

大学物理 I 复习资料

主编：盛泽楠

团队成员：盛泽楠、汪康旭、金萌、史兴民、陈涛、许康宁、王章玙、杨正、柴云凯

说在前面

鉴于今年的期末考试做了调整（明确说了要考整个学期的内容），所以复习资料的篇幅相较往年多了一倍。不过根据我的推测，题型和考点分布应该不发生“太大”的变化，题型估计还是 12 个填空+6 个大题，考点分布应该还是和往年卷子差不多，毕竟下册学的这么多东西一定是要考察的，只是说把过去知识点重复考察的分数分配给期中前的重要内容，而这部分“重要内容”显然就是动量能量的综合题+刚体力学的综合题+相对论，分值大概占整张试卷的 15%~20%左右，所以不用复习得太过细致。

关于这个文档，说白了这就是一个考点精选，并且针对每一个考点附带一个题目供你参考，入选的考点数量已经数倍多余试卷总题量，对于没有入选本复习资料的考点（比如流体力学、粘滞阻力、范德瓦尔斯方程等），只能说它们几乎不考，某种意义上，忘了它们的存在也许是性价比更高的选择。关于知识点的讲解，受篇幅限制以及文字表达较为无力，就没有放上来了，虽然本学期的朋辈辅学我有全程录课，但是并没有重新剪辑拼接过，20 小时的课程容量或许不适合大部分希望考前速成的同学（不过课程的质量还是很高的！），但如果你真的想听听不同风格的物理课，非常欢迎来试试！很希望得到你的宝贵评价和建议~

关于本文档的答案，目前还没有做出来，会在课堂中讲解本文档时顺带完成，预计在 6 月 18 日前完成。

盛泽楠

2023.6.8

微信：SZN18072765767（麻烦大家注明来意并且留下你的备注）

重点定理

- 1.质心运动定律：质心加速度=合外力/总质量
- 2.总动能=质心动能+各质点相对质心动能（对质点系）
- 3.总动能=质心动能+各质点绕质心转动动能（对刚体）
- 4.总的角动量=质心角动量+绕质心转动角动量
- 5.刚体角动量： $L=I\omega$
- 6.刚体转动定理
- 7.理不动了……

运动学

1.轨迹方程

已知质点运动的参数方程为：
$$\begin{cases} x = A\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right) \\ y = B\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right) \end{cases}$$
，求质点运动的轨迹方程_____。

2.极坐标下的概念判断

$\Delta\vec{r}$ 、 $\Delta|\vec{r}|$ 的区别

3.根据初始状态和运动规律求解运动方程

质点质量为 m 初始速度为 v_0 ，受到粘滞阻力作用 $f=-kv$ ，则质点最远的运动距离为_____。

4.圆周运动下的加速度

物体做圆周运动, 路程随时间的变化规律为 $S = bt + \frac{1}{2}ct^2$, 则 t 时刻的切向加速度为_____, 法向角速度为_____。

5.曲率半径求解

已知质点的运动方程为: $\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2}at^2 \end{cases}$, 则物体在 t_0 时刻所在位置对应轨迹的曲率半径为_____。

6.运动的合成分解

人在河岸上拉船, 船的运动速度是 1m/s , 绳子和水面的夹角为 30° , 则人拉绳的速度为_____。

7.下雨问题

人朝正北以 1m/s 速度走, 感觉到雨滴从正东面斜向下飘落; 站立不动朝南, 感觉雨滴从左前方 45° 斜向下飘落; 朝正西方向以 1m/s 速度走, 感觉雨滴相对地面以 70° 角落下, 求雨滴下落速度_____。

8.相对运动+牵连运动=绝对运动

一个半径为 R 的圆柱在水平面上以速度 V 纯滚动, 求圆柱外表面上一点, 当其运动至最高点时的加速度_____。

牛顿力学

1.受力分析

倾角为 θ 的光滑斜面质量为 M 置于光滑水平面上, 质量为 m 的物块从斜面上滑下, 求斜面的加速度_____。

2.天体运动, 轨道能量、轨道势能、轨道动能

人造卫星质量为 m , 在长轴为 $3R$ 的椭圆轨道上绕地球公转, 飞船在近地点时到地心距离为 R , 求飞船在近地点处的动能_____, 在远地点处的轨道角动量_____。

动量

1.人相对于船走动的问题

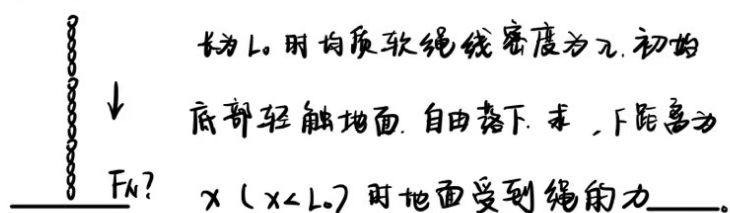
一个重为 M 半径为 R 的圆盘水平放置可以绕通过其质心的竖直轴无摩擦转动, 有一个人质量为 m , 站在圆盘边缘, 沿圆盘边缘走动, 若此人相对圆盘走了 R , 则圆盘转过的角度为_____。

2.密舍尔斯基方程

总重为 $3M$ 的火箭包含 $2M$ 的燃料, 燃料相对火箭以 u 的速度在一定时间内均匀喷出, 不考虑重力的影响, 则燃料全部喷出后火箭获得的速度增量为_____。

3.冲击问题

冲击问题



能量

1.变力做功，以及通过势能函数求解受力情况

已知有心力场 $F = -k\frac{1}{r}$ ，求质点从 r_0 搬运到 $2r_0$ 过程中克服引力做的功_____。

2.根据势能函数求受力

某质点质量为 m ，势能函数可以表示为 $U(x, y) = ax^2 + by^2$ ，将其置于 $(0, y_0)$ 点处静止释放，试写出质点的运动方程_____。

3..二体碰撞问题，恢复系数，能量损耗

质量为 m_0 的小球 A 速度为 $2v_0$ ，质量为 $2m_0$ 的小球 B 速度为 v_0 ，同向运动发生对心碰撞，恢复系数 $e=0.8$ ，求碰后两小球各自速度_____。

角动量

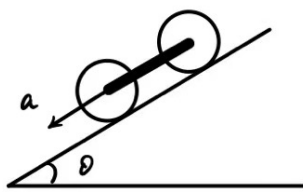
1.转动惯量计算（积分、平行轴定理、垂直轴定理）

①圆盘的面密度随到圆心 o 的变化规律为 $\sigma = kr$ ，圆盘半径为 R ，求垂直于圆盘平面，过圆盘质心的轴的转动惯量_____。

②质量为 m 长为 l 的均匀细杆，一端固定一个质量为 m 的小球（半径很小），现放在水平面上绕质心转动，角速度为 ω ，求整个系统相对质心的角动量_____。

③正方形薄板边长为 a ，质量为 m ，求以其某一条对角线为转轴时的转动惯量_____。

2.综合大题

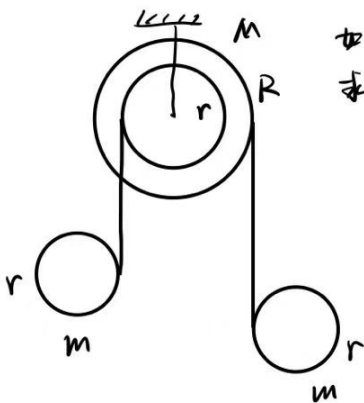


前者是质量为 m 的空心圆筒。

后者是质量为 m 的实心圆柱。中间

通过轻杆连接。在斜面上无滑滚动。

求整体下滑的加速度？

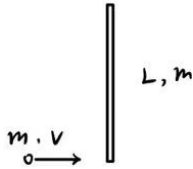


如果所示的系统由静止释放，求定滑轮的角加速度。

匀质细杆长为 L 质量 m , 放置在光滑水平面上.

一小球质量为 m 以速度 v 撞击底部, 碰后粘连

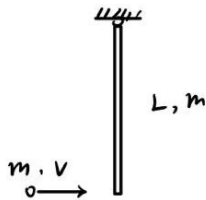
试描述碰撞后整体的运动?



匀质细杆长为 L 质量 m , 竖直悬挂, 一小球质量为

m 以速度 v 撞击底部, 碰后粘连 求顶端瞬时

冲量以及杆摆过的最大倾角? (不超过 90°)



相对论

1. 尺缩和速度的关系

一根长为 1m 的直尺高速运动, 测得其长度为 0.6m , 求其运动速度为_____。

2. 钟慢和速度的关系

地球上一艘飞船以 $0.6c$ 的速度直线飞向 6 光年外的一个星球 (星球相对于地球静止), 则地球上的人看来该过程经过了_____年, 飞船上的人认为该过程经历了_____年。

3. 速度变换

S' 系沿 S 系 x 轴正方向以速率 $0.8c$ 运动, S' 系中有一个小球以 $0.6c$ 沿 x' 轴负方向运动, 则 S 系看来小球的运动速度为_____。(两个系相对应的坐标轴是同方向的)

4. 洛伦兹变换 (介绍时空变换, 介绍洛伦兹变换下, 沿运动方向观察会发现过去和未来)

地球上一艘飞船以 $0.8c$ 的速度直线飞向 8 光年外的 S 星球 (星球相对于地球静止), 飞船从地球上出发时, 地球、飞船、 S 星球上的钟都调为 0 时刻, 试求:

地球上的人认为, 飞船飞抵 S 星球的时刻是多少?

S 星球上的人认为, 飞船飞抵 S 星球的时刻是多少?

飞船上的人认为, 飞船飞抵 S 星球的时刻是多少?

飞船上的人认为, 刚出发时 S 星球距离飞船有多远?

飞船上的人认为, 飞船飞抵 S 星球时, S 星球上的钟时刻是多少?

飞船上的人认为, 飞船刚出发时, S 星球上的钟时刻是多少?

飞船上的人认为, 飞船飞抵 S 星球时, 地球上的钟时刻是多少?

假设飞船刚飞抵 S 星球就调头以 $0.8c$ 的速度直线飞回地球, 则飞船上的人认为, 刚从 S 星球出发时, 地球上的钟时刻是多少?

5.单一质点的质量、动量、速度、能量之间的关系（讲一下知识，并且展示一下为什么低速下满足经典力学）

电子质量为 m_e ，当电子被加速到 $0.8c$ 时，电子质量为_____，静质量为_____，动量为_____，动能为_____，总能量为_____。

6.多质点碰撞过程的质能转化（解三角形问题）

一静止质量为 $3m_0$ 动能为 $2m_0c^2$ 的粒子与一静止质量 $4m_0$ ，动能为 m_0c^2 的粒子运动方向相同，发生碰撞结合成一个新粒子，过程中没有能量的释放，求碰后新粒子的动能、动量、静质量。

机械振动

1.振动方程的求解（振幅矢量法）

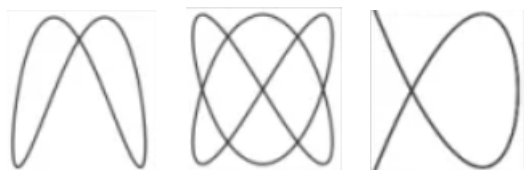
劲度系数为 100N/m 的弹簧连接一个质量为 1kg 的振子，当振子做简谐振动时在平衡位置处沿运动方向建立坐标轴，在 $\sqrt{3}m$ 处振子速度为 1m/s ，平衡位置处振子的速度为 2m/s ， $t=0$ 时刻振子在正向振幅最大处，求振子的振动方程_____。

2.拍

一待测频率的音叉与一频率为 440Hz 的标准音叉并排放置并同时振动，声音响度有周期性起伏，每隔 0.5 秒听到一次最大响度的音，请问待测音叉的频率？

3.李萨如图

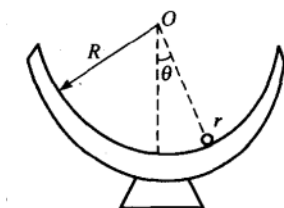
分别写出以下三个图中 X 方向与 Y 方向振动频率之比_____， _____， _____。



4.振动实例

①滑块滑轮弹簧系统

如图所示，一个半径为 r 的实心小球在圆弧形碗底附近来回纯滚动。如小球来回所对应的角度 θ 很小，求周期。

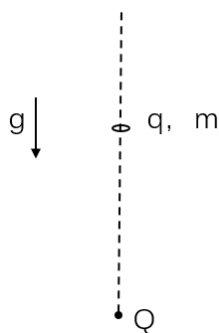


②复摆

③扭摆

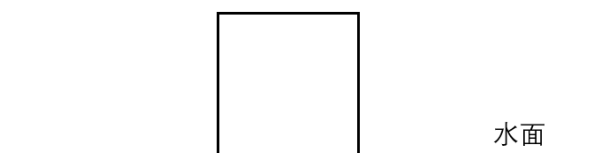
④非线性系统微扰

点电荷 Q 和带电圆环位于重力场中， Q 固定，圆环被约束在竖直方向运动，圆环质量为 m ，试求在平衡位置给予圆环一个微小扰动后圆环的振动周期。



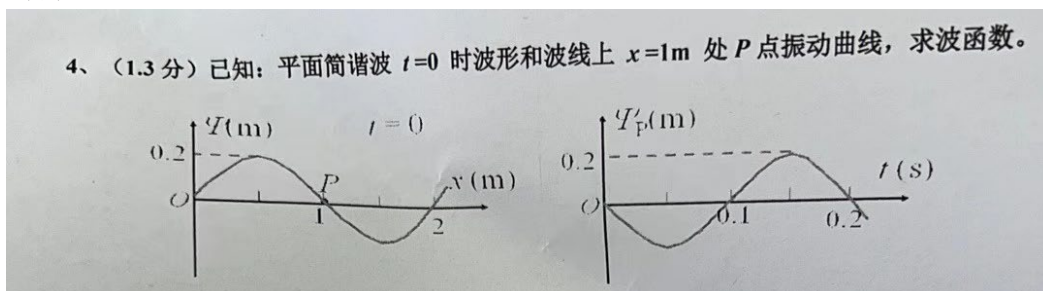
⑤水中悬浮的物块

如图所示木块的规格为 $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}$ ，密度为 800kg/m^3 ，它可以漂浮在水中，此时将木块抬起使得其下表面与水面相切然后释放，求木块往复运动的周期 T （不计木块与水相对运动时水的阻力，木块运动时保持位形不变）



波动（机械波动能和势能最大处相同）

1.波动方程



2.驻波

5、（1.2 分）如图所示，有一平面简谐波在空气中沿 x 正方向传播，波速为 $u=2\text{m/s}$ 。

已知 $x=2\text{m}$ 处质点 p 的振动表示式为 $y=0.06\cos(\pi t - \frac{\pi}{2})(\text{m})$

(1) 求此波的波函数；

(2) 若在 $x=8.6\text{m}$ 的 A 处有一相对于空气为波密的垂直反射壁，求反射波的波函数（设反射时无能量损耗）；

(3) 求波节的位置。

3.能流密度

一平面简谐波，频率为 300Hz ，波速为 340cm/s ，在截面面积为 $3.00 \times 10^{-2}\text{m}^2$ 的管内空气中传播，若在 10s 内通过截面的能量为 $2.70 \times 10^{-2}\text{J}$ ，求：

(1) 通过截面的平均能流；(2) 波的平均能流密度；(3) 波的平均能量密度。

4.双波源干涉

10-14 同一介质中 A 和 B 两点有两个相干波源 S_1 和 S_2 , 其振幅相等, 频率均为 100Hz , 相位差为 π 。若 A 和 B 相距 30m , 波在介质中的传播速度为 $400\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 试求 AB 连线上因干涉而静止的各点位置。

5. 多普勒效应

两辆车相向行驶, 一辆车速度为 10m/s , 上面装一个喇叭向前发射频率为 f_0 的声波, 另一辆车速度为 10m/s , 上面装了一个反射屏可以反射前方车辆传来的声波, 声波由喇叭发射, 经过反射后被喇叭车的司机听到, 求司机听到的声波的频率。

气体分子动理论

1. 理想气体状态量（压强、温度、内能）之间的关系

已知一坩氮气处在体积为 V 的容器中, 温度为 T , 内能为 U , 求气体的压强_____, 总的平动动能为_____。

2. 麦克斯韦速率分布的三个速率

0.20g 氢气盛于 3.0L 的容器中, 测得压强为 $8.31 \times 10^4 \text{Pa}$, 求分子的最概然速率_____, 平均速率_____, 方均根速率_____。

3. 给定概率密度函数后计算平均速率、方均根速率、归一化系数

导体中自由电子运动可看作类似气体的电子气, 设导体中有 N 个自由电子, 在 $v \sim v+dv$ 内的电子数为

$$dN = \begin{cases} 4\pi A v^2 dv & (0 \leq v \leq v_F, A \text{ 为常数}) \\ 0 & v > v_F \end{cases}$$

求分子的最概然速率、平均速率、方均根速率

4. 玻尔兹曼分布

假设大气温度为 0°C , 试根据玻尔兹曼分布估算海拔 8000 米处的大气压强_____。(大气的平均摩尔质量视为 29g/mol)

5. 平均碰撞频率和平均自由程

标准状态下空气分子的平均自由程 $\bar{\lambda} = \text{_____m}$, 空气分子的平均碰撞频率 $\bar{Z} = \text{_____s}^{-1}$ 。(分子的有效直径为 $3.5 \times 10^{-10}\text{m}$, 平均分子量为 $29 \times 10^{-3}\text{kg/mol}$)

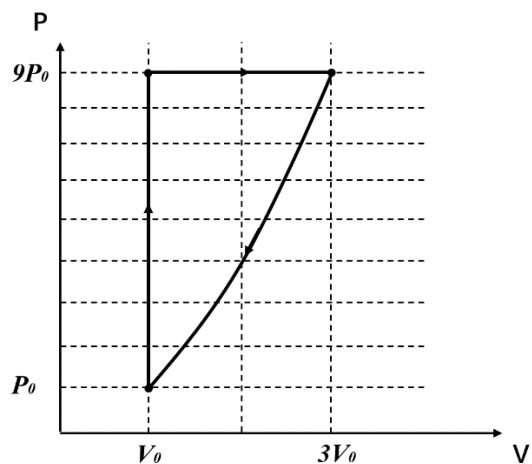
热力学过程

1. 多方过程和四大基本热力学过程

请写出双原子分子（可视为理想气体）经历摩尔热容为 kR 的准静态过程时压强和体积满足的方程。

2. 一般循环过程的效率计算

物质的量为 ν 的单原子理想气体, 经历了如图所示的循环过程, 其中曲线部分为过原点的二次函数, 求此循环过程的效率。



3.热力学第二定律的两种表述

热量不能自发的从高温物体转移到低温物体

不能从单一热源吸热使之全部转化为功而不造成任何影响

4.气体熵变在准静态过程中的计算

物质的量为 ν 的单原子理想气体，从状态 $P_0, 2V_0$ ，变为 $4P_0, V_0$ ，求熵变

5.能量有品质？自发过程为什么带来熵增？

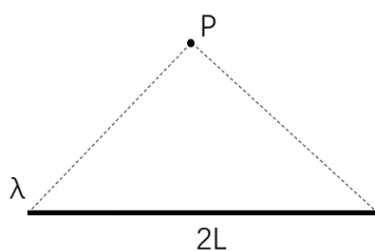
机械功是比热能品质更高的能量，热量要全部转换为机械功则必然带来熵增，为了不带来熵增则需要付出额外的能量；而机械功是可以全部转换为热的，并且原则上可以带来更多的效果。当能量的变化过程满足可逆条件时，则不发生熵增；而自发过程往往是不可逆的，每个自发过程中都会包含或是温度从高到低传递，或是相互做功的差值。

静电学

1.库仑定律+叠加原理计算电场

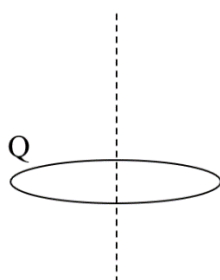
①有限长带电线周围的电场

一均匀带电直线长为 $2L$ ，带电线密度为 λ ，则P点（等腰直角三角形）处的电场强度大小为_____。



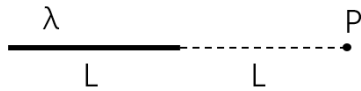
②均匀带电圆环轴线上的电场

均匀带电圆环带电量为 Q ，求轴线上的电场最大值_____。



③均匀带电杆轴线上的电场

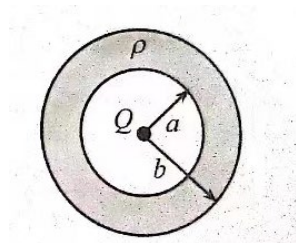
有一均匀带电细杆长为 L ，电荷线密度为 λ ，求轴线上 P 点处的电场_____。



2.高斯定理计算特殊体系的电场以及特殊体系的组合

①球壳（多层球壳）

有一带电球壳，内外半径分别为 a 和 b ，电荷体密度 $\rho=A/r$ ， A 是已知常量， r 为离球心的距离，在球心处有一点电荷 Q ，试求电场强度 E 的分布



②无限长均匀带电线（同轴电缆）

空间中存在一无限长直导线，单位长度带电量为 λ ，存在一以该导线为轴，半径为 R 的无限长均匀带电圆柱面，单位面积带电量为 σ ，求空间中任意一点场强函数 $E(r)$ ， r 为到导线距离。



③无限大平板（两块平行板）

现有两个平行摆放的无限大的均匀带等量异号电荷的平面，电荷面密度为 σ ，请问板内侧和外侧的场强分别为多少_____。

④普通高斯定理

有一半径为 R 的均匀带电球，电荷体密度为 ρ ，此时一张平面与球相交得到截面圆的半径为 r ，求截面圆的电通量_____。

