

# 上海交通大学试卷(B卷)

(2017至2018学年第2学期试卷2018年6月27日)

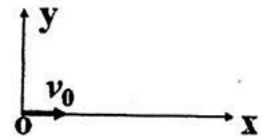
班级号 \_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_  
课程名称 \_\_\_\_\_ 大学物理 A 类 (1) \_\_\_\_\_ 成绩 \_\_\_\_\_

注意: (1) 试卷共三张; (2) 填空题空白处写上关键式子, 可参考给分, 计算题要列出必要的方程和解题的关键步骤; (3) 不要将订书钉拆掉; (4) 第四张为草稿纸。

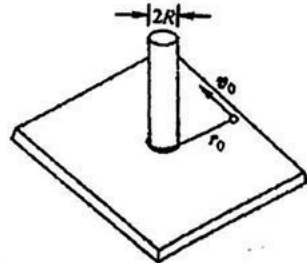
## 一、填空题(共56分)

1、(本题2分) 一质点在三维空间的势能函数为  $U = -ax^2 + bxy + cz$ , 其中  $a$ 、 $b$ 、 $c$  为常数, 则该质点从坐标原点  $(0, 0, 0)$  运动到点  $(2, 2, 2)$  过程中对应保守力对质点做的功为 \_\_\_\_\_。

2、(本题6分) 如图所示, 质量为  $m$  的石子  $t=0$  时刻从某建筑物上的  $O$  点以水平速度  $v_0$  沿  $x$  轴抛出, 不计空气阻力, 在石子落地前,  $t$  时刻石子相对  $O$  点的角动量  $\vec{L}_0 =$  \_\_\_\_\_, 石子相对  $O$  点受到的重力矩  $\vec{M}_0 =$  \_\_\_\_\_, 角动量对时间变化率  $\frac{d\vec{L}_0}{dt} =$  \_\_\_\_\_。(矢量用  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向上的单位矢量  $\vec{i}$ 、 $\vec{j}$ 、 $\vec{k}$  表示)



3、(本题4分) 系于细绳一端的质点在光滑水平面上运动, 同时一不计质量不可伸长的细绳逐渐缠绕在竖直光滑圆柱上, 使质点与圆柱对称轴的距离逐渐缩短, 如图所示。则在此过程中质点相对圆柱对称轴与水平面交点  $O$  的角动量 \_\_\_\_\_ (填“守恒”或“不守恒”), 质点的机械能 \_\_\_\_\_ (填“守恒”或“不守恒”)。



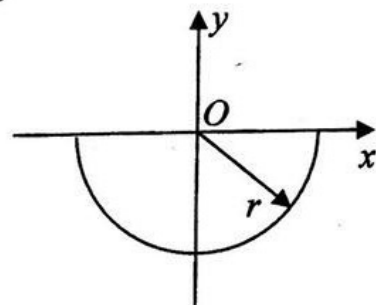
4、(本题2分) 荷兰物理学家范德瓦耳斯于19世纪提出了实际气体状态方程, 称为范氏方程。该方程将理想气体状态方程经过修正后得到, 要点是计入分子间的 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_, 以便更好地描述真实气体的宏观性质。

我承诺，我将严格遵守考试纪律。

承诺人：\_\_\_\_\_

题号	—	二 1	二 2	二 3	二 4
得分					
批阅人(流水阅卷教师签名处)					

- 5、(本题 6 分) 如图所示，质量为  $m$  的匀质细铁丝弯成半径为  $r$  的半个圆周，且处于  $xoy$  平面，直径沿  $x$  轴，圆心位于坐标原点，则该铁丝对  $x$  轴的转动惯量为\_\_\_\_\_，对  $y$  轴的转动惯量为\_\_\_\_\_，对  $z$  轴的转动惯量为\_\_\_\_\_。



- 6、(本题 4 分) 体积为  $V$  的容器，中间由隔板隔开， $\nu$  mol 的某种理想气体占据容器其中的一半空间，另一半为真空，平衡时气体压强为  $p$ 。当中间隔板打开后，气体充满整个容器并很快达到新的平衡状态。在新的平衡态下，气体的压强为\_\_\_\_\_，温度为\_\_\_\_\_。

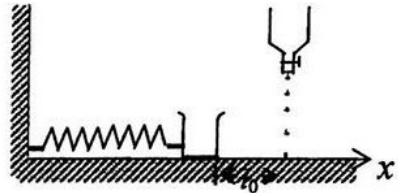
- 7、(本题 4 分) 设有  $N$  个分子的某种气体，分子速率分布函数为  $f(v) = \begin{cases} C & (0 \leq v \leq v_0) \\ 0 & (v > v_0) \end{cases}$ ，其中  $v_0$  为已知常量，则常量  $C$  的值应为\_\_\_\_\_，分子的平均速率为\_\_\_\_\_。

- 8、(本题 4 分) 对于 1 mol 的氢气，处于温度为  $T$  的平衡态时，分子速率大小按照麦克斯韦速率分布定律  $\frac{\Delta N}{N} = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi k_B T}\right)^{3/2} \exp\left(-\frac{mv^2}{2k_B T}\right) v^2 \cdot \Delta v$  分布。设最可几速率为  $v_p$ ，则速率处于  $v_p \rightarrow v_p + 0.02v_p$  的氢分子数占总分子数的比值为\_\_\_\_\_。对于相同条件下的氧气，该比值为\_\_\_\_\_。

9 (本题 4 分) 一救护车以  $72 \text{ km/h}$  速度在道路上行驶, 救护车边行驶边鸣响报警器, 该报警器的频率为  $200 \text{ Hz}$ 。在迎面驶来的汽车 (车速与救护车相同) 上的驾驶员听来, 救护车报警器声音的频率为 \_\_\_\_\_  $\text{Hz}$ ; 而在救护车后方行驶, 且与救护车保持一定距离的汽车上的驾驶员听来, 该报警器声音的频率为 \_\_\_\_\_  $\text{Hz}$ 。(设空气中声速为  $340 \text{ m/s}$ )

10、(本题 2 分) 一列简谐横波沿  $x$  轴正方向传播, 各质元振动的振幅为  $2\text{cm}$ , 若某时刻相距  $10\text{m}$  的两质元的位移都为  $1\text{cm}$ , 而运动方向相反, 则该波所有可能的波长为 \_\_\_\_\_  $\text{m}$ 。

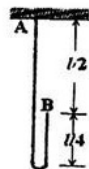
11、(本题 4 分) 如图所示, 劲度系数为  $k$  的轻弹簧一端固定在墙上, 另一端连接一质量为  $M$  的容器, 容器可在光滑水平面上运动。当弹簧未变形时容器位于  $O$  处, 今使容器自  $O$  点左侧  $l_0$  处从静止开始运动, 每经过  $O$  点一次时, 从上方滴管中滴入一质量为  $m$  的油滴, 则容器中滴入  $N$  滴以后, 容器运动到距  $O$  点的最远距离为 \_\_\_\_\_; 容器滴入第  $(N+1)$  滴与第  $N$  滴的时间间隔为 \_\_\_\_\_。



12、(本题 4 分) 飞船以  $0.6c$  飞经地球, 此时飞船与地球上的钟均为 12 点。(1) 当飞船上的钟读数为 12:24 时飞船飞过一个相对地球静止的宇航站 (其钟与地球钟同步), 此时宇航站上的钟读数为 \_\_\_\_\_; (2) 在飞船上的钟读数为 12:24 时飞船向地球发一光信号, 则地球接收到信号时地球上的钟读数为 \_\_\_\_\_。

13、(本题 4 分) 要提高卡诺热机效率, 可以有两种途径: (1) 高温热源温度  $T_1$  不变, 使低温热源的温度  $T_2$  降低  $\Delta T$ ; (2) 低温热源温度  $T_2$  不变, 使高温热源的温度  $T_1$  升高同样的  $\Delta T$  值。若两种途径分别可使卡诺循环的效率升高  $\Delta\eta_1$  和  $\Delta\eta_2$ , 则两者相比 \_\_\_\_\_ (比较两者大小)。在实际应用中, 你认为哪种途径更容易实现? \_\_\_\_\_ (填途径的序号 (1) 或 (2))。

14、(本题 6 分) 长度为  $l$  的匀质软绳, 开始时两端 A 和 B 悬挂在同一个固定点上。使 B 端脱离悬挂点自由下落, 当如图所示, B 端下落高度为  $l/2$  时, 使 A 脱离悬挂点, 此时软绳系统质心速度大小为 \_\_\_\_\_; 此时 B 端与系统质心间的距离为 \_\_\_\_\_; 从 A 脱离悬挂点到绳子完全伸直所需时间为 \_\_\_\_\_。



## 二、计算题（共 44 分）

1、（本题 12 分）设电风扇电源的动力矩恒定不变为  $M$ ，叶片受到的空气阻力矩与叶片旋转的角速度  $\omega$  成正比，比例系数的  $\alpha$ ，并已知叶片转子的总转动惯量为  $J$ 。

求：（1）原来静止的电扇通电  $t$  秒后的角速度；

（2）电扇在最初通电  $t$  秒过程中电源的动力矩对电风扇做的功；

（3）电扇稳定转动时的角速度；

（4）电扇以稳定角速度旋转时，断开电源后风叶还能继续转过的角度。

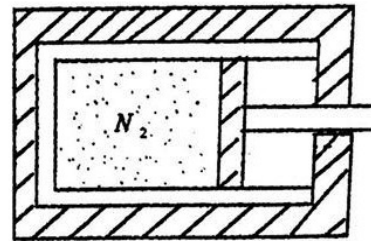
2、(本题 12 分) 一架飞机以  $v_0$  的水平速度触地滑行, 滑行期间受到的空气升力为  $c_1 v^2$ , 空气水平阻力为  $c_2 v^2$ , 其中  $v$  是飞机的滑行速度,  $c_1$ 、 $c_2$  为正值恒量, 刚开始触地滑行时升力等于飞机重力。假设飞机与跑道之间的摩擦力与正压力成正比, 比例系数 (摩擦因数)  $\mu$  已知, 求飞机从触地到停止所滑行的距离。

3、(本题 10 分) 如图所示, 一质量为  $m$  的小球, 在水平桌面受到桌面的斥力以及重力作用, 悬浮于桌面之上。斥力大小与小球到桌面的距离成反比 (比例系数为  $\alpha$ )。证明: 在平衡位置附近, 小球的运动是简谐振动, 并给出振动的周期。

•  $m$



4、(本题 10 分) 一个用良导热物体制成的气缸, 其热容量为  $5R$  ( $R$  为气体普适常数), 缸内有  $2\text{mol}$  的氮气 (可看做刚性分子组成的理想气体), 气缸外套及活塞均为绝热材料, 如图所示。活塞与气缸间密封但无摩擦。缓慢压缩气体, 求氮气所经历多方过程的



(1) 摩尔热容量  $C$ ;

(2) 多方指数  $n$ 。

(3) 如果开始时氮气的温度为  $T_0$ , 气体的容积为  $V_0$ , 最终气体的容积减半, 求此过程中外界对系统做的功。