2023.3 修订

2022 年 秋 季 学 期

大学物理 IB 复习试题（A1）参考答案

OpenAuto、群文件中均有，名为“大学物理IB xx练习”

清华题库中试题此处仅给出答案，解析请自行根据题号对应查看.

一、选择题

1、C　　2、C　　3、C　　4、D　　5、D （反射光性质：垂直于入射面振动的完全线偏振光）

6、B　　7、D　　8、C　　9、C　　10、A

10、[解析] 由维恩位移定律 $\lambda_m T = b$ （λ_m：单色辐出度极大值对应波长） 即得 $\lambda_m = 999\text{nm}$.

二、填空题

1、10cm　$-\frac{1}{2}\pi$　　2、0.444N　0.0107J　　3、$\frac{wS\omega\lambda}{2\pi}$

4、236 [原解析无误，答案写错了.]　　5、6.44×10^{-4}m

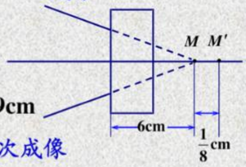
6、$\frac{3}{8}$ [光向M点会聚，则M可视为“虚物”]

[解析] 解：光入射平行平面玻璃左边第一次成像

$$\frac{n_1'}{l_1'}-\frac{n_1}{l_1}=\frac{n_1'-n_1}{r_1}$$

其中 $n_1'=1.5,\ n_1=1,$

$r_1=\infty\quad l_1=6\text{cm}\quad \Rightarrow l_1'=9\text{cm}$



光折射在平行平面玻璃右边第二次成像

$$\frac{n_2'}{l_2'}-\frac{n_2}{l_2}=\frac{n_2'-n_2}{r_2}\quad 其中\ n_2'=1,\ n_2=1.5,$$

$$r_2=\infty,\quad l_2=l_1'-t,\quad l_2'=6+MM'-t\quad \Rightarrow t=\frac{3}{8}\text{cm}$$

选择

9. 解析：光电效应中光电流的大小取决于单位时间内产生的光电子数目 N，而 N 由单位时间内照射到金属表面单位面积的光子数 n 决定，$N\propto n$. 入射光的光强 $I=nh\nu$，当入射光频率 ν 一定时 $n\propto I$；当入射光光强 I 一定时，$n\propto\frac{1}{\nu}$. 因而，n 与入射光的强度 I 及入射光频率 ν 均有关.

故选 C.

【方法点击】光的强度与两个因素有关，一个是光子的能量，另一个是光子的数目.

7、6.59×10^{-26}kg [最终可推得 $m=\frac{3k}{2C_V}$]

8.【思路探索】根据玻尔的氢原子理论，电子的角动量呈量子化，即 $L=n\frac{h}{2\pi}$，由此可以确定电子的动量，再由德布罗意关系式确定波长.

解析：根据玻尔角动量量子化条件，有

$L=mrv=n\frac{h}{2\pi}$.

电子在基态，$n=1$，则电子的动量为

$p=mv=\frac{h}{2\pi r}$.

由德布罗意关系式可知波长为

$\lambda=\frac{h}{mv}=2\pi r=2\times3.14\times5.29\times10^{-11}\ \text{m}$

$=3.3\times10^{-10}\ \text{m}$.

故填 3.3×10^{-10} m.

【方法点击】本题的前提条件是“根据玻尔的氢原子理论”，因此不能由库仑力计算出电子绕原子核运动的速度，然后来确定电子的动量.

9.【思路探索】本题是求解电子跃迁发光的波长问题，根据能级跃迁的能量差可计算出光波的波长.

解析：一维无限深势阱中粒子的能量为

$E_n=n^2\frac{h^2}{8ma^2}(n=1,2,3,\cdots)$.

由 $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 的能量差为

$\Delta E=E_3-E_1=(3^2-1^2)\frac{h^2}{8ma^2}=\frac{h^2}{ma^2}$.

将 $\Delta E=h\nu=\frac{hc}{\lambda}$ 代入上式，可得波的波长为

$\lambda=\frac{hc}{\Delta E}=\frac{ma^2c}{h}$

$=\frac{9.11\times10^{-31}\times(2\times10^{-10})^2\times3\times10^8}{6.63\times10^{-34}}\ \text{m}$

$=1.65\times10^{-8}$ m.

故填 1.65×10^{-8} m.

【方法点击】本题是在已知一维无限深势阱中粒子能级的条件下，求解电子跃迁的波长问题，所以要求对公式能熟练记忆.

10.【思路探索】由康普顿散射公式和入射光波长可以直接确定散射光波长；入射光子经散射后，其能量损失部分转化为反冲电子的动能.

解：(1) 由康普顿散射公式得波长的偏移量为

$\Delta\lambda=\lambda-\lambda_0=\frac{h}{m_0c}(1-\cos\theta)$

$=0.00243(1-\cos45^\circ)$ nm

$=0.00071$ nm，

则散射光子的波长为

$\lambda=\lambda_0+\Delta\lambda=0.1\ \text{nm}+0.00071\ \text{nm}$

$=0.10071$ nm.

(2) 根据康普顿效应中能量守恒，有

$h\nu_0+m_0c^2=h\nu+mc^2$，

则反冲电子的动能为

$E_k=h\nu_0-h\nu=hc\left(\frac{1}{\lambda_0}-\frac{1}{\lambda}\right)$

$=6.63\times10^{-34}\times3\times10^8\times\left(\frac{1}{1.0\times10^{-10}}-\frac{1}{1.0071\times10^{-10}}\right)$ J

$=1.40\times10^{-17}$ J.

【方法点击】本题中 λ_C 为电子的康普顿波长，可直接应用 $\lambda_C=\frac{h}{m_0c}=\frac{6.63\times10^{-34}}{9.11\times10^{-31}\times3\times10^8}$ m

$=2.43\times10^{-12}\ \text{m}=0.00243$ nm.

三、四、六题答案请自行对照清华题库.

五、

16.【思路探索】由氢原子的玻尔理论可知，任一条光谱线的频率(或波长)都由相应的两能级之差决定.巴耳末系是从高能级跃迁到 $n=2$ 能级时发射的光谱线.

解：由题意可知，仅观察到三条巴耳末系谱线，说明氢原子被激发到 $n=5$ 能级.波长最长的谱线，也就是频率最低的，即能级之差最小的那一条，所以从 $n=3$ 到 $n=2$ 发射的谱线波长 λ_{32} 最长. λ_{32} 满足以下关系：

$$\frac{1}{\lambda_{32}}=R\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}\right)=\frac{5}{36}R.$$

最长的波长为

$$\lambda_{32}=\frac{36}{5R}=\frac{36}{5\times1.097\times10^{7}}\ \mathrm{m}=6.563\times10^{-7}\ \mathrm{m}.$$

从 $n=2$ 被激发到 $n=5$ 能级，外来光的频率满足

$$h\nu_{52}=E_5-E_2=\left(\frac{1}{5^2}-\frac{1}{2^2}\right)E_1=-\frac{21}{100}E_1,$$

外来光的频率为

$$\nu_{52}=\frac{21E_1}{100h}=-\frac{21\times(-13.6)\times1.6\times10^{-19}}{100\times6.63\times10^{-34}}\ \mathrm{Hz}=6.89\times10^{14}\ \mathrm{Hz}.$$

【方法点击】氢原子各能级的能量为 $E_n=\frac{E_1}{n^2}$，其中 $E_1=-13.6\ \mathrm{eV}$ 为基态能量.

2022 年 秋 季 学 期

大学物理 IB 复习试题（A2）参考答案

OpenAuto、君群文件中均有，名为"大学物理IB ××练习"

清华题库中试题此处仅给出答案，解析请自行根据题号对应查看。

一、选择题

1、B　2、B　3、A　4、B　5、C

6、B　7、C　8、C　9、B　10、D

5、[解析] 玻璃对蓝光的折射率较大，可知 OM 是黄光，ON 是蓝光，选项 A 正确；玻璃对 OM 光束的折射率为 $n=\frac{\sin\alpha}{\sin(90^\circ-\beta)}=\frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ}=\sqrt{2}$，选项 B 正确；$OM$ 光束在该玻璃中传播的速度为 $v=\frac{c}{n}=\frac{3\times10^8}{\sqrt{2}}\ \mathrm{m/s}=\frac{3\sqrt{2}}{2}\times10^8\ \mathrm{m/s}$，选项 C 错误；$OM$ 光线恰发生全反射时有 $\sin C=\frac{\sqrt{2}}{2}$，则临界角 $C=45^\circ$，则若将 OM 光束从 N 点沿着 NO 方向射入，此时的入射角一定小于临界角，则一定不会发生反射，选项 D 正确。

9、[解析] 散射光的波长为入射光的 1.2 倍 ⇒ 散射光子的频率是入射光子频率的 $\frac{5}{6}$ 倍，则散射光子的能量是入射光子能量的 $\frac{5}{6}$ 倍。而入射光子能量减去散射光子能量等于反冲电子动能，则反冲电子动能是入射光子的 $\frac{1}{6}$，散射光子的 $\frac{1}{5}$。

10、[解析] D正确，A错误；B：为光的粒子性提供有力论据；C：$P=|\psi|^2$ 不是 $|\psi^2|$、

二、填空题

1、0.05m　-37°　　2、$-0.4\pi^2\cos\left(2\pi t+\frac{1}{2}\pi\right)$　　3、0.11　7　明

4、500 nm　　5、$\frac{3\lambda}{4n_2}$　　6、$\frac{3}{2}kT$，$\frac{5}{2}kT$，$\frac{5}{4}\times10^3\ MRT$

7、熵增加　不可逆的　8、0.4m　　9、4.83×10^{14} Hz　0.13V

8、解析：沿 x 轴方向传播的光波的动量为 $p_x=\frac{h}{\lambda}$.

两边取微分可得动量的不确定量大小为

$$|\Delta p_x|=\frac{h}{\lambda^2}\Delta\lambda=\frac{h}{\lambda}\frac{\Delta\lambda}{\lambda}.$$

根据不确定关系可得 x 坐标的不确定量为

$$\Delta x\geqslant\frac{h}{\Delta p_x}=\frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}=\lambda\frac{\lambda}{\Delta\lambda}$$

$$=400\times10^{-9}\times\frac{1}{10^{-6}}\ \mathrm{m}=0.4\ \mathrm{m}.$$

故填 0.4 m.

9、【思路探索】逸出功 W 表示了产生光电效应至少需要获得的能量. 入射光子的能量一部分用于逸出功外，另一部分用于增加光电子的初动能，遏止电压的大小反映了光电子的最大初动能.

解：(1) 由逸出功 $W=h\nu_0$ 可得钾的红限频率为

$$\nu_0=\frac{W}{h}=\frac{2.0\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}}\ \mathrm{Hz}$$

$$=4.83\times10^{14}\ \mathrm{Hz},$$

红限波长为

$$\lambda_0=\frac{c}{\nu_0}=\frac{3\times10^8}{4.83\times10^{14}}\ \mathrm{m}$$

$$=6.21\times10^{-7}\ \mathrm{m}=621\ \mathrm{nm}.$$

(2) 由光电效应方程 $h\nu=\frac{1}{2}mv^2+W$ 可得光电子的最大初动能为

$$E_k=\frac{1}{2}mv^2=h\frac{c}{\lambda}-W$$

$$=h\frac{c}{\lambda}-W$$

$$=6.63\times10^{-34}\frac{3\times10^8}{583.9\times10^{-9}\times1.6\times10^{-19}}\ \mathrm{eV}-2.0\ \mathrm{eV}$$

$$=0.13\ \mathrm{eV}.$$

根据遏止电压 U_0 满足的关系式 $eU_0=\frac{1}{2}mv^2$，

可得遏止电压为 $U_0=0.13\ \mathrm{V}$.

【方法点击】正确理解爱因斯坦光电效应方程、遏止电压及红限频率的概念并能熟练应用是求解本题的关键.

10、$2(2l+1)$　$2n^2$

[n,l 一定时，可能状态数由 m_l、m_s 确定、m_l 可能取值有 $2l+1$ 种 $(0,\pm1,\cdots,\pm l)$，m_s 有两种可能取值。

n 一定时，可能状态数由 l,m_l、m_s 确定、m_l 可能取值有 $2l+1$ 种 $(0,\pm1,\cdots,\pm l)$，m_s 有两种可能取值，则对每个确定的 l 有 $2(2l+1)$ 种取值、而 l 有 $0,\cdots,n-1$ 这些可能取值，则所有可能状态数为 $2\sum_{l=0}^{n-1}(2l+1)=2\left[n+\frac{n\times(0+2n-2)}{2}\right]=2n^2$]

四、六题答案请自行对照清华题库、

三、(1) 略 请自行对照清华题库.

(2) $t=4s$ 时 $y=0.1\cos\left(28\pi-\frac{25}{3}\pi x+\frac{1}{3}\pi\right)=0.1\cos\left(\frac{1}{3}\pi-\frac{25}{3}\pi x\right)$

为求波峰位置,令 $\frac{1}{3}\pi-\frac{25}{3}\pi x=2k\pi$ 得 $\frac{25}{3}\pi x=\frac{1}{3}\pi-2k\pi \Rightarrow x=\frac{1}{25}-\frac{6}{25}k \quad (k\in Z)$

离原点最近的波峰位置 $x_0=\frac{1}{25}m$.

(3) $\lambda=\frac{6}{25}m$ $\because \frac{x_0}{\lambda}=\frac{t_0}{T}$ $T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2}{7}s$ 则波峰从原点运动至 $x_0=\frac{1}{25}m$ 处用时为

$t_0=\frac{1}{6}\times\frac{2}{7}s=\frac{1}{21}s$ 得通过原点时刻 $t=4-\frac{1}{21}=\frac{83}{21}s$.

五、(1) $|\psi_n(x)|^2=A^2\sin^2\left(\frac{n\pi x}{a}\right)$

由归一化条件: $\int_0^a|\psi_n(x)|^2=A^2\int_0^a\sin^2\left(\frac{n\pi x}{a}\right)dx=A^2\int_0^a\frac{1-\cos\left(\frac{2n\pi x}{a}\right)}{2}dx=\frac{aA^2}{2}=1$ 得 $A=\sqrt{\frac{2}{a}}$.

(2) $|\psi_2(x)|^2=\frac{2}{a}\sin^2\left(\frac{2\pi x}{a}\right)$

则 $P=\int_0^{a/4}\frac{2}{a}\sin^2\left(\frac{2\pi x}{a}\right)=\frac{2}{a}\int_0^{a/4}\frac{1-\cos\left(\frac{4\pi x}{a}\right)}{2}dx=\frac{2}{a}\times\frac{1}{2}\times\frac{a}{4}-\frac{2}{a}\times\frac{1}{2}\times\frac{a}{4\pi}\sin\frac{4\pi x}{a}\Big|_0^{a/4}=\frac{1}{4}$

(3) 令 $\sin^2\left(\frac{n\pi x}{a}\right)=0$, 则 $\frac{n\pi x}{a}=k\pi\ (k\in Z)$

得 $x=a\frac{k}{n}$. 结合 $0<x<a$, 得 $x=a\frac{k}{n}\ (k=1,\cdots,n-1)$

2022 年 秋 季 学 期

大学物理 IB 复习试题（B1）参考答案

一、选择题

1、B　2、C　3、C　4、A　5、C

6、B　7、B　8、A　9、A　10、A

1、见书10.6节，　P76 例2的推导、［书本要用好］→此为第七版页码，第六版请自行寻找。

2、弹簧振子振动总能量　$E=\frac{1}{2}kA^2$　运动到偏离平衡位置位移大小为振幅$\frac{1}{4}$时，势能为

$E_p=\frac{1}{2}kx^2=\frac{1}{2}k\left(\frac{1}{4}A\right)^2=\frac{1}{16}\left(\frac{1}{2}kA^2\right)=\frac{1}{16}E$　∴此时动能为 $\frac{15}{16}E$。

3、光强与振幅平方成正比、则若光强为I_0的光振幅为A_0，则光强为$4I_0$的光振幅为$2A_0$、当两者发生

相长干涉时，所得合振幅最大，等于两相干光的振幅之和$3A_0$，能量即为$9I_0$。

4、衍射角适合　$a\sin\theta=\pm\left(k\lambda+\frac{\lambda}{2}\right)$，$k=1,2,3,\cdots$　为第k级明纹中心，此时可分成 $2k+1$ 个半波带、(A)项所述即

$k=2$的情形，正确；衍射角适合　$a\sin\theta=\pm(k\lambda)$，$k=1,2,3,\cdots$　为第k级暗纹中心，注意k不能取0，因为k取

0对应衍射角 $\theta=0$，这却是中央明纹的中心，不符合该式含义、（P128）　D错误、原第二级暗纹满足条件为

$a\sin\theta=\pm2\lambda$，a变为$\frac{a}{2}$（缩小一半）后对于同样位置（即同一个衍射角θ），有 $\frac{a}{2}\sin\theta=\pm\lambda$，则对应第一级暗纹，B错、

由于中央明纹中心都是衍射角为0时的会聚点，所以一定都在透镜的焦点上，所以条纹不会移动、C错、
→将透镜作微移时中央明纹会跟着略微移动。

5、第一次成像（由高斯公式）　$\frac{f'}{p'}+\frac{f}{p}=1$，由 $f'=-f$，则 $\frac{1}{p'}-\frac{1}{p}=\frac{1}{f'}$，$p=-12cm$，$f'=8cm$，得 $p'=24$ cm

即：像在第一个透镜右侧24cm，在第二个透镜左侧6cm、第二次成像：再由 $\frac{1}{p'}-\frac{1}{p}=\frac{1}{f'}$　$p=-6$ cm，$f'=6$ cm，

得 $p'=\infty$，成像于无穷远处。

6、最概然速率 $v_p=\sqrt{\frac{2kT}{m}}=\sqrt{\frac{2RT}{M}}$，$M(N_2)>M(He)$　故有 $v_p(N_2)<v_p(He)$，D错误。

将最概然速率代入$f(v)$右侧有　$f(v)_{max}=4\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}}e^{-\frac{m}{2kT}\times\frac{2kT}{m}}\left(\frac{2kT}{m}\right)=\underset{(常数)}{C}\,m^{\frac{1}{2}}$，$m=\frac{M}{N_A}$。则 $f(v)_{max}(N_2)>f(v)_{max}(He)$。

则得只有B项正确，左侧是N_2的线，右侧是He的线，

7、摩尔热容　$C_m=\frac{dQ}{\nu dT}=\frac{pdV+dE}{\nu dT}=\frac{pdV+\frac{3}{2}\nu RdT}{\nu dT}=\frac{3}{2}R+\frac{pdV}{\nu dT}$。　理想气体内能 $E=\frac{i}{2}\nu RT$。

由图得 $P=CV$（C为常数），即 $PV^{-1}=C$、两边求微分得 $-PV^{-2}dV+V^{-1}dP=0$。①

［方法：对V求的时候：P不动，视作常数，而$\left(\frac{1}{V}\right)'=-\frac{1}{V^2}$，即求导结果为 $PV^{-2}dV$。对P时的时候同理，将V^{-1}看作常数］

又由理想气体物态方程 $pV=\nu RT$，有 $pdV+VdP=\nu RdT$。②

① × V^2：$-pdV + Vdp = 0$. ③　　② − ③：$2pdV = \nu R dT \Rightarrow pdV = \frac{1}{2}\nu R dT$

代回摩尔热容表达式有 $C_m = \frac{1}{2}R + \frac{3}{2}R = 2R$，选B.

8、遏止电势差与出射的光电子最大初动能关系为：$eU_0 = E_k$，$\therefore \frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{1}{2}$

而由爱因斯坦光电效应方程，有 $h\nu = h\nu_0 + E_k$，$\therefore \frac{h\nu_1 - h\nu_0}{h\nu_2 - h\nu_0} = \frac{1}{2}$，得 $\nu_2 = 2\nu_1 - \nu_0$，选A.

9. 【思路探索】本题为低速运动的粒子，不用考虑相对论动能. 根据德布罗意波长相同，可以求出质子和 α 粒子间的关系，进而求出动能之比.

解析：由德布罗意波长 $\lambda = \frac{h}{p}$ 可知，波长相同的质子和 α 粒子动量相等，即 $\frac{p_p}{p_\alpha} = \frac{\lambda_\alpha}{\lambda_p} = 1$.

根据动能与动量的关系式 $E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$，动能之比为

$E_p : E_\alpha = \frac{p_p^2}{2m_p} : \frac{p_\alpha^2}{2m_\alpha} = m_\alpha : m_p = 4:1$.

故选 A.

10、[解析] 见书15-9，P383例题解.

此为第七版页码，第六版请自行寻找.

二、填空题

1、$x_0 \cos\left(\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}\, t\right)$

物块在平衡位置受到水平方向合力为0，位置x处，左侧弹簧形变量为$+x$，右侧弹簧形变量为$-x$.

因此物块在位置x处，受到水平方向合力为：$F = -(k_1 x + k_2 x)$ （以向右为正）

又由 $F = ma$，有 $-(k_1+k_2)x = m\frac{d^2x}{dt^2}$，有 $\frac{d^2x}{dt^2} + \underbrace{\frac{k_1+k_2}{m}}_{=\omega^2} x = 0$　$\therefore \omega = \sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$

易知x_0即为振幅，从振幅最大处开始计时可知振动初相为0.　$\therefore$ 振动方程为 $x = x_0 \cos\left(\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}\, t\right)$.

2、$\frac{35}{2}$　　$0.1 \sin \pi x \cos\left(35\pi t \pm \frac{\pi}{2}\right)$.

驻波是由 $y_1 = A\cos 2\pi\left(\nu t - \frac{x}{\lambda} + \varphi_1\right)$，$y_2 = A\cos 2\pi\left(\nu t + \frac{x}{\lambda} + \varphi_2\right)$ 两列振幅、频率、波速相同的相干波在同一直线上沿相反方向传播时叠加而成.

$x=0$处，固定端，为波节，故 $y_1|_{x=0} = A\cos 2\pi(\nu t + \varphi_1)$，$y_2|_{x=0} = A\cos 2\pi(\nu t + \varphi_2)$ 有 $|\varphi_1 - \varphi_2| = \pi$，$\therefore y_2 = -A\cos 2\pi\left(\nu t + \frac{x}{\lambda} + \varphi_1\right)$

$\therefore$ 叠加得驻波方程形式：$y = y_1 + y_2 = 2A\cos(2\pi\nu t + \varphi_1)\sin\frac{2\pi x}{\lambda}$

$t=0$时，各点均经过平衡位置，则只能 $2A\cos\varphi_1 = 0 \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{2} + k\pi \ (k\in Z)$

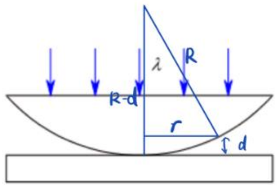
$\therefore$ 驻波方程形式为（由和差化积公式易得）$y = 2A\sin\frac{2\pi x}{\lambda}\cos\left(2\pi\nu t \pm \frac{\pi}{2}\right)$　则可知波节位置：$x = \frac{k}{2}\lambda$，$k=0,1,\cdots$

两波节间距为$\frac{\lambda}{2}$，故由于共有5个波节（两固定端也是波节），所以绳长为 $(5-1)\times\frac{\lambda}{2} = 2\lambda = 4m \Rightarrow \lambda = 2m$

$\therefore \nu = \frac{u}{\lambda} = \frac{35}{2}$ Hz.　由波腹振幅为0.1m，可知 $2A = 0.1m$. 因此将A、λ、ν代回驻波方程即可得解.

[注意] 此种驻波与书10-24中所举的两端均为固定端的弦线驻波的例子不同!

3、8，485.4 nm



如右图，推导暗环半径。（有助于记忆）由勾股定理 $R^2=(R-d)^2+r^2$，

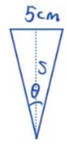
则 $r^2=2Rd-d^2$，由于 $d<<R$，则 $r^2\approx 2Rd$。暗环满足 $2nd+\frac{\lambda}{2}=k\lambda+\frac{\lambda}{2}(k=0,1,\cdots)$ → 下表面反射光有半波损失 而上表面反射光没有

则有 $r=\sqrt{k\frac{R\lambda}{n}}$，此处 $n=1$，则表达式为 $r=\sqrt{kR\lambda}$。

设题中"某一级暗环"为第k级，则其外第十级暗环为(k+10)级，则有 $\frac{r_{k+10}}{r_k}=\sqrt{\frac{k+10}{k}}=\frac{3}{2}$，解得 $k=8$

$\therefore \lambda=(r_{k+10}^2-r_k^2)/(10R)=485.4\ nm$

4、[书本11章习题] 409.8



$\theta=1.22\frac{\lambda}{D}=1.22\times\frac{600nm}{6\ mm}=1.22\times10^{-4}$

又 $\theta\approx\frac{5cm}{S}$（S为老鹰与老鼠间的距离） $\Rightarrow S\approx\frac{5\times10^{-2}m}{1.22\times10^{-4}}=409.8\ m$.

$\left(\frac{\theta}{2}\approx\tan\frac{\theta}{2}=\frac{5cm/2}{S}\right)$

5、$\frac{\lambda}{2L}$

原来劈尖角 $\theta_0=\frac{d_0}{L}$ → $\theta_0\approx\tan\theta_0$（θ很小） （$d_0$为原来此处空气膜厚度） 且有 $2d_0+\frac{\lambda}{2}=k\lambda+\frac{\lambda}{2}$（设此处条纹级数为k）

劈尖角变大后 $2d_1+\frac{\lambda}{2}=(k+1)\lambda+\frac{\lambda}{2}$，$\theta_1=\frac{d_1}{L}$

$\therefore \Delta\theta=\theta_1-\theta_0=\frac{1}{L}(d_1-d_0)=\frac{\lambda}{2L}$

6、[书本13章习题] 2.352 31.7

分析 (1) B 室中气体经历的是一个绝热压缩过程，遵循绝热方程 $TV^{\gamma-1}=$ 常量，由此可求出 B 室中气体的末态温度 T_B。又由于 A、B 两室中隔板可无摩擦平移，故 A、B 两室等压。则由物态方程 $pV_A=\nu RT_A$ 和 $pV_B=\nu RT_B$ 可知 $T_A=2T_B$。(2) 欲求 A 室中气体吸收的热量，我们可以有两种方法。方法一：视 A、B 为整体，那么系统（气缸）对外不做功，吸收的热量等于系统内能的增量。即 $Q_A=\Delta E_A+\Delta E_B$。方法二：A 室吸热一方面提高其内能 ΔE_A，另外对"外界"B 室做功 W_A。而对 B 室而言，由于是绝热的，"外界"对它做的功就全部用于提高系统的内能 ΔE_B。因而在数值上 $W_A=\Delta E_B$。同样得到 $Q_A=\Delta E_A+\Delta E_B$。

解 设平衡后 A、B 中气体的温度、体积分别为 T_A，T_B 和 V_A，V_B。而由分析知压强 $p_A=p_B=p$。由题已知 $\begin{cases}V_A=2V_B\\V_A+V_B=2V_0\end{cases}$，得 $\begin{cases}V_A=4V_0/3\\V_B=2V_0/3\end{cases}$。

(1) 根据分析，对 B 室有

$$V_0^{\gamma-1}T_0=V_B^{\gamma-1}T_B$$

得 $$T_B=(V_0/V_B)^{\gamma-1}T_0=1.176T_0,\quad T_A=2T_B=2.352T_0$$

(2) $$Q_A=\Delta E_A+\Delta E_B=\frac{5R}{2}(T_A-T_0)+\frac{5R}{2}(T_B-T_0)=31.7T_0$$

7、 $\frac{2}{3}v_0$ 　运动速率在 $\frac{v_0}{2}\sim v_0$ 之间的分子总数　运动速率在 $\frac{v_0}{2}\sim v_0$ 之间的分子平动动能之和

由归一化条件 $\int_0^\infty f(v)dv=1 \Rightarrow \int_0^{v_0} Cv\,dv = \frac{1}{2}Cv_0^2=1 \therefore C=\frac{2}{v_0^2}$

分子平均速率 $\int_0^\infty vf(v)dv = \int_0^{v_0} Cv^2dv = \frac{1}{3}Cv_0^3 = \frac{1}{3}\times\frac{2}{v_0^2}v_0^3=\frac{2}{3}v_0$

$f(v)dv=\frac{dN}{N} \therefore \int_{\frac{v_0}{2}}^{v_0} Nf(v)dv = \int_{\frac{v_0}{2}}^{v_0}dN$，即表示运动速率在 $\frac{v_0}{2}\sim v_0$ 之间的分子总数.

$\int_{\frac{v_0}{2}}^{v_0}\frac{1}{2}mv^2 Nf(v)dv = \int_{\frac{v_0}{2}}^{v_0}\frac{1}{2}mv^2 dN$，即表示运动速率在 $\frac{v_0}{2}\sim v_0$ 之间的分子平动动能之和.

8、 $\eta=\frac{1}{w+1}$

解析：卡诺热机的热效率为

$$\eta=\frac{W}{Q_1}=1-\frac{Q_2}{Q_1}=1-\frac{T_2}{T_1}$$

卡诺制冷机的制冷系数为

$$w=\frac{Q_2}{W}=\frac{Q_2}{Q_1-Q_2}=\frac{T_2}{T_1-T_2}$$

所以有

$$\frac{1}{w}=\frac{T_1-T_2}{T_2}=\frac{T_1}{T_2}-1$$
$$\frac{T_1}{T_2}=\frac{1}{w}+1=\frac{w+1}{w}$$
$$\frac{T_2}{T_1}=\frac{w}{w+1}$$
$$\eta=1-\frac{T_2}{T_1}=1-\frac{w}{w+1}=\frac{1}{w+1}$$

10.【思路探索】本题是斯特藩－玻耳兹曼定律 $M=\sigma T^4$ 的应用. 恒星辐射出的能量与在地球上接收到的能量相等，列出等式求解即可.

解：斯特藩－玻耳兹曼定律给出 $M=\sigma T^4$，

设恒星半径为 R、温度为 T，则其辐射的总功率为 $M4\pi R^2$，即 $\sigma T^4 4\pi R^2$.

在地球上，接收到的总功率为 $M'4\pi R'^2$（R' 为恒星离地球的距离）.

上述两个总功率是相等的，则有

$\sigma T^4 4\pi R^2 = M'4\pi R'^2$，

则恒星的半径为

$$R=\sqrt{\frac{R'^2M'}{\sigma T^4}}$$
$$=\sqrt{\frac{(4.3\times10^{17})^2\times1.2\times10^{-8}}{5.67\times10^{-8}\times(5200)^4}}\ \text{m}$$
$$\boxed{=7.32\times10^9\ \text{m}.}$$

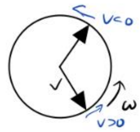
【方法点击】在天文学中，常用斯特藩－玻耳兹曼定律确定恒星的半径.

9. $\sqrt{6}\frac{h}{2\pi}$ 　$0,\pm\frac{h}{2\pi},\pm\frac{h}{\pi}$

轨道角动量 $L=\sqrt{l(l+2)}\frac{h}{2\pi}$ 　轨道角动量在外磁场z方向投影

$L_z=m_l\frac{h}{2\pi}$，$m_l=0,\pm1,\pm2,\cdots,\pm l$，也即 $0,\pm1,\pm2$，即得答案.

三、(1) 设 $x=1.0\text{m}$ 处质点的振动方程为 $y=4\cos(\omega t+\varphi)$ (cm)



$t=0$，$x=2\text{cm}$ 代入有 $\cos\varphi=\frac{1}{2}$，结合旋转矢量图（$t=0$ 时质元正向正位移最大处运动）

知 $\varphi=-\frac{\pi}{3}$. $t=1\text{s}$ 时 $x=0$，结合旋转矢量图可知 $\omega+\varphi=\frac{\pi}{2}+2k\pi$，又知 $t=1\text{s}$ 与 $t=0$ 相隔不到一周期，

因此相位差不到 2π，因此 $\omega+\varphi=\frac{\pi}{2}$，$\omega=\frac{5\pi}{6}$，$\nu=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{5}{12}\text{Hz}$，$\Rightarrow$ 波速 $u=\lambda\nu=\frac{10}{3}\text{m/s}$

(2) 由(1)可写出 $x=1\text{m}$ 处质元振动方程为 $y=4\cos(\frac{5\pi}{6}t-\frac{\pi}{3})$ (cm)

则此波的波动方程 $y=4\cos\left[\frac{5\pi}{6}\left(t+\frac{x-1}{10/3}\right)-\frac{\pi}{3}\right]=4\cos\left(\frac{5\pi}{6}t+\frac{\pi x}{4}-\frac{7\pi}{12}\right)$ (cm)

(3) 能流密度 $I=\bar{w}u=\frac{1}{2}\rho A^2\omega^2u=\frac{1}{2}\times9\times10^2\times(4\times10^{-2})^2\times(\frac{5\pi}{6})^2\times\frac{10}{3}=16.45\ \text{W/m}^2$.

四、(1) 衍射角30°时，两光都出现明纹，因此，满足

对于波长为λ_1的光：$d\sin 30° = k_1\lambda_1 \quad (k_1 = \underbrace{\ }_{\text{不取0，不取负，因为不可能}} 1, \cdots)$ 两式相除得：$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{7}{5}$.

对于波长为λ_2的光：$d\sin 30° = k_2\lambda_2 \quad (k_2 = \underbrace{\ } 1, \cdots)$

得：$k_1 = 7k$，$k_2 = 5k$，$(k = 1, 2, \cdots)$ 由上二式知 k 越小，d 越小，∴ $k=1$，$k_1 = 7$，$k_2 = 5$，$d = 7000\,nm$

(2) $d\sin\theta = \pm k\lambda \ (k=0,1,\cdots)$ 式中 $\lambda = 700\,nm$，$-\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{\pi}{2}$，$d = 7000\,nm$．解得 $k = 0, 1, 2, \cdots, 9$.

同时，应考虑衍射暗纹导致缺级：$b\sin\theta = \pm k_3\lambda \ (k_3 = 1, \cdots)$ 与上式相除有 $\frac{k_3}{k} = \frac{b}{d} = \frac{1}{4}$

∴ $k_3 = 1$，$k = 4$；$k_3 = 2$，$k = 8$ 即 ±4，±8 级缺级．

所以能观察到的主极大为：0，±1，±2，±3，±5，±6，±7，±9．

五、(1) 由 1-2 为直线，得 $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}$，结合 $P_2V_2 = \nu RT_2$，$P_1V_1 = \nu RT_1$，又 $T_2 = 2T_1$

$\frac{P_2V_2}{P_1V_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2 = \frac{T_2}{T_1}$ ∴ $\frac{P_2}{P_1} = \sqrt{2}$，$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{2}$，图线与 V 轴所围面积即为所做的功，

$W_1 = \frac{P_1 + \sqrt{2}P_1}{2} \times (\sqrt{2}-1)V_1 = \frac{1}{2}P_1V_1 = \frac{1}{2}RT_1$.

由 1-3 过程为等温过程，$PV = C$，得 $P_3 = \frac{1}{8}P_1$、等温过程内能不变，故外界对理想气体传递的热量等于气体对外做的功．$Q_3 = W_3 = \int p\,dV = \int \frac{\nu RT}{V}dV = \nu RT_1 \ln\frac{V_1}{V_3} = -\ln 8\,RT_1 = -3\ln 2\,RT_1$

2-3 过程为绝热过程，满足 $PV^\gamma =$ 常量，则 $P_2V_2^\gamma = P_3V_3^\gamma$，有 $\sqrt{2}P_1(\sqrt{2}V_1)^\gamma = \frac{1}{8}P_1 \times (8V_1)^\gamma$

即 $(\sqrt{2})^{\gamma+1} = 8^{\gamma-1}$．$\Rightarrow 2^{\frac{\gamma+1}{2}} = 2^{3\gamma-3}$ ∴ $\frac{\gamma+1}{2} = 3\gamma - 3$ ∴ $\gamma = 1.4$ → 直接应用 $\gamma = 1.4$ 不正确.

绝热过程吸热为0，内能增量等于气体对外做功的相反数．$W_2 = -\Delta E_2 = \frac{P_2V_2 - P_3V_3}{\gamma - 1} = \frac{2P_1V_1 - P_1V_1}{0.4} = 2.5P_1V_1 = 2.5RT_1$

由于1状态与3状态内能相同（等温过程），故 1→2 中内能增量等于 2→3 中内能减少量，$\Delta E_1 = 2.5RT_1$，

∴由热力学第一定律．$Q_1 = \Delta E_1 + W = 3RT_1$．

亦可用 $\Delta E = \nu C_{V,m}\Delta T$.

∴综上，1→2 中吸热 $3RT_1$，做功 $\frac{1}{2}RT_1$，内能增加 $2.5RT_1$；

2→3 中吸热 0，做功 $\frac{5}{2}RT_1$，内能增加 $-2.5RT_1$；

3→1 中吸热 $-3\ln 2\,RT_1$，做功 $-3\ln 2\,RT_1$，内能增加 0.

(2) $\eta = 1 - \frac{\overset{\text{放热}}{|Q_3|}}{\underset{\text{吸热}}{Q_1}} = 1 - \frac{3\ln 2}{3} = 30.7\%$

六、【思路探索】利用康普顿散射公式、能量守恒定律求解. 电子的康普顿波长为

$\lambda_C=\frac{h}{m_0c}=2.43\times10^{-12}$ m.

解：设入射光的波长为 λ_0，散射光的波长为 λ，在散射角 $\theta=\frac{\pi}{2}$ 的方向上，散射光波长的改变量为

$$\Delta\lambda=\lambda-\lambda_0=\frac{h}{m_0c}(1-\cos\theta)=\lambda_c=2.43\times10^{-12}\text{ m}.$$

散射角一定时，波长的改变量 $\Delta\lambda$ 是与散射物质无关的常数.

设入射光子的能量为 $E_0=h\nu_0=\frac{hc}{\lambda_0}$，散射光子的能量为 $E=h\nu=\frac{hc}{\lambda}$，反冲电子获得的动能为 ΔE. 根据能量守恒定律，反冲电子获得的动能为

$$\Delta E=h\nu_0-h\nu=\frac{hc}{\lambda_0}-\frac{hc}{\lambda}=hc\frac{\lambda-\lambda_0}{\lambda_0\lambda}=hc\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0(\lambda_0+\Delta\lambda)}.$$

当 λ_0 为可见光 $\lambda_1=400$ nm 时，波长的相对改变量为 $a=\frac{\Delta\lambda}{\lambda}=\frac{\Delta\lambda}{400}$，$=6.075\times10^{-6}$

反冲电子获得的动能为 $\Delta E_1=hc\frac{\Delta\lambda}{\lambda_1(\lambda_1+\Delta\lambda)}$.

当 λ_0 为X射线 $\lambda_2=0.04$ nm 时，波长的相对改变量为 $b=\frac{\Delta\lambda}{\lambda}=\frac{\Delta\lambda}{0.04}$，$=0.06075$

反冲电子获得的动能为 $\Delta E_2=hc\frac{\Delta\lambda}{\lambda_2(\lambda_2+\Delta\lambda)}$.

(2) 动能改变量之比约为 $\frac{\Delta E_1}{\Delta E_2}=\frac{\lambda_2(\lambda_2+\Delta\lambda)}{\lambda_1(\lambda_1+\Delta\lambda)}\approx\left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2=1\times10^{-8}$.

(3) 应选用X光，可见光的散射光波长改变相比其波长太微小.

(1) 中有 $\Delta E_2=hc\frac{\Delta\lambda}{\lambda_2(\lambda_2+\Delta\lambda)}$，解得 $\Delta\lambda\approx10^{-12}$ m

结合 $\Delta\lambda=\frac{h}{m_0c}(1-\cos\theta)$，有 $\theta=54^\circ$.

2022 年 秋 季 学 期

大学物理 IB 复习试题（B2）参考答案

一、选择题

1. A　2、C　3、C　4、C　5、A

6、D　7. B　8、C　9、D　10、A

1. $\varphi_1-\varphi_2=\varphi_{10}-\varphi_{20}-2\pi\frac{r_1-r_2}{\lambda}=\frac{\pi}{3}-\frac{2\pi}{\lambda}\times(-\frac{\lambda}{3})=\pi$

[推导详见书本，此处略去] [联系推导可助记忆]

2、复摆的周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{J}{mgl}}$，其中 l 是质心到转轴的距离、

细棒的质心位于其中点，距转轴长为 $\frac{l}{2}$，故复摆周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{2L}{3g}}$.

3. 若明纹处膜厚为 d，则 $2nd+\frac{\lambda}{2}=k\lambda$．相邻两明纹厚度差满足 $\Delta d=\frac{\lambda}{2n}$

若劈尖角为 θ，相邻明纹间距为 b，则 $\tan\theta=\frac{\lambda}{2nb}$．$\Rightarrow$ θ、λ 不变时，$n\propto\frac{1}{b}$．则 $\frac{n(液体)}{n(空气)}=\frac{b(空气)}{b(液体)}=\frac{0.52}{0.4}$

$\Rightarrow n(液体)=1.3$.

4. 可以看成：无凹透镜时成的像作为凹透镜的物，再成像得到有凹透镜时的像、

由高斯公式 $\frac{f'}{p'}+\frac{f}{p}=1 \xrightarrow{空气中} \frac{1}{p'}-\frac{1}{p}=\frac{1}{f'}$，式中像距为 20 cm（$p'$），物距为 15 cm（$p$），解得 $f'=-60\text{cm}$.

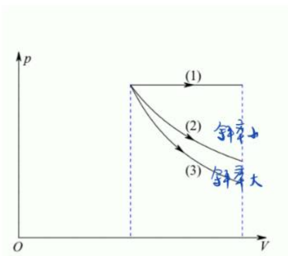
5. 总动能 $\frac{1}{2}m\times1\times N_A\times v^2$，内能与温度的关系 $E=\frac{i}{2}\nu RT=\frac{5}{2}RT$

$\Rightarrow \Delta E=\frac{1}{2}mN_Av^2=\frac{5}{2}R\Delta T$　得 $\Delta T=\frac{mN_Av^2}{5R}=\frac{mv^2}{5R/N_A}=\frac{mv^2}{5k}$.

6. (A) 见课后习题 12-5；(B) 应为 $\frac{\int_0^{v_0}vNf(v)dv}{\int_0^{v_0}Nf(v)dv}=\frac{\int_0^{v_0}vf(v)dv}{\int_0^{v_0}f(v)dv}$

(C) 应为 $\frac{\int_0^{v_0}\frac{1}{2}mv^2Nf(v)dv}{\int_0^{v_0}Nf(v)dv}=\frac{\int_0^{v_0}\frac{1}{2}mv^2f(v)dv}{\int_0^{v_0}f(v)dv}$.

7.



如左图，(1) 为等压过程，(2) 为等温过程，(3) 为绝热过程，

很明显等压过程做功最多，因为等压过程曲线与坐标轴围成面积最大。（且为从左向右，为正值）

等压过程 V 上升时，由 p 不变，$pV=\nu RT$，知温度升高，内能增大；

等温过程 内能不变；绝热过程的内能增量等于对外做功的相反数，则内能减小。

可见，内能增加最多也是等压过程、

由热力学第一定律，$Q=\Delta E+W$，绝热过程 $Q=0$，等压过程的 ΔE 和 W 都比等温过程大，

则 Q 也更大．因此，吸热最多的也是等压过程、

8. (A)(B) 由热力学第一定律，$\overset{\text{吸热}}{Q}=\overset{\text{内能增量}}{\Delta E}+\overset{\text{对外做功}}{W}$，若 $\Delta E<0$，则 $W>Q$；若 $W\neq0$，则 $\Delta E\neq Q$．A、B 均错误、

(C) 循环过程 $\Delta E=0$，则 Q 一定等于 W、　　(D) 开尔文表述指出功变热的过程是不可逆的，克劳修斯表述说的是

热传导。(详见课本)

9. $E_n=\frac{E_1}{n^2}$，$E_1=-13.6eV$，$E_4-E_1=12.85eV<12.9eV$，$E_5-E_1>12.9eV$ 则氢原子最高可被激发至第4能级。
最多可能发出谱线种类有6种，分别对应跃迁路径为：4→3、4→2、4→1、3→2、3→1、2→1、

10、(A) 基态He原子只有两个自旋状态相反的1s电子，表示正确；(B)(C) $n=4$时，l可能取为0, 1, 2, 3
m_l可能取值为0, ±1, ±2, ±3　(D) 可能状态数 $2n^2=32$。

二、填空题

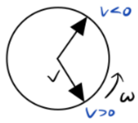
1. $\frac{\sqrt{2g/l}}{2\pi}$　$\frac{2\pi}{3\sqrt{2g/l}}$　$\frac{\sqrt{6gl}}{4}$

可知物体运动最高点为弹簧原长处，最低点为弹簧伸长l处，则平衡位置弹簧伸长$\frac{l}{2}$。

∴ $k\frac{l}{2}=mg \Rightarrow \frac{k}{m}=\frac{2g}{l}$　$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{2g}{l}}$　$\nu=\frac{\sqrt{2g/l}}{2\pi}$

若以释放瞬间为计时起点，平衡位置为原点，向下为正，则可写出振动方程。$y=\frac{l}{2}\cos(\omega t+\pi)$

到达初始位置下方$\frac{3l}{4}$，即是到达$y=\frac{l}{4}$处，可得 $\omega t+\pi=2k\pi\pm\frac{\pi}{3}$。

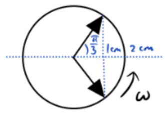


第一次到达时为向正向最大位移处运动，则结合旋转矢量图知 $\omega t+\pi$ 取 $\frac{5\pi}{3}$。

∴ $t=\frac{2\pi}{3\omega}=\frac{2\pi}{3\sqrt{2g/l}}$　速度 $v=y'=-\frac{l}{2}\omega\sin(\omega t+\pi)=\frac{l}{2}\omega\sin\omega t$，代入 $\omega t=\frac{2\pi}{3}$，有

$v=\frac{l}{2}\times\sqrt{\frac{2g}{l}}\times\frac{\sqrt{3}}{2}=\frac{\sqrt{6gl}}{4}$。　也可利用能量观点求解。

2、60m



利用如右所示的旋转矢量图，可知两质元最小相位差为$\frac{2\pi}{3}$。

∴ $\lambda=\frac{2\pi}{2\pi/3}\times 20m=60m$

3. A) 发射子波的波源　子波的包络　　D) 分振幅法　分波阵面法(波阵面分割法)

B) 子波相干叠加　　E) 牛顿环中心是暗纹　等倾干涉中心可亮可暗(取决于介质厚度)

C) 电磁波的能流密度矢量　$\vec{S}=\vec{E}\times\vec{H}$　　牛顿环中心条纹级次最低，等倾干涉中心条纹级次最高

4、2；$\frac{1}{4}$ [提示：两片偏振片之间的夹角为45°，第一片偏振片偏振化方向与偏振光振动方向夹角45°]

5、1500nm 或 4500nm　书本习题 11-35 (第七版) 提示：$d\sin\theta=\pm k\lambda$，$a\sin\theta=\pm k_1\lambda$　$\frac{a}{d}=\frac{k_1}{k}$，$k=4$，$k_1$取1, 3均可，取2则第二级也缺级，取4则全部缺级。

6、eV_0 $(2.718V_0)$　R

$Q=W=\int p\,dV=\nu RT\int\frac{dV}{V}=\nu RT\ln\frac{V_2}{V_1}$　∴ $\ln\frac{V_2}{V_1}=1$　∴ $V=eV_0$

等温过程的熵变 $\Delta S=\int\frac{dQ}{T}=\frac{\int dQ}{T}=\frac{Q}{T}=\frac{P_0V_0}{P_0V_0/\nu R}=\nu R=R$

7、 $\dfrac{A_2-A_1}{T_0}$ $\dfrac{A_1}{3A_1-3A_2}$

绝热过程系统熵不变，等温过程的熵变 $\Delta S=\int\frac{dQ}{T}=\frac{\int dQ}{T}=\frac{Q}{T}$.

∵熵为状态函数 ∴全过程熵变为0. ∴ $\frac{Q_{ab}^{吸}}{3T_0}+\frac{Q_{cd}^{放}}{T_0}+\frac{Q_{ef}^{放}}{2T_0}=0$ → 结合做功易分析

又由热力学第一定律 $Q_{cd}=-A_2$，$Q_{ab}+Q_{cd}+Q_{ef}=A_1$，联立解得 $\begin{cases}Q_{ef}=4A_2-2A_1\\Q_{ab}=3A_1-3A_2\end{cases}$

∴ cdefa 中熵增为 $\frac{Q_{cd}}{T_0}+\frac{Q_{ef}}{2T_0}=\frac{1}{2T_0}(4A_2-2A_1-2A_2)=\frac{A_2-A_1}{T_0}$

$\eta=\frac{W}{Q_{吸}}=\frac{A_1}{Q_{ab}}=\frac{A_1}{3A_1-3A_2}$.

8、【思路探索】本题是关于德布罗意波长公式和不确定关系的应用，利用公式求解.

解析：子弹的德布罗意波长为

$\lambda=\frac{h}{mv}=\frac{6.63\times10^{-34}}{40\times10^{-3}\times1000}\ \text{m}=1.66\times10^{-35}\ \text{m}.$

由不确定关系 $\Delta x\Delta p=\Delta xm\Delta v\geqslant h$ 得速率的不确定量为

$\Delta v=\frac{h}{m\Delta x}=\frac{6.63\times10^{-34}}{40\times10^{-3}\times0.1\times10^{-3}}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

$=1.66\times10^{-28}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}.$

故填 1.66×10^{-35} m，$1.66\times10^{-28}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

9、解析：按照经典力学理论，弹簧振子的能量为

$E=\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}m\omega^2A^2=\frac{1}{2}m(2\pi\nu)^2A^2$

$=\frac{1}{2}\times2\times(2\times3.14\times2)^2\times0.1^2\ \text{J}=1.58\ \text{J}.$

由 $E=nh\nu$ 可得相应的量子数为

$n=\frac{E}{h\nu}=\frac{1.58}{6.63\times10^{-34}\times2.0}=1.19\times10^{33}.$

故填 1.19×10^{33}.

【方法点击】由计算结果可看出，弹簧振子振动的量子数非常大. 这表明，在宏观范围内，能量量子化的效应是极不明显的，宏观物体的能量可认为是连续的.

10、 6.67×10^{-34} J·S　　3.33×10^{-19} J

$eU_a=E_k=h\nu-h\nu_0$ ∴ $U_a=\frac{h}{e}\nu-\frac{h}{e}\nu_0$ 　∴ $h=e\times\frac{2.0}{4.8\times10^{14}}=6.67\times10^{-34}$ J·S

$W_0=h\nu_0=h\times5\times10^{14}=3.33\times10^{-19}$ J

三、解：(1) 设反射波表达式为 $y_2=A\cos[\omega t+\frac{2\pi x}{\lambda}+\varphi]$

$x=L$ 时，入射波在B点引起的振动为：$y_\lambda=A\cos[\omega t-\frac{2\pi L}{\lambda}]$

反射波在B点引起的振动为：$y_反=A\cos[\omega t-\frac{2\pi L}{\lambda}+\pi]$ （固定点反射，有半波损失）

利用反射波表达式：$y_反=A\cos[\omega t+\frac{2\pi L}{\lambda}+\varphi]$ 　有：$\frac{2\pi L}{\lambda}+\varphi=\pi-\frac{2\pi L}{\lambda}$ 　∴ $\varphi=\pi-\frac{4\pi L}{\lambda}$

∴反射波表达式：$y_2=A\cos[\omega t+\frac{2\pi x}{\lambda}+\pi-\frac{4\pi L}{\lambda}]$

(2) $L=1.5\lambda$ 时，$y_2=A\cos[\omega t+\frac{2\pi x}{\lambda}+\pi]$ 　∴驻波表达式：$y=y_1+y_2=2A\sin\omega t\sin\frac{2\pi x}{\lambda}$

(3) 令 $2A\sin\frac{2\pi x}{\lambda}=0$ 　则 $\frac{2\pi x}{\lambda}=k\pi\ (k\in Z)$ 有 $x=\frac{k}{2}\lambda$ 　又 $OB=1.5\lambda$

∴波节位置：$x=(0,)\ \frac{\lambda}{2}、\lambda、(\frac{3\lambda}{2})$

又令 $|\sin\frac{2\pi x}{\lambda}|=1$，有 $\frac{2\pi x}{\lambda}=k\pi+\frac{\pi}{2}$，$(k\in Z)$ 　∴ $x=(\frac{k}{2}+\frac{1}{4})\lambda$ 　又 $OB=1.5\lambda$

∴波腹位置：$x=\frac{1}{4}\lambda、\frac{3}{4}\lambda、\frac{5}{4}\lambda$、

四、(1) 两光的光程差 $d\sin\theta$、第k级明纹有 $d\sin\theta=\pm k\lambda$ $(k=0,1,\cdots)$

又 $\sin\theta \approx \tan\theta$，$\tan\angle PAO = \frac{x}{D}$ ∴ 有 $d\frac{x}{D} = \pm k\lambda \ (k=0,1,2,\cdots)$ ∴ $x = \pm\frac{D}{d}k\lambda$

(2) $k=5$，取正号，得 $x = \frac{120\times10^{-2}}{0.5\times10^{-3}}\times5\times5\times10^{-7}m = 6\times10^{-3}m$

(3) 原来两光的光程差为0。

到达薄膜前两光的光程差：$\Delta d_1 = d\sin\theta$

到达薄膜后，两光附加的光程差：$\Delta d_2 = (n_1-n_2)e$

∴ 总光程差为 $d\sin\theta+(n_1-n_2)e$

五、(习题 15-33)

(1) $|\psi(x)|^2 = \begin{cases} A^2x^2e^{-2\lambda x}, & x\geq 0 \\ 0, & x<0 \end{cases} \quad (\lambda>0)$

$\int_0^{\infty}|\psi(x)|^2=1$ (归一化条件) $\Rightarrow A^2\int_0^{+\infty}x^2e^{-2\lambda x}dx=1$

$$\int_0^{+\infty}x^2e^{-2\lambda x}dx = -\frac{1}{2\lambda}\int_0^{+\infty}x^2d(e^{-2\lambda x}) = -\frac{1}{2\lambda}\left[x^2e^{-2\lambda x}\Big|_0^{+\infty} - \int_0^{+\infty}2xe^{-2\lambda x}dx\right]$$

$$= \frac{1}{\lambda}\int_0^{+\infty}xe^{-2\lambda x}dx = \frac{-1}{2\lambda^2}\int_0^{+\infty}x\,d(e^{-2\lambda x}) = \frac{1}{2\lambda^2}\int_0^{+\infty}e^{-2\lambda x}dx = \frac{1}{2\lambda^2}\times\left(-\frac{1}{2\lambda}\right)(-1) = \frac{1}{4\lambda^3}$$

∴ $A=\sqrt{4\lambda^3}$． ∴ 概率密度函数 $p = \begin{cases} 4\lambda^3x^2e^{-2\lambda x}, & x\geq 0 \\ 0, & x<0 \end{cases} \quad (\lambda>0)$

(2) 令 $\frac{d[|\psi(x)|^2]}{dx}=0$，有 $4\lambda^3(2xe^{-2\lambda x}-2\lambda x^2e^{-2\lambda x})=0$，得 $x=0$，$x=\frac{1}{\lambda}$ 和 $x\to\infty$ 时，函数 $|\psi(x)|^2$ 有极值. 由二阶导数 $\left.\frac{d^2[|\psi(x)|^2]}{dx^2}\right|_{x=\frac{1}{\lambda}}<0$ 可知，在 $x=\frac{1}{\lambda}$ 处，$|\psi(x)|^2$ 有最大值，即粒子在该处出现的概率最大.

六、(1) 由 $pV=\nu RT$，有 $p\left(\frac{\nu RT}{p}\right)^2$ = 常数，由 ν、R 为常数，∴ 温度与压强关系为：$\frac{T^2}{p}$ = 常数

(2)(3) 由 $TV=C$，可知，气体膨胀时温度降低。

摩尔热容 $C_m = \frac{C}{\nu} = \frac{dQ}{\nu dT} = \frac{dE+pdV}{\nu dT} = C_{V,m}+\frac{pdV}{\nu dT}$

由 pV^2 = 常数，两边取微分有 $V^2dp+2VpdV=0$

两边同除以 V，得 $Vdp+2pdV=0$ ①

由理想气体物态方程 $pV=\nu RT$，有 $pdV+Vdp=\nu RdT$。②

①－②：$pdV=-\nu RdT$ ∴ 摩尔热容 $C_m=C_{V,m}-R$。

由 $C_{V,m}>R$，∴ $C_m>0$ 气体膨胀时 $\Delta T<0$，$C_m>0$，由 $Q=\nu C_m\Delta T$，有 $Q<0$，则气体一定放热。