# 雅礼中学2024届高三月考试卷(五)

# 物理参考答案

**一、单选题**(24分)

| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 答案 | C | D | C | C | A | B |

1. C 【**解析**】A. 中微子与水中的 $^1_1H$ 反应，产生中子和正电子，由核反应过程的质量数守恒和电荷数守恒，可知中微子的质量数为0，电荷数为0，故A错误；
B. 4个氢核($^1_1H$)聚变生成氦核($^4_2He$)，并放出2个X和2个中微子，由核反应过程的质量数守恒和电荷数守恒可知X的质量数为0，电荷数为1，则为正电子，故B错误；
C. γ光子照射到逸出功为 $W_0$ 的金属上，逸出光电子的最大初动能为 $E_{k0}$，由光电效应方程得 $E_{k0}=h\frac{c}{\lambda}-W_0$，得光子的波长为 $\lambda=\frac{hc}{W_0+E_{k0}}$，故C正确；
D. 因为动量 $p=mv$，动能 $E_{k0}=\frac{1}{2}mv^2$，解得 $p=\sqrt{2mE_{k0}}$，所以光电子的德布罗意波波长为 $\lambda'=\frac{h}{\sqrt{2mE_{k0}}}$，故D错误。

2. D 【**解析**】平抛运动的位移变化率为速度，速度的竖直分量越来越大，A错误；匀速圆周运动的加速度为向心加速度，是一个方向变化的矢量，其变化率一定不是定值，B错误；简谐运动离开平衡位置到最大位移过程中的动能的变化率为回复力的功率，其大小由零增加后又减小为零，C错误；带电粒子(不计重力)在匀强电场中运动时的动量的变化率为粒子受到的电场力，其大小和方向不变，D正确。

3. C 【**解析**】由图乙知，0.6 s时质点 $A$ 正通过平衡位置向 $y$ 轴负方向振动，结合波的图像可判断波沿 $x$ 轴正方向传播，此时质点 $P$ 正向 $y$ 轴正方向振动，质点 $Q$ 正向 $y$ 轴负方向振动，质点 $P$ 比质点 $Q$ 早回到平衡位置，A项错误，C项正确；简谐波的波速 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{20}{1.2}$ m/s $=16.7$ m/s，B项错误；该波的波长为20 m，遇到15 m的障碍物，能发生明显的衍射现象，D项错误。

4. C 【**解析**】有空气阻力时，上升过程加速度大于下降过程加速度，上升时间小于下降时间，上升过程的重力冲量小于下降过程重力冲量，A错误；阻力大小不变，两个过程损失的机械能一样多，B错误；上升过程的合力大于下降过程的合力，所以上升过程的动能减小量大于下落过程的动能增加量，C正确；物体机械能减少，回到抛出点的速度小于初速度，上升过程的动量减少量大于下落过程的动量增加量，D错误。

5. A 【**解析**】物体在斜面上匀速下滑，说明 $\mu=\tan\theta$，物体受到斜面的弹力和摩擦力的合力竖直向上，与重力平衡，斜面体受到物体的合力竖直向下，斜面体不受地面的摩擦力作用。受沿斜面向下的推力作用时，上述情况不会改变。故 $f_1$ 为零，$f_2$ 为零，A正确。

6. B 【**解析**】由题图乙知，$C$ 与 $A$ 碰前速度为 $v_1=12$ m/s，碰后速度为 $v_2=3$ m/s，$C$ 与 $A$ 碰撞过程动量守恒，以 $C$ 的初速度方向为正方向，由动量守恒定律 $m_Cv_1=(m_A+m_C)v_2$，解得 $m_C=1$ kg，当 $C$ 与 $A$ 速度为0时，弹性势能最大，$E_p=\frac{1}{2}(m_A+m_C)v_2^2=18$ J，A错误；由题图乙知，12 s末 $A$ 和 $C$ 的速度为 $v_3=-3$ m/s，4 s到12 s过程中墙壁对物体 $B$ 的冲量大小等于弹簧对物体 $B$ 的冲量大小，也等于弹簧对 $A$ 和 $C$ 整体的冲量大小，墙对 $B$ 的冲量为 $I=(m_A+m_C)v_3-(m_A+m_C)v_2$，解得 $I=-24$ N·s，负号表示方向向左，B正确；物块 $B$ 刚离开时，由机械能守恒定律可得，$AC$ 向左运动的速度大小为3 m/s，物块 $B$ 离开墙壁后，$A$、$B$、$C$ 三者共速时弹性势能最大，则有 $(m_A+m_C)v_3=(m_A+m_C+m_B)v_{共}$，$E_p=\frac{1}{2}(m_A+m_C)v_3^2-\frac{1}{2}(m_A+m_C+m_B)v_{共}^2$，联立解得 $E_p=6$ J，C错误；物块 $B$ 刚离开时，由机械能守恒定律可得，$AC$ 向左运动的速度大小为3 m/s，物块 $B$ 离开墙壁后，系统动量守恒、机械能守恒，当弹簧再次恢复原长时，物体 $B$ 的速度最大，则有 $(m_A+m_C)v_3=(m_A+m_C)v_4+m_Bv_5$，$\frac{1}{2}(m_A+m_C)v_3^2=\frac{1}{2}(m_A+m_C)v_4^2+\frac{1}{2}m_Bv_5^2$，代入数据解得 $v_5=-4$ m/s，物块 $B$ 的最大速度大小为4 m/s，D错误。

**二、多选题**(20分)

| 题号 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 答案 | ACD | AD | CD | AB |

7. ACD 【**解析**】对光线 $BM$，由折射定律和几何知识，玻璃的折射率 $n=\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}=\sqrt{3}$，A项正确；光由 $B$ 传到 $M$ 点用时 $t_1=\frac{2R\cos 30^\circ}{v}$，光在玻璃中的传播速度 $v=\frac{c}{n}$，则 $t_1=\frac{3R}{c}$；光从 $M$ 传到 $Q$ 用时 $t_2=\frac{2R-2R\cos^2 30^\circ}{c}=\frac{R}{2c}$，则 $t_1:t_2=6:1$，B项错误；由

全反射规律得 $\sin\angle ONB=\frac{1}{n}=\frac{\sqrt{3}}{3}$，则球心 $O$ 到 $BN$ 的距离 $d=R\sin\angle ONB=\frac{\sqrt{3}}{3}R$，C 项正确；绿光的频率大于红光的频率，绿光的折射率也更大，临界角更小，所以绿光发生全反射的点向左移动，D 项正确。

8. AD 【解析】平抛运动水平位移 $x=v_0t$，竖直方向做匀变速运动，$h=\frac{1}{2}gt^2$，所以 $x=\sqrt{\frac{2h}{g}}v_0$，即 $x-v_0$ 图像斜率 $k=\sqrt{\frac{2h}{g}}$，由题图得 $k_P=4$，$k_Q=2$，所以 $\frac{g_P}{g_Q}=\frac{1}{4}$，第一宇宙速度 $v=\sqrt{gR}$，$\frac{v_P}{v_Q}=\frac{\sqrt{2}}{4}$，A 正确；星球表面的重力加速度 $g=\frac{GM}{R^2}=\frac{G\frac{4}{3}\pi R^3\rho}{R^2}$，所以 $\rho\propto\frac{g}{R}$，所以 $\frac{\rho_P}{\rho_Q}=\frac{1}{2}$，D 正确。

9. CD 【解析】$a$、$b$、$c$ 三小球所带电荷量相同，要使三个小球做匀速圆周运动，$d$ 球与 $a$、$b$、$c$ 三小球一定是异种电荷，由于 $a$ 球的电性未知，所以 $d$ 球不一定带正电，故 A 错误；设 $db$ 连线与水平方向的夹角为 $\alpha$，则 $\cos\alpha=\frac{R}{\sqrt{h^2+R^2}}=\frac{\sqrt{3}}{3}$，$\sin\alpha=\frac{h}{\sqrt{h^2+R^2}}=\frac{\sqrt{6}}{3}$，对 $b$ 球，根据牛顿第二定律得 $k\frac{6q\cdot q}{h^2+R^2}\cos\alpha-2k\frac{q^2}{(2R\cos 30^\circ)^2}\cos 30^\circ=m\frac{4\pi^2}{T^2}R=ma$，解得 $T=\frac{2\pi R}{q}\sqrt{\frac{\sqrt{3}mR}{k}}$，$a=\frac{\sqrt{3}kq^2}{3mR^2}$，则小球 $c$ 的加速度大小也为 $\frac{\sqrt{3}kq^2}{3mR^2}$，故 B 错误，C 正确；对 $d$ 球，由平衡条件得 $F=3k\frac{6q\cdot q}{h^2+R^2}\sin\alpha+mg=mg+\frac{2\sqrt{6}kq^2}{R^2}$，故 D 正确。

10. AB 【解析】A. 总电阻为 $R_{总}=R_{并}+R=3R$；$I=\frac{Bdv}{R_{总}}=\frac{Bdv}{3R}$

当达到最大速度时金属棒受力平衡：$mg\sin\theta=BId=\frac{B^2d^2v}{3R}$

计算得最大速度为 $v=\frac{3Rmg\sin\theta}{B^2d^2}$

B. 金属杆 $ab$ 运动的加速度为 $\frac{1}{2}g\sin\theta$ 时，$I'=\frac{Bdv'}{R_{总}}=\frac{Bdv'}{3R}$

根据牛顿第二定律 $F_{合}=ma$，

$mg\sin\theta-BI'd=ma$，

$mg\sin\theta-\frac{B^2d^2v'}{3R}=\frac{1}{2}mg\sin\theta$

$'=\frac{3Rmg\sin\theta}{2B^2d^2}$

金属杆 $ab$ 消耗的电功率 $P=I'^2R=\frac{B^2d^2v'^2}{9R^2}R=\frac{m^2g^2R\sin^2\theta}{4B^2d^2}$

C. 通过干路的总电量为 $Q=\frac{\Delta\Phi}{R}=\frac{Bds}{3R}$

所以，通过 $6R$ 的电量为 $Q_1=\frac{1}{3}Q=\frac{Bds}{9R}$

D. 金属杆 $ab$ 从静止到具有最大速度的过程中，根据动能定理

$W_G-W_{克安}=\Delta E_k$

$mgs\sin\theta-W_{克安}=\frac{1}{2}m\frac{9m^2g^2R^2\sin^2\theta}{B^4d^4}$

$W_{克安}=mgs\sin\theta-\frac{9m^3g^2R^2\sin^2\theta}{2B^4d^4}$

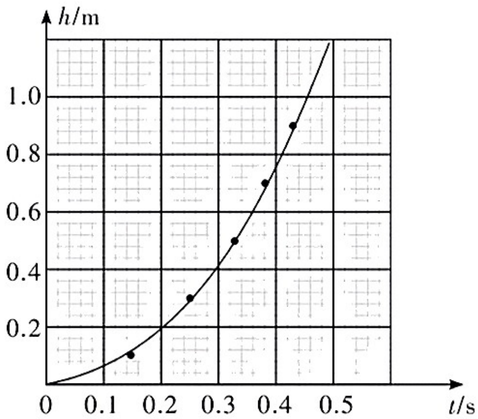
**三、实验题**(16 分)

11. (6 分)(1)见解析(2 分)

(2)0.81(2 分)

(3)$\frac{h}{t}$ (1 分)　$2k$(1 分)

【解析】(1)根据表中实验数据在坐标系内描出对应点，然后根据描出的点作出图像如图所示



(2)小球做自由落体运动，位移 $h=\frac{1}{2}gt^2$，由 $h=4.860t^2-0.004$ 可知：$\frac{1}{2}g=4.860\ m/s^2$，解得：$g=9.72\ m/s^2$，

重力加速度的相对误差为 $\eta=\frac{g_{标}-g}{g_{标}}\times100\%=\frac{9.799-9.72}{9.799}\times100\%\approx0.81\%$

(3)小球做自由落体运动，位移 $h=\frac{1}{2}gt^2$，整理得：$\frac{h}{t}=\frac{1}{2}gt$，则图丙所示图像的纵轴表示 $\frac{h}{t}$，

由图丙所示图像可知，图像的斜率 $k=\frac{1}{2}g$，则重力加速度 $g=2k$。

12.(每空 2 分，共 10 分)

(1)$a$

(2)2.7　0.90　1.8

(3)$\frac{r}{R_x+r}$

**【解析】**(1)根据 $U=E-Ir$ 可知 $U_2-I$ 图像的斜率应该等于电阻 $R_x$ 和电源内阻之和，$U_1-I$ 图像的斜率应该等于电源内阻，可知 $U_2-I$ 图像的斜率较大，$U_1-I$ 图像的斜率较小，即电压表 $V_1$ 与电流表 A 的示数描绘的 $U-I$ 图线是题图乙中的 $a$。

(2)由题图乙可得，电源电动势 $E=2.7\ V$，由图线 $a$ 可得：$r=\frac{\Delta U_a}{\Delta I}=\frac{2.7}{3.0}\ \Omega=0.9\ \Omega$

由图线 $b$ 可得：$R_x+r=\frac{\Delta U_b}{\Delta I}=\frac{2.7}{1.0}\ \Omega=2.7\ \Omega$

待测电阻 $R_x=1.8\ \Omega$。

(3)根据 $U=E-Ir$ 可知：

$U_1=E-Ir$

$U_2=E-I(R_x+r)$

则 $\frac{\Delta U_1}{\Delta I}=r$

$\frac{\Delta U_2}{\Delta I}=R_x+r$

则 $\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2}=\frac{r}{R_x+r}$。

**四、解答题**(40 分)

13.(10 分)**【解析】**(1)由题意可知，开始时封闭气柱的压强为

$p_1=76\ cmHg+8\ cmHg=84\ cmHg$ …………(1 分)

设左管中水银柱的高度为 $h_1$ cm，则

$p_1=76\ cmHg+h_1\ cmHg$

解得 $h_1=8\ cm$ …………(1 分)

即左管中水银柱的高度 8 cm，则左右两管中水银柱的液面的高度差为 5 cm …………(1 分)

(2)若往左管中缓慢倒入 4 cm 长的水银柱，设左管中的气柱并没有完全压入水平管中，则此时空气柱的压强为 $p_2=88\ cmHg$ …………(1 分)

气体发生等温变化，则

$p_1L_1S=p_2L_2S$ …………(1 分)

解得 $L_2=\frac{105}{11}\ cm$ …………(2 分)

重新平衡后，右管中水银柱竖直部分为 12 cm，则水平部分水银柱长为 1 cm

由于 $L_2+1\ cm>10\ cm$，假设成立 …………(1 分)

左管中气柱长为 $\frac{105}{11}\ cm-9\ cm=\frac{6}{11}\ cm$

即左右两管中水银液面高度差为 $\frac{6}{11}$ cm …………(2 分)

14.(14 分)**【解析】**(1)正对 $M$ 点的质子在圆形磁场中的运动轨迹如图 1：

由几何关系知运动半径：$r=R$ …………(1 分)

由牛顿第二定律得：$evB=m\frac{v^2}{r}$ …………(2 分)

解得：$B=\frac{mv}{eR}$ …………(1 分)

(2)质子在磁场中运动的周期 $T=\frac{2\pi R}{v}$ …………(2 分)

正对 $M$ 点的质子在圆形磁场中运动的圆心角为 $\alpha=\frac{\pi}{2}$

在$\triangle O_2CQ$中，由正弦定理：$\frac{R}{\sin 45^\circ}=\frac{(1+\sqrt{2})R-R}{\sin\angle O_2CQ}$，得$\angle O_2CQ=\frac{\pi}{2}$ ……………………………………………………………………（2分）

正对$M$点的质子进入$x$轴上方磁场中运动的轨迹如图1所示：

在$x$轴上方磁场中运动的圆心角为$\beta=\frac{3\pi}{4}$

所以，正对$M$点射入的质子自进入磁场至到达接收器$PQ$的时间为：$t=\frac{\alpha+\beta}{2\pi}T$

可解得$t=\frac{5\pi R}{4v}$ ……………………………………………………………………（2分）

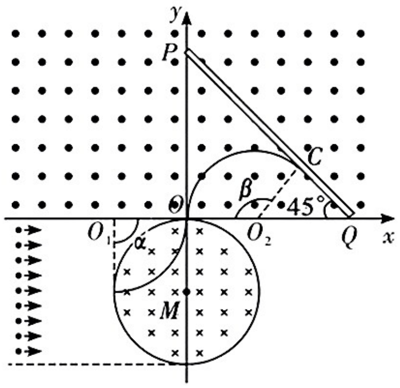


图1

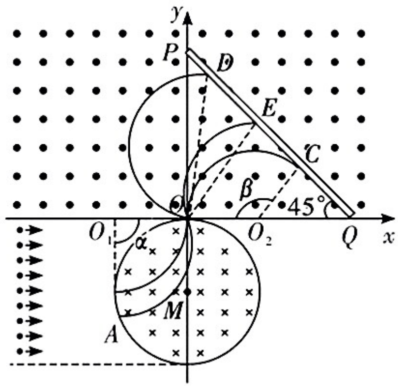


图2

(3)如图2所示，取任意点$A$进入圆形磁场的质子分析，由几何关系可知运动轨迹过$O$点，即所有质子经圆形磁场后都由$O$点进入$x$轴上方的磁场。

由几何关系知：

沿$y$轴正方向的质子的轨迹恰与$PQ$相切于$C$点，则：$CQ=R$ ……………………………………………………（1分）

打到最上端的粒子的轨迹恰与$PQ$相交于$D$点，且$OD=2R$，$OE$垂直于$PQ$

则$OE=\left(\frac{\sqrt{2}}{2}+1\right)R=QE$，$DE=\sqrt{OD^2-OE^2}=\sqrt{\frac{5}{2}-\sqrt{2}}R$ ……………………………………（1分）

所以，$PQ$上被质子打中的区域为$CD$，其长度为：$CD=QE-CQ+DE=\left(\frac{\sqrt{2}}{2}+1\right)R-R+\sqrt{\frac{5}{2}-\sqrt{2}}R=\frac{\sqrt{2}}{2}R+\sqrt{\frac{5}{2}-\sqrt{2}}R$ …
……………………………………………………………………………………（2分）

15.（16分）【解析】(1)由动能定理得

$mg\sin\theta\cdot\frac{9}{8}L=\frac{1}{2}mv_{01}^2$ ……………………………………………………（1分）

解得

$v_{01}=\frac{3}{2}\sqrt{gL\sin\theta}$ ……………………………………………………（1分）

碰撞过程由动量守恒和机械能守恒得

$mv_{01}=mv_{11}+2mv_{21}$ ……………………………………………………（1分）

$\frac{1}{2}mv_{01}^2=\frac{1}{2}mv_{11}^2+\frac{1}{2}\times 2mv_{21}^2$ ……………………………………………………（1分）

解得

$v_{11}=-\frac{1}{2}\sqrt{gL\sin\theta}$

$v_{21}=\sqrt{gL\sin\theta}$ ……………………………………………………（2分）

物块1、2第一次碰后瞬间的速度大小分别为$v_{11}=-\frac{1}{2}\sqrt{gL\sin\theta}$，$v_{21}=\sqrt{gL\sin\theta}$。

(2)第1次碰后，根据牛顿第二定律分析，物块2

$2mg\sin\theta-2\mu mg\cos\theta=2ma_1$

$a_1=0$

物块2将以速度$v_{21}=\sqrt{gL\sin\theta}$向下匀速运动直到与物块3碰撞，物块2、3等质量弹性碰撞，碰后交换速度，物块3继续向下匀速运动与物块4碰交换速度，物块4继续向下运动与物块5碰交换速度，物块5以速度$v_{21}=\sqrt{gL\sin\theta}$向下匀速运动。

假设物块2静止后物块1再与之发生第2次碰撞：

对物块1分析

$mgL\sin\theta=\frac{1}{2}mv_{02}^2-\frac{1}{2}mv_{11}^2$

$v_{02}=\frac{3}{2}\sqrt{gL\sin\theta}$ ……………………………………………………（1分）

$mg\sin\theta=ma_2$

$a_2=g\sin\theta$

$t_1=\dfrac{v_{02}-v_{11}}{a_2}=2\sqrt{\dfrac{L}{g\sin\theta}}$

对物块 2 分析

$t_2=\dfrac{L}{v_{21}}=\sqrt{\dfrac{L}{g\sin\theta}}$ ……………………………………………………………………………… (1 分)

由于 $t_1>t_2$，假设成立。

因为 $v_{02}=v_{01}$，所以第 2 次碰将重复第 1 次的运动，物块 4 以速度 $v_{21}=\sqrt{gL\sin\theta}$ 向下匀速运动，从释放物块 1 到第 1 次碰用时 $t_0$

$t_0=\dfrac{v_{01}}{a_2}=\dfrac{3}{2}\sqrt{\dfrac{L}{g\sin\theta}}$

第 1、2 次，2、3 次，3、4 次碰用时均为

$t_1=2\sqrt{\dfrac{L}{g\sin\theta}}$

第 4 次碰到第 5 次碰用时 $t_3$

$v_{21}t_3=v_{11}t_3+\dfrac{1}{2}a_2t_3^2$

$t_3=3\sqrt{\dfrac{L}{g\sin\theta}}$ ……………………………………………………………………………… (1 分)

从释放物块 1 到物块 1、2 发生第五次碰撞所需时间

$t=t_0+3t_1+t_3=\dfrac{21}{2}\sqrt{\dfrac{L}{g\sin\theta}}$ ……………………………………………………………………………… (2 分)

(3)第 1、2 次碰时段内，可以等效为 1 个物块持续匀速下滑摩擦产热

$x_1=v_{21}t_1=2L$

$Q_1=2\mu mg\cos\theta\cdot x_1=4mgL\sin\theta$ ……………………………………………………………………………… (1 分)

第 2、3 次碰时段内，可等效为 2 个物块持续匀速下滑摩擦产热

$Q_2=2Q_1=8mgL\sin\theta$ ……………………………………………………………………………… (1 分)

第 3、4 次碰时段内，可以等效为 3 个物块持续匀速下滑摩擦产热

$Q_3=3Q_1=12mgL\sin\theta$

第 4、5 次碰时段内，可以等效为 4 个物块持续匀速下滑摩擦产热

$x_2=v_{21}t_3=3L$

$Q_4=4\times2\mu mg\cos\theta\cdot x_2=24mgL\sin\theta$ ……………………………………………………………………………… (1 分)

总热量 $Q=Q_1+Q_2+Q_3+Q_4=48mgL\sin\theta$ ……………………………………………………………………………… (2 分)