

试卷参考解答及反馈练习

2016 年 1 月 8 日

目录

1 试题解答	1
2 反馈	9
2.1 练习	9
2.2 答案	13

1 试题解答

1 下列说法错误的是：

- A 相干波不仅要满足频率相同，相差也要恒定
- B 驻波是无法传播能量的
- C 驻波的各质元在某些特定时刻可以都处于平衡位置
- D 波的周期和波长都完全由振源决定

D

2 下列说法错误的是：

- A 牛顿环形成的干涉条纹一定不是等间隔的
- B 若薄膜的折射率介于薄膜上、下介质的折射率之间，则讨论薄膜干涉时无需考虑半波损失
- C 杨氏双缝干涉中，白光入射形成的彩色带是等间隔的
- D 为光学元件镀增透膜对于厚度要求很严格，否则可能会适得其反。

C

3 下列说法错误的是：

- A 自然光以布儒斯特角入射时，折射光为完全偏振光
- B 望远镜镜头直径越大，分辨本领越强
- C 太阳光不是偏振光
- D 用光学显微镜是注定无法看到原子的

A

4 以下说法正确的是：

- A 我们可以由非相干光源获得相干光
- B 光在介质中的折射路径是唯一的
- C 在一条光路上添加光学器件，只能使最终通过的光强减小
- D 对于夫琅禾费圆孔衍射，波长越大，圆孔越小，衍射现象越明显

D

5 人造卫星绕地球作圆周运动，由于受到空气的摩擦阻力，人造卫星的速度和轨道半径如何变化：

- A 速度减小，半径增大
- B 速度减小，半径减小
- C 速度增大，半径增大
- D 速度增大，半径减小

D

6 如果 v_1, v_2, v_3 分别代表平均速率，最可几速率和方均根速率，则根据理想气体的麦克斯韦速率分布律，由大到小正确的排列顺序是：

- A $v_1 \ v_2 \ v_3$
- B $v_1 \ v_3 \ v_2$
- C $v_2 \ v_1 \ v_3$
- D $v_2 \ v_3 \ v_1$
- E $v_3 \ v_1 \ v_2$
- F $v_3 \ v_2 \ v_1$

E

7 一质量 m 为长为 L 的均匀细杆，一端固定于水平地板且垂直竖立。若杆自由倒下，则杆另一端以角速度 ω 撞击地板，如果把杆切为一半长度，仍自由倒下，问撞地时的角速度：

A 2ω

B $\sqrt{2}\omega$

C ω

D $\omega/\sqrt{2}$

E $\omega/2$

B

8. 在以下 4 种情况中，哪种一定能使理想气体分子平均碰撞频率增大

A 增大压强 降低温度

B 增大压强 提高温度

C 降低压强 提高温度

D 降低压强 保持温度不变

B

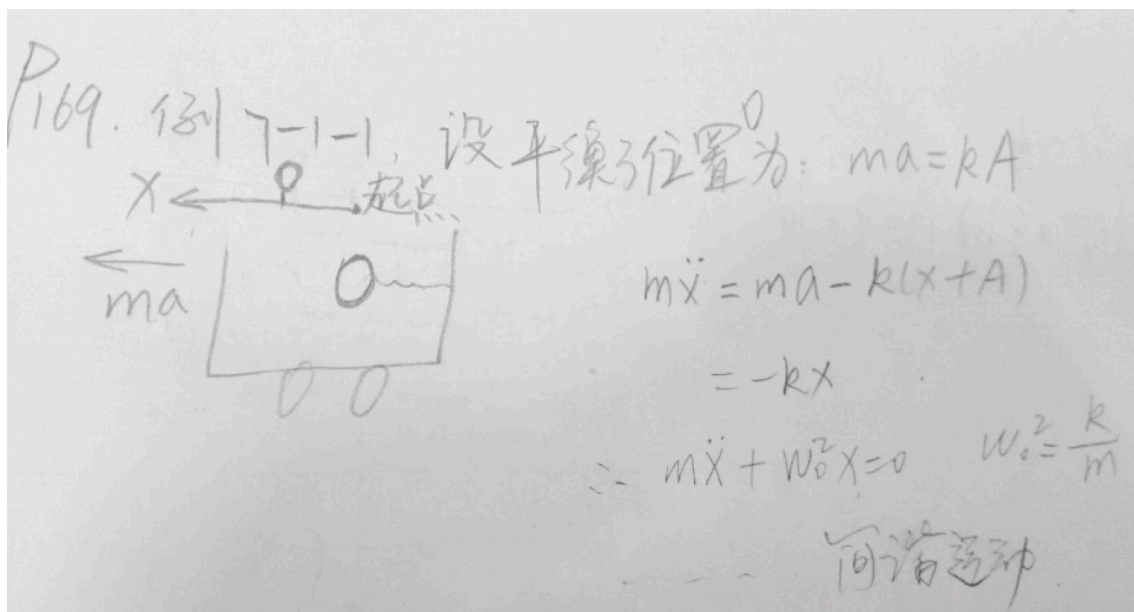
1 在水平静止的车厢中，用一根弹性系数为 k 的轻弹簧水平静止地连接质量为 m 的滑块。假定滑块与车厢底板无摩擦，现在让车厢以恒定加速度 a 水平向右运动。相对于车厢参照系，求滑块的运动学方程。（本题 10 分）

$$-kx - ma = m \frac{d^2x}{dt^2} \quad (1)$$

$$t = 0, x = 0, v = 0 \quad (2)$$

In[1]:= DSolve[{m D[D[x[t], t], t] + m a + k x[t] == 0, x[0] == 0, x'[0] == 0}, x[t], t]

$$\text{Out[1]} = \left\{ \left\{ x[t] \rightarrow \frac{-a m + a m \cos\left[\frac{\sqrt{k} t}{\sqrt{m}}\right]}{k} \right\} \right\}$$



2 一固有长度为 l_0 的车厢，以速度 $0.6c$ (c 为真空中光速) 相对于地面作匀速直线运动，在车厢中以同样的速度 $0.6c$ (相对于车厢) 从后壁向前壁运动。求地面某观察者测得小球由后壁运动到前壁所经历的时间 (本题 10 分)

参阅书上 107 页和 109 页。

参阅书上 5-3-4, 126 页 5-6。

3 对于符合麦克斯韦速率分布的气体，记平均速率为 u ，求速率在 u 和 $2u$ 之间的气体分子数占总数的百分比 (本题 10 分)

参阅书上 312 页。

In[1]:= $v_x = 1.5 u;$

$\Delta v = u;$

$$u = \sqrt{\frac{8 k T}{\pi m}};$$

$$\text{FullSimplify}\left[4 \pi \left(\frac{m}{2 \pi k T}\right)^{\frac{3}{2}} e^{\frac{-m v_x^2}{2 k T}} v_x^2 \Delta v, \{k > 0, T > 0, m > 0\}\right]$$

Out[4]= 0.415787

也可以直接计算：

```

In[1]:= N[FullSimplify[Integrate[4 π (m/(2 π k T))^(3/2) E^(-m v^2/(2 k T)) v^2, {v, 0, 2 Sqrt[8 k T/(π m)}], {k > 0, T > 0, m > 0}]]]

Out[1]= 0.4499

```

- 4 a) 半径为 R 的光滑圆弧轨道在竖直平面内，一质量为 m 的小球在圆弧轨道最低点附近做往复运动。如果该小球可看作质点，证明小球的运动为简谐振动，并求振动周期。
- b) 频率为 500Hz 的平面简谐波，波速为 350m/s 。求 1) 波射线上相位差为 $\pi/3$ 的两点相距多远。 2) 对某个质元，时间间隔为 10^{-3}s 的两状态，相位差是多少。（本题 16 分）

a) 参阅书上 168 页, 或 188 页 7-2

b)

```

In[1]:= ν = 500; v = 350; λ = v/ν; k = 2 π/λ; ω = 2 π ν;

```

$$x = \frac{\pi}{k}$$

$$\omega \star 10^{-3}$$

```

Out[2]= 7/60

```

```

Out[3]= π

```

- 5 若有一波长为 600nm 的单色平行光，垂直入射到缝宽 $a=0.6\text{mm}$ 的单缝上，缝后有一焦距 $f=40\text{cm}$ 透镜。试求：（1）屏上中央明纹的宽度；（2）若在屏上 P 点观察到一明纹，距离中心位置为 1.4mm ，问 P 点处是第几级明纹，对 P 点而言狭缝处波面可分成几个半波带（本题 10 分）

参阅 Test 中 Exercise 16 第三大题第二小题

(1)

```
In[1]:= λ = 600 * 10-9; a = 0.6 * 10-3; f = 0.4;
```

$$l = \frac{2 \lambda f}{a}$$

```
Out[2]= 0.0008
```

(2)

```
In[3]:= λ = 600 * 10-9; a = 0.6 * 10-3; f = 0.4; lp = 1.4 * 10-3; θp =  $\frac{l_p}{f}$ ;
```

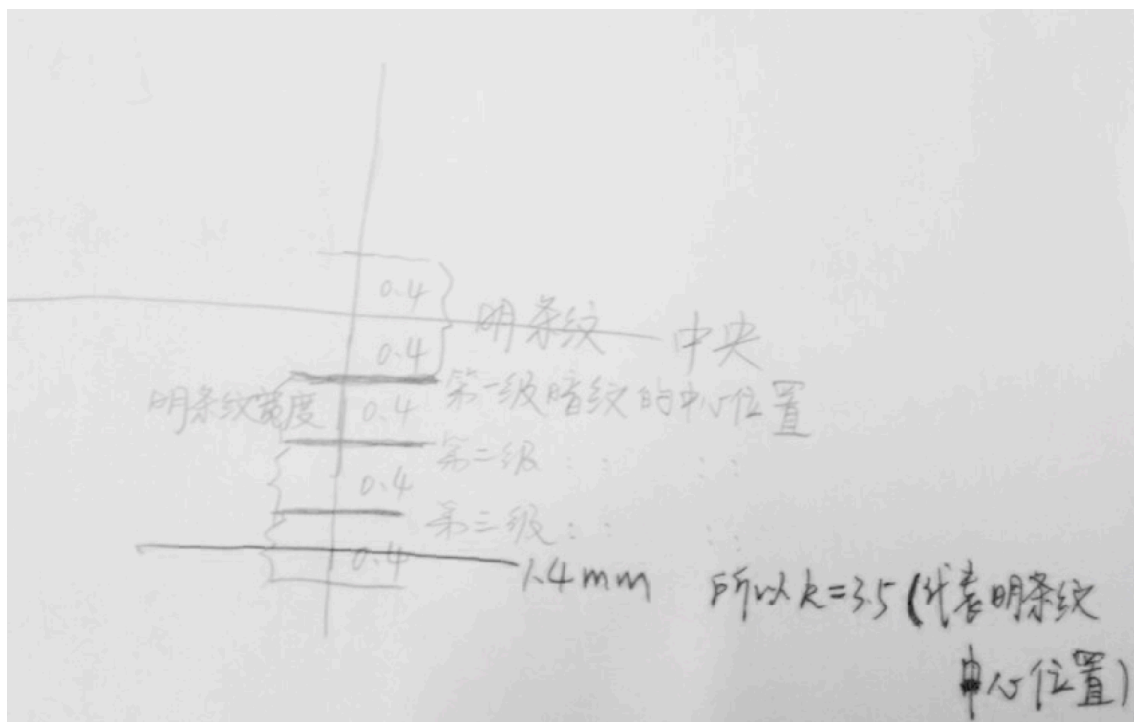
$$k = \frac{\theta_p a}{\lambda}$$

$$n = \frac{a \sin[\theta_p]}{\frac{\lambda}{2}}$$

```
Out[4]= 3.5
```

```
Out[5]= 6.99999
```

可知是第三级明纹，可分为 7 个半波带。



6 当前后两个偏振片偏振化方向平行时，透射光强度为 I_m ，将第三个偏振片置于两偏振片中间，并使第三偏振片的偏振方向与前二者成 45° 度角，求此时透射光强度。（本题 8 分）

参阅书上 284 页，或 290 页 12-7。

7 一匀质细杆长为 L ，质量为 M ，可绕通过 O 点的水平轴无摩擦转动，当杆从水平位置自由释放后，其末端摆动至竖直位置时恰与放在此处光滑水平面的质量为 m 的小滑块相撞。求：相撞前后杆的角速度。（本题 12 分）

碰撞前杆获得的速度为 ω_0 ：

$$\frac{MgL}{2} = \frac{1}{2}J\omega_0^2 \quad (3)$$

(1) 完全弹性碰撞

In[1]:=

$$J = \frac{1}{3} M L^2;$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{M g L}{J}};$$

$$\text{FullSimplify}\left[\text{Solve}\left[J \omega_0 = J \omega_2 + L m \omega_3 L \ \&\amp; \ \frac{1}{2} J \omega_0^2 = \frac{1}{2} J \omega_2^2 + \frac{1}{2} m (\omega_3 L)^2, \{\omega_2, \omega_3\}\right], \{g > 0, L > 0\}\right]$$

$$\text{Out[3]} = \left\{ \left\{ \omega_2 \rightarrow \sqrt{3} \sqrt{\frac{g}{L}}, \omega_3 \rightarrow 0 \right\}, \left\{ \omega_2 \rightarrow \frac{\sqrt{3} \sqrt{\frac{g}{L}} (-3 m + M)}{3 m + M}, \omega_3 \rightarrow \frac{2 \sqrt{3} \sqrt{\frac{g}{L}} M}{3 m + M} \right\} \right\}$$

第一个解得舍去。

(2) 完全非弹性碰撞

$$\text{In[1]}:= J = \frac{1}{3} M L^2;$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{M g L}{J}};$$

$$\text{Solve}\left[J \omega_0 = (J + m L^2) \omega_1, \omega_1\right]$$

$$\text{Out[3]} = \left\{ \left\{ \omega_1 \rightarrow \frac{\sqrt{3} \sqrt{\frac{g}{L}} M}{3 m + M} \right\} \right\}$$

(3) 有部分能量损失则介于两者之间。

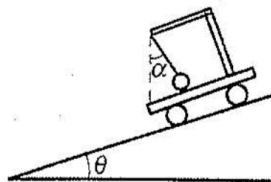
2 反馈

2.1 练习

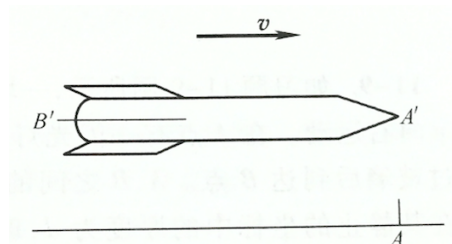
1. 下列说法错误的是 ()
 - A. 驻波并非各个质点的振幅相同, 波节位置不变, 两波节间的能量保持不变
 - B. 初相位相同的相干波, 在其叠加区域内, 振幅最小的各点到两波源的波程差为半波长的奇数倍
 - C. 平均能流密度的单位是 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
 - D. 波动传播的是运动状态和能量
 - E. 没错
2. 下列说法错误的是 ()
 - A. 杨氏双缝干涉实验中若用折射率为 n 的某玻璃片将下面的狭缝盖上, 则此时中央明条纹的位置与原来的相比向下移动
 - B. 牛顿环的干涉条纹由中心向外越来越密
 - C. 单缝夫琅禾费衍射实验中, 若缝宽一定, 则垂直入射光的波长越长, 中央明纹的角宽度越大
 - D. 自然光以布儒斯特角由空气入射到一玻璃表面上, 反射光是垂直于入射面振动的完全偏振光
 - E. 没错
3. 下列说法错误的是 ()
 - A. 光从光疏媒质入射到光密媒质反射时, 在掠入射或正入射的情况下, 反射光的相位较之入射光的相位有 π 的突变; 对于空气劈尖干涉, 在棱边处出现暗条纹; 在牛顿环中心处是一暗斑
 - B. 当用白光垂直照射杨氏双缝时, 屏幕上出现的干涉图样是中央条纹为白色, 两侧呈现由紫到红的彩色条纹
 - C. 一束自然光在各向异性晶体中传播时通常会发生双折射
 - D. 其它条件相同的情况下照射光的波长越短, 显微镜的分辨本领越强
 - E. 没错
4. 下列说法错误的是 ()
 - A. 当障碍物离光源和观察屏的距离都有限, 或者其中之一的距离有限, 这一类衍射称为菲涅尔衍射
 - B. 增透膜能使膜上、下表面反射光波彼此干涉相消
 - C. 几列光波在空间相遇时, 每列波都能保持各自的特点, 振幅不变
 - D. 薄膜干涉中, 平行平面薄膜干涉称为等倾干涉

E. 没错

5. 关于力矩有以下几种说法, 其中正确的是 ()
- A. 当刚体受合力为零时, 对于刚体的某一固定轴, 其合力矩也必为零
 - B. 作用力和反作用力的力矩之和必为零
 - C. 角加速度的方向与外力矩的方向相同
 - D. 质量相同、形状和大小不同的两个刚体, 在相同力矩的作用下, 它们的角加速度不一定相同
6. 已知 $f(v)$ 是分子速率分布函数, 则 $\int_{v_1}^{v_2} f(v) dv$ 表示 ()
- A. 速率在 $v_1 \rightarrow v_2$ 区间内的分子数
 - B. 速率在 $v_1 \rightarrow v_2$ 区间内的分子平均速率
 - C. 速率在 $v_1 \rightarrow v_2$ 区间内的分子最概然速率
 - D. 速率在 $v_1 \rightarrow v_2$ 区间内的分子数占总分子数的百分比
7. 在一个封闭容器中, 将理想气体分子的平均速率提高到原来的 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. 温度和压强都是原来的 4 倍
 - D. 温度为原来的 4 倍, 压强为原来的 2 倍
8. 一小车沿倾角为 θ 的光滑斜面滑下, 小车上悬挂一摆球, 当摆球相对于小车静止时, 摆线与竖直方向的夹角 α 是多少度?



9. 一静长为 l_0 的火箭飞船以恒速 v 相对地面飞行。飞船的头部 A' 点在 $t = t' = 0$ 时通过地面上的 A 点。此时有一光信号从 A' 点发向 B' 点。(1) 按飞船的时间 (t'), 该信号何时到达船尾 B' 点? (2) 按地面上的测量, 该信号何时 (t_1) 到达船尾 B' 点? (3) 按地面上的测量, 船尾何时 (t_2) 通过 A 点?



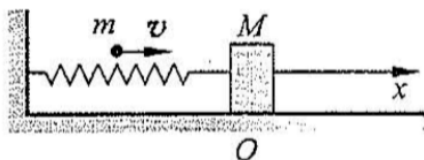
10. (1) 假设 N 个粒子的速率分布函数为

$$f(v) = \frac{dN}{Ndv} = C, \quad v_0 \leq v \leq 0; \quad f(v) = 0, \quad v > v_0$$

1) 作出速率分布曲线； 2) 求常数 C ； 3) 求粒子的平均速率。

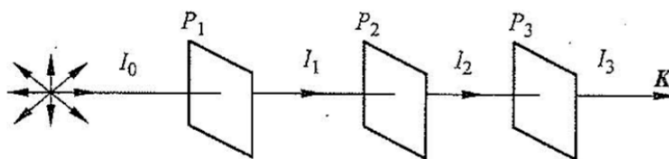
(2) 理想气体开始处于状态 T_1, P_1, V_1 , 先等温膨胀至 V_2 , 接着经过一个等体过程达到某一压强, 再经过绝热压缩回到初态, 设全部过程都是可逆的, 且 $\frac{C_p}{C_v} = \gamma$, 求: 1) 在 $P-V$ 图和 $T-S$ 图上分别画出上述循环； 2) 计算每段过程和循环过程所做的功和熵变。

11. (1) 如图所示的弹簧振子, 已知弹簧的劲度系数 k , 物体的质量 M , 与水平支承面光滑接触。开始时弹簧为原长, 物体处于静止状态。一质量为 m 的物体以沿 x 轴正方向的速度 v 飞向物体, 两者结合在一起作简谐振动。求振子的 1) 角频率； 2) 初相； 3) 振动表达式。

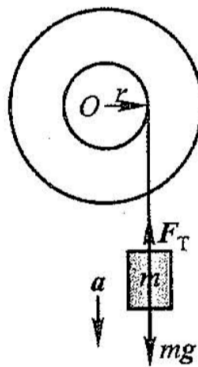


(2) 设入射波的表达式为 $y_1 = A \cos 2\pi(\nu t + \frac{x}{\lambda})$, 波在 $x = 0$ 处反射, 反射点为一固定端, 求: 1) 反射波在入射点的振动表达式； 2) 反射波的表达式； 3) 驻波的表达式； 4) 驻波的波腹位置。

12. 一束波长为 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ 的平行光垂直照射在一个单缝上。如果所用的单缝的宽度 $a = 0.5 \text{ mm}$, 缝后紧挨着的薄透镜焦距 $f = 1 \text{ m}$, 求: (1) 中央明条纹的角宽度； (2) 中央明条纹的线宽度； (3) 第一级暗纹与第二级暗纹的距离。
13. 如图所示, 三个偏振片平行放置, P_1, P_3 偏振化方向互相垂直, 自然光垂直入射到偏振片 P_1, P_2, P_3 上。问: (1) 当透过 P_3 光光强为入射自然光光强 $\frac{1}{8}$ 时, P_1 与 P_2 偏振化方向夹角为多少？ (2) 透过 P_3 的光光强为 0 时, P_2 位置应如何放置。



14. 如图所示，质量为 m 的物体悬于一条轻绳的一端，绳的另一端绕在一轮轴的轴上，轴水平且垂直于轮轴面，其半径为 r ，整个装置架在光滑的固定轴承之上。使物体从静止释放，测出在时间 t 内物体下降的距离 s ，即可算出整个轮轴的转动惯量。请写出飞轮转动惯量的计算式。



2.2 答案

1-4 都没错

5.D

6.D

7.C

8 Test → Test 1 → 三 → 4

9

解:(1) 根据题意得到达船尾的时间为

$$t' = l_0 / c$$

(2) 根据题意,在地面上测量火箭飞船的长度为 $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ (洛伦兹收缩)。在地面观察者看来,设观测光信号到达船尾 B' 时,信号光和船尾 B' 相对地面运行的距离分别为 x_1 、 x_2 , 则

$$x_1 = vt_1, x_2 = ct_1, l = x_1 + x_2$$

联立解得

$$t_1 = \frac{l_0}{c+v} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{l_0}{c} \sqrt{\frac{c-v}{c+v}}$$

(3) 根据题意,在地面上测量火箭飞船的长度为 $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ (洛伦兹收缩),飞船飞行速度为 v ,则船尾通过 A 点的时间为

$$t_2 = \frac{l}{v} = \frac{l_0}{v} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

10

(1) Test → Test 5 → 三 → 1

(2) Example → Example 5 → 5-5

11

(1) Exercise → Exercise 12 → 三 → 3

(2) Exercise → Exercise 13 → 三 → 7

12 Exercise → Exercise 16 → 三 → 1

13 Exercise → Exercise 17 → 三 → 2

14 Example → Example 13 → 23-9