

填空题	选择题	计算 1	计算 2	计算 3	计算 4	计算 5	总分

可能用到的数据:

长度  $1\text{ m} = 10^6\text{ }\mu\text{m} = 10^9\text{ nm}$ ,

体积  $1\text{ L} = 10^{-3}\text{ m}^3$

大气压  $1\text{ atm} = 1.013 \times 10^5\text{ Pa}$ ,

万有引力常量  $G = 6.67 \times 10^{-11}\text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$

普适气体常量  $R = 8.31\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ,

玻耳兹曼常量  $k = 1.38 \times 10^{-23}\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

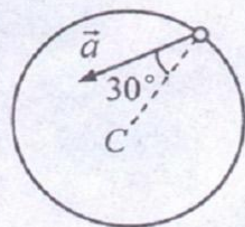
一、填空题 (共 38 分, 请将答案写在卷面指定的横线上):

1. (3 分) 一质点沿  $x$  轴做直线运动, 它的运动函数为  $x = t^3 - 3t^2 + 2t + 3\text{ (m)}$ , 则

(1) 质点在  $t=0$  时刻的速度  $\vec{v}_0 =$  \_\_\_\_\_;

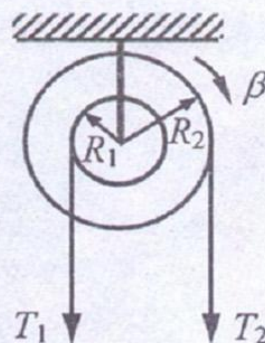
(2) 加速度为零时, 该质点的速度  $\vec{v} =$  \_\_\_\_\_。

2. (3 分) 质点沿圆心为  $C$ , 半径为  $5\text{ m}$  的圆轨道运动。计时开始时, 质点做顺时针运动, 加速度的大小为  $a = 30\text{ m/s}^2$ , 方向如图所示。若质点在运动过程中切向加速度始终保持不变, 则  $t = 0.5\text{ s}$  时质点的速率为 \_\_\_\_\_。



3. (3 分) 两个均匀刚性小球  $A$  和  $B$ , 半径均为  $r$ , 质量分别为  $m$  和  $2m$ , 球心距离为  $d$ 。若每个小球只受到对方的万有引力作用, 无其它力的作用, 那么让两者同时由静止释放, 它们将互相靠近, 最后碰撞。碰撞时小球  $A$  的速率为 \_\_\_\_\_。

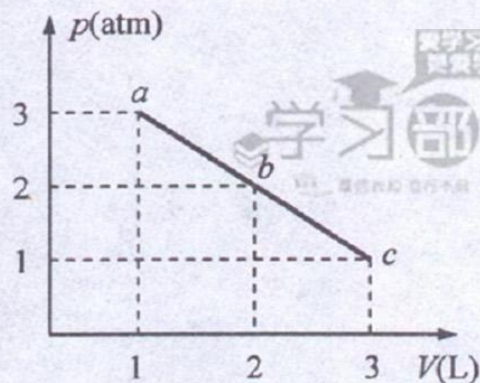
4. (3 分) 如图, 两滑轮的半径分别为  $R_1$  和  $R_2$ , 质量分别为  $M_1$  和  $M_2$ , 可视为均匀圆盘且同轴固定在一起。通过两滑轮边缘环绕的细绳向下拉动滑轮 (拉力分别为  $T_1$  和  $T_2$ ), 使滑轮顺时针旋转, 那么滑轮的角加速度  $\beta =$  \_\_\_\_\_。



5. (3 分) 在容积为  $0.01\text{ m}^3$  的容器中, 装有质量为  $100\text{ g}$  的气体。若气体分子的方均根速率为  $200\text{ m/s}$ , 则气体的压强为 \_\_\_\_\_  $\text{Pa}$ 。



6. (3分) 如图, 一定量的理想气体在  $p-V$  图中经过直线过程由状态  $a$  到  $b$  到  $c$ 。在此过程中, 气体对外做的功为 \_\_\_\_\_; 气体内能的增量为 \_\_\_\_\_; 气体吸收的热量 \_\_\_\_\_。



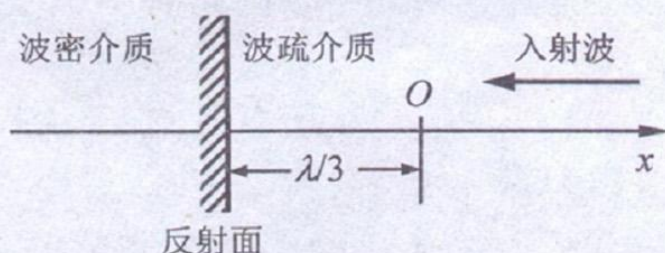
7. (3分) 1 mol 理想气体在气缸中进行无限缓慢的膨胀, 其体积由  $V_1$  变到  $V_2$ 。

(1) 当气缸处于绝热情况下时, 理想气体熵的增量  $\Delta S =$  \_\_\_\_\_。

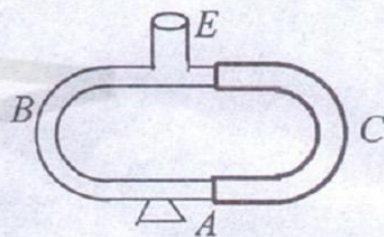
(2) 当气缸处于等温情况下时, 理想气体熵的增量  $\Delta S =$  \_\_\_\_\_。

8. (3分) 平面简谐波沿  $x$  轴负向传播, 其波函数为  $y = A \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$ , 其中  $\omega$  为角频率,

$\lambda$  为波长。该波被处于  $x = -\lambda/3$  处的反射面反射, 如图所示。若反射波的振幅和入射波振幅相等, 那么反射波波函数为 \_\_\_\_\_。



9. (3分) 图作为一种声波干涉仪, 声波从入口  $E$  进入仪器, 分  $EBA$ 、 $ECA$  两路在管中传播至喇叭口  $A$  汇合传出, 弯管  $C$  可以左右移动以改变管路长度, 当它渐渐移动时从喇叭口发出的声音周期性地增强或减弱, 设  $C$  管每移动 10 cm, 声音减弱一次, 则该声波的频率为 (空气中声速为 340 m/s) \_\_\_\_\_。



10. (3分) 一束单色光垂直入射在平面光栅上, 衍射光谱中共出现了 5 条明纹, 若光栅的缝宽度与不透明宽度相等, 那么在中央明纹一侧的第二条明纹是第 \_\_\_\_\_ 级。

11. (4分) 行星围绕太阳做椭圆运动, 太阳位于椭圆轨道的一个焦点上。设行星在近日点和远日点处到太阳的距离分别为  $r_1$  和  $r_2$ , 近日点处行星的速率为  $v_1$ , 那么远日点处行星的速率为 \_\_\_\_\_, 椭圆轨道短轴端点处行星的速率为 \_\_\_\_\_。

12. (4分) 质量为  $m$ , 半径为  $R$  的均匀扇形薄板绕通过其圆心的水平轴做小角度摆动, 摆动过程中薄板平面保持在竖直面内。扇形薄板对该轴的转动惯量为 \_\_\_\_\_; 测得其频率为  $f$ , 由此可知其质心到圆心的距离为 \_\_\_\_\_。



二、选择题（每题 3 分，共 15 分，请将答案写在卷面指定的方括号内）：



1. 压强为  $p$ 、体积为  $V$  的氢气（视为刚性分子理想气体）的内能为：

- (A)  $\frac{5}{2}pV$ , (B)  $\frac{3}{2}pV$ , (C)  $pV$ , (D)  $\frac{1}{2}pV$ 。

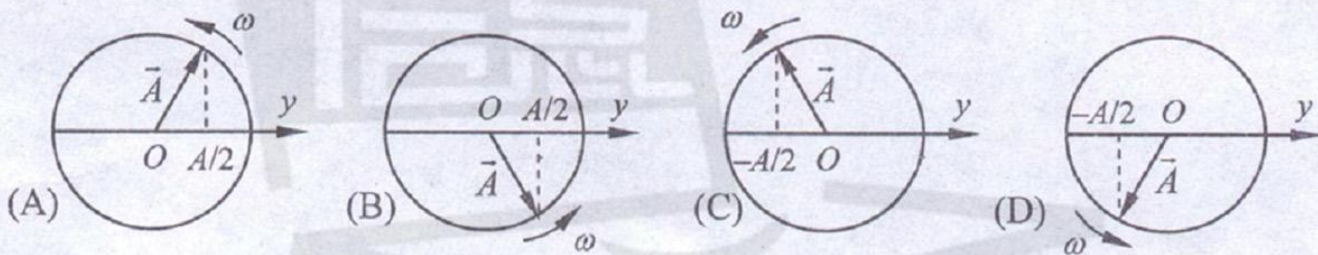
[ ]

2. 按照麦克斯韦速率分布律，温度为  $T$  时，氢、氮两种理想气体在各自方均根速率  $v_{rms} \pm 2m/s$  的速率区间内，分子数占总分子数的比例的大小关系为

- (A)  $(\Delta N/N)_{H_2} > (\Delta N/N)_{N_2}$   
 (B)  $(\Delta N/N)_{H_2} = (\Delta N/N)_{N_2}$   
 (C)  $(\Delta N/N)_{H_2} < (\Delta N/N)_{N_2}$   
 (D) 温度较低时  $(\Delta N/N)_{H_2} > (\Delta N/N)_{N_2}$ ，温度较高时  $(\Delta N/N)_{H_2} < (\Delta N/N)_{N_2}$

[ ]

3. 一列简谐波沿  $-x$  方向运动，在坐标原点引起的简谐振动为  $y = A\cos(\omega t + \pi/2)$ ，那么该简谐波在  $x = \frac{5}{12}\lambda$  处（其中  $\lambda$  为波长）引起的简谐振动所对应的的旋转矢量图为



[ ]

4. 当平面简谐机械波在弹性媒质中传播时，下述各结论哪个是正确的？

- (A) 媒质质元的振动动能增大时，其弹性势能减小，总机械能守恒。  
 (B) 媒质质元的振动动能和弹性势能都作周期性变化，但二者的相位不相同。  
 (C) 媒质质元的振动动能和弹性势能的相位在任一时刻都相同，但二者数值不相等。  
 (D) 媒质质元在其平衡位置处弹性势能最大。

[ ]

5. 在双缝干涉实验中，用单色自然光，在屏上形成干涉条纹。若在两缝后放一个偏振片，则

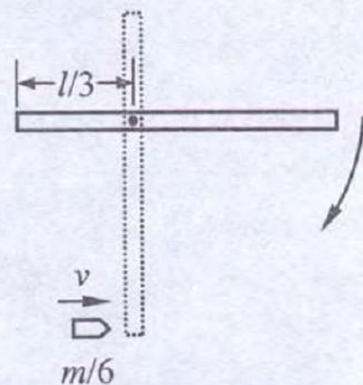
- (A) 干涉条纹的间距不变，但明纹的亮度加强。  
 (B) 干涉条纹的间距不变，但明纹的亮度减弱。  
 (C) 干涉条纹的间距变窄，但明纹的亮度减弱。  
 (D) 无干涉条纹。

[ ]

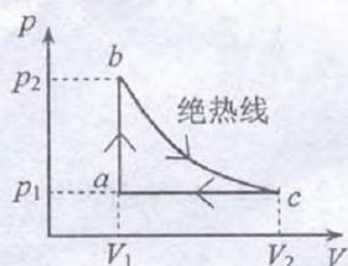


### 三、计算题 (共 47 分):

1. (12 分) 质量为  $m$ , 长为  $l$  的均匀细棒可绕距离棒一端为  $l/3$  的光滑水平轴在竖直平面内转动, 如图所示。细棒在水平位置由静止释放, 当其顺时针旋转至竖直位置时, 恰好有一质量为  $m/6$  的子弹向右水平打入细棒的末端而不复出。如果子弹使棒刚好停止旋转, 求子弹射入的速度。



2. (10 分) 以理想气体为工作物质的热机, 其循环过程如图所示, 试证明此热机的效率为  $\eta = 1 - \gamma \frac{V_2/V_1 - 1}{p_2/p_1 - 1}$ 。其中  $\gamma = C_{p,m} / C_{v,m}$  为比热容比。



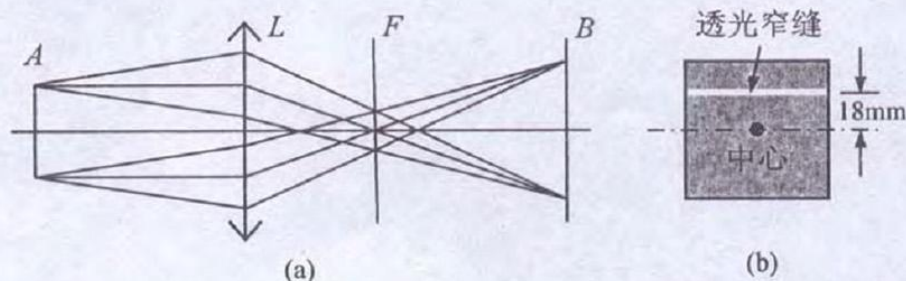
3. (10 分) 用波长为 500 nm 的单色光垂直照射到由两块光学平玻璃构成的空气劈尖上。在观察反射光的干涉现象中, 距劈尖棱边 1.56 cm 的 A 处是从棱边算起的第四条暗条纹中心。(1) 求此空气劈尖的劈尖角  $\theta$ ; (2) 改用 600 nm 的单色光垂直照射到此劈尖上, 仍观察反射光的干涉条纹, 那么 A 处是明条纹、暗条纹、还是相邻明条纹暗条纹的过渡区域?

4. (10 分) 一束波长  $\lambda = 589 \text{ nm}$  的平行光垂直照射到宽度  $a = 0.40 \text{ mm}$  的单缝上, 缝后放一焦距  $f = 1.0 \text{ m}$  的凸透镜, 在透镜的焦平面处的屏上形成衍射条纹。(1) 求第一级明纹离中央明纹中心的距离; (2) 对第二级明纹, 对该光波, 单缝处的波阵面可分成几个半波带? (3) 求中央明纹的宽度。

5. (5 分) 图(a)为凸透镜成像光路图, A 和 B 为物平面和像平面, L 为凸透镜, F 为焦平面。把一个透射光栅放在 A 处, 保持光栅刻线水平并垂直于透镜主光轴, 用平行白光垂直照射光栅。

(1) 把屏放在 F 处, 能观察到什么现象? 把屏移到 B 处, 能观察到什么现象?

(2) 保持屏在 B 处, 在 F 处放置如图(b)所示遮挡板, 使透镜主光轴垂直于遮挡板并通过遮挡板中心, 且遮挡板的透光窄缝平行于光栅刻线。如果光栅常数  $d = 12 \mu\text{m}$ , 凸透镜焦距  $f = 30 \text{ cm}$ , 那么在屏上能观察到什么现象? 参考下表列出的可见光波长。



颜色	波长 (nm)
红	780~630
橙	630~600
黄	600~570
绿	570~500
青	500~470
蓝	470~420
紫	420~380



## 一、填空题 (共 38 分):

1. (3 分)  $2\vec{i} \text{ m/s}$  (1 分),  $-\vec{i} \text{ m/s}$  (2 分)
2. (3 分)  $3.9 \text{ m/s}$ ,  $7.5 - \sqrt{75}\sqrt{3}$
3. (3 分)  $\sqrt{\frac{8Gm}{3} \left( \frac{1}{2r} - \frac{1}{d} \right)}$
4. (3 分)  $\frac{2(T_2 R_2 - T_1 R_1)}{M_1 R_1^2 + M_2 R_2^2}$
5. (3 分)  $1.33 \times 10^5$
6. (3 分)  $405.2 \text{ J}$ ,  $0$ ,  $405.2 \text{ J}$  (各 1 分)
7. (3 分)  $0$  (1 分),  $R \ln \frac{V_2}{V_1}$  (2 分)
8. (3 分)  $y = A \cos \left( \omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{\pi}{3} \right)$
9. (3 分)  $1.7 \times 10^3 \text{ Hz}$
10. (3 分) 第三级
11. (4 分)  $v_1 \frac{r_1}{r_2}$ ,  $v_1 \sqrt{\frac{r_1}{r_2}}$  (各 2 分)
12. (4 分)  $\frac{1}{2} m R^2$ ,  $\frac{2\pi^2 f^2 R^2}{g}$  (各 2 分)

## 二、选择题 (每题 3 分, 共 15 分):

(A) (C) (D) (D) (B)

## 三、计算题

1.  $v = \sqrt{3gl}$

3. (1)  $\theta = 4.8 \times 10^5 \text{ rad}$ ; (2) A 处是暗纹4. (1)  $x_1 = 2.21 \times 10^{-3} \text{ m}$ ; (2) 5 个半波带 (3)  $2.945 \times 10^{-3} \text{ m}$