

二〇二〇~二〇二一学年 第二学期《大学物理》I(1)、IA(1)、A(1)  
 期中考试试题  
 考试日期: 2021年5月9日 试卷类型: A 试卷代号: 180001

班号	学号	姓名		
题号	一	二	三	总分
得分				

本题分数	30
得分	

一、选择题 (每小题3分, 请将选项填入下表中)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1. 质点作曲线运动,  $r$  表示位置矢量,  $v$  表示速度,  $a$  表示加速度,  $S$  表示路程,  $a_t$  表示切向加速度, 下列表达式中,  
 (1)  $dv/dt = a$ , (2)  $dr/dt = v$ , (3)  $dS/dt = v$ , (4)  $|d\vec{v}/dt| = a_t$   
 (A) 只有(1)、(4)是对的 (B) 只有(2)、(4)是对的  
 (C) 只有(2)是对的 (D) 只有(3)是对的

2. 质点在  $y$  轴上运动, 运动方程为  $y = 4t^2 - 2t^3$ , 则质点返回原点时的速度和加速度分别为:  
 (A)  $8 \text{ m/s}$ ,  $16 \text{ m/s}^2$ ; (B)  $-8 \text{ m/s}$ ,  $-16 \text{ m/s}^2$ ;  $gt - 6t^2$   $t = 2.5$   
 (C)  $-8 \text{ m/s}$ ,  $16 \text{ m/s}^2$ ; (D)  $8 \text{ m/s}$ ,  $-16 \text{ m/s}^2$ .  $g - 12t$

3. 斜上抛物体的法向加速度为  $a_n$ , 轨道曲率半径为  $\rho$ , 则在轨道的最高点  
 (A)  $a_n$  和  $\rho$  均最大; (B)  $a_n$  和  $\rho$  均最小;  
 (C)  $a_n$  最大,  $\rho$  最小; (D)  $a_n$  最小,  $\rho$  最大.  
 $a_n = g \cos \theta$   $\rho = \frac{v^2}{a_n}$   $\theta = 0$   $a_n = g$

4. 对功的概念有以下几种说法:  
 (1) 保守力作正功时, 系统内相应的势能增加;  $\Delta W = -\Delta E_p$   
 (2) 质点沿闭合路径运动一周, 保守力对质点作的总功为零;  
 (3) 作用力和反作用力大小相等、方向相反, 所以两者所作功的代数和必为零。  
 在上述说法中:  
 (A) (1)、(2)是正确的; (B) (2)、(3)是正确的;  
 (C) 只有(2)是正确的; (D) 只有(3)是正确的。

5. 有 A、B 两种不同的容器, A 中装有单原子理想气体, B 中装有双原子理想气体, 若两种气体的压强相同, 则这两种气体的单位体积内的内能之间的关系为:  
 $pV = \frac{2}{3} N \epsilon$   $\epsilon = \frac{5}{2} kT$   $\epsilon = \frac{5}{2} pV$   
 (A)  $(\frac{E}{V})_A < (\frac{E}{V})_B$ ; (B)  $(\frac{E}{V})_A > (\frac{E}{V})_B$ ; (C)  $(\frac{E}{V})_A = (\frac{E}{V})_B$ ; (D) 无法判定  
 $\epsilon = \frac{5}{2} pV$   $\epsilon = \frac{5}{2} pV$

6. 几个力同时作用在一个具有光滑固定转轴的刚体上, 如果这几个力的矢量和为零, 则此刚体:  
 (A) 必然不会转动; (B) 转速必然不变;  
 (C) 转速必然改变; (D) 转速可能不变, 也可能改变。

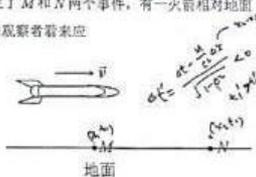
7. 质量为  $m$  的小孩站在半径为  $R$  的水平平台边缘上。平台可以绕通过其中心的竖直光滑固定轴自由转动, 转动惯量为  $J$ , 平台和小孩开始时均静止。当小孩突然以相对于地面为  $v$  的速率在边缘沿逆时针方向走动时, 则此平台相对地面旋转的角速度和旋转方向分别为  
 (A)  $\omega = \frac{mR^2}{J} (\frac{v}{R})$ , 顺时针 (B)  $\omega = \frac{mR^2}{J} (\frac{v}{R})$ , 逆时针  
 (C)  $\omega = \frac{mR^2}{J + mR^2} (\frac{v}{R})$ , 顺时针 (D)  $\omega = \frac{mR^2}{J + mR^2} (\frac{v}{R})$ , 逆时针

8. 光滑水平桌面上, 有一长为  $2L$ 、质量为  $m$  的匀质细杆, 可绕过其中点且垂直于杆的竖直光滑固定轴  $O$  自由转动, 其转动惯量为  $\frac{1}{3} mL^2$ , 起初杆静止。桌面上有两个质量均为  $m$  的小球, 各自在垂直于杆的方向上, 正对着杆的一端, 以相同速率  $v$  相向运动, 如图所示。当两小球同时与杆的两个端点发生完全非弹性碰撞后, 就与杆粘在一起转动, 则这一系统碰撞后的转动角速度应为:  
 (A)  $\frac{2v}{3L}$  (B)  $\frac{4v}{5L}$  (C)  $\frac{6v}{7L}$  (D)  $\frac{8v}{9L}$  (E)  $\frac{12v}{7L}$   
 $\frac{1}{3} mL^2 \omega = 2mvL$   
 $\frac{2}{3} mL^2 \omega = 2Lmv$

(共7页)

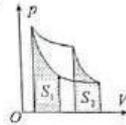
9. 如图所示, 地面上的人观测到地面上两处同时发生了M和N两个事件, 有一火箭相对地面以速度v运动, 方向平行于两事件的连线, 在火箭上的观察者看来

- (A) M早于N发生
- (B) N早于M发生
- (C) M、N同时发生
- (D) 条件不够, 不足以判断哪个事件发生在先



10. 理想气体卡诺循环过程的两条绝热线下的面积大小(图中阴影部分)分别为 $S_1$ 和 $S_2$ , 则两者的大小关系为:

- (A)  $S_1 > S_2$
- (B)  $S_1 < S_2$
- (C)  $S_1 = S_2$
- (D) 无法确定



本题分数	39
得分	

二、填空题 (每空3分)

11. 质点沿x轴正向运动, 其加速度a与位置坐标x的关系为:  $a=2+6x^2$  (SI); 如果质点在原点处的速度为零, 则其在任意位置x处的速度  $v=2\sqrt{1+x^3}$ .   
 12. 在半径为R的圆周上运动的质点, 其速率与时间关系为  $v=ct^2$  (式中c为常量), 则t时刻质点的加速度大小  $a=2ct + \frac{c^2 t^3}{R}$ .   
 13. 质点在二恒力的作用下, 位移为  $\Delta r=3\vec{i}+8\vec{j}$  (m), 在此过程中, 动能增量为24J, 已知其中恒力  $F_1=12\vec{i}-3\vec{j}$  (N), 则另一恒力所作的功为 12J.

(共7页)

14. 哈雷彗绕太阳的轨道是以太阳为一个焦点的椭圆, 它离太阳最近的距离是  $r_1=8.75 \times 10^{11}$  m, 此时它的速率是  $u=5.46 \times 10^4$  m/s, 它离太阳最远时的速率是  $u=9.08 \times 10^3$  m/s, 这时它离太阳的距离是  $r_2 = \frac{v_1}{v_2} r_1 = \dots$

15. 二质点的质量各为  $m_1, m_2$ , 当它们之间的距离由a缩短到b时, 它们之间万有引力所做的功为  $A = -\Delta E_p = E_{p1} - E_{p2} = -G \frac{m_1 m_2}{b} + G \frac{m_1 m_2}{a}$

16. 一长为l, 质量可以忽略的直杆, 可绕通过其一端的水平光滑轴在竖直面内作定轴转动, 在杆的另一端固定着一质量为m的小球, 如图所示.



现将杆由水平位置无初速地释放, 则杆与水平方向夹角为  $60^\circ$  时的角速度  $\omega = \frac{v}{l} = \frac{1}{\sqrt{6}} \sqrt{\frac{3g}{l}}$

17. 半径为R的均匀细圆环, 可绕通过环上O点且垂直于环面的水平光滑轴在竖直面内转动. 若圆环最初静止时直径OA沿水平方向(如图所示), 环由此位置下摆, 求A到达最低位置时的速度大小  $v = \sqrt{2gR}$



$J_O = I_O + mR^2 = 2mR^2$   
 $\frac{1}{2} J_O \omega^2 = m g R$   
 $\omega = \sqrt{\frac{g}{R}}$   
 $v = \omega R = \sqrt{gR}$

18. 有一瓶质量为M的氢气(视作刚性理想气体), 温度为T, 则氢分子的平均平动动能  $\frac{3}{2} kT$

19. 宇航员要去离地球5光年的星球旅行, 如果宇航员希望把旅途所花的时间缩短到3年(宇宙飞船上的钟指示的时间), 则他所乘的火箭相对于地球的速率应是  $v = \frac{4}{5} c$

20. 有一个静止质量为  $m_0$  的粒子, 其初速度为零, 受到一个恒力  $F_0$  作用, 则根据相对论理论, 时刻t的速度为  $v = \frac{F_0 t}{\sqrt{m_0^2 c^2 + F_0^2 t^2}}$

21. 宇宙飞船相对地球以0.8c的速度匀速飞行, 一光脉冲从船尾传到船头. 飞船上的观察者测得飞船长为90m, 地球上观察者测得光脉冲从船尾出发到船头这两事件的空间间隔为 270m.

$at = \frac{a'x' + uvt'}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$   
 $at = \frac{90 + 0.8c t'}{\sqrt{1-0.64}}$   
 $at = \frac{90 + 0.8c t'}{0.6}$   
 $0.6at = 90 + 0.8c t'$   
 $0.6a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.36at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.36a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.216at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.216a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.1296at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.1296a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.07776at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.07776a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.046656at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.046656a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.0279936at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.0279936a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.01679616at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.01679616a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.010077696at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.010077696a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.0060466176at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.0060466176a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.00362797056at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.00362797056a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.002176782336at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.002176782336a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.0013060694016at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.0013060694016a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.00078364164096at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.00078364164096a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.000470184984576at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.000470184984576a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.0002821109907456at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.0002821109907456a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.00016926659444736at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.00016926659444736a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $0.000101560056668416at' = 90 + 0.8c t'$   
 $0.000101560056668416a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $6.09360340000256 \times 10^{-5} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $6.09360340000256 \times 10^{-5} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $3.656162040001536 \times 10^{-5} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $3.656162040001536 \times 10^{-5} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.1936972240009216 \times 10^{-5} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.1936972240009216 \times 10^{-5} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.31621833440055296 \times 10^{-5} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.31621833440055296 \times 10^{-5} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $7.89730990640331776 \times 10^{-6} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $7.89730990640331776 \times 10^{-6} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $4.738385943841990656 \times 10^{-6} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $4.738385943841990656 \times 10^{-6} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.8430315663051943936 \times 10^{-6} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.8430315663051943936 \times 10^{-6} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.70581893978311663616 \times 10^{-6} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.70581893978311663616 \times 10^{-6} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.023491363869869981696 \times 10^{-6} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.023491363869869981696 \times 10^{-6} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $6.140948183219219890176 \times 10^{-7} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $6.140948183219219890176 \times 10^{-7} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $3.6845689099315319341056 \times 10^{-7} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $3.6845689099315319341056 \times 10^{-7} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.21074134595891916046336 \times 10^{-7} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.21074134595891916046336 \times 10^{-7} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.326444807575351496278016 \times 10^{-7} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.326444807575351496278016 \times 10^{-7} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $7.95866884545210897766976 \times 10^{-8} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $7.95866884545210897766976 \times 10^{-8} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $4.775201307271265386601856 \times 10^{-8} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $4.775201307271265386601856 \times 10^{-8} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.8651207843627592319611136 \times 10^{-8} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.8651207843627592319611136 \times 10^{-8} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.71907247061765553917666816 \times 10^{-8} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.71907247061765553917666816 \times 10^{-8} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.03144348237059332350600096 \times 10^{-8} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.03144348237059332350600096 \times 10^{-8} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $6.188660894223559941033600576 \times 10^{-9} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $6.188660894223559941033600576 \times 10^{-9} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $3.7131965365341359646201603456 \times 10^{-9} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $3.7131965365341359646201603456 \times 10^{-9} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.22791792192048157877209620736 \times 10^{-9} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.22791792192048157877209620736 \times 10^{-9} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.336750753152288947263257724416 \times 10^{-9} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.336750753152288947263257724416 \times 10^{-9} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $8.020504518913733683579546346688 \times 10^{-10} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $8.020504518913733683579546346688 \times 10^{-10} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $4.8123027113482402091477278080128 \times 10^{-10} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $4.8123027113482402091477278080128 \times 10^{-10} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.88738162680894412548883668480768 \times 10^{-10} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.88738162680894412548883668480768 \times 10^{-10} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.732428976085366475293302010884608 \times 10^{-10} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.732428976085366475293302010884608 \times 10^{-10} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.0394573856512200851759812065307392 \times 10^{-10} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.0394573856512200851759812065307392 \times 10^{-10} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $6.2367443139073205110558872391844352 \times 10^{-11} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $6.2367443139073205110558872391844352 \times 10^{-11} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $3.74204658834439230663353234351066112 \times 10^{-11} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $3.74204658834439230663353234351066112 \times 10^{-11} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.245227952906635383980119406106376672 \times 10^{-11} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.245227952906635383980119406106376672 \times 10^{-11} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.3471367717440012303888716436638260032 \times 10^{-11} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.3471367717440012303888716436638260032 \times 10^{-11} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $8.0828206304640073823332300619829560192 \times 10^{-12} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $8.0828206304640073823332300619829560192 \times 10^{-12} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $4.84969237827840442939993803718977361152 \times 10^{-12} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $4.84969237827840442939993803718977361152 \times 10^{-12} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.90981542696704265763996282231386416688 \times 10^{-12} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.90981542696704265763996282231386416688 \times 10^{-12} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.74588925618022559458397769336831850016 \times 10^{-12} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.74588925618022559458397769336831850016 \times 10^{-12} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.047533553708135356750386616020990900096 \times 10^{-12} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.047533553708135356750386616020990900096 \times 10^{-12} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $6.285201322208812140502319896125935400576 \times 10^{-13} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $6.285201322208812140502319896125935400576 \times 10^{-13} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $3.7711207933252872843013919376755612503456 \times 10^{-13} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $3.7711207933252872843013919376755612503456 \times 10^{-13} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.26267247599517237058083516260533675020736 \times 10^{-13} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.26267247599517237058083516260533675020736 \times 10^{-13} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.357603485597103422348501097563201650124416 \times 10^{-13} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.357603485597103422348501097563201650124416 \times 10^{-13} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $8.14562091358262053409100658537920990074688 \times 10^{-14} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $8.14562091358262053409100658537920990074688 \times 10^{-14} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $4.887372548149572320434603951227525940448128 \times 10^{-14} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $4.887372548149572320434603951227525940448128 \times 10^{-14} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.932423528889743392260762370736515564268864 \times 10^{-14} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.932423528889743392260762370736515564268864 \times 10^{-14} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.75945411733384603535645742244190913986012224 \times 10^{-14} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.75945411733384603535645742244190913986012224 \times 10^{-14} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.05567247040030762121387445346514348391627328 \times 10^{-14} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.05567247040030762121387445346514348391627328 \times 10^{-14} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $6.3340348224018457272802447127908609036976336 \times 10^{-15} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $6.3340348224018457272802447127908609036976336 \times 10^{-15} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $3.800420893441107436368146827674516542218580224 \times 10^{-15} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $3.800420893441107436368146827674516542218580224 \times 10^{-15} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.280252536064664461820888096604709925351148128 \times 10^{-15} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.280252536064664461820888096604709925351148128 \times 10^{-15} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.368151521638798677092532857962825955210688768 \times 10^{-15} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.368151521638798677092532857962825955210688768 \times 10^{-15} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $8.208909129832792062555197147776955731264132608 \times 10^{-16} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $8.208909129832792062555197147776955731264132608 \times 10^{-16} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $4.9253454778996752375331182886661714567584796672 \times 10^{-16} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $4.9253454778996752375331182886661714567584796672 \times 10^{-16} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.955207286739805142520070973200102974055087808 \times 10^{-16} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.955207286739805142520070973200102974055087808 \times 10^{-16} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.7731243720438830855120425839200617844330526848 \times 10^{-16} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.7731243720438830855120425839200617844330526848 \times 10^{-16} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.06387462322632985130722555035203707066003161024 \times 10^{-16} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.06387462322632985130722555035203707066003161024 \times 10^{-16} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $6.383247739357979107843351302112222024000189664 \times 10^{-17} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $6.383247739357979107843351302112222024000189664 \times 10^{-17} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $3.8299486436147874447060107812673332144001138008 \times 10^{-17} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $3.8299486436147874447060107812673332144001138008 \times 10^{-17} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.29796918616887246682360646876039992864006828048 \times 10^{-17} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.29796918616887246682360646876039992864006828048 \times 10^{-17} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.37878151170132348009416388125623995718404096832 \times 10^{-17} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.37878151170132348009416388125623995718404096832 \times 10^{-17} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $8.27268907020794088056500228875383974310424581008 \times 10^{-18} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $8.27268907020794088056500228875383974310424581008 \times 10^{-18} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $4.96361344212476452833900137325230384586254748608 \times 10^{-18} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $4.96361344212476452833900137325230384586254748608 \times 10^{-18} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $2.97816806527485871700340082395138230751752849152 \times 10^{-18} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $2.97816806527485871700340082395138230751752849152 \times 10^{-18} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.786900839164915230202040494370829384510517094912 \times 10^{-18} at' = 90 + 0.8c t'$   
 $1.786900839164915230202040494370829384510517094912 \times 10^{-18} a(0.6t') = 90 + 0.8c t'$   
 $1.072140503498949138121224296622497$

(共 7 页)

22. 设高温热源的绝对温度是低温热源绝对温度的  $n$  倍, 则在卡诺热机循环中, 气体交给低温热源的热量是从高温热源得到的热量的  $\frac{1}{n}$  倍。

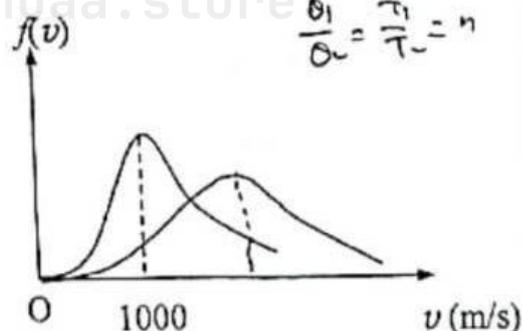
$$\frac{T_1}{T_2} = n \quad 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{n}$$

23. 图示的曲线分别表示了氢气和氦气在同一温度下的分子速率的分布情况。其中一个速率分布曲线的峰值所对应的速率为  $1000 \text{ m/s}$ , 由图可知, 氢气分子的最概然速率为  $1000 \sqrt{2}$ 。

$$m_{\text{H}_2} = 2$$

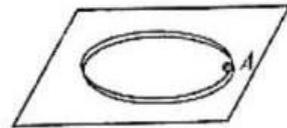
$$m_{\text{He}} = 4$$



### 三、计算题

24. (本题6分)

在光滑水平面上固定了一个半径为  $R$  的圆环，一个质量为  $m$  的小球  $A$  以初速度  $v_0$  靠圆环内壁在水平面上作圆周运动，如图所示，小球与环壁的滑动摩擦系数为  $\mu$ ，求  $t$  时刻小球的速率以及所经过得路程。



$$m \frac{dv}{dt} = -\mu m \frac{v^2}{R}$$

$$\int_{v_0}^v \frac{dv}{v^2} = \int_0^t -\frac{\mu m}{R} dt$$

$$-\frac{1}{v} \Big|_{v_0}^v = -\frac{\mu}{R} t \quad \frac{1}{v} = \frac{1}{v_0} + \frac{\mu}{R} t \quad \text{或}$$

$$\frac{ds}{dt} = \frac{v_0 R}{R + \mu m v t} \quad \xrightarrow{\text{积分}} \quad s = \frac{v_0 R}{\mu m v_0} \ln \frac{R + \mu m v t}{R}$$

$$= \frac{R}{\mu m} \ln \left( 1 + \frac{\mu m v t}{R} \right)$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{ds} \frac{ds}{dt} = v \frac{dv}{ds} = -\mu m \frac{v^2}{R} \quad ds = -\frac{R}{\mu m} \frac{dv}{v}$$

$$s = -\frac{R}{\mu m} \ln \frac{v}{v_0} = \frac{R}{\mu m} \ln \frac{v_0}{v} \quad \text{或}$$

(共7页)

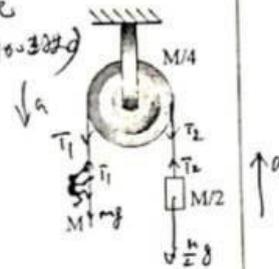
25. (本题9分)

一个圆盘滑轮，其质量  $M/4$  均匀分布在盘的边缘上，圆盘半径为  $R$ ，一轻绳跨过圆盘，一端系质量为  $M/2$  的物块，另一端有质量为  $M$  的人抓住绳子，当人相对于绳匀速上爬时，求物块运动的加速度。(不计滑轮轴的阻尼，且绳与滑轮之间无相对滑动)

$$\begin{cases} T_1 - Mg = -Ma \\ (T_1 - T_2)R = \frac{M}{4}R^2 \frac{a}{R} \\ T_2 - \frac{M}{2}g = \frac{M}{2}a \end{cases}$$

$$a = \frac{2}{7}g$$

人匀速上爬，绳与滑轮之间无相对滑动  
物块与绳具有相同的加速度

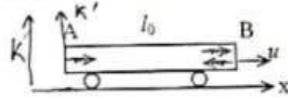


本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

26. (本题6分)

飞船静止时测得其长度为  $l_0$ ，现以速率  $u$  相对地面匀速运动，如图所示，飞船尾端 A 处发出一闪光，经飞船前端 B 处反射返回到 A，分别以飞船和地面为参照系，求光线 A→B, A→B→A 所需时间。

A→B  $(x_1, t_1)$   $(x_2, t_2)$   $K$   $u$   
 $(x'_1, t'_1)$   $(x'_2, t'_2)$   $K'$   $u$



$\Rightarrow K' \quad x'_2 - x'_1 = l_0 \quad t'_2 - t'_1 = \frac{l_0}{c}$   
 $\Rightarrow K \quad t_2 - t_1 = \frac{(t'_2 - t'_1) + \frac{u}{c^2}(x'_2 - x'_1)}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} = \frac{\frac{l_0}{c} + \frac{u}{c^2}l_0}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} = \frac{l_0}{c} \frac{c+u}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$

A→B→A  $(x_1, t_1)$   $(x_2, t_2)$   $A$   $K$   
 $(x_1, t_1)$   $(x'_2, t'_2)$   $(x_2, t_2)$   $K'$

$\Rightarrow K' \quad x'_2 - x'_1 = \frac{2l_0}{c} \quad x'_2 - x'_1 = 0$   
 $\Rightarrow K \quad t_2 - t_1 = \frac{(x'_2 - x'_1) + \frac{u}{c^2}(x_2 - x_1)}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} = \frac{2l_0}{c} \frac{1}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$

$t'_2 - t'_1 = \frac{l_0}{c} \quad x'_2 - x'_1 = -l_0$   
 $t_2 - t_1 = \frac{(x'_2 - t'_1) + \frac{u}{c^2}(x_2 - t_1)}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} = \frac{\frac{l_0}{c} - \frac{u}{c^2}l_0}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} = \frac{l_0}{c} \frac{c-u}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$   
 $t_2 - t_1 = (t_2 - t_1) + (t_1 - t_1) = \frac{2l_0}{c} \frac{1}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$

(共7页)

27. (本题10分)

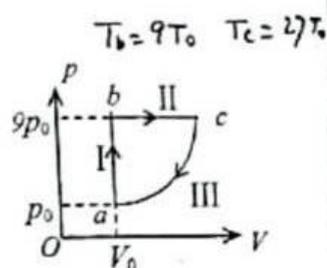
1.2-3-9c

1mol 单原子分子的理想气体, 经历如图所示的循环过程, 联结  $ac$  两点的曲线 III 的方程为  $p = p_0 V^2 / V_0^2$ ,  $a$  点的温度为  $T_0$

(1) 试以  $T_0$ , 普适气体常量  $R$  表示 I、II、III 过程中气体吸收的热量。

$$p_a = p_0 V_0^2 / V_0^2 \quad p_c = p_0 \left(\frac{V_c}{V_0}\right)^2 \rightarrow V_c = 3V_0$$

(2) 求此循环的效率。



$$\text{I: } Q_I = C_{V,m} (T_b - T_a) = \frac{3}{2} R (T_b - T_a) = \frac{3}{2} R (T_b - T_0) = 12RT_0$$

$$\text{II: } Q_{II} = C_{p,m} (T_c - T_b) = \frac{5}{2} R \cdot 18T_0 = 45RT_0$$

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_c V_c}{T_c} = \frac{9p_0 \cdot 3V_0}{T_c} \quad T_c = 27T_0$$

$$\text{III: } \Delta E = R (T_a - T_c) = -26RT_0$$

$$A = \int_c^a p dV = \int_c^a \frac{p_0}{V_0^2} V^2 dV = \frac{p_0}{3V_0^2} V^3 \Big|_{3V_0}^{V_0} = -\frac{26}{3} p_0 V_0 = -\frac{26}{3} RT_0$$

$$Q_{III} = -\frac{4}{3} \times 26 RT_0 \quad \text{和 III}$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{III}|}{Q_I + Q_{II}} = 1 - \frac{\frac{4}{3} \times 26}{12 + 45} = 39.2\%$$

二〇二〇~二〇二一学年 第二学期 《大学物理》 I (1)、IA (1)、A (1)

期中考试试题

考试日期: 2021 年 5 月 9 日 试卷类型: A

试卷代号: 18001

班号

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
得分	77	77	24	18	18	18	18	18	18	18

本题分数	30
得分	27

一、选择题 (每小题 3 分, 请将选项填入下表中)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	C	C	C	A	B	A	C	A	J

1. 质点作曲线运动,  $\vec{r}$  表示位置矢量,  $\vec{v}$  表示速度,  $\vec{a}$  表示加速度,  $S$  表示路程,  $a_t$  表示切向加速度, 下列表达式中,

(1)  $d\vec{v}/dt = \vec{a}$ , (2)  $d\vec{r}/dt = \vec{v}$ , (3)  $dS/dt = v$ , (4)  $|d\vec{v}/dt| = a_t$

- (A) 只有(1)、(4)是对的  
(B) 只有(2)、(4)是对的  
(C) 只有(3)是对的  
(D) 只有(1)、(3)是对的

质点在  $y$  轴上运动, 运动方程为  $y=4t^2-2t^3$ , 则质点返回原点时的速度和加速度分别为:

- (A) 8 m/s, 16 m/s<sup>2</sup>;  
(B) -8 m/s, -16 m/s<sup>2</sup>;  
(C) -8 m/s, 16 m/s<sup>2</sup>;  
(D) 8 m/s, -16 m/s<sup>2</sup>.

斜上抛物体的法向加速度为  $a_n$ , 轨道曲率半径为  $\rho$ , 则在轨道的最高点

- (A)  $a_n$  和  $\rho$  均最大;  
(B)  $a_n$  和  $\rho$  均最小;  
(C)  $a_n$  最大,  $\rho$  最小;  
(D)  $a_n$  最小,  $\rho$  最大.

(共 7 页) 下列的质点有以下几种运动, 系统内相应的势能增加, 保守力对质点作的总功为零, 保守力作正功时, 保守力对质点作的总功为零, 保守力作正功时, 保守力对质点作的总功为零, 保守力作正功时, 保守力对质点作的总功为零.

- (A) 质点沿光滑斜面运动, 方向相反, 所以两者所作功的代数和必为零.  
(B) (2)、(3)是正确的;  
(C) 只有(3)是正确的;  
(D) 只有(2)是正确的.

(2) 质点沿光滑斜面运动, 方向相反, 所以两者所作功的代数和必为零.

(3) 质点沿光滑斜面运动, 方向相反, 所以两者所作功的代数和必为零.

(A) 只有(2)是正确的;  
(B) 只有(3)是正确的;  
(C) 只有(2)是正确的;  
(D) 只有(3)是正确的.

5. 有 A、B 两种不同的容器, A 中装有单原子理想气体, B 中装有双原子理想气体, 若两种气体的压强相同, 则这两种气体的单位体积内的内能之间的关系为:

- (A)  $\left(\frac{E}{V}\right)_A < \left(\frac{E}{V}\right)_B$ ; (B)  $\left(\frac{E}{V}\right)_A > \left(\frac{E}{V}\right)_B$ ; (C)  $\left(\frac{E}{V}\right)_A = \left(\frac{E}{V}\right)_B$ ; (D) 无法判定

6. 几个力同时作用在一个具有光滑固定转轴的刚体上, 如果这几个力的矢量和为零, 则此刚体:

- (A) 必然不会转动;  
(B) 转速必然不变;  
(C) 转速必然改变;  
(D) 转速可能不变, 也可能改变.

7. 质量为  $m$  的小孩站在半径为  $R$  的水平平台边缘上. 平台可以绕通过其中心的竖直光滑固定轴自由转动, 转动惯量为  $J$ . 平台和小孩开始时均静止. 当小孩突然以相对于地面为  $v$  的速率在平台边缘沿逆时针方向走动时, 则此平台相对地面转动的角速度和旋转方向分别为

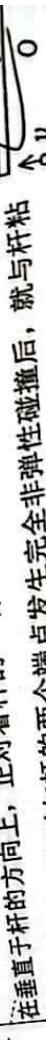
- (A)  $\omega = \frac{mR^2}{J} \left(\frac{v}{R}\right)$ , 顺时针  
(B)  $\omega = \frac{mR^2}{J} \left(\frac{v}{R}\right)$ , 逆时针  
(C)  $\omega = \frac{mR^2}{J+mR^2} \left(\frac{v}{R}\right)$ , 顺时针  
(D)  $\omega = \frac{mR^2}{J+mR^2} \left(\frac{v}{R}\right)$ , 逆时针

8. 光滑水平桌面上, 有一长为  $2L$ 、质量为  $m$  的匀质细杆, 可绕过其中点且垂直于杆的竖直固定轴  $O$  自由转动, 其转动惯量为  $\frac{1}{3}mL^2$ , 起初杆静止. 桌面上有两个质量均为  $m$  的小球, 在垂直于杆的方向上, 正对着杆的一端, 以相同速率  $v$  相向运动, 如图

所示. 当两小球同时与杆的两个端点发生完全非弹性碰撞后, 就与杆粘在一起转动, 则这一系统碰撞后的转动角速度应为:

- (A)  $\frac{2v}{3L}$  (B)  $\frac{4v}{5L}$  (C)  $\frac{6v}{7L}$  (D)  $\frac{8v}{9L}$  (E)  $\frac{12v}{7L}$

俯视图



(共7页)

14. 行星围绕太阳的轨道是以太阳为一个焦点的椭圆，它离太阳最近的距离是  $r_1 = 8.75 \times 10^7 \text{ m}$ ，最远的距离是  $r_2 = 5.46 \times 10^8 \text{ m}$ 。它离太阳最远时的速率是  $v_2 = 9.58 \times 10^4 \text{ m/s}$ ，这时它离太阳最近的速率是  $v_1 = 5.16 \times 10^4 \text{ m/s}$

15. 二质点的距离由  $a$  缩短到  $b$  时，它们之间万有引力所做的功为  $\frac{GMm}{b} - \frac{GMm}{a}$

16. 一长为  $l$ ，质量可以忽略的直杆，可绕通过其一端的水平光滑轴在竖直面内作定轴转动，在杆的另一端固定着一质量为  $m$  的小球，如图所示。现将杆由水平位置无初速地释放，则杆与水平方向夹角为  $60^\circ$  时的角速度  $\omega = \sqrt{\frac{3g}{l}}$

17. 半径为  $R$  的均匀细圆环，可绕通过环上  $O$  点且垂直于环面的水平光滑轴在竖直面内转动。若圆环最初静止时直径  $OA$  沿水平方向（如图所示），环由此位置下摆，求  $A$  到达最低位置时的速度大小  $v = \sqrt{2gR}$



本题分数	39
得分	24

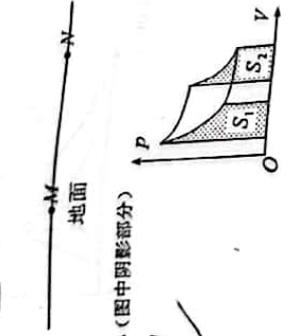
填空题 (每空3分)

质点沿  $x$  轴正向运动，其加速度  $a$  与位置坐标  $x$  的关系为  $a = 2 + 6x^2$  (SI)；如果质点在原点速度为零，则其在任意位置  $x$  处的速度  $v = \sqrt{4x + 4x^3}$ 。

在半径为  $R$  的圆周上运动的质点，其速率与时间关系为  $v = ct^2$  (式中  $c$  为常量)，则  $t$  时刻的加速度大小  $a = 4ct + \frac{c^2 t^3}{R}$ 。

质点在二恒力的作用下，位移为  $\Delta \vec{r} = 3\vec{i} + 8\vec{j}$  (m)，在此过程中，动能增量为  $24\text{ J}$ ，已知其一恒力  $\vec{F}_1 = 12\vec{i} - 3\vec{j}$  (N)，则另一恒力所作的功为  $12\text{ J}$ 。

9. 如图所示，地面上的人观测到地面上的两处同时发生了  $M$  和  $N$  两个事件，有一火箭相对地面以速度  $v$  运动，方向平行于两事件的连线，在火箭上的观察者看来 (A)  $M$  早于  $N$  发生 (B)  $N$  早于  $M$  发生 (C)  $M$ 、 $N$  同时发生 (D) 条件不够，不足以判断哪个事件发生在先



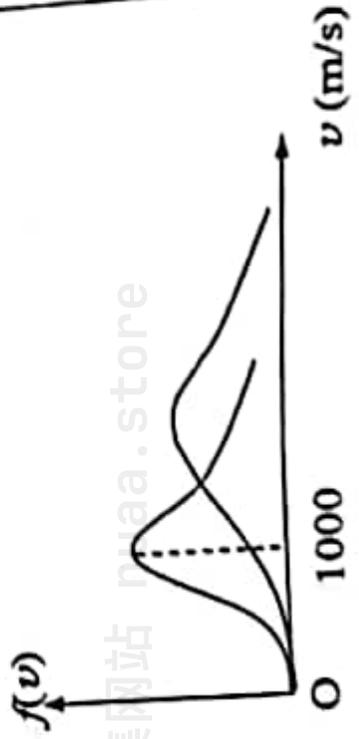
10. 理想气体卡诺循环过程的两条绝热线下的面积大小 (图中阴影部分) 分别为  $S_1$  和  $S_2$ ，则两者的大小关系为：(A)  $S_1 > S_2$  (B)  $S_1 < S_2$  (C)  $S_1 = S_2$  (D) 无法确定。



(共 7 页)

22. 设高温热源的绝对温度是低温热源绝对温度的  $n$  倍, 则在卡诺热机循环中, 气体交给低温热源的热量是从高温热源得到的热量的  $\frac{1}{n}$  倍.

23. 图示的曲线分别表示了氢气和氦气在同一温度下分子速率的分布情况. 其中一个速率分布曲线的峰值所对应的速率为  $1000\text{m/s}$ . 由图可知, 氢气分子的最概然速率为  $1664$ .



得分	18
----	----

### 三、计算题

24. (本题6分)  
 在光滑水平面上固定了一个半径为  $R$  的圆环, 一个质量为  $m$  的小球  $A$  以初速度  $v_0$  靠圆环内壁在水平面上作圆周运动, 如图所示, 小球与环壁的滑动摩擦系数为  $\mu$ , 求  $t$  时刻小球的速率以及所经过得路程。



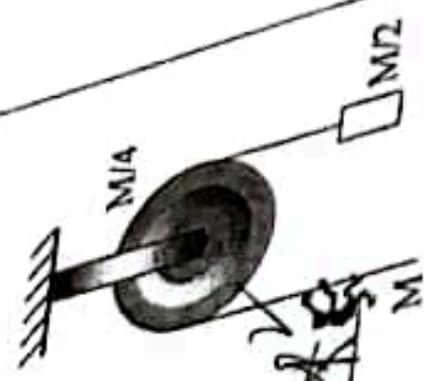
本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

解:  $F_N = \frac{mv^2}{R}$        $\frac{dv}{dt} = a$

$mF_N = ma$       1/1



25. (共7分) (本题9分) 均匀分布在盘的边缘上, 圆盘半径为  $R$ , 一轻绳跨过圆盘, 一端系质  
 量为  $M/4$  的物块, 另一端有质量为  $M$  的人抓住绳子, 当人相对于绳匀速上爬时, 求物块运动的加  
 速度. (不计滑轮轴的阻力, 且绳与滑轮之间无相对滑动)



~~$M = J\alpha$~~   $M = J\alpha$

~~$L = J\omega$~~   $L = J\omega$

~~$J = \frac{1}{8}MR^2$~~   $J = \frac{1}{4}MR^2$

~~$Mg/2R = J\alpha$~~   $Mg/2R = J\alpha$

~~$F = Mg$~~

$\Rightarrow a = \dots$



$$Mg - F_{T1} = ma$$

$$F_{T2} - Mg - 2a = \frac{M}{2}a$$

$$a = \frac{1}{2}g$$

$$2F_{T2} - F_{T1} = 2Ma$$

-2-4

26. (本题6分) 飞船以速率  $v$  相对地面匀速运动, 如图所示, 飞船尾端 A 处发出—  
 光线经飞船前端 B 处反射返回到 A, 分别以飞船和地面为参照系, 求光线 A→B, A→B→A  
 所需时间.



解以飞船为参照系  
 所需时间  $t_0$

A→B

$$t_0 = \frac{l_0}{c}$$



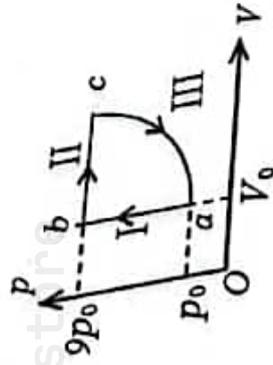
(共7页)

27. (本题10分)

1 mol 单原子分子的理想气体, 经历如图所示的循环过程, 联结  $ac$  两点的曲线 III 的方程为  $p = p_0 V^2 / V_0^2$ ,  $a$  点的温度为  $T_0$

(1) 试以  $T_0$ , 普适气体常量  $R$  表示 I、II、III 过程中气体吸收的热量。

(2) 求此循环的效率。



$$p_0 V_0 = \frac{m}{M} RT_0$$

