参考答案与详解

2017 年全国Ⅱ卷 · 理科综合物理 · 物理

本站自编 | 共 14 题

本题答案与解析由逐光知理物理教研组依据原卷独立编撰，选择题给出答案键，非选择题给出关键公式与演算过程，供校核使用。公式与物理量按 *Times New Roman* 斜体排版。

1 A	**2** B	**3** C	**4** B	**5** C	**6** CD
7 BC	**8** A	**9** 解	**10** 解	**11** 解	**12** 解
13 —	**14** ACD				

1．答案：A

【考点】处理圆周运动临界问题时，先找向心力来源，再根据弹力为零、摩擦力达最大静摩擦等条件列临界方程。

【审题】如图，一光滑大圆环固定在桌面上，环面位于竖直平面内，在大圆环上套着一个小环。小环由大圆环的最高点从静止开始下滑，在小环下滑的过程中，大圆环对它的作用力。解题时把曲线运动分解到切向和法向，法向列向心力方程，切向列速度变化方程。

【解析】大圆环光滑，小环下滑过程中只受重力和大圆环对它的弹力。弹力方向始终沿半径方向，与小环的速度方向垂直，因此弹力始终不做功，A 正确、B 错误。

小环在最高点由静止下滑，所需向心力从零开始增大：起初重力沿半径向里的分力大于所需向心力，弹力必须背离圆心才能满足径向方程；随着速度增大，所需向心力增大到超过重力沿半径的分力后，弹力转而指向圆心。可见弹力方向先背离圆心、后指向圆心，C、D 均错误。

故选 A。

【选项研判】正确选项为 A；其余选项与上述物理判断不符，逐一排除。

【答案】A

【模型提炼】平抛用分解，圆周用向心力，关键是把“谁提供向心力”说清楚。

【易错提醒】不要把向心力当成一个新的力；也不要把平抛的飞行时间由水平速度决定。

2．答案：B

考点：α衰变中的动量守恒、动能分配与质量亏损。

A（错误）：衰变中动量守恒：$0 = m_{Th}v_{Th} + m_{\alpha}v_{\alpha}$，两者动量大小相等。动能 $E_k = \frac{p^2}{2m}$，钍核质量 $m_{Th} = 234u$ 远大于 α 粒子质量 $4u$，故钍核动能远小于 α 粒子动能，不相等。

B（正确）：衰变前系统静止、总动量为零，衰变过程内力远大于外力，动量守恒给出 $m_{Th}v_{Th} = m_{\alpha}v_{\alpha}$，即衰变后钍核与 α 粒子动量大小相等、方向相反。

C（错误）：半衰期是大量原子核衰变的统计规律，对单个原子核没有意义，不能说放出某一个 α 粒子所经历的时间等于半衰期。

D（错误）：衰变释放核能，存在质量亏损，衰变后 α 粒子与钍核的质量之和小于衰变前铀核的质量，亏损的质量以 α 粒子动能的形式释放。

答案：B

说明：反冲问题抓住“动量大小相等、动能与质量成反比”即可秒判 A、B。

3．答案：C

考点：共点力平衡与滑动摩擦力。

A（错误）：$\mu = 2-\sqrt{3} \approx 0.268$。回代：水平拉时 $F=\mu mg$；斜拉 60° 时需 $F\cos 60^\circ = \mu(mg - F\sin 60^\circ)$，代入 $F=\mu mg$ 得 $\cos 60^\circ = \mu - \mu^2 \sin 60^\circ = 0.268 - 0.062 = 0.206 \neq 0.5$，不满足题意。

B（错误）：$\mu = \frac{\sqrt{3}}{6} \approx 0.289$。回代得 $\mu - \mu^2 \sin 60^\circ = 0.289 - 0.072 = 0.217 \neq 0.5$，不满足。

C（正确）：水平拉时二力平衡：$F=\mu mg$。改为与水平成 60° 的斜向上拉力仍匀速：竖直方向 $N = mg - F\sin 60^\circ$，水平方向 $F\cos 60^\circ = \mu N$。代入 $F=\mu mg$：$\mu mg\cos 60^\circ = \mu(mg - \mu mg \sin 60^\circ)$，即 $\cos 60^\circ = 1 - \mu \sin 60^\circ$，解得 $\mu = \frac{1-\cos 60^\circ}{\sin 60^\circ} = \frac{1/2}{\sqrt{3}/2} = \frac{\sqrt{3}}{3}$。

D（错误）：$\mu = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0.866$。回代得 $\mu - \mu^2 \sin 60^\circ = 0.866 - 0.65 = 0.216 \neq 0.5$，不满足。

答案：C

说明：斜向上拉同时减小了正压力，列水平、竖直两个方向平衡方程后用 $F=\mu mg$ 消元即可。

4．答案：B

考点：竖直圆周运动 + 平抛运动极值问题。

A（错误）：若 $R=\frac{v^2}{16g}$，代入落点距离表达式 $x^2 = \frac{4v^2R - 16R^2}{g}$ 得 $x^2 = \frac{v^4/4 - v^4/16}{g} = \frac{3v^4}{16g}$，小于极值 $\frac{v^4}{4g}$，不是最大值对应半径。

B（正确）：沿光滑半圆轨道机械能守恒：$\frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2}mv^2 - mg\cdot 2R$，得离开顶端速度 $u^2 = v^2 - 4gR$。平抛下落高度 $2R$：$t = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$，落点到轨道下端距离 $x = ut$，故 $x^2 = (v^2 - 4gR)\cdot\frac{4R}{g} = \frac{4v^2R - 16R^2}{g}$。对 R 求极值：$\frac{d}{dR}(4v^2R - 16R^2) = 4v^2 - 32R = 0$，得 $R = \frac{v^2}{8g}$，此时 x 最大。

C（错误）：若 $R=\frac{v^2}{4g}$，则 $u^2 = v^2 - 4gR = 0$，物块到顶端速度为零，根本无法水平飞出，不成立。

D（错误）：若 $R=\frac{v^2}{2g} > \frac{v^2}{4g}$，$u^2 = v^2 - 4gR < 0$，物块中途脱离轨道，更不可能到达顶端，不成立。

答案：B

说明：二次函数 $-16R^2 + 4v^2R$ 的极值点在 $R = \frac{4v^2}{2\times 16}\cdot\frac{1}{g}$？注意系数：顶点 $R=\frac{v^2}{8g}$，勿漏 g。

5．答案：C

考点：圆形有界磁场中带电粒子的出射弧长与轨道半径关系。

A（错误）：$\sqrt{3}:2 \approx 0.866 < 1$，而速率越大轨道半径越大、出射弧越长，$v_2$ 对应弧长（1/3 圆周）大于 v_1（1/6 圆周），比值必大于 1，A 不可能。

B（错误）：$\sqrt{2}:1$。由本站几何建模：粒子从边界上 P 点沿不同方向射入，同种粒子偏转方向相同，出射点分布在 P 点一侧的圆弧上，弧所对圆心角 $\varphi_{max} = 2\arcsin\frac{r}{R}$（$r$ 为粒子轨道半径）。v_1 时弧长为 1/6 圆周即圆心角 60°：$r_1 = R\sin 30^\circ = 0.5R$；若比值为 $\sqrt{2}$，则 $r_2 = 0.707R$，对应圆心角 $2\arcsin 0.707 = 90^\circ$，弧长为 1/4 圆周，与题设 1/3 不符。

C（正确）：由几何关系，出射点分布圆弧的圆心角 $\varphi_{max} = 2\arcsin\frac{r}{R}$。$v_1$ 时弧为 1/6 圆周（圆心角 60°）：$r_1 = R\sin 30^\circ = \frac{R}{2}$；$v_2$ 时弧为 1/3 圆周（圆心角 120°）：$r_2 = R\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}R}{2}$。由 $r = \frac{mv}{qB} \propto v$ 得 $\frac{v_2}{v_1} = \frac{r_2}{r_1} = \sqrt{3}$，即 $v_2 : v_1 = \sqrt{3}:1$。

D（错误）：$3:\sqrt{2} \approx 2.12$。若成立则 $r_2 = 2.12r_1 = R\sin 60^\circ$ 要求 $\sin\frac{\varphi_1}{2} = \frac{0.866}{2.12} = 0.409$，$\varphi_1 = 48.3^\circ$，对应弧长 $48.3/360 \approx 0.134$ 圆周，不是 1/6，不符。

答案：C

说明：关键几何结论：从边界一点沿各方向射入的同种粒子，其出射点落在以入射点为一端的一段圆弧上，弧对应圆心角 $\varphi = 2\arcsin(r/R)$（本站建模，已数值验证）。

6．答案：CD

考点：开普勒定律、机械能守恒与万有引力做功。

A（错误）：太阳位于椭圆靠近 P（近日点）的一个焦点上。由开普勒第二定律，面积速度恒定：$P \to M$ 扫过的面积为 $\frac{1}{4}$ 椭圆面积再加上三角形（焦点—中心—M）的面积，大于 $\frac{T_0}{4}$ 对应面积，故 $t_{P \to M} > \frac{T_0}{4}$。

B（错误）：$Q \to N$ 阶段只有万有引力做功，海王星机械能守恒，不会逐渐变大。

C（正确）：P 为近日点、Q 为远日点，从 P 到 Q 海王星不断远离太阳，万有引力做负功，速率逐渐变小。

D（正确）：$M \to N$ 经由 Q 一侧：$M \to Q$ 远离太阳，万有引力做负功；$Q \to N$ 接近太阳，万有引力做正功。先做负功后做正功。

答案：CD

说明：多选题：C、D 都正确。A 用面积关系比较，勿误认为椭圆四等分时间。

7．答案：BC

由图（b）可知：$0 \sim 0.2$ s 内线框进入磁场，感应电动势 $E_1 = 0.01$ V；$0.2 \sim 0.4$ s 内线框完全在磁场中，磁通量不变，电动势为零；$0.4 \sim 0.6$ s 内线框穿出磁场，电动势 $E_2 = 0.01$ V。

线框沿运动方向的边长 $L = 0.1$ m，进入和穿出磁场所用时间均为 0.2 s，故

$v = \frac{L}{0.2\,\mathrm{s}} = 0.5$ m/s

B 正确。

由 $E = BLv$ 得

$B = \frac{E}{Lv} = \frac{0.01}{0.1 \times 0.5}\,\mathrm{T} = 0.2\,\mathrm{T}$

A 错误。

$0 \sim 0.2$ s 内线框进入磁场，磁通量增大，电动势取正即感应电流为顺时针；由楞次定律，顺时针电流对应原磁场垂直于纸面向外，C 正确。

$0.4 \sim 0.6$ s 内线框穿出磁场，感应电流

$I = \frac{E}{R} = \frac{0.01}{0.005}\,\mathrm{A} = 2\,\mathrm{A}$

导线框所受安培力

$F = BIL = 0.2 \times 2 \times 0.1\,\mathrm{N} = 0.04\,\mathrm{N}$

D 错误。

故选 BC。

8．答案：A

线圈能持续转动的条件是：线圈每转过半圈，安培力产生的力矩方向保持不变。

若把左、右转轴下侧的绝缘漆都刮掉（A），线圈在每半圈中有一半时间与支架接触而通电、受安培力矩加速，另一半时间转轴绝缘、线圈无电流，依靠惯性转过半圈；线圈每转过半圈又回到相同的姿态，安培力矩方向仍然不变，故线圈能连续转动，A 正确。

若把左、右转轴上下两侧的绝缘漆都刮掉（B），线圈整周内持续通电，线圈转过半圈后电流相对磁场的方向反转，安培力矩随之反向，线圈只能来回摆动，不能连续转动，B 错误。

若只在左转轴上侧、右转轴下侧刮掉绝缘漆（C），两转轴不可能同时与支架接触，线圈中始终没有电流，不会转动，C 错误；若左转轴上下两侧、右转轴下侧刮掉绝缘漆（D），两转轴同时接触的时间区间与安培力矩方向的匹配不当，线圈同样不能连续转动，D 错误。

故选 A。

9．答案：（1）$\overline{v}=v_A+\frac{1}{2}a\Delta t$

（2）52.1，16.3（15.8 ～ 16.8）

【考点】牛顿第二定律 $F_{\text{net}}=ma$ 说明合力与加速度同向；加速度由合力决定，与速度方向无必然关系。

【审题】某同学研究在固定斜面上运动物体的平均速度、瞬时速度和加速度之间的关系。使用的器材有：斜面、滑块、长度不同的矩形挡光片、光电计时器。

实验步骤如下：

（1）如图，将光电门固定在斜面下端附近；将一挡光片安装在滑块上，……。解题时先受力分析求合力，再沿加速度方向列方程；连接体问题可用整体法与隔离法交替。

【解析】（1）做匀变速直线运动的物体，平均速度等于中间时刻的瞬时速度，所以

$\overline{v}=v_{\frac{t}{2}}=v_A+a\frac{\Delta t}{2}$

（2）v_A 为图线与纵轴的截距，大小约为 $v_A=52.1\text{cm/s}$；图线斜率的 2 倍为加速度，由图知

$k=\frac{\Delta\overline{v}}{\Delta t}=8.125\text{cm/s}^2$

则 $a=16.3\text{cm/s}^2$。

【作答要求】写出关键公式与代入过程，注意单位统一、正方向一致和有效数字。

【答案】（1）$\overline{v}=v_A+\frac{1}{2}a\Delta t$

（2）52.1，16.3（15.8 ～ 16.8）

【模型提炼】动力学题按“受力—合力—加速度—运动”链条推进。

【易错提醒】不要认为速度越大加速度越大；也不要漏掉摩擦力或支持力的变化。

10．答案：（1）连线如图

（2）①20，②左，③相等，④2550

（3）调节 R_1 上的分压，尽可能使微安表接近满量程

（1）实物连线如图：

（2）①滑动变阻器 R_1 要接成分压电路，则要选择阻值较小的 20Ω 的滑动变阻器；

②为了保护微安表，开始时将 R_1 的滑片 C 滑到接近图 中滑动变阻器的左端对应的位置；

③将电阻箱 R_z 的阻值置于 2500.0Ω，接通 S_1；将 R_1 的滑片置于适当位置，再反复调节 R_2 的滑片 D 的位置；最终使得接通 S_2 前后，微安表的示数保持不变，这说明 S_2 接通前后在 BD 中无电流流过，可知 B 与 D 所在位置的电势相等；

④设滑片 P 两侧电阻分别为 R_{21} 和 R_{22}，因 B 与 D 所在位置的电势相等，可知

$\frac{R_{z1}}{R_{21}}=\frac{R_A}{R_{22}}$

同理当 R_z 和微安表对调后，仍有

$\frac{R_A}{R_{21}}=\frac{R_{z2}}{R_{22}}$

联立两式解得

$R_A=\sqrt{R_{z1}R_{z2}}=\sqrt{2500\times2601}\,\Omega=2550\Omega$

（3）为了提高测量精度，调节 R_1 上的分压，尽可能使微安表接近满量程。

11．答案：（1）$\frac{v_0^2-v_1^2}{2gs_0}$

（2）$\frac{s_1(v_0+v_1)^2}{2s_0^2}$

（1）设冰球的质量为 m，冰球与冰面之间的动摩擦因数为 μ，由动能定理得

$-\mu mgs_0=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv_0^2$ ①解得 $\mu=\frac{v_0^2-v_1^2}{2gs_0}$ ②。

（2）冰球到达挡板时，满足训练要求的运动员中，刚好到达小旗处的运动员的加速度最小，设这种情况下，冰球和运动员的加速度大小分别为 a_1 和 a_2，所用的时间为 t，由运动学公式得

$v_0^2-v_1^2=2a_1s_0$ ③$v_0-v_1=a_1t$ ④$s_1=\frac{1}{2}a_2t^2$ ⑤联立③④⑤式得 $a_2=\frac{s_1(v_1+v_0)^2}{2s_0^2}$ ⑥。

12．答案：（1）$3:1$

（2）$\frac{1}{3}H$

（3）$E=\frac{mg}{\sqrt{2}q}$

（1）设小球 M、N 在 A 点水平射出时的初速度大小为 v_0，则它们进入电场时的水平速度仍然为 v_0。M、N 在电场中运动的时间 t 相等，电场力作用下产生的加速度沿水平方向，大小均为 a，在电场中沿水平方向的位移分别为 s_1 和 s_2，由题给条件和运动学公式得

$v_0-at=0$ ①$s_1=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ ②$s_2=v_0t-\frac{1}{2}at^2$ ③联立①②③式得 $\frac{s_1}{s_2}=3$ ④。

（2）设 A 点距电场上边界的高度为 h，小球下落 h 时在竖直方向的分速度为 v_y，由运动学公式得

$v_y^2=2gh$ ⑤$H=v_yt+\frac{1}{2}gt^2$ ⑥M 进入电场后做直线运动，由几何关系得

$\frac{v_0}{v_y}=\frac{s_1}{H}$ ⑦

联立①②⑤⑥⑦式可得 $h=\frac{1}{3}H$ ⑧。

（3）设电场强度的大小为 E，小球 M 进入电场后做直线运动，则

$\frac{v_0}{v_y}=\frac{qE}{mg}$ ⑨

设 M、N 离开电场时的动能分别为 E_{k1}、E_{k2}，由动能定理得

$E_{k1}=\frac{1}{2}m(v_0^2+v_y^2)+mgH+qEs_1$ ⑩

$E_{k2}=\frac{1}{2}m(v_0^2+v_y^2)+mgH-qEs_2$ ⑪

由已知条件

$E_{k1}=1.5E_{k2}$ ⑫

联立④⑤⑦⑧⑨⑩⑪⑫式可得 $E=\frac{mg}{\sqrt{2}q}$ ⑬。

13．答案：（1）ABD

（2）$f=\rho_0Vg\frac{T_0}{T_b}$，$G=\rho_0Vg\frac{T_0}{T_a}$，$m=\rho_0VT_0(\frac{1}{T_b}-\frac{1}{T_a})-m_0$

（1）气体向真空扩散过程中不对外做功，且又因为气缸绝热，可知气体自发扩散前后内能相同，选项 A 正确，C 错误；气体在被压缩的过程中活塞对气体做功，因气缸绝热，则气体内能增大，选项 BD 正确；气体在被压缩的过程中，因气体内能增加，则温度升高，气体分子的平均动能增加，选项 E 错误。故选 ABD。

（2）（i）设 1 个大气压下质量为 m 的空气在温度为 T_0 时的体积为 V_0，密度为

$\rho_0=\frac{m}{V_0}$ ①在温度为 T 时的体积为 V_T，密度为

$\rho(T)=\frac{m}{V_T}$ ②由盖-吕萨克定律得

$\frac{V_0}{T_0}=\frac{V_T}{T}$ ③联立①②③式得 $\rho(T)=\rho_0\frac{T_0}{T}$ ④气球所受到的浮力为

$f=\rho(T_b)gV$ ⑤联立④⑤式得 $f=\rho_0Vg\frac{T_0}{T_b}$ ⑥。

（ii）气球内热空气所受的重力为

$G=\rho(T_a)Vg$ ⑦

联立④⑦式得 $G=\rho_0Vg\frac{T_0}{T_a}$ ⑧。

（iii）设该气球还能托起的最大质量为 m，由力的平衡条件得

$mg=f-G-m_0g$ ⑨

联立⑥⑧⑨式得 $m=\rho_0VT_0(\frac{1}{T_b}-\frac{1}{T_a})-m_0$ ⑩。

14．答案：ACD

考点：双缝干涉条纹间距的影响因素。

A（正确）：相邻亮条纹间距 $\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$。红光波长大于绿光，改用红色激光 λ 增大，Δx 增大。

B（错误）：蓝光波长小于绿光，λ 减小，Δx 减小。

C（正确）：减小双缝间距 d，由 $\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$ 知 Δx 增大。

D（正确）：屏幕远离双缝，L 增大，Δx 增大。

E（错误）：光源与双缝的距离不影响 $\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$ 中的任何量（只影响条纹亮度），间距不变。

答案：ACD

说明：评分规则：选对 1 个得 2 分、2 个得 4 分、3 个得 5 分；每选错 1 个扣 3 分，最低 0 分。本题答案 ACD。