为 1s。当汽车在晴天干燥沥青路面上以 108km/h 的速度匀速行驶时, 安全距离为 120m。设雨天时汽车轮胎与沥青地面的动摩擦因数为晴天时的 $\frac{2}{5}$, 若要求安全距离仍为 120m, 求汽车在雨天安全行驶的最大速度。

24. 答案: $v_0' = 20 m/s$

解析: 本题以汽车刹车为背景考查牛顿第二定律与匀变速直线运动规律的综合运用。中等难度。晴天汽车刹车前匀速运动的速度、刹车后匀减速运动的初速度 $v_0 = 108 km/h = 30 m/s$ 。设晴天时汽车轮胎与沥青路面的动摩擦因数为 μ 。对汽车在反应时间里的匀速直线运动有

$s_1 = v_0 t$ ，对刹车后汽车的匀减速运动有 $-v_0^2 = 2as_2$ ，由牛顿第二定律有 $-\mu mg = ma$ ，

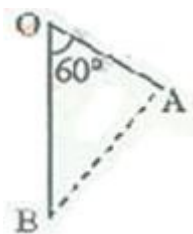
依题意有 $s_1 + s_2 = l$ ；同理，对雨天涉水后汽车的运动有 $s'_1 = v'_0 t$ ， $-v'^2_0 = 2a's'_2$ ，

$-\frac{2}{5}\mu mg = ma'$ 。代入数据解得汽车在雨天安全行驶的最大速度为 $v'_0 = 20 \text{ m/s}$ 。

25. (20分) 如图， O, A, B 为同一竖直平面内的三个点， OB 沿竖直方向， $\angle BOA = 60^\circ$ ，

$OB = \frac{3}{2}OA$ 。将一质量为 m 的小球以一定的初动能自 O 点水平向右抛出，小球在运动过程

中恰好通过 A 点。使此小球带，电荷量为 $q (>0)$ ，同时加一匀强电场、场强方向与 $\triangle OAB$ 所在平面平行。现从 O 点以同样的初动能沿某一方向抛出此带电小球，该小球通过了 A 点，到达 A 点的动能是初动能的 3 倍；若将该小球从 O 点以同样的初动能沿另一方向抛出，恰好通过 B 点，且到达 B 点的动能是初动能的 6 倍。重力加速度为 g 。求：



(1) 无电场时，小球到达 A 点时的动能与初动能的比值；

(2) 电场强度的大小和方向

24. 答案：(1) $\frac{E_{kA}}{E_{k0}} = \frac{7}{3}$ ；(2) $E = \frac{\sqrt{3}mg}{6q}$

解析：本题考查抛运动规律与静电场及动能定理的综合运用。难度较大。(1) 设小球

的初速度为 v_0 、初动能为 E_{k0} ，设 $OA = d$ ，则 $OB = \frac{3}{2}d$ 。对小球从 A 至 B 的平抛运动，由平抛

运动规律有 $d \cos 60^\circ = \frac{1}{2}gt^2$ 、 $d \sin 60^\circ = v_0 t$ ，由动能定理有

$$mgh \cos 60^\circ = E_{kA} - \frac{1}{2}mv_0^2, \text{ 而 } E_{k0} = \frac{1}{2}mv_0^2. \text{ 解得 } \frac{E_{kA}}{E_{k0}} = \frac{7}{3};$$

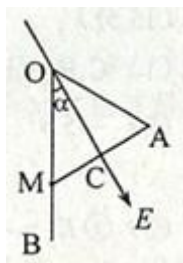
(2) 对加电场后小球从 O 到 A 、从 O 到 B 的运动，分别运用动能定理有

$$qU_{OA} + mgd = 2E_{k0}, \quad qU_{OB} + \frac{3}{2}mgd = 5E_{k0}. \text{ 设 } OB \text{ 上距 } O \text{ 点 } x \text{ 的 } M \text{ 点的电势与 } A \text{ 点电势}$$

相等，由 $U = Ed$ 及几个关系由 $\frac{3}{3d/2} = \frac{U_{OA}}{U_{OB}}$ 。解得 $x = d$ 。由于电场线与等面垂直，从 O 点

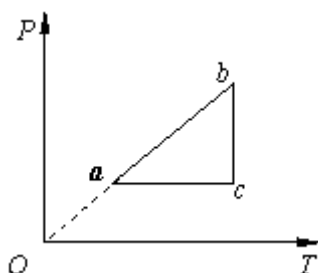
做 AM 的垂线 OC (恰是 $\angle BOA$ 的平分线), 便是一条电场线, 则 $E = \frac{U_{OA}}{d \cos 30^\circ}$ 。解得

$$E = \frac{\sqrt{3}mg}{6q}。$$



33. 【物理——选修3-3】(15分)

(1) (6分) 一定量的理想气体从状态 a 开始, 经历三个过程 ab 、 bc 、 ca 回到原状态, 其 P - T 图像如图所示, 下列判断正确的是_____。(填正确答案标号, 选对1个得3分, 选对2个得4分, 选对三个得6分。每选错一个扣3分, 最低得分为0分。)



- A. 过程 ab 中气体一定吸热
- B. 过程 bc 中气体既不吸热也不放热
- C. 过程 ca 中外界气体所做的功等于气体所放的热
- D. a 、 b 和 c 三个状态中, 状态 a 分子平均动能最小
- E. b 和 c 两个状态中, 容器壁单位面积单位时间内受到气体分子撞击的次数不同

33. (1) 答案: ADE

解析: 本题考查气体状态方程及热力学第一定律, 难度较小。由理想气体状态方程

$\frac{PV}{T} = C$ 可知, 一定质量的理想气体的 P - T 图像上点与坐标原点连线的斜率与体积 V 成反

比, 因此, $V_a = V_b < V_c$ 。由于过程 ab 中气体体积不变, 气体既不对外做功, 外界也不对气体做功, 由于温度升高, 内能增加, 气体一定吸热; 过程 bc 中气体温度不变 (内能不变) 而体积增大, 气体对外界做功, 一定吸热; 过程 ca 中气体压强不变, 温度降低 (内能减少), 体积减小, 外界对气体所做的功, 小于气体所放的热; 状态 a 时气体温度最低, 分子平均动能最小; b 和 c 两个状态, 气体温度相同, 单个分子对器壁的撞击力相同, 由于两态压强不同, 容器壁单位面积单位时间内受到气体分子撞击的次数不同。选项 BC 错误 ADE 正确。

(2) (9分) 一定质量的理想气体被活塞封闭在竖直放置的圆柱形气缸内, 汽缸壁导热良好, 活塞可沿气缸壁无摩擦地滑动。开始时气体压强为 P , 活塞下表面相对于气缸底部

的高度为 h ，外界温度为 T_0 。现取质量为 m 的沙子缓慢地倒在活塞的上表面，沙子倒完时，活塞下降了 $h/4$ 。若此后外界的温度变为 T ，求重新到达平衡后气体的体积。已知外界大气的压强始终保持不变，重力加速度大小为 g 。

33. (2) 答案: $V = \frac{9mghT}{4pT_0}$

解析: 本题考查理想气体状态方程与共点力平衡条件的综合运用。中等难度。设气缸横截面积为 S ，沙子倒在活塞上后使气体增加的压强为 Δp ，对缸内气体由玻意耳定律有

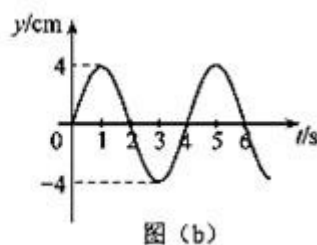
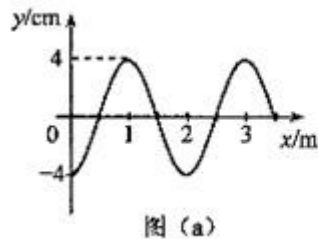
$$p_0 h S = (p_0 + \Delta p) \left(h - \frac{1}{4}h\right) S, \text{ 解得 } \Delta p = \frac{1}{3}p_0; \text{ 设外界温度变为 } T, \text{ 重新平衡后活塞距底面}$$

的高度为 h' ，对气体由盖—吕萨克定律有 $\frac{(h - \frac{1}{4}h)S}{T_0} = \frac{h'S}{T}$ ，解得 $h' = \frac{3T}{4T_0}$ 。由共点力平

衡条件可知 $\Delta p = \frac{mg}{S}$ ，气体最后的体积为 $V = Sh'$ 。解得 $V = \frac{9mghT}{4pT_0}$ 。

34. 【物理——选修3-4】(15分)

(1) (6分) 图(a)为一列简谐横波在 $t=2\text{s}$ 时的波形图，图(b)为媒质中平衡位置在 $x=1.5\text{m}$ 处的质点的振动图像， P 是平衡位置为 $x=2\text{m}$ 的质点。下列说法正确的是_____。(填正确答案标号。选对1个得3分，选对2个得4分，选对3个得6分。第选错1个扣3分，最低得分为0分。)



- A. 波速为 0.5m/s
- B. 波的传播方向向右
- C. $0\sim 2\text{s}$ 时间内， P 运动的路程为 8cm
- D. $0\sim 2\text{s}$ 时间内， P 向 y 轴正方向运动
- E. 当 $t=7\text{s}$ 时， P 恰好回到平衡位置

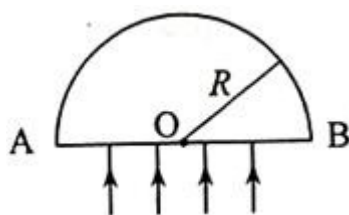
34. (1) 答案: ACE

解析: 本题考查机械波，难度较小。由振动图像可知，波的周期为 $T=4.0\text{s}$ ，由波动图

像可知波长为 $\lambda=2.0\text{m}$ ，则波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = 0.5\text{m/s}$ ；由振动图像可知， 2s 末，平衡位置在

$x=1.5\text{m}$ 处的质点正经过平衡位置向 y 轴负向运动，因此，波沿 x 轴负向（向左）传播； $0\sim 2\text{s}$ 时间（半周期）内 P 质点从波峰向 y 轴负向运动至波谷，运动的路程为 $2 \times 4\text{cm} = 8\text{cm}$ ，在 5s ， P 恰好回到平衡位置，选项 BD 错误 ACE 正确。

(2) (9分) 一个半圆柱形玻璃砖，其横截面是半径为 R 的半圆， AB 为半圆的直径， O 为圆心，如图所示。玻璃的折射率为 $n=\sqrt{2}$ 。



(i) 一束平行光垂射向玻璃砖的下表面，若光线到达上表面后，都能从该表面射出，则入射光束在 AB 上的最大宽度为多少？

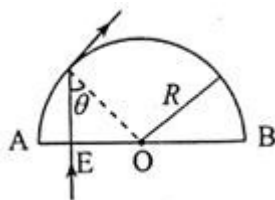
(ii) 一细束光线在 O 点左侧与 O 相距 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$ 处垂直于 AB 从下方入射，求此光线从玻璃砖射出点的位置。

34. (2) 答案：(i) $\sqrt{2}R$ ；(ii) O 点右侧与 O 相距 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$ 处

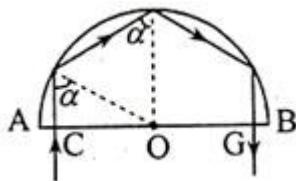
解析：本题考查光的折射及全反射，中等难度。

(i) 设从 E 点射入的光线到达玻璃砖上表面时恰好全反射，如图所示，则 $\sin \theta = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ，解得 $\theta = 45^\circ$ 。则入射光束在 AB 上的最大宽度为

$$2OE = 2R \cos \theta = \sqrt{2}R;$$



(ii) 做出从 O 点左侧与 O 相距 $\frac{\sqrt{3}}{2}R$ 处的 C 点垂直于 AB 从下方入射的光线，在玻璃砖中的传播路线如图所示，由几何关系可知， $\sin \alpha = \frac{\sqrt{3}R/2}{R}$ ，则 $OG = OC = \frac{\sqrt{3}}{2}R$ 。



35. 【物理—选修3-5】(15分)

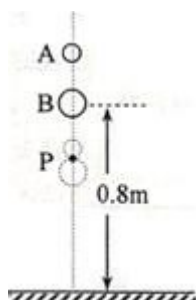
(1) (6分) 关于天然放射性，下列说法正确的_____。(填正确答案标号。选对1个得3分，选对2个得4分，选对3个得6分。每选错一个扣3分，最低得分为0分。)

- A. 所有元素都有可能发生衰变
 B. 放射性元素的半衰期与外界的温度无关
 C. 放射性元素与别的元素形成化合物时仍具有放射性
 D. α 、 β 和 γ 三种射线中， γ 射线的穿透能力最强
 E. 一个原子核在一次衰变中可同时放出 α 、 β 和 γ 三种射线

35. (1) 答案: BCD

解析: 本题考查原子核的衰变，难度较小。只有放射性元素的原子核才能发生衰变；放射性元素的半衰期与外界的温度、压强等因素无关；衰变是原子核的反应，因此，放射性元素与别的元素形成化合物时仍具有放射性； α 、 β 和 γ 三种射线中， γ 射线的穿透能力最强；一个原子核在一次衰变中不一定同时放出 α 、 β 和 γ 三种射线。选项 AE 错误 BCD 正确。

(2) (9 分) 如图，质量分别为 m_A 、 m_B 的两个弹性小球 A、B 静止在地面上方，B 球距离地面的高度 $h=0.8\text{m}$ ，A 球在 B 球的正上方，先将 B 球释放，经过一段时间后再将 A 球释放。当 A 球下落 $t=0.3\text{s}$ 时，刚好与 B 球在地面上方的 P 点处相碰。碰撞时间极短。碰后瞬间 A 球的速度恰好为零。已知 $m_B=3m_A$ ，重力加速度大小 $g=10\text{m/s}^2$ ，忽略空气阻力及碰撞中的动能损失。求



- (i) B 球第一次到达地面时的速度；
 (ii) P 点距离地面的高度。

35. 答案: (2) (i) 4m/s ; (ii) 0.75m

解析: 本题考查机械能守恒定律、动量守恒定律的综合运用，中等难度。(i) 对 B 球从释放到地面的运动，由机械能守恒定律或自由落体运动规律可知 $v_B = \sqrt{2gh} = 4.0\text{m/s}$;

(ii) 由自由落体运动规律可知，A 球于 B 球碰撞前的速度大小为 $v_A = gt = 3.0\text{m/s}$ 。由于 A、B 两球碰撞时间极短，相互作用的撞击力远大于重力，对其碰撞过程运用大量守恒定律有 $m_A v_A - m_B v_{B1} = m_B v_{B2}$ ，由于不计空气阻力及碰撞过程的能量损失，故碰撞前后动能

之和不变，故有 $\frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_{B1}^2 = \frac{1}{2}m_B v_{B2}^2$ 。由于不计空气阻力及碰撞过程的能量损失，

B 球与地面碰撞前后速度大小不变，对 B 球从与地面碰后到上升至与 A 碰撞前的运动，由机械能守恒定律或匀变速直线运动规律有 $v_{B1}^2 - v_B^2 = 2(-g)h_P$ 。代入数据解得 $h_P = 0.75\text{m}$ 。