

同济大学课程考核试卷（A卷）

2014-2015学年第一学期

命题教师签名：

审核教师签名：

课号：124003

课名：普通物理A（上）

考试

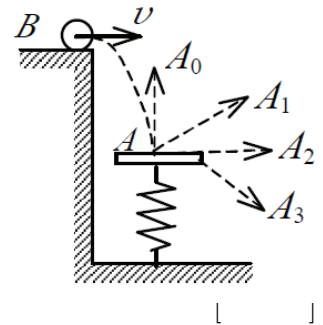
此卷选为：期中考试（）、期终考试（√）、补考（）试卷

年级	专业	学号	姓名			
选择题	填空题	一	二	三	四	总分

一、选择题（每题3分，共27分）

1. 质量为 m 的平板A，用竖立的弹簧支持而处在水平位置，如图。从平台上投掷一个质量也是 m 的球B，球的初速为 v ，沿水平方向。球由于重力作用下落，与平板发生完全弹性碰撞。假定平板是光滑的。则与平板碰撞后球的运动方向应为

- (A) A_0 方向 (B) A_1 方向 (C) A_2 方向 (D) A_3 方向



2. 有两个半径相同，质量相等的细圆环A和B。A环的质量分布均匀，B环的质量分布不均匀。它们对通过环心并与环面垂直的轴的转动惯量分别为 J_A 和 J_B ，则

- (A) $J_A > J_B$ (B) $J_B > J_A$
 (C) $J_A = J_B$ (D) J_A, J_B 哪个大，不能确定

3. 宇宙飞船相对于地面以速度 v 作匀速直线飞行，某一时刻飞船头部的宇航员向飞船尾部发出一个光讯号，经过 Δt （飞船上的钟）时间后，被尾部的接受器收到，则由此可知飞船的固有长度为

- (A) $c \cdot \Delta t$ (B) $v \cdot \Delta t$
 (C) $\frac{c \cdot \Delta t}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ (D) $c \cdot \Delta t \cdot \sqrt{1-(v/c)^2}$

4. 设某微观粒子的总能量是它的静止能量的 K 倍，则其运动速度的大小为

- (A) $\frac{c}{K-1}$ (B) $\frac{c}{K} \sqrt{1-K^2}$ (C) $\frac{c}{K} \sqrt{K^2-1}$ (D) $\frac{c}{K+1} \sqrt{K(K+2)}$

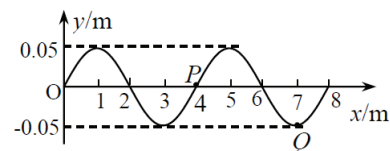
5. 一质点沿 x 轴作简谐振动，振动方程为 $x = 4 \times 10^{-2} \cos(2\pi t + \pi/3)$ (SI)，从 $t = 0$ 时刻起，到质点位置在 $x = -2\text{cm}$ 处，且向 x 轴正方向运动的最短时间间隔为

- (A) $\frac{1}{8}\text{s}$ (B) $\frac{1}{6}\text{s}$ (C) $\frac{1}{4}\text{s}$ (D) $\frac{1}{3}\text{s}$ (E) $\frac{1}{2}\text{s}$

[]

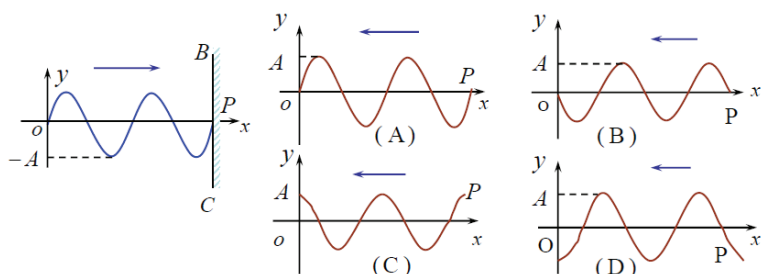
6. 如图为一列在均匀介质中传播的简谐横波在 $t = 4\text{s}$ 时刻的波形图，若已知振源在坐标原点 O 处，波速为 2m/s ，则

- (A) 振源 O 开始振动时($t = 0$ 时刻)的方向沿 y 轴正方向
(B) P 点振幅比 Q 点振幅小
(C) 再经过 $\Delta t = 4\text{s}$ ，质点 P 将向右移动 8m
(D) 再经过 $\Delta t = 4\text{s}$ ，质点 Q 通过的路程是 0.4m



[]

7. 如图所示，为一向右传播的简谐波在 t 时刻的波形图，当波从波疏介质入射到波密介质表面 BC ，在 P 点反射时，反射波在 t 时刻的波形图为



[]

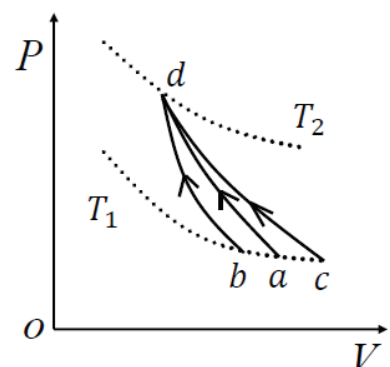
8. 对于室温下的双原子分子理想气体，在等压膨胀的情况下，系统对外所作的功与从外界吸收的热量之比 W/Q 等于

- (A) $2/3$ (B) $1/2$ (C) $2/5$ (D) $2/7$

[]

9. 图示理想气体经历不同的过程达到状态 d ，其中 $a \rightarrow d$ 为绝热线，图中两虚线为等温线，则

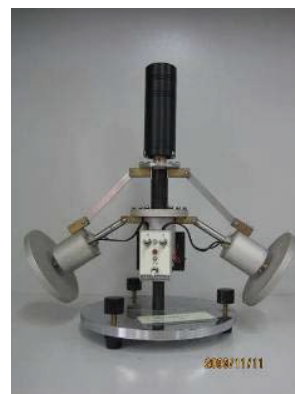
- (A) $b \rightarrow d$ 过程吸热， $c \rightarrow d$ 过程放热
(B) $b \rightarrow d$ 过程放热， $c \rightarrow d$ 过程吸热
(C) $b \rightarrow d$ 过程吸热， $c \rightarrow d$ 过程吸热
(D) $b \rightarrow d$ 过程放热， $c \rightarrow d$ 过程放热



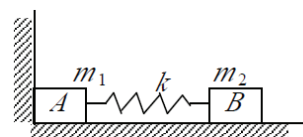
[]

二、填空题（共33分）

10. (5分) 如图所示，装置在初始时刻保持静止。若合上电机电源，使两侧的转盘均沿逆时针方向旋转（从转盘的正面看去），则当装置曲柄处于如图所示状态时，从上方俯视，整个装置将沿_____（填顺时针或是逆时针）方向旋转。如果沿轴向上拉动手柄，使两个转盘的转轴处于水平方向，则整个装置会发生什么变化_____。其原因是_____。



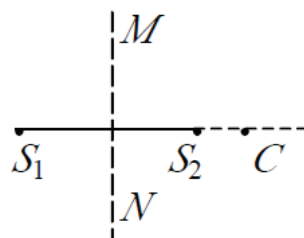
11. (4分) 两个质量分别为 m_1 和 m_2 的木块A和B，用一个质量忽略不计、劲度系数为 k 的弹簧联接起来，放置在光滑水平面上，使A紧靠墙壁，如图所示。用力推木块B使弹簧压缩 x_0 ，然后释放。已知 $m_1 = m, m_2 = 3m$ ，则A离开墙壁时B的速度大小为_____，弹簧最大伸长量为_____。



12. (4分) 有两个事件在惯性系 S 中同时发生，在 x 轴上相距1000m。而在另一惯性系 S' (沿 x 轴方向相对 S 系运动)中测得这两个事件发生的地点相距2000m。则两个参考系相对运动的速度为_____，在 S' 系中测得这两个事件的时间间隔为_____。

13. (3分) 假设沿地球的南北极直径开凿一条贯通地球的隧道，且将地球当做一密度为 ρ 的均匀球体，若不计阻力，求一物体自静止由地面落入此隧道后到达另一端所需要的时间为_____。（已知万有引力常数为 G ）

14. (4分) S_1, S_2 为振动频率、振动方向均相同的两个点波源, 振动方向垂直纸面, 两者相距 $\frac{3}{2}\lambda$ (λ 为波长), 已知 S_1 的初位相为 $\frac{\pi}{2}$, (1) 若使射线 S_2C 上各点由两列波引起的振动均干涉相消, 则 S_2 的初相应为_____。(2) 若使 S_1, S_2 连线的中垂线 MN 上各点由两列波引起的振动均干涉相消, 则 S_2 的初位相应为_____。



15. (3分) 假设有一卡诺热机, 用 2.9g 空气为工作物质, 工作在 127°C 的高温热源与 27°C 的低温热源之间, 则此热机的效率 $\eta =$ _____。若在等温膨胀的过程中气缸体积增大为原来的 4 倍, 则此热机每一循环所作的功为 $W =$ _____。(空气的摩尔质量为 $29 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$)

16. (3分) 在推导理想气体压强公式中, 由于空间的各向同性, 体现统计意义的两条假设是 (1)_____, (2)_____。在讨论气体分子能量时, 体现统计意义的假设是_____。

17. (4分) 一绝热容器体积为 $2V_0$, 被分成等体两部分 A, B。A 内有 1mol 单原子分子理想气体, B 内有 2mol 双原子分子理想气体, A, B 的压强都等于 p_0 , 则两种气体的内能 $E_A =$ _____, $E_B =$ _____。抽去中间隔板, 两种气体混合后处于平衡态的温度 $T =$ _____。

18. (3分) 某气体速率分布函数为 $f(v)$, 分子质量为 m , 最概然速率为 v_p , v_0 为某一速率 ($v_0 > v_p$), 分子总数为 N , 则

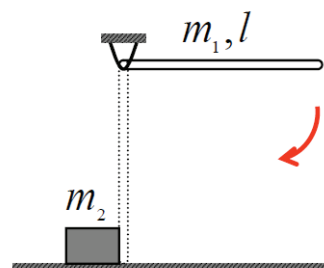
$\int_{v_p}^{v_0} \frac{1}{2} m v^2 N f(v) dv$ 表示: _____。

速率大于 v_0 的分子平均速率可表示为: _____。

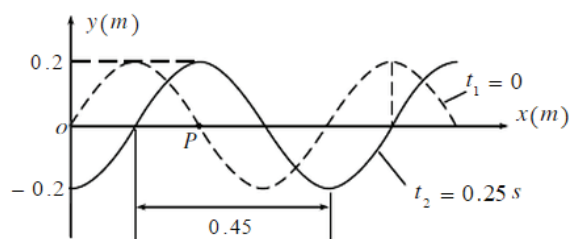
多次测量任一个分子的速率, 发现其速率大于 v_0 的概率为: _____。

三、计算题（每题10分，共40分）

19. 长为 l ，质量为 m_1 的匀质杆，一端悬挂，可通过点 O 转动。今使杆水平静止的落下，在直位置与质量为 m_2 的物体做完全非弹性碰撞后， m_2 沿摩擦因数 μ 的水平面滑动。求 m_2 滑动的距离。（杆的转动惯量为 $J = \frac{1}{3}m_1l^2$ ）



20. 一列沿 x 正向传播的简谐波，已知 $t_1 = 0$ 和 $t_2 = 0.25s$ 时的波形如图所示。（假设周期 $T > 0.25s$ ）试求(1)此波的波动表达式；(2) P 点的振动表达式。

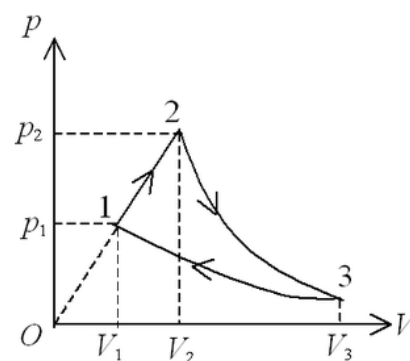


21. (1) 质量为 m_0 的静止原子核受到能量为 E 的光子撞击，原子核将光子的能量全部吸收，则此合并系统的速度(反冲速度)及静止质量各为多少？(2) 静止质量为 m'_0 的静止原子发出能量为 E 的光子，则发出光子后原子的静止质量为多大？

22. 1mol 双原子分子理想气体作如图的可逆循环过程，其中 1-2 为直线，2-3 为绝热线，3-1 为等温线。已知 $T_2 = 2T_1$ ， $V_3 = 8V_1$ ，试求：

(1) 各过程气体吸收的热量；(用 T_1 和已知常量表示)

(2) 此循环的效率 η 。



答案

一. 选择题(每题3分)

1. (C)

2. (C)

3. (A)

4. (C)

5. (E)

6. (D)

7. (A)

8. (D)

9. (A)

二. 填空题

10.

逆时针.....(1分)

转动角速度变小(转动停止也算对)(2分)

系统角动量守恒, 但是转动惯量变大, 所以角速度变小.....(2分)

11.

$x_0 \sqrt{\frac{k}{3m}}$ (2分)

$\frac{1}{2}x_0$ (2分)

12.

$\frac{\sqrt{3}}{2}c = 0.866c$ (2分)

$-5.77 \times 10^{-6}s$ (有没有正负号都算对)(2分)

13.

$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$ ($\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$ 给2分).....(3分)

14.

$2k\pi + \pi/2, k = 0, \pm 1, \pm 2...$ (没有 $2k\pi$ 也算对)(2分)

$2k\pi + 3\pi/2, k = 0, \pm 1, \pm 2...$ (没有 $2k\pi$ 也算对)(2分)

15.

25% (1分)

115.20J(2分)

16.

任何一时刻沿空间各个方向运动的分子数相等.....(1分)

分子速度沿空间各方向运动的分量的各种平均值相等.....(1分)

(前面两个空写气体密度处处相等也可以酌情给1分)

每个自由度的能量相等(写能均分定理,每个方向上能量相等都算对)(1分)

17.

$\frac{3}{2}p_0v_0$ (1分)

$\frac{5}{2}p_0v_0$ (1分)

$\frac{8p_0v_0}{13R}$ (2分)

18.

速率处于 $v_p - v_0$ 区间内所有分子的平均动能之和.....(1分)

$\frac{\int_{v_0}^{\infty} vf(v)dv}{\int_{v_0}^{\infty} f(v)dv}$ (1分)

$\int_{v_0}^{\infty} f(v)dv$ (1分)

三. 计算题

19.

(1) 杆自由下落到将和 m_2 碰撞由机械能守恒得

$$m_1 g \frac{l}{2} = \frac{1}{2} J \omega^2 \quad \omega = \sqrt{\frac{3g}{l}} \quad \dots\dots\dots(3\text{分})$$

(2) 杆和物体 m_2 碰撞过程由角动量守恒

$$J \omega = J \omega' + m_2 l^2 \omega' \quad \dots\dots\dots(2\text{分})$$

$$\frac{1}{3} m_1 l^2 \sqrt{\frac{3g}{l}} = \frac{1}{3} m_1 l^2 \omega' + m_2 l^2 \omega'$$

$$\omega' = \frac{m_1 \sqrt{\frac{3g}{l}}}{m_1 + 3m_2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

(3) 物体 m_2 沿水平面运动直到静止

$$\frac{1}{2} m_2 v^2 = \mu m_2 g s, \quad v = \omega' l$$

$$s = \frac{3 l m_1^2}{2 \mu (m_1 + 3 m_2)^2} \quad \dots\dots\dots(2\text{分})$$

20.

由波形图

$$A = 0.2m \quad \dots\dots\dots(1\text{分})$$

$$\lambda = 0.6m \quad \dots\dots\dots(1\text{分})$$

$$u = \Delta x / \Delta t = 0.15 / 0.25 = 0.6m/s \quad \dots\dots\dots(1\text{分})$$

$$T = \lambda / u = 0.6 / 0.6 = 1s \quad \dots\dots\dots(1\text{分})$$

$$\omega = 2\pi / T = 2\pi \text{ rad/s} \quad \dots\dots\dots(1\text{分})$$

由 $t = 0$ 时的波形图 $y_p = 0, v_p > 0$, 得到P点初始位相 $\phi_0 = -\frac{\pi}{2}$

则P点的振动方程为: $y_p = 0.2 \cos(2\pi t - \frac{\pi}{2}) \quad \dots\dots\dots(2\text{分})$

(2)波动表达式

$$y = A \cos[\omega(t - \frac{x - x_p}{u}) + \phi_0]$$

$$y = 0.2 \cos[2\pi(t - \frac{x - 0.3}{0.6}) - \frac{\pi}{2}]$$

$$y = 0.2 \cos[2\pi(t - \frac{x}{0.6}) + \frac{\pi}{2}] \quad \dots\dots\dots(3\text{分})$$

21

(1)由能量守恒和动量守恒

$$m_0c^2 + E = Mc^2, p = E/c = Mv \quad \dots\dots\dots(2分)$$

得到反冲速度:

$$v = \frac{Ec}{m_0c^2 + E}, \quad \dots\dots\dots(2分)$$

原子核质量:

$$M = \frac{m_0c^2 + E}{c^2} = \frac{M_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \quad \dots\dots\dots(2分)$$

则静止质量为:

$$M_0 = m_0 \sqrt{1 + \frac{2E}{m_0c^2}} \quad \dots\dots\dots(2分)$$

(2)由能量守恒和动量守恒

$$m'_0c^2 - E = M'c^2, p = E/c = M'v'$$

$$M' = \frac{M'_0}{\sqrt{1-(v'/c)^2}}$$

$$M'_0 = m'_0 \sqrt{1 - \frac{2E}{m'_0c^2}} \quad \dots\dots\dots(2分)$$

22

1-2任意过程有 $P_1/V_1 = P_2/V_2$

$$\Delta E_1 = C_v(T_2 - T_1) = \frac{5}{2}RT_1$$

$$W_1 = \frac{1}{2}(P_1 + P_2)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2}(P_2V_2 - P_1V_1) = \frac{1}{2}RT_2 - \frac{1}{2}RT_1 = \frac{1}{2}RT_1$$

$$Q_1 = \Delta E_1 + W_1 = 3RT_1 \quad \dots\dots\dots(3分)$$

2-3绝热膨胀过程

$$Q_2 = 0$$

$$\Delta E_2 = C_v(T_3 - T_2) = C_v(T_1 - T_2) = -\frac{5}{2}RT_1$$

$$W_2 = -\Delta E_2 = \frac{5}{2}RT_1 \quad \dots\dots\dots(2分)$$

3-1等温压缩过程

$$\Delta E_3 = 0$$

$$W_3 = RT_1 \ln(V_1/V_3) = -RT_1 \ln(V_3/V_1) = -2.08RT_1$$

$$Q_3 = W_3 = -2.08RT_1 \quad \dots\dots\dots(3分)$$

(2)循环效率

$$\eta = 1 - |Q_3|/Q_1 = 1 - 2.08RT_1/(3RT_1) = 30.7\% \quad \dots\dots\dots(2分)$$