

## 大学物理 A I 考试题 A 卷

2021 年 6 月 23 日 9:50—11:50

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

任课教师姓名 \_\_\_\_\_

	选择题	填空题	计算 1	计算 2	计算 3	计算 4	计算 5	总 分
得分								

可能用到的数据:

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  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ 万有引力常量  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ , 地球平均半径  $R_E = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$ 

## 一、选择题 (共 24 分 每题 3 分)

1. (3 分) 一质点在平面上运动, 已知质点位置矢量的表示式为  $\vec{r} = at^2\vec{i} + bt^2\vec{j}$  (其中  $a$ 、 $b$  为常数), 则该质点作

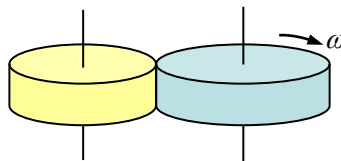
- (A) 抛物线运动; (B) 匀速直线运动;  
(C) 变速直线运动; (D) 一般曲线运动。 [ ]

2. (3 分) 一质点同时在几个力的作用下的位移为:  $\Delta\vec{r} = 5\vec{i} + 6\vec{j}$  [SI], 其中一个力是恒力  $\vec{F} = -4\vec{i} + 5\vec{j} + 9\vec{k}$  [SI]。则此力在该位移过程中所作的功为

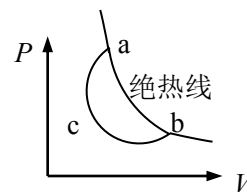
- (A) 50J; (B) 10J;  
(C) 25J; (D) 75J。 [ ]

3. (3 分) 如图所示, 以一定的角速度  $\omega$  转动的圆柱与静止的另一圆柱的侧面慢慢相接触, 因摩擦而带动, 稳定后以相同的线速度绕各自轴转动, 忽略接触过程中转轴的移动, 在此过程中两圆柱组成的系统的 (这里角动量是指相对于其中任一转轴的角动量)

- (A) 动量守恒, 角动量不守恒;  
(B) 动量守恒, 角动量守恒;  
(C) 动量不守恒, 角动量不守恒;  
(D) 动量不守恒, 角动量守恒。 [ ]



4. (3 分) 如图所示, 系统经历由  $b \rightarrow c \rightarrow a$  的准静态过程中



- (A) 只吸热, 不放热;
- (B) 只放热, 不吸热;
- (C) 有的阶段吸热, 有的阶段放热, 净吸热为正;
- (D) 有的阶段吸热, 有的阶段放热, 净吸热为负。

[            ]

5. (3 分) 设有下列过程:

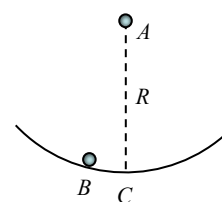
(1) 用活塞缓慢地压缩绝热容器中的理想气体 (设活塞与器壁无摩擦); (2) 用缓慢地旋转的叶片使绝热容器中的水温上升; (3) 冰溶解为水; (4) 一个不受空气阻力及其它摩擦力作用的单摆的摆动。

其中是可逆过程的为

- (A) (1)、(2)、(4);                      (B) (1)、(2)、(3);
- (C) (1)、(3)、(4);                      (D) (1)、(4)。

[            ]

6. (3 分) 如图为光滑圆弧形轨道, 半径为  $R$ , 在圆心处放置小球  $A$ , 圆心竖直下方  $C$  点旁边放一个与  $A$  完全相同的小球  $B$ ,  $B$ 、 $C$  两点非常靠近, 现让  $A$ 、 $B$  小球同时运动, 则小球到达  $C$  点的情况是



- (A)  $B$  球先到;                      (B)  $A$  球先到;
- (C) 同时到;                      (D) 无法判断。

[            ]

7. (3 分) 在白光垂直照射单缝而产生的衍射图样中, 波长为  $\lambda_1$  的光的第三级明纹与波长为  $\lambda_2$  的光的第四级明纹相重合, 则这两种光的波长之比值  $\lambda_1/\lambda_2$  为

- (A)  $3/4$ ;                      (B)  $4/3$ ;                      (C)  $7/9$ ;                      (D)  $9/7$ 。

[            ]

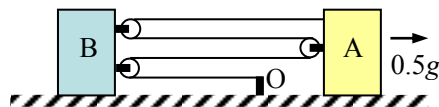
8. (3 分) 用单色光垂直照射光栅, 若遮盖掉其半边的缝, 只留下另一半的缝透光, 则在屏幕上观察到的衍射条纹将发生如下哪种变化

- (A) 条纹间距增大, 条纹宽度不变;
- (B) 条纹间距增大, 条纹宽度增大;
- (C) 条纹间距不变, 条纹宽度不变;
- (D) 条纹间距不变, 条纹宽度增大。

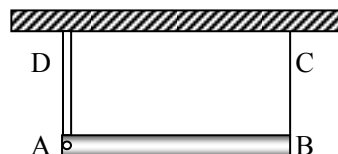
[            ]

## 二、填空题 (共 30 分)

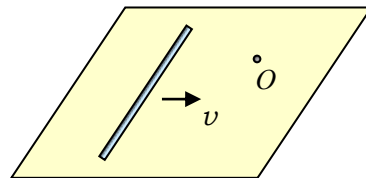
9. (3 分) 如图所示, 水平桌面上放置 A、B 两物体, 用一根不可伸长的绳索按如图的装置把它们连接起来, O 点与桌面固定, 已知物体 A 的加速度为  $0.5g$  ( $g$  为重力加速度), 则物体 B 的加速度为\_\_\_\_\_。



10. (4 分) 如图所示, 一水平悬挂的均匀细棒 AB 质量为  $M$ 。若剪断悬挂棒 B 端的绳子 BC, 则棒 AB 在竖直面内绕过 A 点的固定轴转动。则剪断 BC 瞬间, 细棒质心的加速度为\_\_\_\_\_; 竖直杆 AD 对棒作用力的大小为\_\_\_\_\_。(设重力加速度为  $g$ )

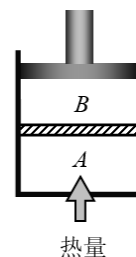


11. (3 分) 如图所示, 一质量为  $m$ 、长为  $2l$  匀质细棒, 以与棒长方向相垂直的速度  $v$ , 在光滑水平面内平动时, 与前方一固定支点  $O$  发生完全非弹性碰撞, 碰撞点位于距离棒的一端  $l/2$  处; 则细棒在碰撞后的瞬时, 绕  $O$  点转动的角速度为\_\_\_\_\_。



12. (4 分)  $2 \text{ mol}$  水蒸汽 (为刚性分子理想气体) 处于平衡状态, 其分子按速率的分布遵从麦克斯韦速率分布函数  $f(v)$ , 其最概然速率为  $v_p$ 、其摩尔质量为  $M_{\text{mol}}$ , 试用所给物理量及符号表示: 水蒸汽系统速率  $v < v_p$  的分子的平均速率为\_\_\_\_\_, 该水蒸汽系统的内能为\_\_\_\_\_。

13. (3 分) 如图所示, 气缸的侧壁绝热, 上面有一个绝热活塞, 底板可自由导热。中间可自由滑动的绝热隔板把汽缸分为 A, B 两室, 它们各盛有  $1 \text{ mol}$  理想氮气。现将  $500 \text{ J}$  热量由底部缓缓传给气体, 最上面的活塞始终保持  $1 \text{ atm}$  的压强。则 A 室内气体的温度变化了\_\_\_\_\_K, B 室内气体的温度变化了\_\_\_\_\_K。

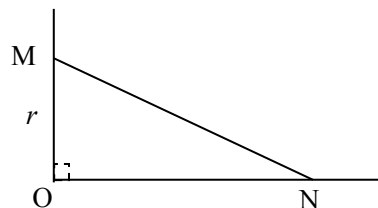


14. (3 分) 在一个大气压下, 一导热桶内放有  $3.5 \text{ kg}$  水和  $0.5 \text{ kg}$  冰的混合物, 处于温度为  $0^\circ\text{C}$  平衡态, 已知冰的熔化热  $\lambda = 334 \text{ J/g}$ 。将桶置于比  $0^\circ\text{C}$  稍低的房间中使桶内达到水和冰质量相等的平衡态。此过程中冰水混合物的熵变为\_\_\_\_\_J/K, 冰水混合物、桶和房间的总熵变为\_\_\_\_\_J/K。

15. (4分) 如图所示, O 和 N 为二相干波源 (设初相分别为  $\varphi_1$ 、 $\varphi_2$ ), 假设它们能发出向各个方向传播的平面简谐波, 其波长都为  $\lambda=10\text{cm}$ , 其振幅分别为  $A_1=4\text{cm}$ ,  $A_2=3\text{cm}$ ; 已知  $ON=40\text{cm}$ ,  $OM=30\text{cm}$ 。

(1) 设  $\varphi_1=\pi/3$ ,  $\varphi_2=4\pi/3$ , 则 M 点的振幅  $A=$  \_\_\_\_\_ cm;

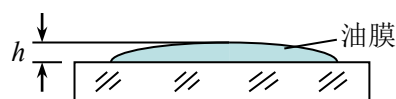
(2) 设  $\varphi_1=\varphi_2$ , 连线 OM 上 (包括两 endpoint) 因干涉而振幅极大的点的位置有  $r=$  \_\_\_\_\_ cm ( $r$  为离开 O 点的距离, 可以有多个答案)。



16. (3分) 如图所示, 波长  $\lambda=600\text{nm}$  的单色光垂直照射在油膜上, 观察反射光干涉条纹。已知油膜的折射率  $n_1=1.2$ , 玻璃的折射率  $n_2=1.5$ ,

$h=1200\text{nm}$ 。能观察到干涉明条纹的条数为 \_\_\_\_\_;

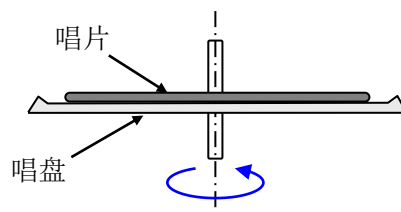
油膜扩散时, 干涉明条纹的数量 \_\_\_\_\_ (填增多、减少或不变)



17. (3分) 要使一束线偏光通过偏振片后, 振动方向转  $90^\circ$  至少需要 \_\_\_\_\_ 块理想偏振片, 在此情况下, 透射光强最多是原来光强的 \_\_\_\_\_ 倍。

### 三、计算题 (共 46 分)

18. (10分) 唱机的转盘绕着通过盘心的固定竖直轴转动, 唱片放上去后将受转盘摩擦力的作用而随转盘转动, 如图所示。设唱片为半径为  $R$ 、质量为  $m$  的均匀圆盘, 唱片和转盘间的摩擦系数为  $\mu_k$ , 转盘以角速度  $\omega$  匀速转动。求: (1) 唱片刚被放到唱盘上去时受到的摩擦力矩为多大? (2) 唱片达到角速度  $\omega$  需要多长时间? 在这段时间内, 转盘保持角速度  $\omega$  不变, 驱动力矩共做了多少功? 唱片获得了多大的动能?

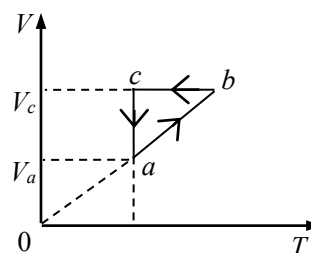


19 (10分) 如图所示是某理想气体循环过程的  $V-T$  图。

已知该气体的定压摩尔热容  $C_{P,m}=2.5R$ , 定体摩尔热容  $C_{V,m}=1.5R$ ,  $V_c=2V_a$ , 且  $ab$  延长线通过原点  $O$ 。

(1) 画出气体循环过程的  $P-V$  图;

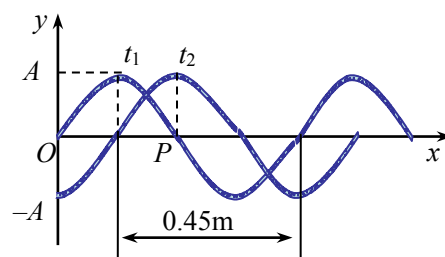
(2) 求循环过程的循环效率。



20. (10 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 (此间波向前传播了不到一个波长的距离)。求:

(1)  $P$  处质元的振动方程;

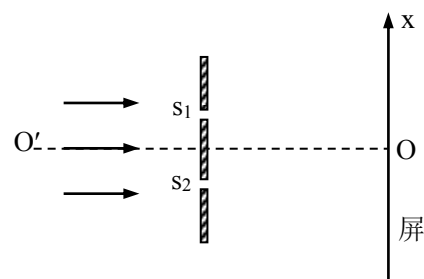
(2) 该简谐波的波函数。



21. (10 分) 波长  $\lambda=6000\text{\AA}$  单色平行光垂直照射在双缝上, 如图所示,  $s_1$ 、 $s_2$  双缝到  $OO'$  连线的距离均为  $d=1.5\text{mm}$ , 双缝至屏的距离  $D=2\text{m}$ , 缝宽比  $d$  小得多。

求:

(1) 如果上缝  $s_1$  处覆盖一厚度为  $5\times 10^{-6}\text{m}$ , 折射率为  $n$  的薄膜, 则条纹向什么方向移动? 若发现第 5 级明条纹恰好移到  $O$  点处, 薄膜的折射率是多少?



(2) 若在双缝后放置一主光轴与  $OO'$  连线重合的薄透镜, 并在  $s_1$ 、 $s_2$  中间开一条同样的狭缝, 透镜焦距  $f=1.5\text{m}$ , 求位于透镜焦平面的屏上离中央  $O$  点最近的第一个极小的  $x$  坐标 (只写出正值)。

22. (6 分) 房间内有一按可逆卡诺循环工作的空调机, 在连续工作时, 每秒对该机作  $W$  焦耳的功。夏天该机从室内吸热释放至室外以降低室温。已知当室内、室外的温差为  $\Delta T$  时, 每秒由室外漏入室内的热量  $Q=A\Delta T$ ,  $A$  为一常数。设室外的温度恒定为  $T_1$ , 夏天该机连续工作时, 室内能维持的稳定温度  $T_2$  为何值?