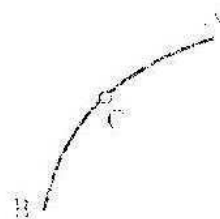


第一部分（力学与热学）

一、填空题（共 24 分，请将答案写在卷面指定的横线上）：

1. (3 分) 质点在水平面内从 A 到 B 做曲线运动，速率逐渐减小，请在右图中画出质点在 C 处的加速度矢量。

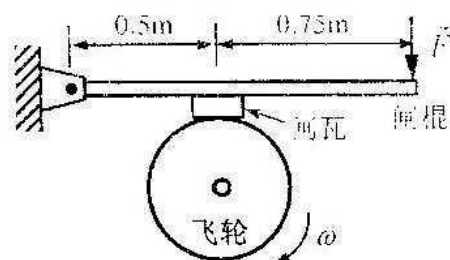


2. (3 分) 质量为 m 的小球在水中竖直沉降，水对小球的浮力为恒定值 F ，对小球流体阻力为 $f = kv$ ，其中 $k > 0$ 为常数， $t = 0$ 时小球的速率

为 0，则小球速率 v 随时间 t 的函数关系为 $v =$ _____。

3. (3 分) 一个垒球沿水平方向以 $v_1 = 50 \text{ m/s}$ 的速度投来，经棒打击后，沿仰角 45° 飞出，速率变为 $v_2 = 80 \text{ m/s}$ 。若棒与球的接触时间为 0.02 s ，则棒对垒球的平均冲力为垒球重量的 _____ 倍。（ g 取 9.8 m/s^2 ）

4. (3 分) 飞轮（当作均匀圆盘）的质量为 60 kg ，直径为 0.5 m ，转速为 1000 转/分 。现要求在 5 s 内使其停止转动，若闸瓦与飞轮之间的滑动摩擦系数为 0.4 ，则加在闸棍端点的制动力 F （如图所示）最小为 _____。



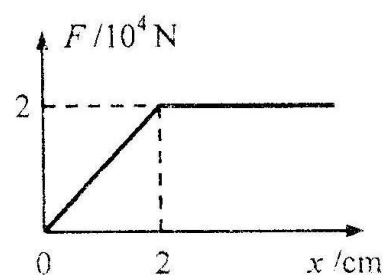
5. (4 分) 两个理想气体系统发生热接触（没有物质交换，只有能量交换），最后达到热平衡。这时两个系统的宏观状态参量 _____ 一定相同，微观量 _____ 一定相同。

6. (4分) 若 $f(v)$ 为理想氦气的分子速率分布函数, N 为分子总数, m 为分子质量, 则 v 附近单位速率区间内的分子数的表达式为 _____, 气体内能的表达式为 _____。要求表达式内含有 $f(v)$ 。
7. (4分) 金属桶内 2.5 kg 水和 0.7 kg 冰处于温度为 0°C 的平衡态。将金属桶置于稍稍低于 0°C 的房间中, 使桶内达到冰和水质量相等的平衡态。这个过程是 _____ 过程 (选填可逆或不可逆), 在此过程中冰水混合物的熵变为 _____。已知冰的熔解热为 334 J/g 。

二、选择题 (单选, 每题 3 分, 共 9 分, 请将答案写在方括号内):

1. 质量为 20 g 的子弹以 200 m/s 的速率射入固定墙壁内, 设子弹所受阻力与其进入墙壁的深度 x 的关系如图所示, 则该子弹能进入墙壁的深度为

- (A) 3 cm (B) 2 cm
(C) $2\sqrt{2}$ cm (D) 12.5 cm



[]

2. 在太阳参考系 (看作惯性系) 中, 只考虑太阳、地球、月球三个星球, 而忽略其他星体的作用, 那么以下说法哪个是正确的?

- (A) 地球围绕太阳做椭圆运动
(B) 地球与月球的质心绕太阳做椭圆运动
(C) 地球与月球系统的机械能守恒
(D) 地球的机械能守恒
(E) 地球对太阳中心的角动量守恒

[]

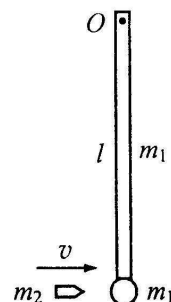
3. 氦气、氮气、水蒸气 (均视为刚性分子理想气体), 它们的摩尔数、温度、压强、体积均相同, 若使它们在体积不变的情况下吸收相等的热量, 则

- (A) 它们的温度升高相同, 压强增加相同
(B) 它们的温度升高相同, 压强增加不相同
(C) 它们的温度升高不相同, 压强增加相同
(D) 它们的温度升高不相同, 压强增加不相同

[]

三、计算题（共 27 分）：

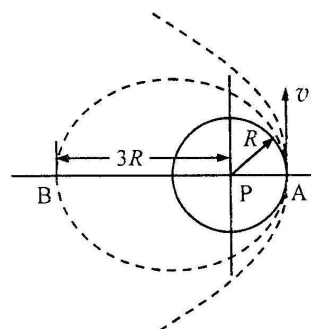
1. (10 分) 质量为 m_1 ，长度为 l 的均质细棒，一端固定有一个质量也是 m_1 的小球，可绕通过其另一端 O 的水平轴在竖直平面内无摩擦自由转动，组成一个球摆。现有一质量为 m_2 的子弹，以水平速率 v 射向小球，穿过小球后的速率为 $v/2$ 。要使球摆在竖直平面内转过完整的一圈，子弹入射的速率 v 至少应多大？



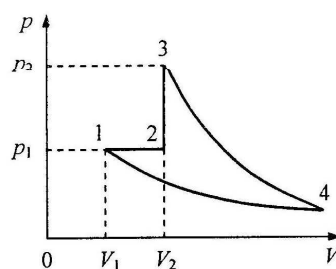
2. (5 分) 飞船绕行星 P 做半径为 R 的圆轨道飞行，飞行速率恒定为 v_1 。

(1) 在 A 点增大飞船的速率达到 v_2 ，速度方向不变，使飞船轨道变为经过 A 点和 B 点的椭圆形（ B 点到行星中心 P 的距离为 $3R$ ），那么 v_2 必须达到 v_1 的多少倍？

(2) 在 A 点增大飞船的速率达到 v'_2 ，速度方向不变，使飞船轨道变为顶点为 A 点的抛物线形，那么 v'_2 必须达到 v_1 的多少倍？



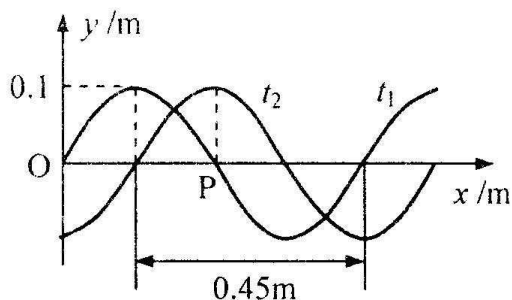
3. (12 分) 1 mol 氧气（视为理想气体）从状态 1 经等压过程到状态 2，再经等体过程到状态 3，又经绝热过程到状态 4（其温度与状态 1 的温度 T_1 相同），最后经等温过程回到状态 1。已知 $V_2 = 2V_1$ ， $p_2 = 2p_1$ ，求每个过程的热量（结果用 T_1 和已知常量表示），以及循环效率。



第二部分（波动与光学）

一、填空题（共 16 分，请将答案写在卷面指定的横线上）：

1. (4 分) 一列沿 x 轴正方向传播的平面简谐波在 $t_1 = 0$ 和 $t_2 = 0.25 \text{ s}$ 时刻的波形曲线如图所示，且在这段时间内 P 处质元未完成一次周期振动，则 P 处质元的振动函数为_____，该波的波函数为_____。



2. (3 分) 在杨氏双缝干涉实验中，屏到双缝的距离 $D = 1.5 \text{ m}$ ，用波长 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 的单色光垂直入射。若双缝间距 d 以 0.2 mm/s 的速率对称地增大，则在屏上距中心点 $x = 3.6 \text{ cm}$ 处，每秒钟扫过干涉亮纹的条数为_____条。
3. (3 分) 在迈克耳孙干涉仪的一个光路中，有一个垂直光线放置的厚度为 0.100 mm 、折射率为 1.52 的薄玻璃片。在可移动反射镜移动 0.620 mm 的过程中，观察到干涉条纹移动了 2300 条，则所用单色光的波长为_____nm。
4. (3 分) 波长为 600 nm 的单色光垂直入射到单缝上，屏放在焦距为 1.2 m 的凸透镜的焦平面上，观察到夫琅禾费单缝衍射图样的中央明纹的宽度为 6 mm ，由此可知单缝的宽度为_____mm。
5. (3 分) 两个偏振化方向正交的偏振片平行放置，强度为 I_0 的自然光垂直入射。在两偏振片之间平行插入另一个偏振片，该偏振片以匀角速度 ω 绕光传播方向旋转，则从最后一个偏振片出射光线明暗变化的频率为_____，最大光强为_____。

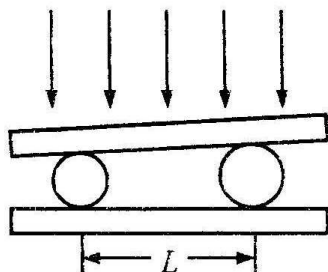
二、选择题（单选，每题 3 分，共 6 分，请将答案写在方括号内）：

1. 劲度系数为 k 的轻弹簧上端固定，下端系一质量为 m 的物体，稳定后弹簧伸长了 Δx 。现令其作简谐振动，则振动周期为

(A) $2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ (B) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ (C) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$ (D) $2\pi\sqrt{\frac{\Delta x}{g}}$ []

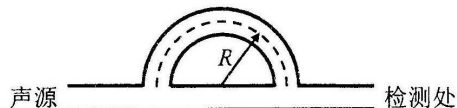
2. 两个直径相差甚小的圆柱体平行放在两块平板玻璃之间，用单色激光垂直照射，可看到干涉条纹。如果将两个圆柱之间的距离 L 拉大，则 L 范围内的干涉条纹

- (A) 数目增加，间距不变 (B) 数目增加，间距变小
(C) 数目不变，间距变大 (D) 数目减小，间距变大



三、计算题（共 18 分）：

1. (8 分) 波长为 40 cm 的声波从声源发出，通过一个由长直部分和半圆部分组成的管子。该声波的一部分通过半圆后与其沿直线传播的另一部分会合，发生干涉。当在检测处波的强度为最小时，半圆半径 R 的最小值是多少？当在检测处波的强度为最大时，半圆半径 R 的最小值是多少？



2. (10 分) 用白光（波长为 400 ~ 760 nm）垂直照射每厘米 4000 条缝的光栅，可以产生多少级完整可见的光谱？有多少级完整清晰可见的光谱？并求被重叠的最低级次的光谱波长范围。

答案

2. (3 分) $\frac{mg - F}{k} \left(1 - e^{-\frac{k}{m}t} \right)$

3. (3 分) 616

4. (3 分) 50π N 或 157 N

5. (4 分) 温度，平均平动动能

6. (4 分) $Nf(v)$, $\frac{1}{2}Nm \int_0^\infty v^2 f(v) dv$

7. (4 分) 可逆, -1100 J/K

二、选择题（每题 3 分，共 9 分）

A B D

三 计算题

1. $v \geq 4m_1 / m_2 * \sqrt{2gl}$ 2. (1) $v_2 = \sqrt{3/2} v_1$ (2) $v_2' = \sqrt{2} v_1$

3. (1) $Q_{12} = 7/2 RT_1$ (2) $Q_{23} = 5 RT_1$ (3) $Q_{34} = 0$ (4) $Q_{41} = -6 \ln 2 RT_1$ $\eta = 51\%$

一、填空题（共 16 分）

1. (4 分) $y = 0.1 \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$, $y = 0.1 \cos\left[2\pi\left(t - \frac{x}{0.6}\right) + \frac{\pi}{2}\right]$

2. (3 分) 8

3. (3 分) 539.1

4. (3 分) 0.24

5. (3 分) $2\omega/\pi$, $I_0/8$ (答对一个空给 2 分)

二、选择题（每题 3 分，共 6 分）

D C

三、计算题

1. $r_{\min} = 17.5 \text{ cm}$; $r_{\min} = 35.0 \text{ cm}$

2. 可以产生 3 级完整光谱；只有 1 级完整清晰可见光谱；波长处于 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 以上的 $k = 2$ 级光谱与 $k = 3$ 级光谱重叠，被重叠的最低级次 ($k = 2$) 的光谱波长范围为 600-760 nm