（装订线内不要答题）

复旦大学信息科学与工程学院

《大学物理（上）》期末考试试卷

A卷　　共 8 页

课程代码：PHYS120001.12,13　　**考试形式：**□开卷　☑闭卷　　　　**2010 年 1 月**

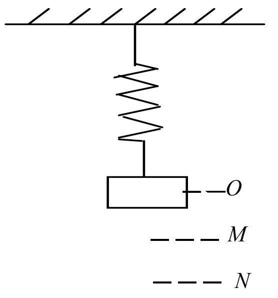
（本试卷答卷时间为 120 分钟，答案必须写在试卷上，做在草稿纸上无效）

专业＿＿＿＿＿　学号＿＿＿＿＿　姓名＿＿＿＿＿　成绩＿＿＿＿＿

题 号	一、选择题	二、填空题	三、计算题				总 分
			21	22	23	24	
得 分							
阅卷人							

一、选择题（每题 3 分，共 30 分，单选）

1. 一物体挂在一弹簧下面，平衡位置在 O 点，现用手向下拉物体，第一次把物体由 O 点拉到 M 点，第二次由 O 点拉到 N 点，再由 N 点送回 M 点．则在这两个过程中



(A)弹性力作的功相等，重力作的功不相等.

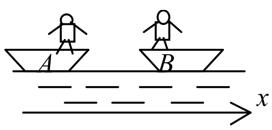
(B)弹性力作的功相等，重力作的功也相等.

(C)弹性力作的功不相等，重力作的功相等.

(D)弹性力作的功不相等，重力作的功也不相等.

[　B　]

2. A、B 两条船质量都为 M，首尾相靠且都静止在平静的湖面上，如图所示．A、B 两船上各有一质量均为 m 的人，A 船上的人以相对于 A 船的速率 u 跳到 B 船上，B 船上的人再以相对于 B 船的相同速率 u 跳到 A 船上．取如图所示 x 坐标，设 A、B 船所获得的速度分别为 υ_A、υ_B，下述结论中哪一个是正确的?



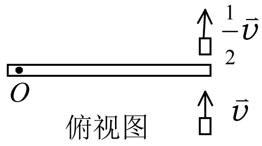
(A)　$\upsilon_A = 0$，$\upsilon_B = 0$.　　(B)　$\upsilon_A = 0$，$\upsilon_B > 0$.

(C)　$\upsilon_A < 0$，$\upsilon_B > 0$.　　(D)　$\upsilon_A < 0$，$\upsilon_B = 0$.

(E)　$\upsilon_A > 0$，$\upsilon_B > 0$.

[　C　]

3. 如图所示，一静止的均匀细棒，长为L、质量为M，可绕通过棒的端点且垂直于棒长的光滑固定轴 O 在水平面内转动，转动惯量为$\frac{1}{3}ML^2$．一质量为m、速率为v的子弹在水平面内沿与棒垂直的方向射出并穿出棒的自由端，设穿过棒后子弹的速率为$\frac{1}{2}v$，则此时棒的角速度应为



(A) $\frac{mv}{ML}$．　　(B) $\frac{3mv}{2ML}$．

(C) $\frac{5mv}{3ML}$．　　(D) $\frac{7mv}{4ML}$．

[B]

4. 已知氢气与氧气的温度相同，请判断下列说法哪个正确？

(A) 氧分子的质量比氢分子大，所以氧气的压强一定大于氢气的压强．

(B) 氧分子的质量比氢分子大，所以氧气的密度一定大于氢气的密度．

(C) 氧分子的质量比氢分子大，所以氢分子的速率一定比氧分子的速率大．

(D) 氧分子的质量比氢分子大，所以氢分子的方均根速率一定比氧分子的方均根速率大．

[D]

5. 一定量的理想气体，在温度不变的条件下，当体积增大时，分子的平均碰撞频率$\bar{Z}$和平均自由程$\bar{\lambda}$的变化情况是：

(A) $\bar{Z}$减小而$\bar{\lambda}$不变．　　(B) $\bar{Z}$减小而$\bar{\lambda}$增大．

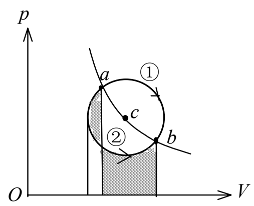
(C) $\bar{Z}$增大而$\bar{\lambda}$减小．　　(D) $\bar{Z}$不变而$\bar{\lambda}$增大．

[B]

6. 一定量的理想气体，从a态出发经过①或②过程到达b态，acb为等温线(如图)，则①、②两过程中外界对系统传递的热量Q_1、Q_2是

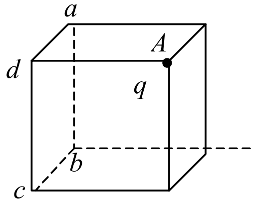
(A) $Q_1>0$，$Q_2>0$．　(B) $Q_1<0$，$Q_2<0$．

(C) $Q_1>0$，$Q_2<0$．　(D) $Q_1<0$，$Q_2>0$．



[A]

7. 如图所示，一个电荷为q的点电荷位于立方体的A角上，则通过侧面$abcd$的电场强度通量等于：



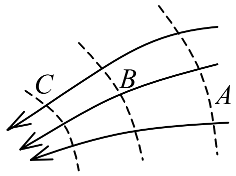
(A) $\frac{q}{6\varepsilon_0}$．　　(B) $\frac{q}{12\varepsilon_0}$．

(C) $\frac{q}{24\varepsilon_0}$．　　(D) $\frac{q}{48\varepsilon_0}$．

[C]

（装订线内不要答题）

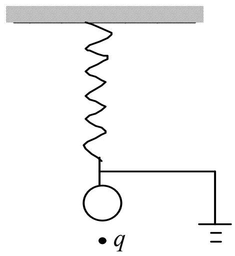
8. 图中实线为某电场中的电场线，虚线表示等势（位）面，由图可看出：



(A) $E_A > E_B > E_C$，$U_A > U_B > U_C$.
(B) $E_A < E_B < E_C$，$U_A < U_B < U_C$.
(C) $E_A > E_B > E_C$，$U_A < U_B < U_C$.
(D) $E_A < E_B < E_C$，$U_A > U_B > U_C$.

[D]

9. 有一接地的金属球，用一弹簧吊起，金属球原来不带电．若在它的下方放置一电荷为 q 的点电荷，如图所示，则



(A) 只有当 $q > 0$ 时，金属球才下移.
(B) 只有当 $q < 0$ 时，金属球才下移.
(C) 无论 q 是正是负金属球都下移.
(D) 无论 q 是正是负金属球都不动.

[C]

10. 一个平行板电容器，充电后与电源断开，当用绝缘手柄将电容器两极板间距离拉大，则两极板间的电势差 U_{12}、电场强度的大小 E、电场能量 W 将发生如下变化：
(A) U_{12} 减小，E 减小，W 减小.
(B) U_{12} 增大，E 增大，W 增大.
(C) U_{12} 增大，E 不变，W 增大.
(D) U_{12} 减小，E 不变，W 不变. [C]

二、填空题（每题 3 分，共 30 分）

1. 两辆车 A 和 B，在笔直公路上同向行驶，它们从同一起始线上同时出发，并且由出发点开始计时，行驶的距离 x 与行驶时间 t 的函数关系式：$x_A = 4t + t^2$，$x_B = 2t^2 + 2t^3$ (SI)，(1) 它们刚离开出发点时，行驶在前面的一辆车是____A_______；

(2) 出发后，两辆车行驶距离相同的时刻是_______1.19s_________；

(3) 出发后，B 车相对 A 车速度为零的时刻是____0.67s_________.

2. 2 g 氢气与 2 g 氦气分别装在两个容积相同的封闭容器内，温度也相同．(氢气分子视为刚性双原子分子)

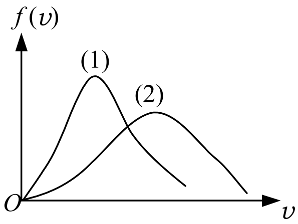
(1) 氢气分子与氦气分子的平均平动动能之比 $\overline{w}_{H_2} / \overline{w}_{He}$ =____1______.

(2) 氢气与氦气压强之比 p_{H_2} / p_{He} = _______2______________.

(3) 氢气与氦气内能之比 E_{H_2} / E_{He} = ______10/3_______________.

3. 在温度为 T 的平衡状态下，试问在重力场中分子质量为 m 的气体，当分子数密度减少一半时的高度 h = ______$(\ln 2)kT/(mg)$_______.

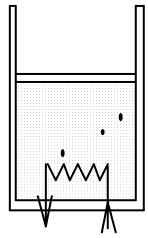
4. 现有两条气体分子速率分布曲线(1)和(2)，如图所示.



若两条曲线分别表示同一种气体处于不同的温度下的速率分布，则曲线____2____表示气体的温度较高.

若两条曲线分别表示同一温度下的氢气和氧气的速率分布，则曲线____1____表示的是氧气的速率分布.

5. 在大气中有一绝热气缸，其中装有一定量的理想气体，然后用电炉徐徐供热(如图所示)，使活塞(无摩擦地)缓慢上升．在此过程中，以下物理量将如何变化？(选用“变大”、“变小”、“不变”填空)

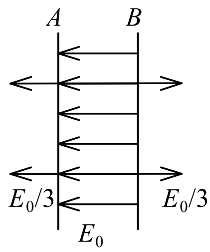


(1) 气体压强______不变______；

(2) 气体分子平均动能______变大______；

(3) 气体内能______变大______.

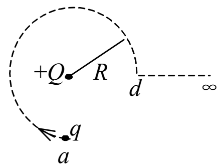
6. A、B 为真空中两个平行的“无限大”均匀带电平面，已知两平面间的电场强度大小为 E_0，两平面外侧电场强度大小都为 $E_0/3$，方向如图．则 A、B 两平面上的电荷面密度分别



为σ_A=______$-2\,\varepsilon_0 E_0/3$______，σ_B=______$4\,\varepsilon_0 E_0/3$______.

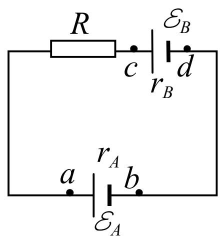
7. 把一个均匀带有电荷$+Q$ 的球形肥皂泡由半径 r_1 吹胀到 r_2，则半径为 $R(r_1<R<r_2)$ 的球面上任一点的场强大小 E 由____$Q/4\pi\varepsilon_0 R^2$____变为______0______；电势 U 由____$Q/4\pi\varepsilon_0 R$____变为____$Q/4\pi\varepsilon_0 r_2$____(选无穷远处为电势零点).

8. 如图所示．试验电荷 q， 在点电荷$+Q$ 产生的电场中，沿半径为 R 的整个圆弧的 3/4 圆弧轨道由 a 点移到 d 点的过程中电场力作功为______0______；从 d 点移到无穷远处的过程中，电场力作功为____$qQ/4\pi\varepsilon_0 R$____.



9. 匀质细棒静止时的质量为 m_0，长度为 l_0，当它沿棒长方向作高速的匀速直线运动时，测得它的长为 l，那么，该棒的运动速度 v =____$c\sqrt{1-(l/l_0)^2}$____，该棒所具有的动能 E_K =____$m_0c^2(l_0-l)/l$____.

10. 如图：电源 A 的电动势$\mathscr{E}_A$ = 24 V、内阻 r_A = 2 Ω，电源 B 的电动势$\mathscr{E}_B$ = 12 V、内阻 r_B = 1 Ω．电阻 R = 3 Ω，则 a、b 之间的电势差 U_{ab} =______20V______.



三、计算题（每题 10 分，共 40 分）

1. 导体中自由电子的运动可看成类似于气体中分子的运动．设导体中共有 N 个自由电子，其中电子的最大速率为 υ_m，电子速率在 υ ～$\upsilon+\mathrm{d}\upsilon$ 之间的概率为

$$\frac{\mathrm{d}N}{N}=\begin{cases}A\mathrm{v}^2\,\mathrm{d}\,\mathrm{v} & 0\leqslant\upsilon\leqslant\upsilon_m\\ 0 & \upsilon>\upsilon_m\end{cases}$$

式中 A 为常数．

(1) 用 N，υ_m 定出常数 A；

(2) 试求导体中 N 个自由电子的平均速率．

解：(1) 根据已知条件可知电子速率分布函数为

$$f(\upsilon)=\frac{\mathrm{d}N}{N\mathrm{d}\upsilon}=\begin{cases}A\upsilon^2 & 0\leqslant\upsilon\leqslant\upsilon_m\\ 0 & \upsilon>\upsilon_m\end{cases}$$ 2 分

根据速率分布函数的归一化条件 $\int_0^\infty f(\upsilon)\mathrm{d}\upsilon=1$

有 $$\int_0^{\upsilon_m}A\upsilon^2\,\mathrm{d}\upsilon+\int_{\upsilon_m}^\infty 0\,\mathrm{d}\upsilon=\frac{A}{3}\upsilon_m^2=1$$

解得 $$A=\frac{3}{\upsilon_m^3}$$ 3 分

(2) 根据平均速率定义 $$\overline{\upsilon}=\frac{\int\upsilon\,\mathrm{d}N}{N}$$ 1 分

可得 $$\overline{\upsilon}=\int_0^\infty\upsilon f(\upsilon)\mathrm{d}\upsilon=\int_0^{\upsilon_m}\upsilon f(\upsilon)\mathrm{d}\upsilon$$ 2 分

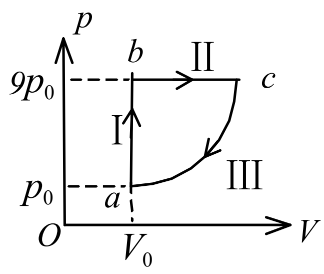
$$=\int_0^{\upsilon_m}\upsilon A\upsilon^2\,\mathrm{d}\upsilon=\frac{1}{4}A\upsilon_m^4=\frac{3}{4}\upsilon_m$$ 2 分

2. 1 mol 单原子分子的理想气体，经历如图所示的可逆循环，联结 ac 两点的曲线III的方程为 $p=p_0V^2/V_0^2$, 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) 这个循环做的功为多少？

(3) 求此循环的效率。



解：设 a 状态的状态参量为 p_0, V_0, T_0，则 $p_b=9p_0, V_b=V_0, T_b=(p_b/p_a)T_a=9T_0$ 1 分

∵ $p_c=\dfrac{p_0V_c^2}{V_0^2}$ ∴ $V_c=\sqrt{\dfrac{p}{p_0}}V_0=3V_0$ 1 分

∵ $p_cV_c=RT_c$ ∴ $T_c=27T_0$ 1 分

(1) 过程Ⅰ $Q_V=C_V(T_b-T_a)=\dfrac{3}{2}R(9T_0-T_0)=12RT_0$ 1 分

过程Ⅱ $Q_p=C_p(T_c-T_b)=45RT_0$ 1 分

过程III $Q=C_V(T_a-T_c)+\int_{V_c}^{V_a}(p_0V^2)\mathrm{d}V/V_0^2$

$=\dfrac{3}{2}R(T_0-27T_0)+\dfrac{p_0}{3V_0^2}(V_a^3-V_c^3)$

$=-39RT_0+\dfrac{p_0(V_0^3-27V_0^3)}{3V_0^2}=-47.7RT_0$ 3 分

（3） $\eta=1-\dfrac{|Q|}{Q_V+Q_p}=1-\dfrac{47.7RT_0}{12RT_0+45RT_0}=16.3\%$ 1 分

$A_I=0;$

$A_{II}=9P_0(3V_0-V_0)=18P_0V_0=18RT;$

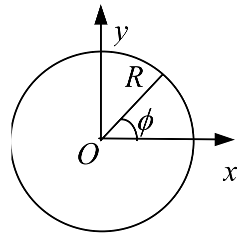
(2) $A_{III}=\int_{Vc}^{Va}(\dfrac{P_0V^2}{V_0^2})dV=-\dfrac{26}{3}P_0V_0=-8.7RT;$ 1 分

$A=A_I+A_{II}+A_{III}=\dfrac{28}{3}RT=9.3RT.$

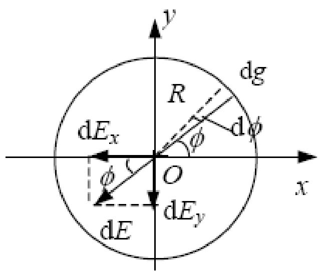
3.半径为 R 的带电细圆环，其电荷线密度为$\lambda=\lambda_0\sin\phi$，式中$\lambda_0$为一常数，$\phi$为半径 R 与 x 轴所成的夹角，如图所示．试求：

（1）环心 O 处的电场强度；

（2）若有一个点电荷 q 从无穷远处到环心 O 处，需要克服电场力做功多少？



解：在任意角ϕ 处取微小电量 $dq=\lambda dl$，它在 O 点产生的场强为：



$$dE=\frac{\lambda\,dl}{4\pi\varepsilon_0R^2}=\frac{\lambda_0\sin\phi d\phi}{4\pi\varepsilon_0R}$$ 2 分

它沿 x、y 轴上的二个分量为：

$$dE_x=-dE\cos\phi$$
$$dE_y=-dE\sin\phi$$ 1 分

对各分量分别求和 $E_y=\frac{\lambda_0}{4\pi\varepsilon_0R}\int_0^{2\pi}\cos^2\phi\,d\phi=\frac{\lambda_0}{4\varepsilon_0R}$ 1 分

$E_{x_y}=\frac{\lambda_0}{4\pi\varepsilon_0R}\int_0^{2\pi}\sin\phi\,d(\sin\phi)=0$ 1 分

故 O 点的场强为： $\bar{E}=E_y\vec{j}=-\frac{\lambda_0}{4\varepsilon_0R}\vec{j}$ 1 分

$$dV=\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0R}=\frac{\lambda_0\sin\phi d\phi}{4\pi\varepsilon_0R}$$ 2 分

$$V=\int dV=\int_0^{2\pi}\frac{\lambda_0\sin\phi d\phi}{4\pi\varepsilon_0R}=0$$ 1 分

所以，做功为零。 1 分

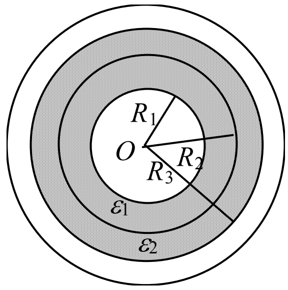
（装订线内不要答题）

4. 如图一球形电容器是由半径为R_1的导体球和与它同心的内半径为R_3的导体球壳构成．其间有两层各向同性的均匀电介质，分界面的半径为 R_2，介电常量分别是ε_1和ε_2．设导体球和导体球壳分别带电荷＋Q和－Q，求：

（1）空间各处的电场强度分布；

（2）第一层介质的内表面和第二层介质的外表面的极化电荷面密度；

（3）该电容器的电容和静电能。



解：由$\vec{D}$的高斯定理求出介质内的电位移

$$D = Q / (4\pi r^2) \qquad (R_1 < r < R_2)$$ 1 分

两层介质中的场强分别为

$$E_1 = D / \varepsilon_1 = Q / 4\pi\varepsilon_1 r^2) \qquad (R_1 < r < R_2)$$

$$E_2 = D / \varepsilon_2 = Q / 4\pi\varepsilon_2 r^2) \qquad (R_2 < r < R_3)$$ 2 分

两层介质中的电极化强度分别为

$$P_1 = \varepsilon_0 \chi_{e1} E_1 = (\varepsilon_1 - \varepsilon_0)E_1 = \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_0)Q}{4\pi\varepsilon_1 r^2} \qquad (R_1 < r < R_2)$$

$$P_2 = \varepsilon_0 \chi_{e2} E_2 = (\varepsilon_2 - \varepsilon_0)E_2 = \frac{(\varepsilon_2 - \varepsilon_0)Q}{4\pi\varepsilon_2 r^2} \qquad (R_1 < r < R_2)$$ 2 分

第一层介质内表面的束缚电荷面密度

$$\sigma'(R_1) = P_1(R_1)\cos 180^\circ = \frac{(\varepsilon_0 - \varepsilon_1)Q}{4\pi\varepsilon_1 R_1^2}$$ 1 分

第二层介质外表面的束缚电荷面密度

$$\sigma'(R_3) = P_2(R_3)\cos 0^\circ = \frac{(\varepsilon_2 - \varepsilon_0)Q}{4\pi\varepsilon_2 R_3^2}$$ 1 分

$$U_{12} = \int_{R_1}^{R_3} E dr = \int_{R1}^{R2} E_1 dr + \int_{R2}^{R3} E_2 dr = \int_{R1}^{R2} \frac{Q}{4\pi\varepsilon_1 r^2} dr + \int_{R2}^{R3} \frac{Q}{4\pi\varepsilon_2 r^2} dr$$

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_1}(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}) + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_2}(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3})$$ 1 分

$$C = \frac{Q}{U_{12}} = 4\pi / [\frac{1}{\varepsilon_1}(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}) + \frac{1}{\varepsilon_2}(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3})]$$ 1 分

$$W = \frac{1}{2} Q U_{12} = \frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_1}(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}) + \frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_2}(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3})$$ 1 分