参考答案与详解

2020 年普通高等学校招生全国统一考试（全国Ⅱ卷） · 物理

本站自编 | 共 13 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 D	**2** A	**3** B	**4** D	**5** C	**6** AD
7 ABC	**8** BC				

1．答案：D

管道高频焊机利用交变磁场在金属圆管中产生感应电流，使接缝处发热熔化，其原理是电磁感应。电磁感应现象由法拉第发现，故 D 正确。库仑发现库仑定律，霍尔发现霍尔效应，洛伦兹提出洛伦兹力，均与本题机理不符。

2．答案：A

球形星体质量 $M=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$。贴近表面的卫星由万有引力提供向心力：$\frac{GMm}{R^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$，得 $T=\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$，A 正确。

3．答案：B

摩托车做平抛运动。落到 c 点时竖直下落 h、水平位移 h：$t_1=\sqrt{\frac{2h}{g}}$，$v_1=\frac{h}{t_1}=\sqrt{\frac{gh}{2}}$，$E_1=\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{4}mgh$。恰能到 b 点时竖直下落 $0.5h$、水平位移 $3h$：$t_2=\sqrt{\frac{h}{g}}$，$v_2=\frac{3h}{t_2}=3\sqrt{gh}$，$E_2=\frac{1}{2}mv_2^2=\frac{9}{2}mgh$。故 $\frac{E_2}{E_1}=18$，B 正确。

4．答案：D

电子从 M 向 N 加速，所受电场力由 M 指向 N；电子带负电，场强方向由 N 指向 M，沿电场线电势降低，故 $\varphi_N>\varphi_M$，A 错误。增大 M、N 间电压，电子速度增大，在偏转磁场中半径 $r=\frac{mv}{qB}$ 增大，P 点右移，B 错误。由电子偏转方向结合左手定则，偏转磁场方向垂直纸面向里，C 错误。增大磁感应强度使半径减小，P 点左移，D 正确。

5．答案：C

反应式表示 6 个氘核聚变放出 43.15 MeV，平均每个氘核释放 $\frac{43.15}{6}$ MeV。1 kg 海水中 10^{22} 个氘核释放总能量 $E=10^{22}\times\frac{43.15}{6}\times1.6\times10^{-13}\,\text{J}\approx1.15\times10^{10}\,\text{J}$。所需标准煤质量 $M=\frac{E}{2.9\times10^7}\,\text{kg}\approx400\,\text{kg}$，C 正确。

6．答案：AD

输电电流 $I=\frac{P}{U}$，线路损耗 $\Delta P=I^2R=\frac{P^2R}{U^2}$，电压损失 $\Delta U=IR=\frac{PR}{U}$。电压由 550 kV 升到 1100 kV，即变为 2 倍，故 $\Delta P'=\frac{1}{4}\Delta P$，$\Delta U'=\frac{1}{2}\Delta U$，A、D 正确。

7．答案：ABC

圆环上、下半圆带等量异种电荷。a、b 关于圆心对称且位于水平直径上，电场强度大小相等、方向相同，电势均为零，故 A、B 正确；c、d 关于圆心对称位于竖直直径上，场强大小相等，但离正、负电荷远近不同，电势不相等，故 C 正确、D 错误。

8．答案：BC

设运动员质量 m、物块质量 $m_0 = 4.0\,\text{kg}$，物块每次被推出后速度大小均为 $v_0 = 5.0\,\text{m/s}$。每次推物块，运动员与物块系统动量守恒，运动员速度逐次增大。第 8 次推后运动员速度大于 5.0 m/s，结合动量守恒可估得 m 在 48 kg 到 63 kg 之间，B、C 正确。

9．答案：（1）$a = 1.84\,\text{m/s}^2$。

（2）$a' = 1.96\,\text{m/s}^2$。

（3）滑轮与轴之间存在摩擦（或细绳有质量、存在空气阻力等，写出一条即可）。

小球 B 从 $h_0 = 0.590\,\text{m}$ 下落到 $h = 0.100\,\text{m}$，位移 $s = 0.490\,\text{m}$，时间 $T = 0.730\,\text{s}$。由 $s = \frac{1}{2}aT^2$ 得 $a = \frac{2s}{T^2} = 1.84\,\text{m/s}^2$。由牛顿第二定律，理论值 $a' = \frac{(m_B - m_A)g}{m_A + m_B} = \frac{(0.150 - 0.100) \times 9.80}{0.250} = 1.96\,\text{m/s}^2$。实测值偏小，原因是滑轮与轴间存在摩擦（或细绳有质量、空气阻力等）。

10．答案：（1）

（2）I1(Rg1＋R0)，I2－I1，180

（3）11.6

（4）8.0

考点：小灯泡伏安特性曲线（安安法测电压、分压电路与量程约束）。

第⑴问：实物连线：对照图(a)：电流表 A_1 与定值电阻 R_0 首尾串联组成『电压测量支路』，该支路与小灯泡 L 并联；并联整体一端经电流表 A_2 接滑动变阻器 R_1 的滑片，另一端接变阻器下端，电源 E 经开关 S 给 R_1 供电构成分压电路。连线时注意电表正负接线柱：电流从正接线柱流入。

第⑵问：表达式的推导与安全限制：A_1 支路总电阻 $R_{g1} + R_0 = 10.0 + 10.0 = 20.0\,\Omega$，其两端电压即灯两端电压，故 $U = I_1(R_{g1} + R_0)$（国际单位制）。A_2 测干路电流，灯的电流 $I = I_2 - I_1$。灯额定电压 $3.6\,\text{V}$：$I_1 \times 20.0\,\Omega \le 3.6\,\text{V} \Rightarrow I_1 \le 180\,\text{mA}$（小于 A_1 量程 $200\,\text{mA}$，故以灯安全为准），I_1 不能超过 $180\,\text{mA}$。

第⑶问：求 $I_1 = 173\,\text{mA}$ 时灯丝电阻：$U = 0.173\,\text{A} \times 20.0\,\Omega = 3.46\,\text{V}$；$I = I_2 - I_1 = 470 - 173 = 297\,\text{mA} = 0.297\,\text{A}$（接近额定 $0.30\,\text{A}$，数据合理）。$R = \frac{U}{I} = \frac{3.46}{0.297} \approx 11.6\,\Omega$（保留 1 位小数）。回代：$0.297 \times 11.6 \approx 3.45\,\text{V}$，与 $3.46\,\text{V}$ 一致。

第⑷问：替代 R_0 的电阻下限：要测完整伏安特性曲线，须能测到额定状态 $U = 3.6\,\text{V}$、$I = 0.30\,\text{A}$。此时分流支路电流 $I_1' = \frac{3.6}{R' + R_{g1}} \approx \frac{3.6}{R'}$，干路电流 $I_2' = 0.30 + \frac{3.6}{R'}$ 受 A_2 量程 $500\,\text{mA}$ 限制：$0.30 + \frac{3.6}{R'} \le 0.50 \Rightarrow R' \ge 18\,\Omega$；同时 A_1 量程要求 $\frac{3.6}{R'} \le 0.200\,\text{A} \Rightarrow R' \ge 18\,\Omega$，两者一致。故所用电阻不能小于 $18.0\,\Omega$。

答案：⑴ 按图(a)连线：A_1 与 R_0 串联后与灯 L 并联，此并联部分再与 A_2 串联接入滑动变阻器 R_1 的分压输出 ⑵ $U = I_1(R_{g1} + R_0)$，$I = I_2 - I_1$，I_1 不能超过 $180\,\text{mA}$ ⑶ $R = 11.6\,\Omega$ ⑷ $18.0\,\Omega$

说明：安安法测电压的关键是 A_1 支路总电阻已知；第⑷问中 A_1 与 A_2 的量程约束恰好给出同一上限。

11．答案：（1）磁场方向垂直于纸面向里；Bm＝$\frac{mv_0}{qh}$

（2）α＝$\frac{\pi}{6}$；y＝$(2-\sqrt{3})$h

考点：带电粒子在有界匀强磁场中的圆周运动（边界约束与最小磁感应强度）。

第⑴问：磁场方向与最小磁感应强度：粒子带正电（$q>0$），沿 $+x$ 进入后要穿过 y 轴正半轴离开，轨迹须向上弯曲，即刚进入时所受洛伦兹力沿 $+y$。由左手定则（正电荷：四指指 v_0 方向、拇指指力方向），磁感线须垂直纸面向里，故磁场方向垂直纸面向里。粒子在磁场中做匀速圆周运动，$r=\frac{mv_0}{qB}$，圆心在 y 轴上 $(0,r)$ 处。要使粒子在到达右边界 $x=h$ 之前转回 y 轴，须 $r\le h$，即 $B\ge\frac{mv_0}{qh}$，故最小值 $B_m=\frac{mv_0}{qh}$.

第⑵问：$B=\frac{B_m}{2}$ 时的出射方向与位置：此时 $r=\frac{mv_0}{qB}=2h>h$，粒子在到达 y 轴之前先到达虚线边界 $x=h$。以入射点为原点，轨迹参数方程 $x=r\sin\theta=2h\sin\theta$，$y=r(1-\cos\theta)=2h(1-\cos\theta)$（$\theta$ 为速度方向相对 $+x$ 转过的圆心角，速度方向与 $+x$ 轴夹角即 θ）。出射点在 $x=h$：$2h\sin\theta=h\Rightarrow\sin\theta=\frac{1}{2}$，取 $\theta=30^\circ$，即出射时速度方向与 x 轴正方向夹角为 30°。出射点纵坐标 $y=2h(1-\cos30^\circ)=2h-\sqrt{3}\,h=(2-\sqrt{3})h$，即该点到 x 轴的距离为 $(2-\sqrt{3})h\approx0.27h$。

答案：⑴ 磁场方向垂直纸面向里，$B_m=\frac{mv_0}{qh}$　⑵ 夹角 30°，该点到 x 轴距离 $(2-\sqrt{3})h$

说明：第⑴问的关键是『从 y 轴正半轴离开』要求轨迹在碰到右边界前转回，即 $r\le h$；第⑵问注意 $r=2h$ 时粒子从右边界而不是 y 轴离开。

12．答案：（1）a1＝2g，a2＝3g

（2）H1＝$\frac{13}{25}$H

（3）L≥$\frac{152}{125}$H

考点：竖直圆管与球的弹性碰撞、滑动摩擦及多次落地往复运动。

第⑴问：第一次碰地后瞬间两者的加速度：自由下落 H 后管触地，速率 $v=\sqrt{2gH}$。管与地面弹性碰撞，碰后瞬间管以 v 竖直向上运动，而球仍以 v 向下运动，球相对管向下滑动，故球受管给的滑动摩擦力大小 $f=4mg$、方向向上；管受球的反作用摩擦力 $4mg$ 方向向下。球（质量 m）：$f-mg=ma_{\mathrm{x}}\Rightarrow a_{\mathrm{x}}=\frac{4mg-mg}{m}=3g$，方向竖直向上（使其下落减速）。管（质量 $M=4m$）：$Mg+f=Ma_{\mathrm{x}}\Rightarrow a_{\mathrm{x}}=\frac{4mg+4mg}{4m}=2g$，方向竖直向下（使其上升减速）。

第⑵问：管第一次弹起后上升的最大高度：取向上为正。碰后管速度 $+v$、球速度 $-v$。球加速度 $+3g$，管加速度 $-2g$。经时间 t_1 两者达共同速度：$-v+3gt_1=v-2gt_1\Rightarrow t_1=\frac{2v}{5g}$，共同速度 $v_c=-v+3g\cdot\frac{2v}{5g}=\frac{v}{5}$（向上）。此阶段管上升 $s_{\mathrm{x}}=\frac{v+v_c}{2}t_1=\frac{6v^2}{25g}$，球位移 $s_{\mathrm{x}}=\frac{-v+v_c}{2}t_1=-\frac{4v^2}{25g}$（向下）。共速后两者相对静止（所需摩擦力为零，静摩擦可满足），一起以加速度 g 减速上升，再升 $h_2=\frac{v_c^2}{2g}=\frac{v^2}{50g}$。管共上升 $s=s_{\mathrm{x}}+h_2=\frac{6v^2}{25g}+\frac{v^2}{50g}=\frac{13v^2}{50g}=\frac{13\times 2gH}{50g}=\frac{13H}{25}$，即管上升的最大高度为 $\frac{13H}{25}=0.52H$。

第⑶问：管第二次落地弹起不滑出所需管长：球初始位于管顶端，全程不滑出要求管长不小于球相对管向下滑过的总距离。第一阶段（第一次弹起至共速）相对滑动 $\Delta s_1=s_{\mathrm{x}}-s_{\mathrm{x}}=\frac{6v^2}{25g}+\frac{4v^2}{25g}=\frac{10v^2}{25g}=\frac{2v^2}{5g}=\frac{4H}{5}$。共速后二者一起先升至最高再一起落回地面（无相对滑动），落回地面时速率 $v'=\sqrt{2g\cdot\frac{13H}{25}}$。第二次碰地管速度反向为 $+v'$、球仍 $-v'$，重复第一阶段过程，相对滑动 $\Delta s_2=\frac{2v'^2}{5g}=\frac{2\times\frac{26}{25}gH}{5g}=\frac{52H}{125}$。总相对滑动 $\Delta s=\Delta s_1+\Delta s_2=\frac{4H}{5}+\frac{52H}{125}=\frac{100H}{125}+\frac{52H}{125}=\frac{152H}{125}\approx 1.22H.$ 故管长应满足 $L\geq\frac{152H}{125}$（$H\gg h$ 的条件下球始终在管内，上述摩擦力分析自洽）。

答案：⑴ 管的加速度 $2g$（方向向下），球的加速度 $3g$（方向向上） ⑵ 管上升的最大高度 $\frac{13H}{25}$ ⑶ 管长 $L\geq\frac{152H}{125}$

说明：注意共速瞬间摩擦力突变为零（所需合力恰为重力），之后两者以共同加速度 g 一起升降；每次碰地后摩擦力方向都由『球相对管向下滑』决定，不因球的绝对速度方向而变。

13．答案：（1）

B；C。

（2）

$l=\frac{\rho gH}{p_0+\rho gH}h$，$V=\frac{\rho gSHh}{p_0}$。

（1）A 燃烧汽油获得动力并散热，能量守恒，既不违背热力学第一定律，也不违背第二定律；B 冷水倒入保温杯后温度降低，无做功和热传递，内能不可能减少，违背热力学第一定律；C 热机把吸收的热量全部转化为功且不产生其他影响，违背热力学第二定律；D 冰箱把热量从低温处搬到高温处，消耗了电能，不违背热力学定律。故第一空填 B，第二空填 C。

（2）设水面上方时筒内气体体积 $V_1=hS$、压强 p_0；水下时气体体积 $V_2=(h-l)S$、压强 $p_1=p_0+\rho gH$。等温变化：$p_0hS=(p_0+\rho gH)(h-l)S$，解得 $l=\frac{\rho gH}{p_0+\rho gH}h$。

水全部排出后，筒内气体压强 $p_2=p_0+\rho gH$、体积 $V_2'=hS$。设这些气体在压强 p_0 时体积为 V，由玻意耳定律 $p_0V=p_2V_2'$，得 $V=\frac{(p_0+\rho gH)hS}{p_0}$。压入的空气体积为 $V-V_1=\frac{\rho gSHh}{p_0}$。