高三年级 4 月质量检测·物理

参考答案、提示及评分细则

1.【答案】A

【解析】根据衰变前后电荷数，质量数守恒，衰变方程为 ${}^{242}_{96}\mathrm{Cm} \longrightarrow {}^{238}_{94}\mathrm{Pu} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$，则 $a=2,b=4$，A 正确；高速运动的 ${}^{4}_{2}\mathrm{He}$ 粒子形成的 α 射线，电离作用很强，穿透能力较弱，B 错误；衰变的快慢可用半衰期表示，半衰期由原子核本身决定，与温度等外部因素无关，C 错误；${}^{242}_{96}\mathrm{Cm}$ 的核子数更多，所以比 ${}^{238}_{94}\mathrm{Pu}$ 的结合能大，D 错误.

2.【答案】C

【解析】调节滑动变阻器的滑片，使微安表的示数减小为 0，此时电压表的示数为 U，可知此时所加电压为反向电压，则 K 板带正电，A 板带负电，b 端为电源正极，a 端为电源负极，A 错误；根据 $E_k=eU_c$ 可得两种光照下逸出的光电子的最大初动能之比 $E_{k1}:E_{k2}=U_{c1}:U_{c2}=1:3$，B 错误；据 $h\nu-W=E_{km}$ 可得 $\dfrac{2.64\ \mathrm{eV}-W}{7.56\ \mathrm{eV}-W}=\dfrac{1}{3}$，求得逸出功 $W=0.18\ \mathrm{eV}$，C 正确；若保持入射光的频率不变，增大入射光的强度，逸出的光电子最大初动能不变，则遏止电压不变，D 错误.

3.【答案】D

【解析】带电粒子运动的初速度 v_0 相同，粒子 1 的水平位移为粒子 2 的 2 倍，由 $t=\dfrac{L}{v_0}$ 可知，运动时间之比为 $t_1:t_2=2:1$，A 错误；竖直方向粒子做初速度为 0 的匀加速直线运动，满足 $y=\dfrac{1}{2}at^2$，根据牛顿第二定律有 $qE=ma$，由两式解得 $q=\dfrac{2ym}{Et^2}$，所以它们所带的电荷量之比 $q_1:q_2=1:8$，B 错误；电势能的减小量等于电场力做的功即 $\Delta E=qEy$，因为 $y_1:y_2=1:2,q_1:q_2=1:8$，所以电场力做功之比为 $1:16$，它们电势能减少量之比 $\Delta E_1:\Delta E_2=1:16$，C 错误；根据动量定理有，动量增量 $\Delta p=qEt,t_1:t_2=2:1,q_1:q_2=1:8$，则动量增量之比 $\Delta p_1:\Delta p_2=1:4$，D 正确.

4.【答案】C

【解析】由题意可知两棒受摩擦力和安培力均等大反向，则两棒组成的系统受合外力为零，动量守恒，A 错误；设向右为正方向，则系统初动量 $2mv_0-m\cdot 2v_0=0$，则末动量为零，ab 棒克服安培力与摩擦力所做的总功为 $\dfrac{1}{2}mv_0^2$，无法求出其克服安培力所做的功，B 错误；两棒同时停止，即两棒运动时间相等，设为 t，流过导体棒 cd 的电荷量为 $q=\bar{I}t=\dfrac{\bar{E}}{3r}t=\dfrac{\Delta\Phi}{3r}=\dfrac{BL\dfrac{d}{2}}{3r}=\dfrac{BLd}{6r}$，C 正确；由系统动量守恒 $2mv_0-m\cdot 2v_0=0$ 可知 $2m\bar{v}_1t-m\cdot 2\bar{v}_2t=0$，即 $2mx_1-mx_2=0$，即 $x_2=2x_1$，导体棒 ab 运动的距离 $x_1=\dfrac{d}{6}$，D 错误.

5.【答案】B

【解析】根据多用电表内部结构，电流从红表笔流入、黑表笔流出，可知 a 孔插黑表笔，A 错误；设欧姆表使用电源的电动势为 E，欧姆表的总内阻为 $R_内$，由闭合电路的欧姆定律可得 $3\times10^{-3}\ \mathrm{A}=\dfrac{E}{R_内+500\ \Omega}$，$8\times10^{-3}\ \mathrm{A}=\dfrac{E}{R_内+100\ \Omega}$，联立解得 $R_内=140\ \Omega$，$E=1.92\ \mathrm{V}$，B 正确；该表盘中 6 mA 刻度对应的电阻值

为 R_x'，由闭合电路欧姆定律可得 $I'=\frac{E}{R_x'+R_{内}}$，其中 $R_{内}=140\ \Omega$，$E=1.92\ \text{V}$，$I'=6\ \text{mA}$，解得 $R_x'=180\ \Omega$，C 错误；电池用久了，若电动势不变而内阻增大，则欧姆调零后，使电流表满偏，即指针指到最右端，根据 $R_{内}=\frac{E}{I_g}$ 可知仍可以准确测量电阻，D 错误.

6.**【答案】**D

【解析】出现两次引力最大值，即卫星运动一周，故卫星的周期为 t，则卫星从 A 到 B 的时间小于 $\frac{1}{4}t$，A 错误；卫星在近地点 B 时有 $\frac{GMm}{r_1^2}=9F$，卫星在远地点时有 $\frac{GMm}{r_2^2}=F$，联立解得 $\frac{r_2}{r_1}=\frac{3}{1}$，B 错误；根据开普勒第二定律，卫星在近地点 B 与远地点 D 时有 $v_1\cdot\Delta t\cdot r_1=v_2\cdot\Delta t\cdot r_2$，联立解得卫星在近地点 B 与远地点 D 的速度之比为 $\frac{v_1}{v_2}=\frac{3}{1}$，C 错误；由已知条件知近地点 B 到地心的距离为 $r_1=2R$，卫星的周期为 $T=t$，该卫星的半长轴为 $4R$，结合开普勒第三定律知 $\frac{GMm}{(4R)^2}=m\cdot 4R\cdot\frac{4\pi^2}{T^2}$，解得 $M=\frac{256\pi^2R^3}{Gt^2}$，由万有引力等于重力，有 $\frac{GMm}{R^2}=mg$，解得 $g=\frac{GM}{R^2}=\frac{256\pi^2R}{t^2}$，地球的第一宇宙速度为 $v_1=\sqrt{gR}=\frac{16\pi R}{t}$，D 正确.

7.**【答案】**D

【解析】下落的过程中，重力做功不等于 0，根据 $P=\frac{W}{t}$ 可知，重力的平均功率不为 0，A 错误；设半径为 R，根据 $mgR\cos\alpha=\frac{1}{2}mv^2$，$N-mg\cos\alpha=m\frac{v^2}{R}$，解得 $N=3mg\cos\alpha$，当 $\alpha=60^\circ$ 时，$N=\frac{3}{2}mg$，B 错误；当 $\alpha=30^\circ$ 时，由动能定理有 $mgR\sin 60^\circ=\frac{1}{2}mv^2$，则小球的向心加速度大小 $a_1=\frac{v^2}{R}=\sqrt{3}g$，小球沿切线方向的加速度大小 $a_2=\frac{mg\cos 60^\circ}{m}=\frac{1}{2}g$，故小球的加速度大小为 $a=\sqrt{a_1^2+a_2^2}=\frac{\sqrt{13}}{2}g$，C 错误；重力功率最大时，小球在竖直方向的分速度应该达到最大值，可知此时竖直方向合力为 0，因此 $N\cos\alpha=mg$，结合 $mgR\cos\alpha=\frac{1}{2}mv^2$，$N-mg\cos\alpha=m\frac{v^2}{R}$，解得 $\cos\alpha=\frac{\sqrt{3}}{3}$，D 正确.

8.**【答案】**BD

【解析】$t=1.5\ \text{s}$ 时，P 点开始振动，可知波速 $v=\frac{PS_1}{t}=\frac{3}{1.5}\ \text{m/s}=2\ \text{m/s}$，周期为 $T=\frac{2\pi}{\omega}=0.5\ \text{s}$，则波长 $\lambda=vT=1\ \text{m}$，波源 S_2 传播到 P 点的时间 $t'=\frac{PS_2}{v}=\frac{5}{2}\ \text{s}=2.5\ \text{s}$，则波源 S_2 传播到 P 点之前 P 点振幅为 10 cm，振动了 $\Delta t=t'-t=1\ \text{s}=2T$，所以波源 S_2 传播到 P 点之前 P 点的路程为 $s_1=8A=80\ \text{cm}$，两波源到 P 点的波程差 $\Delta x=5\ \text{m}-3\ \text{m}=2\ \text{m}=2\lambda$，所以波源 S_2 传播到 P 点后 P 点为振动加强点，振幅为 $A'=2A=20\ \text{cm}$，波源 S_2 传播到 P 点后 P 点又振动了 $\Delta t'=3\ \text{s}-t'=0.5\ \text{s}=1T$，波源 S_2 传播到 P 点后 P 点的路程为 $s_2=4A'=80\ \text{cm}$，则 0～3 s 内，P 点运动的路程为 $s=s_1+s_2=160\ \text{cm}$，A 错误，B 正确；两列波到 P 的波程差为 2 m，到 O 的波程差也为 2 m，因此 O、P 都是振动加强点，C 错误，D 正确.

9.**【答案】**AD

【解析】水银柱全部在粗管中，上下长度为 L，根据题意水银柱对应的压强为 $0.2p_0$，当水银柱刚好全部进入细管中，水银柱的上下长度为 $3L$，水银柱对应的压强为 $0.6p_0$，由理想气体状态方程可得 $\frac{1.2p_0\times 4L}{T_0}=\frac{(0.6p_0+p_0)\times 5L}{T_1}$，解得 $T_1=\frac{5T_0}{3}$，A 正确；水银柱从粗管缓慢溢进细管过程中，气体压强

增大，B错误；气体的温度缓慢由 T_1 变成 $2T_0$ 的过程中，设气体体积的增加量为 ΔV，气体做等压变化，则有 $\frac{\Delta V}{2T_0-T_1}=\frac{5L\times 3S}{T_1}$，解得 $\Delta V=3LS$，即水银柱移动的距离为 $3L$，C错误；根据功的定义可得气体对外界做的功 $W=(0.6p_0+p_0)\Delta V$，解得 $W=4.8p_0LS$，气体吸收的热量为 Q，根据热力学第一定律可知气体增加的内能为 $Q-4.8p_0LS$，D正确.

10.【答案】ACD

【解析】F 未作用时，设压缩量为 x_0，对 AB 由平衡条件有 $kx_0=2mg\sin\alpha$，由题图乙可知 F 作用瞬间，AB 加速度大小为 $a=\frac{3}{16}g$，此时对 AB 有 $F-2mg\sin\alpha+kx_0=2ma$，联立解得 $F=\frac{3}{8}mg$，A正确；AB 分离瞬间，AB 间弹力为0，且二者加速度相等，对 A 有 $mg\sin\alpha-F=ma_0$，对 B 有 $mg\sin\alpha-k(x_0-l)=ma_0$，联立解得 $k=\frac{5mg}{8l}$，$a_0=\frac{1}{8}g$，B错误，C正确；从 F 作用到 AB 分离过程，结合 $v^2-v_0^2=2ax$ 可知题图乙"面积"表示"$\frac{1}{2}v^2$"的改变量，则有 $\frac{a-a_0}{2}\times l=\frac{1}{2}v^2$，解得 AB 分离时的速度 v 满足 $v^2=\frac{gl}{16}$，AB 分离后，对 A 有 $mg\sin\alpha-F=ma'$，解得 $a'=\frac{1}{8}g$，A 还能继续沿斜面向上运动 $x=\frac{v^2}{2a'}=\frac{l}{4}$，D正确.

11.【答案】

(1)A(2分)

(2)$\frac{5md^2}{8t^2}$(2分)　$\frac{mgh}{2}$(2分)

(3)$\frac{4g}{5d^2}$(2分)

【解析】(1)由题意知，此时若直接释放物块 B，则遮光条不能通过光电门，应向上调节光电门位置，A正确，C错误；向下调节 B 的位置不会改变绳长，遮光条依旧不通过光电门，B错误.

(2)物块 B 经过该光电门时的速度为 $v=\frac{d}{t}$，从释放点下落至遮光条通过此光电门中心时，系统动能的增加量为 $\Delta E_k=\frac{1}{2}mv_A^2+\frac{1}{2}mv_B^2$，其中 $v_B=2v_A=\frac{d}{t}$，化简可得 $\Delta E_k=\frac{5md^2}{8t^2}$，系统重力势能的减少量为 $\Delta E_p=mgh-mg\frac{h}{2}=\frac{mgh}{2}$.

(3)若系统机械能守恒，由机械能守恒定律得 $\Delta E_k=\Delta E_p$，解得 $\frac{1}{t^2}=\frac{4g}{5d^2}h$，由 $\frac{1}{t^2}$-h 该图像的斜率为 k，在实验误差允许范围内 $k=\frac{4g}{5d^2}$，则验证了机械能守恒定律.

12.【答案】

(1)AC(1分)　F(1分)

(2)2(1分)　B(1分)

(3)3.64(1分)　0.55(1分)

(4)2.73(1分)　1651.65(1分)

【解析】(1)定值电阻 R_0 有保护电源的作用，且由于电源内阻很小，则根据闭合电路的欧姆定律有 $U=E-I(r+R_0)$，可知加了定值电阻后，回路中电阻增大，电流变化时使电压表的示数变化会更明显，故选AC. 电池的电动势约为3.6 V，电流表达到最大电流0.9 A时，电路中的最小电阻为 $R_{\min}=\frac{E}{I_m}=\frac{3.6}{0.9}\ \Omega=4\ \Omega$，电池的内阻约为几百毫欧，所以定值电阻选 $R_2=4\ \Omega$，如果定值电阻选 $R_1=20\ \Omega$，电路中

的最大电流为 $I_m=\frac{E}{R_1}=\frac{3.6}{20}$ A$=0.18$ A，最大电流还达不到电流表量程的三分之一，电流测量范围太小. 故选 F.

(2)开关 S 接 2 时由于电压表的分流作用，电流的测量值小于真实值，电压表示数为零时分流电流为零，即短路电流是准确的，可知导致电源电动势与内阻的测量值都小于真实值，$U-I$ 图线应为 b；系统误差来源于电压表的分流作用.

(3)将单刀双掷开关 S 的选择开关掷向 1 时测出的电动势 E 是准确的，则准确的电动势为 $E=U_2=3.64$ V；将单刀双掷开关 S 的选择开关掷向 2 时为电流表外接法，引起误差的原因是电压表的分流，但是当电压表示数为 0 时，电压表不分流，所以图线 b 与横轴的交点为准确的短路电流，则准确的短路电流为 $I_1=0.80$ A，又因为在电路中连入了定值电阻 $R_2=4\ \Omega$，所以 $r'=\frac{U_2}{I_1}$，其中 $r'=r+R_2$，解得电源准确的内阻为 $r=0.55\ \Omega$.

(4)根据闭合电路欧姆定律可知图线 a 的斜率 $k_2=\frac{U_2}{I_2}=r'+R_A$，联立 $r'=\frac{U_2}{I_1}$，可求得 $R_A=\frac{U_2}{I_2}-\frac{U_2}{I_1}$，代入数据得 $R_A=2.73\ \Omega$；图线 b 的斜率 $k_2=\frac{U_1}{I_1}=\frac{R_V r'}{R_V+r'}$，联立 $r'=\frac{U_2}{I_1}$，可求得 $R_V=\frac{U_1U_2}{I_1(U_2-U_1)}$，代入数据得 $R_V=1651.65\ \Omega$.

13.【解析】(1)设折射角为 β，在 $\triangle DOC$ 中，$OD=\frac{\sqrt{3}}{3}R$，$OC=R$，由几何关系可得 $DC=\sqrt{OD^2+OC^2}=\frac{2\sqrt{3}}{3}R$，则 $\sin\beta=\frac{OD}{DC}=\frac{1}{2}$ （1 分）

即 $\beta=30^\circ$

根据折射定律得 $n=\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$

代入已知条件可得 $n=\sqrt{2}$ （1 分）

由全反射临界角 $\sin C=\frac{1}{n}$

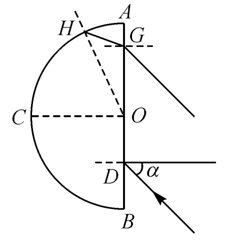
可知 $C=45^\circ$ （1 分）

设 s 为路程，由正弦定理得 $\frac{R}{\sin 60^\circ}=\frac{s}{\sin 75^\circ}$

解得 $s=\frac{(3\sqrt{2}+\sqrt{6})}{6}R$

由激光在玻璃砖中的速度 $v=\frac{c}{n}$ （1 分）

解得 $t=\frac{s}{v}=\frac{(3+\sqrt{3})}{3c}R$ （2 分）



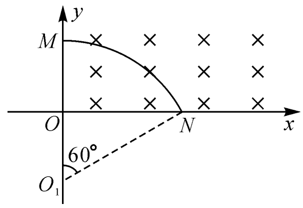
(2)全反射临界角 $C=45^\circ$，如图所示，$\angle OHG=C=45^\circ$

根据正弦定理可知 $\frac{OG}{\sin C}=\frac{OH}{\sin(90^\circ+\beta)}$ （1 分）

则 $OG=\frac{\sqrt{6}}{3}R$ （1 分）

则 $DG=OD+OG=\frac{\sqrt{3}+\sqrt{6}}{3}R$ （2 分）

14.【解析】(1)根据题意，画出粒子的运动轨迹如图所示. 设粒子在磁场中做圆周运动的半径为 R，由几何关系有 $R=R\cos 60^\circ+l$



解得 $R=2l$ （1 分）

由牛顿第二定律有 $qv_0B=m\dfrac{v_0^2}{R}$ （1 分）

解得 $v_0=\dfrac{2qBl}{m}$

粒子在磁场中运动的周期 $T=\dfrac{2\pi R}{v_0}$ （1 分）

粒子在磁场中运动的时间 $t_1=\dfrac{T}{6}$

解得 $t_1=\dfrac{\pi m}{3qB}$ （1 分）

(2)负点电荷应在轨迹的圆心处，由牛顿第二定律可知 $\dfrac{q}{3}v_0B+k\cdot\dfrac{qq_0}{3R^2}=m\dfrac{v_0^2}{R}$ （2 分）

解得 $q_0=\dfrac{16qB^2l^3}{mk}$ （2 分）

(3)由题意可知，粒子从 N 点离开，仅在点电荷 q_0 的作用下运动，粒子所需要的向心力为 $m\dfrac{v_0^2}{R}$，大于点电荷提供的库仑力，因此粒子无法做匀速圆周运动，即电荷从 N 点离开磁场后绕点电荷 q_0 做椭圆运动

设第一次出现速度方向与 N 点速度方向相反的位置距离圆周运动圆心的距离为 d，椭圆运动的半长轴可表示为 $a=\dfrac{R+d}{2}$ （1 分）

粒子从 N 点射出磁场，到速度第一次出现方向与 N 点速度方向相反，所用时间为椭圆运动的半个周期，类比开普勒第三定律，在库仑力作用下半长轴为 a 的椭圆运动与半径为 a 的圆周运动的周期相同，由牛顿第二定律得 $k\dfrac{qq_0}{3a^2}=m\dfrac{4\pi^2}{(2t_2)^2}a$ （1 分）

可得 $a=4l, d=6l$ （1 分）

由能量守恒定律得 $\dfrac{1}{2}mv_0^2-\dfrac{q}{3}\cdot\dfrac{kq_0}{R}=\dfrac{1}{2}mv_{\min}^2-\dfrac{q}{3}\cdot\dfrac{kq_0}{d}$ （2 分）

解得 $v_{\min}=\dfrac{2qBl}{3m}$ （1 分）

15.【解析】(1)物块 P 与长木板 Q 组成的系统动量守恒 $m_1v=(m_1+m_2)v_{共}$ （1 分）

解得 $v_{共}=4\ \text{m/s}$

根据能量守恒得 $\mu m_1gL=\dfrac{1}{2}m_1v^2-\dfrac{1}{2}(m_1+m_2)v_{共1}^2$ （1 分）

解得 $L=2\ \text{m}$ （1 分）

(2)物块 P 第一次与长木板 Q 共速后，长木板 Q 与滑块 1 发生弹性碰撞，根据动量守恒和机械能守恒得 $m_2v_{共}=m_2v_1+mv_0$ （1 分）

$\dfrac{1}{2}m_2v_{共}^2=\dfrac{1}{2}m_2v_1^2+\dfrac{1}{2}mv_0^2$ （1 分）

解得 $v_0=2\ \text{m/s}$ （1 分）

(3)根据动量守恒定律得 $mv_0=nmv_n$

解得第 n 个滑块被碰撞后瞬间的速度大小为 $v_n=\frac{1}{n}v_0$ （1 分）

对第一个滑块受力分析，由牛顿第二定律得 $Eq=ma$ （1 分）

解得 $a=\frac{qE}{m}$

由运动学公式得 $v_1^2-v_0^2=2al$

解得滑块在第一次碰撞前的速度大小为 $v_1=\sqrt{v_0^2+\frac{2qEl}{m}}$ （1 分）

滑块 1 与 2 碰撞过程中，由动量守恒定律得 $mv_1=2mv_1'$ （1 分）

解得 $v_1'=\frac{1}{2}\sqrt{v_0^2+\frac{2qEl}{m}}$

由能量守恒定律可知，滑块在第一次碰撞过程中损失的机械能为 $E_{损}=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}\times 2mv_1'^2$ （1 分）

解得 $E_{损}=\frac{1}{4}mv_0^2+\frac{1}{2}qEl$

代入数据得 $E_{损}=8\ \mathrm{J}$ （1 分）

(4)第二次碰前，滑块的速度大小为 $v_2^2-v_1'^2=2al$

解得 $v_2=\sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2\left(v_0^2+\frac{2qEl}{m}\right)+\frac{2qEl}{m}}$ （1 分）

第二次碰撞过程中，由动量守恒定律得 $2mv_2=3mv_2'$

可得第二次碰撞后滑块的速度大小为 $v_2'=\frac{2}{3}v_2$

则 $v_2'^2=\left(\frac{2}{3}\right)^2\left[\left(\frac{1}{2}\right)^2\left(v_0^2+\frac{2qEl}{m}\right)+\frac{2qEl}{m}\right]$

整理可得 $v_2'^2=\left(\frac{1}{3}\right)^2v_0^2+\frac{1^2+2^2}{3^2}\cdot\frac{2qEl}{m}$

同理，第三次碰撞后有 $v_3'^2=\left(\frac{1}{4}\right)^2v_0^2+\frac{1^2+2^2+3^2}{4^2}\cdot\frac{2qEl}{m}$

…

第 n 次碰撞后 $v_n'^2=\left(\frac{1}{n+1}\right)^2v_0^2+\frac{1^2+2^2+3^2+\cdots+n^2}{(n+1)^2}\cdot\frac{2qEl}{m}$ （1 分）

第 n 次碰撞后结合在一起的滑块的总动能为 $E_{k总}=\frac{1}{2}(n+1)mv_n'^2$ （1 分）

化简得 $E_{k总}=\frac{mv_0^2}{2(n+1)}+\frac{1^2+2^2+3^2+\cdots+n^2}{n+1}\cdot qEl=\frac{mv_0^2}{2(n+1)}+\frac{n(2n+1)}{6}\cdot qEl$

代入数据得 $E_{k总}=\frac{6}{(n+1)}+\frac{5n(2n+1)}{3}(\mathrm{J})$ （2 分）