2023级大学物理I期末复习

2024-06-14

2023级大学物理（上）期末考试复习纲要（4学分）

大学物理（上）包括：力学（运动学、牛顿力学、刚体的定轴转动）；热学（气体动理论、热力学第一定律）；振动波动（机械振动、机械波）；光学（光的干涉、衍射和偏振）。根据大纲对各知识点的要求以及总结历年考试的经验，现列出期末复习的纲要如下：

1． 计算题可(yi)能(ding)覆盖范围

a. 刚体力学； b. 机械振动与机械波； c. 光栅衍射； d. 热力学第一定律

计算题有4道，上面四个知识点各1道，共40分

做好了计算题相当于“及格”了一大半，所以非常重要！！！

注意：

1. 解题格式(适当的文字说明，步骤尽可能详细，可参考试题答案格式)
2. 写出根据的物理定律，列出基本的物理定律
3. 注意题目物理量的单位

2．大学物理(上)重要知识点(选择&填空)

（一）力学　质点运动学（速度、加速度、位移、直线运动、曲线运动、圆周运动）；牛顿运动定律；冲量、质点动量定理；质点系动量守恒；变力做功；质点运动的动能定理；势能；机械能；角动量；刚体力矩；刚体定轴转动定理；刚体定轴转动角动量定理及角动量守恒定律；刚体定轴转动中的功和能。不考非惯性系，不考回转运动。

（二）振动、波动　简谐振动方程与振动曲线；旋转矢量法的应用；简谐振动的能量；同方向同频率简谐振动的合成；波速、周期（频率）与波长的关系；波程、波程差以及相位差；波动曲线与波动方程；波的干涉；反射波及驻波；多普勒效应。不考机械波的能量，不考阻尼振动、受迫振动、共振。

（三）光学　杨氏双缝干涉；干涉与光程；光程差与相位差；半波损失；薄膜干涉（劈尖及牛顿环）；增透增反；单缝衍射（不考圆孔衍射）；光栅衍射；光的偏振(不考双折射及以后内容)。不考迈克尔孙干涉仪，不考晶体衍射。

（四）热学　理想气体的状态方程；理想气体的温度、压强、内能；能均分定理；麦克斯韦速率分布函数的意义和三种统计速率；热力学第一定律在理想气体准静态等值过程（等体、等压、等温）中的应用；热容；定性理解绝热过程；循环过程及热机效率、卡诺循环；热力学第二定律的定性理解及克劳修斯熵的计算。不考气体分子的平均自由程。

复习大纲的内容不一定全部考，但没有的内容一定不会考。

计算题

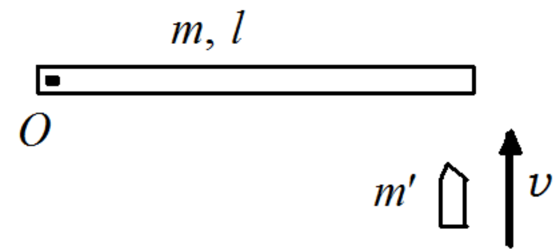
➢刚体力学(转动定律、角动量守恒、动能定理)

质点平动+刚体转动的综合问题

- 质点和常见刚体的转动惯量(会给)和角动量
- 隔离法：
  - 质点——牛顿定律、动量定理、动能定理
  - 刚体——转动定律、角动量定理、转动动能定理
- 整体法：角动量守恒
- 质点和刚体的联系：线量和角量的关系

21．（本题 10 分） 2012级

一根放在水平光滑桌面上的匀质棒，可绕通过其一端的竖直固定光滑轴 O 转动．棒的质量为 $m=0.6\text{kg}$，长度为 $l=1$ 米，对轴的转动惯量为 $J=\frac{1}{3}ml^2$．初始时棒静止．今有一水平运动的子弹垂直地射入棒的另一端，并留在棒中，如图所示．子弹的质量为 $m'=0.05\text{kg}$，速率为 $v=400\text{m/s}$．试问：



（1）棒开始和子弹一起转动时角速度 ω_0 有多大?

（2）若棒转动时受到大小为 $M_r=80\text{N}\cdot\text{m}$ 的恒定阻力矩作用，棒能转过多大的角度 θ?

质点对固定点的角动量 $\vec{L}=\vec{r}\times\vec{p}=\vec{r}\times(m\vec{v})$

大小：$L=rp\sin\theta=rmv\sin\theta$

解：（1）角动量守恒：

$$m'vl=\left(\frac{1}{3}ml^2+m'l^2\right)\omega_0$$

$$\omega_0=\frac{m'v}{\left(\frac{1}{3}m+m'\right)l}=80\ \text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$$

刚体定轴转动的角动量 $L=J\omega$

质点的转动惯量 $J=mr^2$

角动量守恒：$L_1=L_2$

(2) 解法一： 由转动定律得：

$$-M_r = (\frac{1}{3}ml^2 + m'l^2)\alpha$$

$$\alpha = -\frac{M_r}{\frac{1}{3}ml^2 + m'l^2}$$ 为一恒量

故 $$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} = \omega\frac{d\omega}{d\theta}$$

分离变量求积分得： $$\alpha\theta = 0 - \frac{1}{2}\omega_0^2$$

$$\theta = \frac{\left(\frac{1}{3}m + m'\right)l^2\omega_0^2}{2M_r} = 10\text{rad}$$

转动定律 $\boxed{M = J\alpha}$

匀变速圆周运动 $2\alpha\theta = \omega_t^{\ 2} - \omega_0^{\ 2}$

解法二：由刚体转动动能定理得

$$-M_r\theta = 0 - \frac{1}{2}\times(\frac{1}{3}ml^2 + m'l^2)\omega_0^2$$

$$\theta = \frac{\left(\frac{1}{3}m + m'\right)l^2\omega_0^2}{2M_r} = 10\text{rad}$$

刚体定轴转动动能定理

$$\int_{\theta_1}^{\theta_2} M d\theta = \frac{1}{2}J\omega_2^2 - \frac{1}{2}J\omega_1^2$$

力矩做功 转动动能

➢机械振动与机械波

知道波形图和频率/波速求振动&波动方程

- 从波形图结合题目，获取相关信息
  - 波的传播方向，某点的振动方向
  - 波长，周期(由频率，波长结合波速)
  - 圆频率(由周期)
  - 初相(根据旋转矢量法)
  - 波形图上各点的相位关系(波程差和相位差的关系)

- 振动方程和波动方程(注意方程后标注"(SI)")
  - 由波动方程求振动方程
  - 由振动方程求波动方程
    - ✓时间延迟法
    - ✓相位差法（波程差和相位差的关系）

2012级

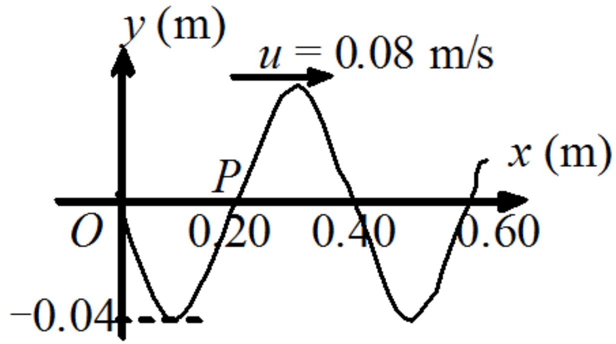
23．（本题 10 分）

图示一平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图，求

（1） O 点的振动方程；

（2） 该波的波动表达式；

（3） P 处质点的振动方程



解：（1） $\lambda=0.40\,\text{m}$，$u=0.08\,\text{m/s}$，则 $T=\dfrac{\lambda}{u}=5\ \text{s}$，$\omega=\dfrac{2\pi}{T}=\dfrac{2\pi}{5}$ 2 分

根据旋转矢量法知 O 点的初相位为 $-\dfrac{\pi}{2}$ 2 分

O 处振动方程为 $y_0=0.04\cos(\dfrac{2\pi}{5}t-\dfrac{\pi}{2})$ (SI) 2 分

振动方程 $y=A\cos(\omega t+\varphi)$

会根据振动图和波形图判断质点的运动方向

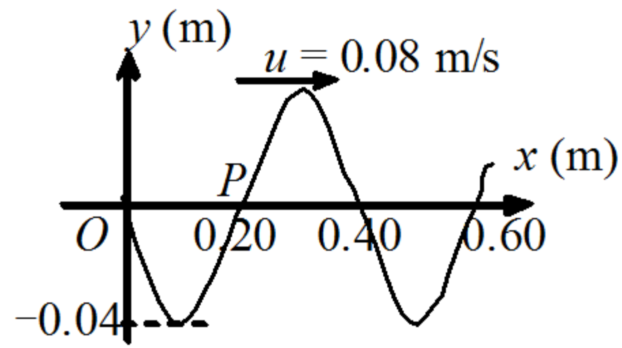
23．（本题 10 分）

图示一平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图，求

(1) O 点的振动方程；

(2) 该波的波动表达式；

（3） P 处质点的振动方程



（2）波动表达式为 $y=0.04\cos(\frac{2\pi}{5}t-5\pi x-\frac{\pi}{2})$ （SI） 2 分

(3) p 处质点的振动方程为

$$y_P=0.04\cos(\frac{2\pi}{5}t-5\pi\times0.2-\frac{\pi}{2})=0.04\cos(\frac{2\pi}{5}t-\frac{3\pi}{2}) \quad \text{(SI)}$$ 2 分

根据参考点x_0的振动方程写出波动方程（相位差法）

$$y=A\cos(\omega t\pm2\pi\frac{x-x_0}{\lambda}+\varphi)$$ “+, -” 对应 “左右”

➢光栅衍射

- 计算光栅常数(狭缝中心距离)，狭缝宽度 (根据光栅方程或单位长度的刻痕数)
- 缺级现象(根据缺级公式)
- 主极大的最大级次(根据光栅方程)
- 可观察到主极大的级次(最大级次—缺级)
- 主极大的衍射角(光栅方程)
- 复色光入射，谱线的重叠问题(衍射角相同)
- 连续光(白光)入射，各级光谱的张角问题

2012级

24.（本题 **10** 分）

波长$\lambda = 600\text{nm}$ （$1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$）的单色光垂直入射到一光栅上，测得第二级主极大的衍射角为 30°，且第三级是缺级.

（1）光栅常数$(a+b)$等于多少 nm？

（2）透光缝可能的最小宽度a等于多少 nm？

（3）在选定了上述$(a+b)$和a之后，求在衍射角$-\dfrac{\pi}{2} < \varphi < \dfrac{\pi}{2}$范围内可能观察到的全部主极大的级次.

解：（1）由光栅衍射主极大公式 $(a+b)\sin\theta = k\lambda$ 1 分

得：$(a+b) = \dfrac{2\lambda}{\sin 30^0} = 2400\text{nm}$ 2 分

a--透光部分宽度　　b--不透光部分宽度　　光栅常数　　d=a+b

(2) 由缺级公式 $k=\frac{a+b}{a}k'$ 1 分 $k'=1,2,3,\cdots$

得，在第三级缺级下，k' 取 1，a 取最小值

$$a_{\min}=\frac{a+b}{3}=800\text{nm}$$ 2 分

(3) $\sin\theta<1$，故 $k<\frac{a+b}{\lambda}=4$ 1 分

又因为第三级缺级， 1 分

所以实际呈现 $k=0$，±1，±2 级明纹． 2 分

考点：光栅方程，缺级公式，最大级次公式

➢热力学第一定律（等值过程+绝热过程+循环过程）

□等值和绝热过程中的功、热量、内能改变量

- 理想气体的状态方程
- 热力学第一定律（体积功的计算）
- 理想气体的热力学能
- 过程的特征方程(三个绝热方程用到会给)
- 定压和定体摩尔热容(刚性分子的自由度)

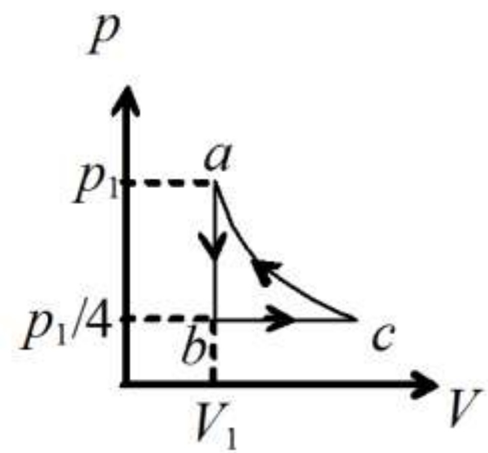
□循环过程(包括卡诺循环)正循环&逆循环的吸热、放热、净功和效率

- 热机效率和和制冷系数(一般&卡诺循环)

2012级

22．（本题 10 分）

如图所示，有一定量的理想气体，从初状态 $a(p_1,V_1)$ 开始，经过一个等体过程达到压强为 $p_1/4$ 的 b 态，再经过一个等压过程达到状态 c，最后经等温过程而完成一个循环．求该循环过程中系统作的净功 A．



(普适气体常量 $R=8.31\text{J/(mol•K)}$，$\ln 4=1.386$)

解：设 c 状态的体积为 V_2，则由于 a、c 两状态的温度相同，$p_1V_1=\dfrac{p_1}{4}V_2$

故　　$V_2=4V_1$　　2 分

理想气体状态方程

$pV=\upsilon RT$

$p=nkT$

而在 $a\to b$ 等体过程中功　　$A_1=0$　　2 分

在 $b \to c$ 等压过程中功

$$A_2 = \frac{p_1}{4}(V_2 - V_1) = \frac{3}{4} p_1 V_1$$

在 $c \to a$ 等温过程中功

$$A_3 = p_1 V_1 \ln({V_1}/{V_2}) = -p_1 V_1 \ln 4$$

$$\therefore \quad A_{净} = A_1 + A_2 + A_3$$

$$= (\frac{3}{4} - \ln 4) p_1 V_1 = -0.636 p_1 V_1$$

等温过程

$$Q = A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\nu RT}{V} dV = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1} = p_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

循环净功的计算： **1. 各过程做功之和**

2. 循环闭合曲线的面积

选择&填空题

（一）力学　质点运动学（速度、加速度、位移、直线运动、曲线运动、圆周运动）；牛顿第二定律；冲量、质点动量定理；质点系动量守恒；变力做功；质点运动的动能定理；势能；机械能；角动量；刚体力矩；刚体定轴转动定理；刚体定轴转动角动量定理及角动量守恒定律；刚体定轴转动中的功和能；不考非惯性系，不考回转运动

2012级

1.（本题 3 分）

质点作曲线运动，$\vec{r}$ 表示位置矢量，$\vec{v}$ 表示速度，$\vec{a}$ 表示加速度，S 表示路程，a_τ 表示切向加速度，下列表达式中，

(1) $\mathrm{d}v/\mathrm{d}t = a$，　　(2) $\mathrm{d}r/\mathrm{d}t = v$，

(3) $\mathrm{d}S/\mathrm{d}t = v$，　　(4) $\left|\mathrm{d}\vec{v}/\mathrm{d}t\right| = a_\tau$.

(A) 只有(1)、(4)是对的.

(B) 只有(2)、(4)是对的.

(C) 只有(2)是对的.

(D) 只有(3)是对的.

考点：质点运动学（速度、加速度，位移）

[**D**]

(1) $\mathrm{d}v/\mathrm{d}t = a_\tau$　　(2) $\left|d\vec{r}\right|/dt = v$

(3) $dS/dt = v$　正确　　(4) $\left|\mathrm{d}\vec{v}/\mathrm{d}t\right| = a$

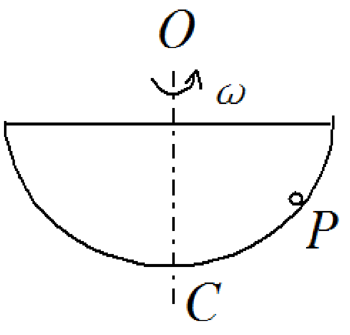
2012级

2.（本题 3 分）

一光滑的内表面半径为10cm的半球形碗，以匀角速度ω绕其对称OC旋转．已知放在碗内表面上的一个小球P相对于碗静止，其位置高于碗底4cm，则由此可推知碗旋转的角速度约为

(A) 10rad/s． (B) 13rad/s．

(C) 17rad/s (D) 19rad/s． [ ]



考点：圆周运动，牛顿第二定律，法向加速度

$$F_n = ma_n = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$$

小球P在重力和碗的支持力的作用下做匀速圆周运动

$$mg\tan\theta = m\omega^2 r \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g\tan\theta}{r}} = \sqrt{\frac{9.8\times 8/6}{0.08}} = 12.78 rad/s$$

2012级

11.（本题 3 分）

某质点在力 $\vec{F}=(5+5x)\vec{i}$ (SI) 的作用下沿 x 轴作直线运动，在从 $x=0$ 移动到 $x=10$ 米的过程中，力 $\vec{F}$ 所做的功为____________焦耳.

考点：变力做功

$$A=\int\vec{F}\cdot d\vec{r}=\int(F_x\vec{i}+F_y\vec{j}+F_z\vec{k})\cdot(dx\vec{i}+dy\vec{j}+dz\vec{k})$$

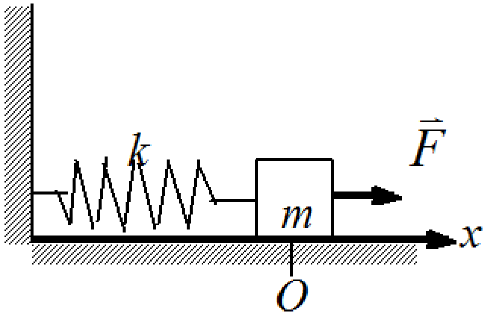
$$=\int F_x dx+\int F_y dy+\int F_z dz$$

$$A=\int_0^{10}F_x dx=\int_0^{10}(5+5x)dx=300J$$

2012级

12．（本题 3 分）

如图所示，劲度系数为k的弹簧，一端固定在墙壁上，另一端连一质量为m的物体，物体在坐标原点O时弹簧长度为原长．物体与桌面间的摩擦系数为μ．若物体在不变的外力F作用下向右移动，则物体到达最远位置时系统的弹性势能$E_P=$____________________．



考点：质点运动的功和能

注意：最远位置不是受力等于零，而是速度等于零

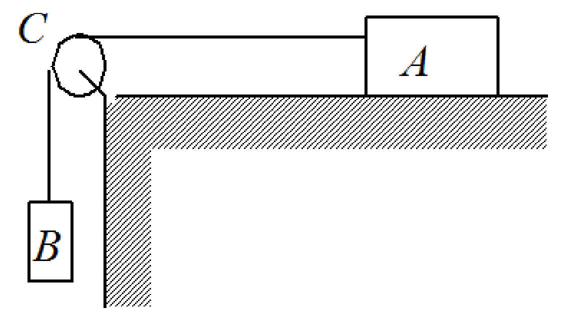
F做正功，摩擦力做负功，在最远位置处转化成弹性势能

$$Fx-\mu mgx=\frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow x=\frac{2(F-\mu mg)}{k} \Rightarrow E_p=\frac{1}{2}kx^2=\frac{2(F-\mu mg)^2}{k}$$

2012级

13．（本题 3 分）

如图所示，滑块 A、重物 B 和滑轮 C 的质量均为 m，滑轮的半径为 R，滑轮对轴的转动惯量 $J=\frac{1}{2}mR^2$．滑块 A 与桌面间、滑轮与轴承之间均无摩擦，绳的质量可不计，绳与滑轮之间无相对滑动．g 取10米/秒^2。则滑块 A 的加速度 $a=$________________米/秒^2．



考点：牛顿第二定律，刚体定轴转动定理，圆周运动

$$对B: mg-T_B=ma$$

$$对A: T_A=ma$$

$$对滑轮: T_BR-T_AR=\frac{1}{2}mR^2\alpha$$

关联方程：$a=\alpha R$

$$\Rightarrow \quad a=\frac{2}{5}g=4m/s^2$$

（二）振动、波动　　简谐振动方程与振动曲线；旋转矢量法的应用；简谐振动的能量；同方向同频率简谐振动的合成；波速、周期（频率）与波长的关系；波程、波程差以及相位差；波动曲线与波动方程；波的干涉；反射波及驻波；多普勒效应；不考机械波的能量，不考阻尼振动、受迫振动、共振；

2012级

7.（本题 3 分）

一质点作简谐振动，周期为T．质点由平衡位置向x轴正方向运动时，由该平衡位置运动到二分之一最大位移且向x轴负方向运动所需要的最短时间为

(A) $\frac{3T}{12}$.　　(B) $\frac{4T}{12}$

(C) $\frac{5T}{12}$　　(D) $\frac{7T}{12}$　　[　　]

考点：旋转矢量法的应用

画出旋转矢量图即可求出答案

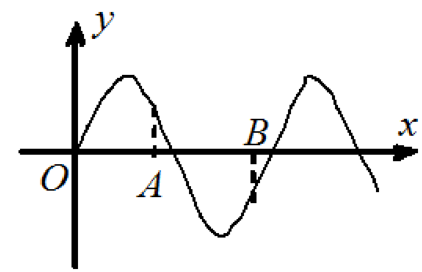
$$t=\frac{90+60}{360}T=\frac{5}{12}T$$

2012级

考点：机械波的能量&波的传播方向

8．（本题 3 分）

图示一平面简谐机械波在 t 时刻的波形曲线．若此时 A 点处媒质质元的振动动能在增大，则



(A) A 点处质元的弹性势能在减小．

(B) 波沿 x 轴负方向传播．

(C) B 点处质元的振动动能在减小．

(D) 各点的波的能量密度都不随时间变化．

[**B**]

(1) 在波动传播的媒质中，任一体积元的动能、势能、总机械能均随 x,t 作周期性变化，且变化是<u>同相位</u>的。

- 体积元在平衡位置时，动能、势能和总机械能均最大。
- 体积元的位移最大时，三者均为零。

A点振动动能在增大 →机械波向左传播

2012级

15．（本题 3 分）

两个同方向同频率的简谐振动

$$x_1 = 6\times 10^{-2}\cos(\omega t + \frac{1}{3}\pi)\ ,\quad x_2 = 8\times 10^{-2}\cos(\omega t - \frac{1}{6}\pi) \qquad \text{(SI)}$$

它们的合振幅是____________ m．

考点：同方向同频率简谐振动的合成，旋转矢量法的应用

$$\boxed{x = A\cos(\omega t + \varphi)}$$

$$\begin{cases} A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)} \\ \tan\varphi = \dfrac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} \end{cases}$$

两个旋转矢量夹角90度，可得

$$A = \sqrt{A_1^{\ 2} + A_2^{\ 2}} = 0.1m$$

2012级

16．（本题 3 分）

两相干波源 S_1 和 S_2 的振动方程分别是 $y_1 = A\cos(\omega t + \phi)$ 和 $y_2 = A\cos(\omega t + \phi)$．$S_1$ 距 P 点 3 个波长，S_2 距 P 点 4.5 个波长．设波传播过程中振幅不变，则两波同时传到 P 点时的合振幅是____________________．

考点：波程、波程差以及相位差，波的干涉，同方向同频率简谐振动的合成

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 - 2\pi\frac{r_2 - r_1}{\lambda} = -2\pi\frac{4.5\lambda - 3\lambda}{\lambda} = -3\pi$$

反相，振动抵消　　合振动A=0

2012级

17.（本题 3 分）

设入射波的表达式为 $y_1 = A\cos(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda})$． 波在 $x = 0$ 处发生反射，反射点为固定端，则形成的反射波表达式为________________．

考点：反射波及驻波

入射波在x=0处的振动： $y_1 = A\cos\omega t$

因为反射点为固定点，反射波在x=0处的振动

$$y_2 = A\cos(\omega t + \pi)$$

根据相位差法

$$y_2 = A\cos\left(\omega t - 2\pi\frac{x}{\lambda} + \pi\right)$$

（三）光学　杨氏双缝干涉；干涉与光程；光程差与相位差；半波损失；薄膜干涉（劈尖及牛顿环）；增透增反；单缝衍射（不考圆孔衍射）；光栅衍射；光的偏振(马吕斯定律和布儒斯特定律，不考双折射及以后内容)；不考迈克尔孙干涉仪，不考晶体衍射；

2012级

9．（本题 3 分）

一束波长为λ的单色光由空气垂直入射到折射率为n的透明薄膜上，透明薄膜放在空气中，要使反射光得到干涉加强，则薄膜最小的厚度为

(A) $\dfrac{\lambda}{4n}$.　　(B) $\dfrac{\lambda}{4}$.

(C) $\dfrac{\lambda}{2n}$.　　(D) $\dfrac{\lambda}{2}$.　　[　　]

考点：干涉与光程；半波损失；薄膜干涉；增透增反

$n_1 < n_2 > n_3$，有附加光程差

$$2nd + \frac{\lambda}{2} = k\lambda (k = 1, 2, 3...)$$ 反射增强

$$d = \frac{1}{2n}\left(k\lambda - \frac{\lambda}{2}\right) \geq \frac{1}{2n}\left(\lambda - \frac{\lambda}{2}\right) = \frac{\lambda}{4n}$$

10．（本题 3 分） **2012级**

如图 a 所示，一光学平板玻璃 A 与待测工件 B 之间形成空气劈尖，用波长 $\lambda = 500\text{nm}$ 的单色光垂直照射．看到的反射光的干涉条纹如图 b 所示．有些条纹弯曲部分的顶点恰好与其右边条纹的直线部分的连线相切．则工件的上表面缺陷是

(A) 不平处为凸起，最大高度为500nm .

(B) 不平处为凸起，最大高度为250nm .

(C) 不平处为凹槽，最大深度为500nm .

(D) 不平处为凹槽，最大深度为250nm .

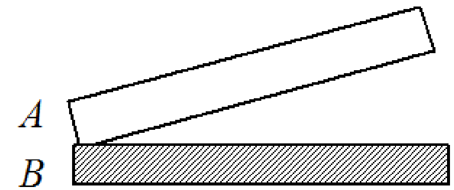


图 a

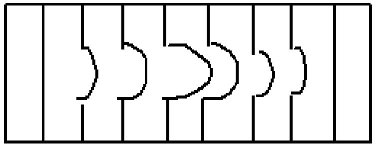


图 b

考点：薄膜干涉:等厚干涉

干涉条纹的形状取决于薄膜（空气）等厚线

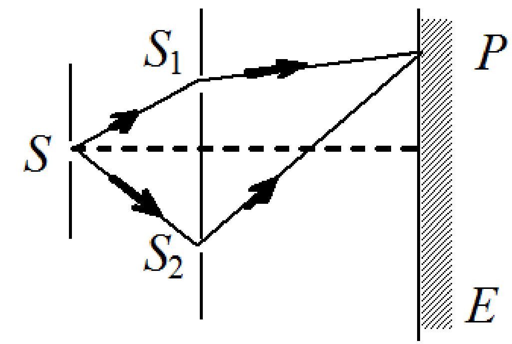
空气薄膜厚度减小 $\dfrac{\lambda}{2n}$，条纹 k 移动到 $k+1$ **凸起**

凸起最大高度 $\dfrac{\lambda}{2n} = \dfrac{\lambda}{2}$ =250nm（空气n=1）

2012级

18．（本题 3 分）

如图所示，在双缝干涉实验中 $SS_1 = SS_2$，用波长为 λ 的光照射双缝 S_1 和 S_2，通过空气后在屏幕 E 上形成干涉条纹．已知 P 点处为第二级明条纹，则 S_1 和 S_2 到 P 点的光程差为__________．若将整个装置放于某种透明液体中，P 点为第三级明条纹，则该液体的折射率 $n =$__________．



考点：光程差与相位差；杨氏双缝干涉

$\delta = \pm k\lambda (k = 0,1,2,3...)$　　二级明纹k=2，δ=2λ

放入介质中 $\delta' = n\delta = n\times 2\lambda = 3\lambda$ ⇒ $n = 1.5$

19．（本题 3 分） 2012级

平行单色光垂直入射在缝宽为$a = 0.15\text{mm}$的单缝上．缝后有焦距为$f = 400\text{mm}$的凸透镜，在其焦平面上放置观察屏幕．现测得屏幕上中央明条纹两侧的两个第三级暗纹之间的距离为8mm，设衍射角极小，则入射光的波长为____________nm． 考点：单缝衍射

$$
\begin{cases}
a\sin\theta = 0 & \text{中央明纹中心} \\
a\sin\theta = \pm 2k\dfrac{\lambda}{2} = \pm k\lambda & \text{干涉相消（暗纹）} \quad \boxed{2k\text{个半波带}} \\
a\sin\theta = \pm(2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & \text{干涉加强（明纹）} \quad \boxed{2k+1\text{个半波带}} \\
a\sin\theta \neq k\dfrac{\lambda}{2} & \text{（介于明暗之间）}
\end{cases}
\qquad (k = 1,2,3,\cdots)
$$

$\sin\theta \approx \tan\theta \approx \theta$

第k暗纹距中心的距离

$$x_k \approx \theta_k f \approx \frac{k\lambda}{a} f$$

$$2x_3 \approx 2\theta_3 f \approx 2\frac{3\lambda}{a} f = \frac{6\lambda}{0.15} 400 = 8mm$$

$$\lambda = 0.0005mm = 500nm$$

2012级

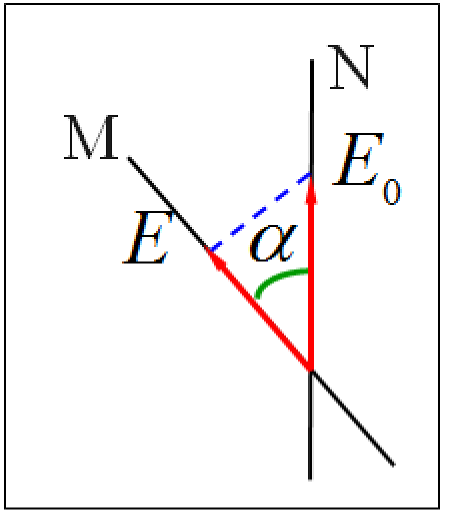
20．（本题 3 分）

使光强为 I_0 的自然光依次垂直通过三块偏振片 P_1、P_2 和 P_3．P_1 与 P_2 的偏振化方向成 45° 角，P_2 与 P_3 的偏振化方向成 45° 角．则透过三块偏振片的光强 I 为______________．

考点：马吕斯定律

□ 马吕斯定律：强度为 I_0 的偏振光通过检偏振器后，出射光的强度为

$$\boxed{I = I_0 \cos^2 \alpha}$$



$$I = I_0 \bullet \frac{1}{2} \left(\cos 45^o\right)^2 \left(\cos 45^o\right)^2 = \frac{1}{8} I_0$$

2013级

18．（本题3分）

一束自然光从空气投射到玻璃表面上(空气折射率为 1)，当折射角为30°时，反射光是完全偏振光，则此玻璃板的折射率等于________．

考点：布儒斯特定律

$$\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1}$$

反射光和折射光互相垂直

$$i_0 + \gamma = 90^\circ$$

入射角 $i_0 = 90^\circ - \gamma = 60^\circ$

$$\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow$$

$$n_2 = n_1 \tan i_0 = 1 \times \tan 60^\circ = \sqrt{3}$$

（四）热学　理想气体的状态方程；理想气体的温度、压强、内能；能均分定理；麦克斯韦速率分布函数的意义和三种统计速率；热力学第一定律在理想气体准静态等值过程（等体、等压、等温）中的应用；热容；定性理解绝热过程；循环过程及热机效率、卡诺循环；热力学第二定律的定性理解及克劳修斯熵的计算；不考气体分子的平均自由程.

2012级

3．（本题 3 分）

三个容器 A、B、C 中装有同种理想气体，其分子数密度 n 相同，而方均根速率之比为 $\left(\overline{v_A^2}\right)^{1/2} : \left(\overline{v_B^2}\right)^{1/2} : \left(\overline{v_C^2}\right)^{1/2} = 1:2:4$，则其压强之比 $p_A : p_B : p_C$ 为：

(A) 1:2:4．　　(B) 1:4:8．

(C) 1:4:16．　　(D) 4:2:1．　　[　　]

考点：三种统计速率（方均根速率），理想气体状态方程

$$v_{\mathrm{rms}} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow T_A : T_B : T_C = 1:4:16$$

$$p = nkT \Rightarrow p_A : p_B : p_C = 1:4:16$$

2012级

4．（本题 3 分）

水蒸气分解成同温度的氢气和氧气，内能增加了百分之几(不计振动自由度和化学能)？

(A) 25%． (B) 35% (C) 50%． (D) 0 [ ]

考点：理想气体的内能，能量均分定理，自由度

$$U=\frac{i}{2}\nu RT$$

温度不变，主要是摩尔数和自由度变化引起内能变化

$$\frac{U_{H_2}+U_{O_2}}{U_{H_2O}}-1=\frac{\frac{5}{2}2RT+\frac{5}{2}RT}{\frac{6}{2}2RT}-1=25\%$$

2012级

5.（本题 3 分）

在一容积不变的封闭容器内理想气体分子的平均速率若提高为原来的 2 倍，则

(A) 温度和压强都提高为原来的 2 倍.

(B) 温度为原来的 2 倍，压强为原来的 4 倍.

(C) 温度为原来的 4 倍，压强为原来的 2 倍.

(D) 温度和压强都为原来的 4 倍.　　　　[D]

考点：三种统计速率（平均速率），理想气体状态方程

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} \approx 1.60\sqrt{\frac{RT}{M}}$$

$$p = nkT$$

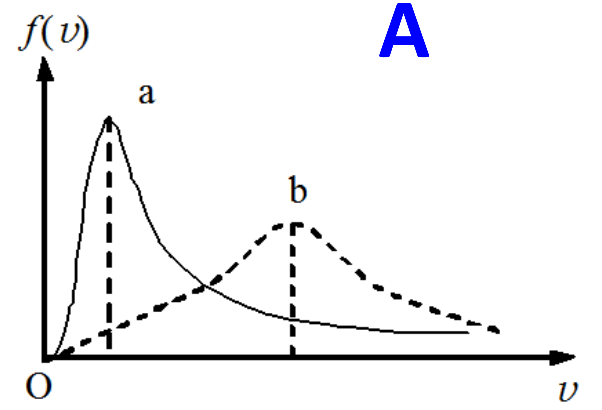
温度和压强都是原来的4倍

容积不变+封闭→分子数密度n不变

2012级

6．（本题 3 分）

设图示的两条曲线分别表示在相同温度下氧气和氢气分子的速率分布曲线；令 $(v_p)_{O_2}$ 和 $(v_p)_{H_2}$ 分别表示氧气和氢气的最概然速率，则



A

(A) 图中 a 表示氧气分子的速率分布曲线；$(v_p)_{O_2}/(v_p)_{H_2}=1/4$.

(B) 图中 a 表示氧气分子的速率分布曲线；$(v_p)_{O_2}/(v_p)_{H_2}=4$.

(C) 图中 b 表示氧气分子的速率分布曲线；$(v_p)_{O_2}/(v_p)_{H_2}=1/4$.

(D) 图中 b 表示氧气分子的速率分布曲线；$(v_p)_{O_2}/(v_p)_{H_2}=4$.

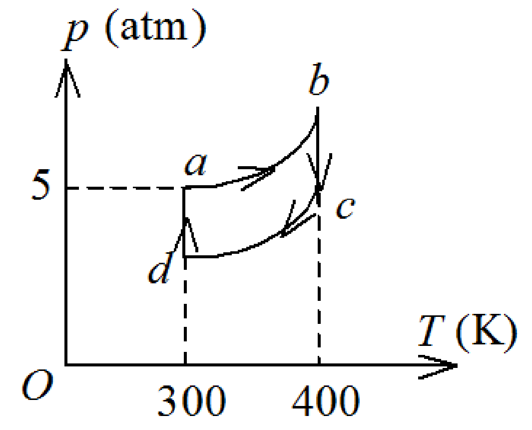
考点：麦克斯韦速率分布函数和三种统计速率（最概然速度）

$$\upsilon_p=\sqrt{\frac{2kT}{m}}=\sqrt{\frac{2RT}{M}} \Rightarrow \frac{(\upsilon_p)_{O_2}}{(\upsilon_p)_{H_2}}=\sqrt{\frac{M_{H_2}}{M_{O_2}}}=\frac{1}{4}$$

2012级

14．（本题 3 分）

一定量的理想气体，在 $p-T$ 图上经历一个如图所示的循环过程（$a\to b\to c\to d\to a$），其中 $a\to b$，$c\to d$ 两个过程是绝热过程，则该循环的效率 $\eta=$________________．



考点：绝热过程、循环过程及效率， 卡诺循环

注意：这是p-T图，不是p-V图！！！ 这就是卡诺循环

$$\eta=1-\frac{T_2}{T_1}=1-\frac{300}{400}=25\%$$