

物理学院《大学物理 AI》期末考试题 A 卷

2019 年 6 月 26 日 9:30—11:30

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

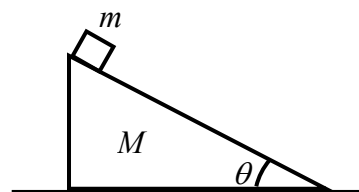
模块一 力学与热学(60 分)

一、填空题(共 30 分, 将答案写在试卷指定的横线“_____”上)

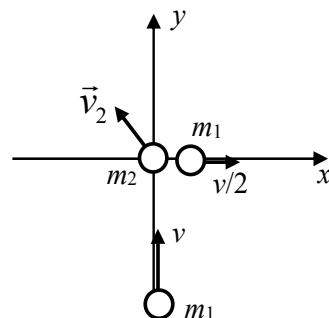
1. (3 分) 质点由静止开始做半径为 1 m 的圆周运动, 运动方程为 $\theta = 3 + 2t^2$ (SI 单位)。

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 θ , 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_____。

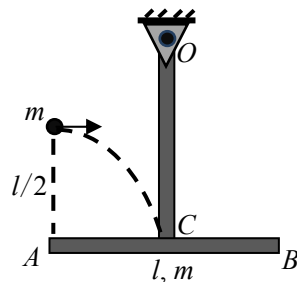


3. (4 分) 两个质量分别为 m_1 和 m_2 的小球位于如图所示的光滑水平面 xy 上, 初始时小球 m_2 静止于原点处、小球 m_1 以速率 v 沿 y 轴正方向朝着 m_2 运动并与小球 m_2 发生弹性碰撞, 碰撞后小球 m_1 以 $v/2$ 的速率沿着 x 正方向被弹出, 请用矢量形式 (单位矢量以 \vec{i} 、 \vec{j} 表示) 分别表示出碰撞后小球 m_2 的速度 \vec{v}_2 为_____ , 以及碰撞后由两小球构成系统的质心的运动速度为_____。



4. (3 分) 飞轮对其转轴的转动惯量为 J , 在 $t = 0$ 时角速度为 ω_0 。此后飞轮经历制动过程。若阻力矩 M 的大小与角速度 ω 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 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 m^3 ，如果经等压过程膨胀到 0.3 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 m^3 ，则氩气从外界吸收的热量为_____。

9. (3 分) 将 1 kg 处于 0°C 的冰与温度为 20°C 恒温热源接触，使冰全部熔化成 0°C 的水，则水的熵变为_____，恒温热源的熵变为_____。(冰的熔化热为 334 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 K ；

(B) 吸收了热量的物体，其内能一定增加；

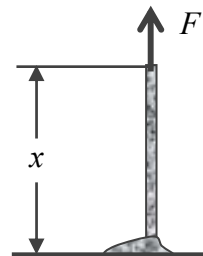
(C) 物体从单一热源吸收的热量可全部用于做功；

(D) 压缩气体一定能使气体的温度升高。

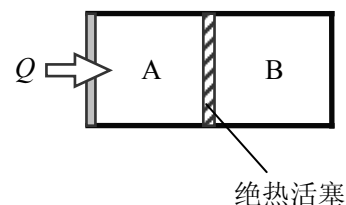
[]

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_____。

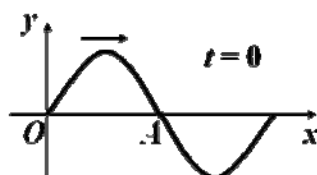
2. (3 分) 在光栅衍射中, 单缝衍射 (组成光栅的每条缝对光的衍射) 对光栅衍射条纹的影响有 (回答 2 条): _____;
_____。

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° 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) π ;
- (D) $3\pi/2$ 。



[]

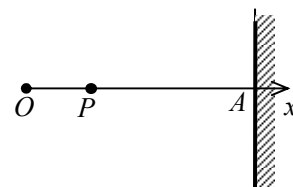
2. (3 分) 测量单色光的波长时, 下列方法中哪一种方法最为准确?

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

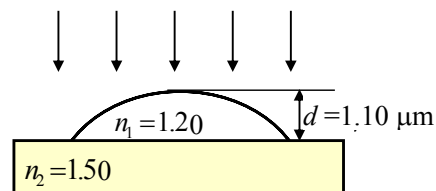
[]

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° 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。

