参考答案与详解

2017 年全国Ⅲ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 C	**2** D	**3** A	**4** B	**5** C	**6** BC
7 AB	**8** ABD	**9** 解	**10** B	**11** 解	**12** 解
13 ABD	**14** BC				

1．答案：C

考点：万有引力定律与圆轨道各物理量的比较。

A．周期变大——不正确：对接后的组合体仍沿“天宫二号”原来的圆轨道运行，轨道半径 r 不变。由 $T=2\pi\sqrt{r^3/(GM)}$ 可知周期只由轨道半径决定，r 不变则周期不变。

B．速率变大——不正确：圆轨道运行速率 $v=\sqrt{GM/r}$，轨道半径不变则速率不变。

C．动能变大——正确：速率 v 不变，而组合体的质量大于“天宫二号”单独运行时的质量，由 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$，质量增大则动能变大。

D．向心加速度变大——不正确：向心加速度 $a=\frac{GM}{r^2}$，只由轨道半径决定，r 不变则向心加速度不变。

答案：C

2．答案：D

考点：楞次定律判断感应电流方向。

A．PQRS 顺时针、T 逆时针——不正确：金属杆 PQ 突然向右运动，回路 PQRS 面积增大，垂直纸面向里的磁通量增大。由楞次定律，感应电流的磁场应垂直纸面向外，故 PQRS 中感应电流沿逆时针方向，不是顺时针。

B．PQRS 顺时针、T 顺时针——不正确：PQRS 中感应电流应为逆时针方向，判断见 A 项。

C．PQRS 逆时针、T 逆时针——不正确：PQRS 逆时针正确。但圆环 T 位于回路内部，穿过 T 的外加磁场（垂直纸面向里）恒定不变，T 中磁通量的变化只来自 PQRS 中感应电流的磁场——该磁场在回路内部（含 T 处）垂直纸面向外，使 T 的净磁通量向“垂直纸面向外”方向变化，故 T 中感应电流的磁场应垂直纸面向里，T 中电流沿顺时针方向，不是逆时针。

D．PQRS 逆时针、T 顺时针——正确：综上：PQ 右移使 PQRS 向里的磁通量增大，PQRS 中感应电流逆时针以阻碍增大；T 处磁通量因 PQRS 的感应磁场而向“向外”变化，T 中感应电流顺时针以阻碍该变化。

答案：D

说明：易错点：T 的磁通量变化不是直接来自外加磁场（其大小不变），而是来自大回路中感应电流产生的磁场。

3．答案：A

【考点】功是力在位移方向上的累积，$W = Fl\cos\theta$；动能定理 $W_{net} = \Delta E_k$，机械能守恒的条件是只有重力或弹力做功。

【审题】如图，一质量为 m，长度为 l 的均匀柔软细绳 PQ 竖直悬挂。用外力将绳的下端Q缓慢地竖直向上拉起至 M 点，M 点与绳的上端 P 相距 $\frac{1}{3}$l。重力加速度大小为 g。在此过程中，外力做的功为。解题时先选研究过程，再算各力做功，最后用动能定理或机械能守恒列式。

【解析】过程中可以等效为将下端 $\frac{1}{3}$l 的绳提升 $\frac{1}{3}$l 的高度，重力势能的改变量为 $\Delta E_p = \frac{1}{3}$mg · $\frac{1}{3}$l = $\frac{1}{9}$mgl。由功能原理可知，在此过程中外力做的功 W = $\frac{1}{9}$mgl。

故 A 正确。

【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】能量题优先看“有哪些力做功、是否有摩擦、是否守恒”。

【易错提醒】不要漏掉摩擦力做负功，也不要把“匀速”误认为机械能守恒。

4．答案：B

考点：弹性绳的胡克定律与共点力平衡。

A．86cm ——不正确：误认为两端移到同一点后绳的总伸长减半再叠加等错误模型；伸长应与每半段所受张力成正比重新计算，见 B 项。

B．92cm ——正确：开始时两悬点相距 80cm、绳原长 80cm，挂钩码平衡时总长 100cm，每半段长 50cm、伸长 10cm。半段的水平投影为 40cm，竖直下垂量 $\sqrt{50^2 - 40^2} = 30\text{cm}$，设半段张力 T_1，对钩码：$2T_1 \cdot \frac{30}{50} = mg$，得 $T_1 = \frac{mg}{1.2}$。两端移至同一点后两半段竖直并联，每半段张力 $T_2 = \frac{mg}{2}$。在弹性限度内伸长与张力成正比：每半段伸长 $\Delta x_2 = 10\text{cm} \times \frac{T_2}{T_1} = 10 \times \frac{0.5}{1/1.2} \times \frac{1}{1} = 10 \times 0.6 = 6\text{cm}$，每半段长 46cm，总长 $2 \times 46 = 92\text{cm}$。

C．98cm ——不正确：误把总伸长（20cm）按 T_2/T_1 缩小后加在原长 80cm 上得到约 98cm；实际上“每半段”的伸长才与张力成正比，原长应按两个半段分别计算。

D．104cm ——不正确：误认为张力增大伸长增大（如按 $T_2 > T_1$ 放大伸长）；实际 $T_2 = \frac{mg}{2} < T_1 = \frac{mg}{1.2}$，每半段伸长应变小为 6cm，总长必小于 100cm。

答案：B

5．答案：C

【考点】磁感应强度 B 描述磁场强弱，安培力 $F = BIL\sin\theta$，洛伦兹力 $F = qvB\sin\theta$ 且始终垂直于速度。

【审题】如图，在磁感应强度大小为 B_0 的匀强磁场中，两长直导线 P 和 Q 垂直于纸面固定放置，两者之间的距离为 l。在两导线中均通有方向垂直于纸面向里的电流 I 时，纸面内与两导线距离为 l 的 a 点处的磁感应强度为……。解题时先用左手定则判断力的方向，再找圆心、定半径，最后用几何关系求偏转角。

【解析】设每根长直导线在 a 点产生的磁感应强度大小为 b。两导线电流同向时，a 点两磁场方向夹角为 120°，合磁感应强度大小也为 b，且与外加磁场 B_0 等大反向，故 $b = B_0$。

P 中电流反向、Q 中电流不变后，a 点两导线产生的磁场方向夹角变为 60°，合磁感应强度

$B' = 2b\cos 30^\circ = \sqrt{3}B_0$。

由矢量叠加并计入原外加磁场，a 点总磁感应强度为

$B_{tot} = \frac{2\sqrt{3}}{3}B_0$，选 C。

【选项研判】正确选项为 C；其余选项与上述物理判断不符，逐一排除。

【答案】C

【模型提炼】磁场题按“受力方向—圆心位置—半径—几何关系”建模。

【易错提醒】洛伦兹力不做功；不要用右手定则判断安培力方向。

6．答案：BC

【考点】光电效应 $E_k = h\nu - W_0$，光子能量 $E = h\nu$；玻尔模型能级差决定吸收或辐射光子频率。

【解析】由光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$ 可知，若 $\nu_a > \nu_b$，则 $E_{ka} > E_{kb}$，遏止电压用于反映最大初动能的大小，$eU = E_k$，则 $U_a > U_b$，故 A 错误、B 正确；若 $U_a < U_b$，则 $E_{ka} < E_{kb}$，故 C 正确；$W_0 = h\nu - E_k$，金属的逸出功由金属材料本身决定，故 D 错误。

【选项研判】正确选项为 BC；多选题须逐项独立核验，选对但不全得部分分。

【答案】BC

【模型提炼】近代物理题按“守恒—能级—能量”分析。

【易错提醒】不要认为半衰期随温度变化；也不要漏掉核反应中的光子或中微子。

7．答案：AB

$F-t$ 图线与 t 轴围成的面积表示冲量。0～1 s 冲量为 2 N·s，由动量定理 $m = 2$ kg 得 $v_1 = 1$ m/s，A 对；0～2 s 冲量为 4 N·s，得 $p_2 = 4$ kg·m/s，B 对；2～3 s 冲量为 -1 N·s，得 $p_3 = 2$ kg·m/s，C 错；0～4 s 总冲量为 2 N·s，$v_4 = 1$ m/s，D 错。

8．答案：ABD

匀强电场中电势沿某方向线性变化。由图中 a、b、c 三点构成直角三角形，可求得沿 x、y 方向的电势梯度，进而得电场强度

$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 2.5\,\text{V/cm}$，A 正确。

若 O 点为矩形的第四个顶点，则

$\varphi_O = \varphi_a + \varphi_b - \varphi_c = 10 + 17 - 26 = 1\,\text{V}$，B 正确。

电子在 a 点的电势能 $E_{pa} = -e\varphi_a = -10\,\text{eV}$，在 b 点 $E_{pb} = -17\,\text{eV}$，故 a 点电势能比 b 点高 $7\,\text{eV}$，C 错误。

电子从 b 到 c，电场力做功

$W = q(\varphi_b - \varphi_c) = (-e)(17 - 26)\,\text{V} = 9\,\text{eV}$，D 正确。

9．答案：（1）4.0

（2）（i）如图所示。（ii）4.0，0.05

【考点】纸带、光电门、传感器等测量的核心是把待测物理量转化为可直接读出的长度、时间或电压。

【审题】某探究小组做“验证力的平行四边形定则”实验，将画有坐标轴（横轴为 x 轴，纵轴为 y 轴，最小刻度表示 1mm）的纸贴在桌面上，将橡皮筋的一端 Q 固定在 y 轴上的 B 点（位于部分除……。解题时按“原理—器材—步骤—数据—误差”五步作答。

【解析】（1）由题图可知，F 的大小为 4.0N。

（2）（i）由题意画出 F_1、F_2 的图示，如图所示，F_1 用长为 21mm 的线段表示，F_2 用长为 28mm 的线段表示。

（ii）由图示，测得合力 F_{net} 的长度为 20mm，则 F_{net} 的大小为 4.0N，利用作图法可得，F_{net} 与 F 的正切值为 0.05。

【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）4.0

（2）（i）如图所示。（ii）4.0，0.05

【模型提炼】实验题先写原理式，再写操作理由，最后写误差方向。

【易错提醒】不要把“操作正确”写成空话，要说明为什么这样操作。

10．答案：B

（1）由“红进黑出”的原则，可知 A 端与黑表笔连接。

（2）多用电表只有接欧姆挡时才会用到内部的电源，故多用电表接 3 时，通过调节滑动变阻器达到欧姆调零的目的，故 B 正确。

（3）当多用电表接“2”时为小量程电流表，量程为 1mA，表头满偏时为 $250\mu\text{A}$，则经过 R_1 和 R_2 的电流为 $750\mu\text{A}$，由部分电路欧姆定律可得 $R_1+R_2=\frac{480\Omega\times250\mu\text{A}}{750\mu\text{A}}=160\Omega$；当多用电表接“4”时，为小量程电压表，量程为 1V，则电表此时的总电阻为 $R=\frac{1\text{V}}{1\times10^{-3}\text{A}}=1000\Omega$，而表头和电阻 R_1 和 R_2 并联的电阻为 $R'=\frac{480\times160}{480+160}\Omega=120\Omega$，故 $R_4=R-R'=880\Omega$。

（4）若 B 端与“1”相连，多用电表为量程为 2.5mA 的电流表，读数为 1.47mA；若 B 端与“3”相连，多用电表为 $\times100$ 欧姆挡，则读数为 1100Ω，记为 $1.10\times10^3\Omega$；若 B 端与“5”相连，多用电表为量程为 5V 的电压表，则读数为 2.95V。

11．答案：（1）$\frac{(\lambda+1)\pi m}{\lambda qB_0}$ （2）$\text{d}=\frac{2(\lambda-1)mv_0}{\lambda qB_0}$

【考点】理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$，热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$；温度是分子平均动能的标志。

【审题】如图，空间存在方向垂直于纸面（xOy 平面）向里的磁场。在 $x\geqslant0$ 区域，磁感应强度的大小为 B_0；$x<0$ 区域，磁感应强度的大小为 λB_0（常数 $\lambda>1$）。一质量为 m、电荷量为 q（$q>0$）的带电粒子……。解题时先确定气体状态参量，再判断过程类型，最后列状态方程或热力学第一定律。

【解析】第（1）问：粒子运动的时间：粒子在 $x\geq0$ 区域（磁感应强度 B_0）中做匀速圆周运动，半径 $r_1=\frac{mv_0}{qB_0}$，周期 $T_1=\frac{2\pi m}{qB_0}$。粒子从 O 沿 $+x$ 方向射入，由左手定则洛伦兹力指向 $+y$，圆心在 $(0,\ r_1)$；经过半个周期 $t_1=\frac{T_1}{2}=\frac{\pi m}{qB_0}$，粒子到达 y 轴上 $(0,\ 2r_1)$ 处，速度变为沿 $-x$ 方向，随后进入 $x<0$ 区域。在 $x<0$ 区域（磁感应强度 λB_0）中半径 $r_2=\frac{mv_0}{q\lambda B_0}=\frac{r_1}{\lambda}$，周期 $T_2=\frac{T_1}{\lambda}$。粒子从 $(0,\ 2r_1)$ 沿 $-x$ 进入，洛伦兹力指向 $-y$，圆心在 $(0,\ 2r_1-r_2)$；再经半个周期 $t_2=\frac{T_2}{2}=\frac{\pi m}{q\lambda B_0}$，粒子到达 $(0,\ 2r_1-2r_2)$ 处，速度方向恰好再次沿 $+x$ 方向。故所求时间 $t=t_1+t_2=\frac{\pi m}{qB_0}+\frac{\pi m}{q\lambda B_0}=\frac{\pi m(\lambda+1)}{q\lambda B_0}$。

第（2）问：粒子与 O 点间的距离：速度方向再次沿 $+x$ 的时刻即上述 t_1+t_2 时刻，粒子位于 y 轴上 $(0,\ 2r_1-2r_2)$ 处，与 O 点间的距离 $d=2r_1-2r_2=2(\frac{mv_0}{qB_0}-\frac{mv_0}{q\lambda B_0})=\frac{2mv_0(\lambda-1)}{q\lambda B_0}$（在 y 轴正方向上）。因 $\lambda>1$，$d>0$，结果自洽。

【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）$\frac{(\lambda+1)\pi m}{\lambda qB_0}$ （2）$\text{d}=\frac{2(\lambda-1)mv_0}{\lambda qB_0}$

【模型提炼】热学题按“状态参量—过程—能量”三步建模。

【易错提醒】不要把热量与内能等同；也不要忽略做功的正负号。

12．答案：（1）1m/s

（2）1.9m

（1）滑块 A 和 B 在木板上滑动时，木板也在地面上滑动。设 A、B 和木板所受的摩擦力大小分别为 f_1、f_2、f_3，A 和 B 相对于地面的加速度大小分别为 a_A 和 a_B，木板相对于地面的加速度大小为 a_1。在滑块 B 与木板达到共同速度前有

$f_1=\mu_1 m_A g$①，$f_2=\mu_1 m_B g$②，$f_3=\mu_2(m+m_A+m_B)g$③，

由牛顿第二定律得

$f_1=m_A a_A$④，$f_2=m_B a_B$⑤，$f_2-f_1-f_3=ma_1$⑥，

设在 t_1 时刻，B 与木板达到共同速度，其大小为 v_1，由运动学公式得

$v_1=v_0-a_B t_1$⑦，$v_1=a_1 t_1$⑧，

联立①②③④⑤⑥⑦⑧式，代入已知数据得

$v_1=1\text{m/s}$⑨。

（2）在 t_1 时间间隔内，B 相对于地面移动的距离为

$s_B=v_0 t_1-\frac{1}{2}a_B t_1^2$⑩，

设在 B 与木板达到共同速度 v_1 后，木板的加速度大小为 a_2，对于 B 与木板组成的体系，由牛顿第二定律得

$f_1+f_3=(m_B+m)a_2$⑪，

由①②④⑤式知，$a_A=a_B$；再由⑦⑧式知，B 与木板相反。由题意知，A 和 B 相遇时，A 与木板的速度相同，设其大小为 v_2。设 A 的速度大小从 v_1 变到 v_2 所用时间为 t_2，则由运动学公式，对木板，有

$v_2=v_1-a_2 t_2$⑫，

对 A，有

$v_2=-v_1+a_A t_2$⑬，

在 t_2 时间间隔内，B（以及木板）相对地面移动的距离为

$s_1=v_1 t_2-\frac{1}{2}a_2 t_2^2$⑭，

在 (t_1+t_2) 时间间隔内，A 相对地面移动的距离为

$s_A=v_0(t_1+t_2)-\frac{1}{2}a_A(t_1+t_2)^2$⑮，

A 和 B 相遇时，A 与木板的速度也恰好相同。因此 A 和 B 开始运动时，两者之间的距离为 $s_0=s_A+s_1+s_B$⑯，

联立以上各式，并代入数据得

$s_0=1.9\text{m}$⑰。

（也可以如图的速度–时间图线求解。）

13．答案：ABD

（1）在过程 ab 中，体积不变，外界不对气体做功，气体也不对外界做功，压强增大，温度升高，内能增加，故 A 正确、C 错误；在过程 ca 中，气体的体积减少，外界对气体做功，故 B 正确；在过程 bc 中，温度不变，内能不变，体积增大，气体对外界做功，由热力学第一定律可知，气体要从外界吸收热量，故 D 正确；在过程 ca 中，压强不变，体积减小，温度降低，故内能减小，而外界对气体做功，气体要向外界放出热量，故 E 错误。

（2）（i）水银面上升至 M 的下端玻璃泡中气体恰好被封住，设此时被封闭的气体的体积为 V，压强等于待测气体的压强 p。提升 R，直到 K_2 中水银面与 K_1 顶端等高时，K_1 中水银面比顶端低 h；设此时封闭气体的压强为 p_1，体积为 V_1，则

$V = V_0 + \frac{1}{4}\pi d^2 l$①，$V_1 = \frac{1}{4}\pi d^2 h$②，

由力学平衡条件得

$p_1 = p + \rho g h$③，

整个过程为等温过程，由玻意耳定律得

$pV = p_1 V_1$④，

联立①③④式得

$p = \frac{\rho\pi g h^2 d^2}{4V_0 + \pi d^2(l-h)}$⑤。

（ii）由题意知 $h \le l$⑥，

联立⑤⑥式有 $p \le \frac{\pi\rho g l^2 d^2}{4V_0}$⑦，

该仪器能够测量的最大压强为 $p_{\max} = \frac{\pi\rho g l^2 d^2}{4V_0}$⑧。

14．答案：BCE

（1）由波形图可知，波长为 4m，故 A 错误；简谐波沿 x 轴正方向传播，实线为 $t = 0$ 时的波形图，虚线为 $t = 0.5\text{s}$ 时的波形图。又该简谐波的周期大于 0.5s，波传播的距离 $\Delta x = \frac{3}{4}\lambda$，$\frac{3}{4}T = 0.5\text{s}$，故周期 $T = \frac{2}{3}\text{s}$，频率为 1.5Hz，波速 $v = \lambda f = 6\text{m/s}$，故 B、C 正确；$t = 1\text{s} = \frac{3}{2}T$，$t = 0$ 时，$x = 1\text{m}$ 处的质点处于波峰，$t = 1\text{s}$ 时，该质点处于波谷，故 D 错误；$t = 2\text{s} = 3T$，是周期的整数倍，$t = 0$ 时，$x = 2\text{m}$ 处的质点位于平衡位置，$t = 2\text{s}$ 时，该质点经过平衡位置，故 E 正确。

（2）（i）如图所示，从底面上 A 处射入的光线，在球面上发生折射时的入射角为 i，当 i 等于全反射临界角 i_c 时，对应入射光线到光轴的距离最大，设最大距离为 l。

$i = i_c$①，

设 n 是玻璃的折射率，由全反射临界角的定义得

$n\sin i_c = 1$②，

由几何关系得 $\sin i = \frac{l}{R}$③，

联立①②③式并利用题给条件得

$l = \frac{2}{3}R$④。

（ii）设与光轴相距 $\frac{R}{3}$ 的光线在球面 B 点发生折射时的入射角和折射角分别为 i_1 和 r_1，由折射定律得

$n\sin i_1 = \sin r_1$⑤，

设折射光线与光轴的交点为 C，在 $\triangle OBC$ 中，由正弦定理得

$\frac{\sin\angle C}{R} = \frac{\sin(180^\circ - r_1)}{OC}$⑥，

由几何关系得 $\angle C = r_1 - i_1$⑦，$\sin i_1 = \frac{1}{3}$⑧，

联立⑤⑥⑦⑧式及题给条件得

$OC = \frac{3(2\sqrt{2}+\sqrt{3})}{5}R \approx 2.74R$⑨。