

## 物理学院《大学物理 AI》期末考试题 A 卷

班级\_\_\_\_\_学号\_\_\_\_\_姓名\_\_\_\_\_总分\_\_\_\_\_

任课教师姓名\_\_\_\_\_

## 模块一 力学与热学(60 分)

	填空题	选择题	计算 1	计算 2	合计	复核人
得分						

## 模块二 波动与光学 (40 分)

	填空题	选择题	计算 1	计算 2	计算 3	合计	复核人
得分							

可能用到的物理常数

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  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$

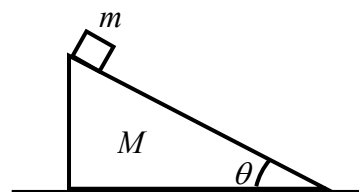
## 模块一 力学与热学(60 分)

一、填空题（共 30 分，将答案写在试卷指定的横线“\_\_\_\_\_”上）

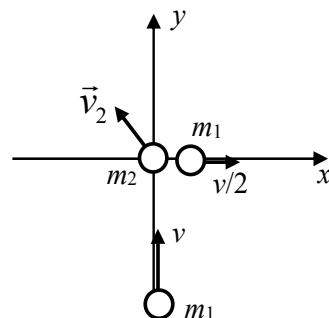
1. (3 分) 质点由静止开始做半径为 1 m 的圆周运动，运动方程为  $\theta = 3 + 2t^2$  (SI 单位)。

则  $t = 2 \text{ s}$  时刻，质点运动的法向加速度的大小为\_\_\_\_\_，切向加速度的大小为\_\_\_\_\_。

2. (3 分) 如图所示，质量为  $M$  的斜劈静止放置于光滑水平面上，斜面的倾角为  $\theta$ ，一质量为  $m$  的滑块从静止开始沿斜面无摩擦地滑下。当滑块滑到斜劈底端时（未脱离斜面），滑块相对于斜劈的速度大小为  $u$ ，则此时斜劈在光滑水平面上的运动速度大小为\_\_\_\_\_，在此过程中斜面对滑块的支持力所做的功为\_\_\_\_\_。

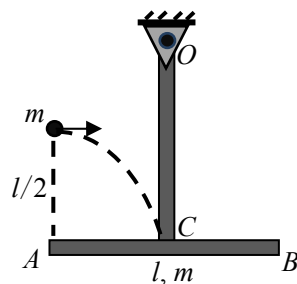


3. (4 分) 两个质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的小球位于如图所示的光滑水平面  $xy$  上, 初始时小球  $m_2$  静止于原点处、小球  $m_1$  以速率  $v$  沿  $y$  轴正方向朝着  $m_2$  运动并与小球  $m_2$  发生弹性碰撞, 碰撞后小球  $m_1$  以  $v/2$  的速率沿着  $x$  正方向被弹出, 请用矢量形式 (单位矢量以  $\vec{i}$ 、 $\vec{j}$  表示) 分别表示出碰撞后小球  $m_2$  的速度  $\vec{v}_2$  为\_\_\_\_\_ , 以及碰撞后由两小球构成系统的质心的运动速度为\_\_\_\_\_。



4. (3 分) 飞轮对其转轴的转动惯量为  $J$ , 在  $t = 0$  时角速度为  $\omega_0$ 。此后飞轮经历制动过程。若阻力矩  $M$  的大小与角速度  $\omega$  的平方成正比, 比例系数为  $k$  ( $k$  为大于零的常量)。则当  $\omega = \omega_0/3$  时, 飞轮的角加速度  $\alpha =$ \_\_\_\_\_。从开始制动到  $\omega = \omega_0/3$  所需的时间  $t =$ \_\_\_\_\_。

5. (4 分) 由两条长度为  $l$ 、质量为  $m$  的匀质细木条组成如图所示的对称 T 形结构, 并将其底端悬挂于与 T 形平面垂直的水平转轴  $O$  上, 其可绕转轴无摩擦地转动, 则该 T 形结构绕  $O$  轴转动的转动惯量为\_\_\_\_\_。设 T 形结构初始时自由悬挂处于静止, 一质量为  $m$  的粘土小球在  $A$  端正上方  $l/2$  处以一定速度被水平抛出, 小球正好击中 T 形结构的交叉点  $C$  处并粘在  $C$  点处。则碰后瞬间 T 形结构绕  $O$  轴转动的角速度大小为\_\_\_\_\_ (重力加速度表示为  $g$ )。



6. (3 分) 氮气分子可视为刚性双原子分子,  $2 \text{ mol}$  氮气 (视为理想气体, 摩尔质量为  $M$ ) 处于平衡态, 其分子按速率的分布遵从归一化的速率分布函数  $f(v)$ 。用  $f(v)$  分别表示出: 该氮气系统分子的平均速率为\_\_\_\_\_ , 该氮气系统的内能为\_\_\_\_\_。

7. (4 分) 理想气体的准静态循环过程在  $p-V$  图上可表示为两条等温线 (温度分别为  $T_1$  和  $T_2$ , 且  $T_1 > T_2$ ) 和两条绝热线, 循环过程可以在  $p-V$  图中分别按顺时针方向或逆时针方向运行, 对比这两种按相反方向运行的循环过程, 写出它们之间的两个主要区别:

(1) \_\_\_\_\_;

(2) \_\_\_\_\_。

8. (3 分) 2 mol 的氩气在 300 K 时的体积为  $0.1 \text{ m}^3$ ，如果经等压过程膨胀到  $0.3 \text{ m}^3$ ，则氩气从外界吸收的热量为\_\_\_\_\_；如果经等温过程膨胀到  $0.3 \text{ m}^3$ ，则氩气从外界吸收的热量为\_\_\_\_\_。

9. (3 分) 将 1 kg 处于  $0^\circ\text{C}$  的冰与温度为  $20^\circ\text{C}$  恒温热源接触，使冰全部熔化成  $0^\circ\text{C}$  的水，则水的熵变为\_\_\_\_\_，恒温热源的熵变为\_\_\_\_\_。(冰的熔化热为  $334 \text{ kJ/kg}$ )

二、选择题 (共 9 分，单选，每题 3 分，将答案写在试卷上指定的方括号 “[ ]” 内)

1. (3 分) 如图所示， $AB$  为一段不光滑路径，其中含有凹凸圆弧轨道， $A$ 、 $B$  两端高度相同。若小木块以初速率  $v_0$  由  $A$  端经此路径滑向  $B$  端，到达  $B$  端时的速率减小为  $v_B$ ；若小木块以相同初速率  $v_0$  由  $B$  端经此路径滑向  $A$  端，到达  $A$  端时的速度减小为  $v_A$  (小木块沿不同方向运动时与轨道的摩擦系数相同)。比较  $v_A$  和  $v_B$  的大小，有

(A)  $v_A < v_B$

(B)  $v_A > v_B$

(C)  $v_A = v_B$

(D) 无法确定



[ ]

2. (3 分) 人造地球卫星绕地球做椭圆轨道运动，卫星轨道近地点和远地点分别为  $A$  和  $B$ 。用  $L$  和  $E_k$  分别表示卫星对地心的角动量及其动能的瞬时值，则应有

(A)  $L_A < L_B$  ,  $E_{kA} < E_{kB}$  ;

(B)  $L_A > L_B$  ,  $E_{kA} > E_{kB}$  ;

(C)  $L_A = L_B$  ,  $E_{kA} < E_{kB}$  ;

(D)  $L_A = L_B$  ,  $E_{kA} > E_{kB}$  。

[ ]

3. (3 分) 关于热力学定律，下列说法正确的是：

(A) 在一定条件下物体的温度可以降到  $0 \text{ K}$ ；

(B) 吸收了热量的物体，其内能一定增加；

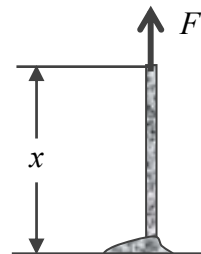
(C) 物体从单一热源吸收的热量可全部用于做功；

(D) 压缩气体一定能使气体的温度升高。

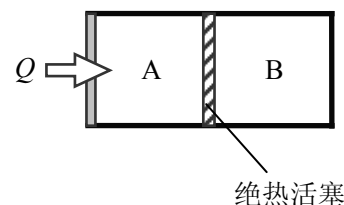
[ ]

三、计算题（共 21 分，将答案写在试卷空白处）

1. (10 分) 长为  $l$ 、质量为  $m$  的柔软绳子盘放在水平桌面上，用手将绳子的一端以恒定的速率  $v$  向上提起。试求：(1) 将此柔软绳子从桌面以匀速  $v$  上提至高度为  $x$  时，提力  $F$  的大小；(2) 将绳子正好全部提离地面时（不考虑绳子的左右偏离，认为绳子各部分都是在同一位置先后被提起），提力  $F$  所做的功为多少？



2. (11 分) 如图所示，容器被绝热、不漏气的活塞分成 A、B 两个部分，容器左端导热，其它部分绝热。开始时左、右两侧分别有标准状态下的理想氢气，容积均为 36 L。从左端对 A 中气体加热，使活塞缓缓右移，直到 B 中气体变为 18 L。求：(1) A 中气体末态温度和压强；(2) 外界传给 A 中气体的热量。



## 模块二 波动与光学 (40 分)

### 一、填空题 (共 9 分, 将答案写在试卷指定的横线“\_\_\_\_\_”上)

1. (3 分) 一弹簧振子做简谐振动, 振幅为  $A = 0.2 \text{ m}$ , 如果弹簧的劲度系数为  $k = 2.0 \text{ N/m}$ , 所系物体的质量为  $m = 0.50 \text{ kg}$ , 则当系统的动能是势能的 3 倍时, 振子的位移为\_\_\_\_\_; 振子从最大位移处运动到动能等于势能的 3 倍处所需的最短时间为\_\_\_\_\_。

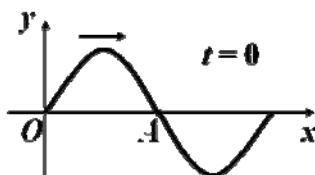
2. (3 分) 在光栅衍射中, 单缝衍射 (组成光栅的每条缝对光的衍射) 对光栅衍射条纹的影响有 (回答 2 条): \_\_\_\_\_;  
\_\_\_\_\_。

3. (3 分) 通过偏振片观察混在一起而又不相干的线偏振光和自然光, 将偏振片从透过光强最大的位置开始旋转  $90^\circ$  角, 结果发现透过光强减少了 50%, 则通过偏振片前的自然光与线偏振光的光强之比为\_\_\_\_\_。

### 二、选择题 (共 6 分, 单选, 每题 3 分, 将答案写在试卷上指定的方括号 “[ ]” 内)

1. (3 分) 如图所示为一沿  $x$  轴正向传播的平面简谐波在  $t = 0$  时刻的波形。若振动以余弦函数表示, 则  $A$  点处质元的振动初相为

- (A) 0;
- (B)  $\pi/2$ ;
- (C)  $\pi$ ;
- (D)  $3\pi/2$ 。



[ ]

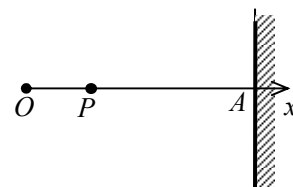
2. (3 分) 测量单色光的波长时, 下列方法中哪一种方法最为准确?

- (A) 双缝干涉;
- (B) 单缝衍射;
- (C) 光栅衍射;
- (D) 等倾干涉。

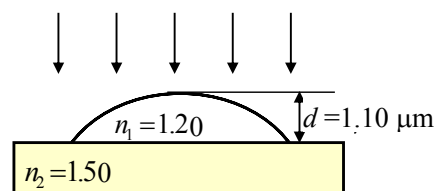
[ ]

三、计算题（共 25 分，将答案写在试卷空白处）

1. (10 分) 如图所示，有一平面简谐波在空气中沿  $x$  轴正方向传播，波速  $u = 3 \text{ m/s}$ 。已知  $x = 3 \text{ m}$  处质元  $P$  的振动函数为  $y = 6 \times 10^{-2} \cos(\pi t - \pi/2)$  (SI 单位)。求：(1) 该波的波函数；(2) 若  $x = 9.9 \text{ m}$  的  $A$  点处有一相对空气为波密的垂直反射壁，设反射时无能量损耗，求反射波的波函数；(3) 入射波和反射波相叠加形成驻波，试确定出现在  $O$  点和  $A$  点间的波节的位置。



2. (10 分) 如图所示, 一块平板玻璃 (折射率为  $n_2 = 1.50$ ) 上有一层薄油膜 (折射率为  $n_1 = 1.20$ ), 油膜的上表面是半径为  $R$  的球面的一部分, 其中心最厚处的厚度为  $1.10 \mu\text{m}$ 。用  $\lambda = 600 \text{ nm}$  的单色光垂直照射油膜, 并观察油膜表面所形成的反射光干涉条纹, 求:
- (1) 整个油膜上可观察到几条暗条纹?
  - (2) 若离油膜中心最近的暗条纹环的半径为  $0.3 \text{ cm}$ , 则油膜上表面球面的半径  $R$  为多少?



3. (5 分) 如图所示, 一潜艇停在海平面下  $100 \text{ m}$  处, 潜艇上所携声纳的喇叭对着前方发射声波 (由于喇叭对波的衍射作用, 发射出的声波有一定的覆盖范围, 习惯上以第一级衍射极小所对应的张角为覆盖范围)。请你为潜艇的声纳设计一个喇叭, 使该声纳在使用波长为  $10 \text{ cm}$  的声波时, 声波信号在水平方向的覆盖范围为  $60^\circ$  张角 (图中未表示出), 且不让位于潜艇正前方  $1000 \text{ m}$  内的水面敌舰收到信号, 试给出该声纳的喇叭的大致形状和尺寸。

