

北京邮电大学 2015-2016 学年第 二 学期

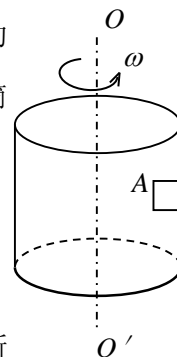
《大学物理 B（上）》期末考试试题

考试 注 意 事 项	一、学生参加考试须带学生证或学院证明，未带者不准进入考场。学生必须按照监考教师指定座位就坐。 二、书本、参考资料、书包等物品一律放到考场指定位置。 三、学生不得另行携带、使用稿纸，要遵守《北京邮电大学考场规则》，有考场违纪或作弊行为者，按相应规定严肃处理。 四、学生必须将答题内容做在试题答卷上，做在草稿纸上一律无效。						
考试 课程	大学物理 B（上）		考试时间		2016 年 6 月 29 日 8:00-10:00		
题号（满 分）	一 (30)	二 (30)	三 (10)	四 (10)	五 (10)	六 (10)	总分
得分							
阅卷 教师							

一. 选择题：（每题 3 分，共 30 分）

1. 竖立的圆筒形转笼，半径为 R ，绕中心轴 OO' 转动，物块 A 紧靠在圆筒的内壁上随筒转动，物块与圆筒间的摩擦系数为 μ ，要使物块 A 不下落，圆筒转动的角速度 ω 至少应为【 】

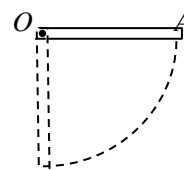
(A) $\sqrt{\frac{\mu g}{R}}$. (B) $\sqrt{\mu g}$. (C) $\sqrt{\frac{g}{\mu R}}$. (D) $\sqrt{\frac{g}{R}}$



2. 在正方形的两对角上，各放置电荷 Q ，在其余两对角上各置电荷 q ，若 Q 所受合力为零，则 Q 和 q 的大小关系为【 】

(A) $Q = -2\sqrt{2}q$; (B) $Q = \sqrt{2}q$; (C) $Q = -2q$; (D) $Q = -\sqrt{2}q$.

3. 均匀细棒 OA 可绕通过其一端 O 而与棒垂直的水平固定光滑轴转动，如图所示。今使棒从水平位置由静止开始自由下落，则在棒摆动到竖直位置的过程中，正确的是【 】



- (A) 角速度从小到大, 角加速度从大到小. (B) 角速度从小到大, 角加速度从小到大.
(C) 角速度从大到小, 角加速度从大到小. (D) 角速度从大到小, 角加速度从小到大.

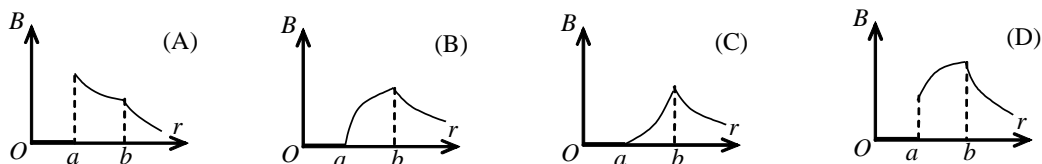
4. 一平行板电容器始终与端电压一定的电源相联. 当电容器两极板间为真空时, 电场强度为 \vec{E}_0 , 电位移为 \vec{D}_0 , 保持电源相联, 在两极板间充满相对介电常量为 ε_r 的各向同性均匀电介质时, 再断开电源, 随后将电介质撤掉, 此时电场强度为 \vec{E} , 电位移为 \vec{D} , 则【 】

- (A) $\vec{E} = \vec{E}_0 / \varepsilon_r$, $\vec{D} = \vec{D}_0$. (B) $\vec{E} = \varepsilon_r \vec{E}_0$, $\vec{D} = \varepsilon_r \vec{D}_0$.
(C) $\vec{E} = \vec{E}_0 / \varepsilon_r$, $\vec{D} = \vec{D}_0 / \varepsilon_r$. (D) $\vec{E} = \varepsilon_r \vec{E}_0$, $\vec{D} = \vec{D}_0$.

5. 电位移矢量的时间变化率 $d\vec{D}/dt$ 的单位是【 】

- (A) 库仑 / 米² (B) 库仑 / 秒 (C) 安培 / 米² (D) 安培·米 / 秒

6. 无限长均匀载流空心圆柱导体的内外半径分别为 a 、 b , 则空间各处的 \vec{B} 的大小与场点到圆柱中心轴线的距离 r 的关系定性地如图所示. 正确的图是【 】



7. 半径分别为 R 和 r 的两个金属球, 相距很远. 用一根细长导线将两球连接在一起并使它们带电. 在忽略导线的影响下, 两球表面的电荷面密度之比 σ_R / σ_r 为【 】

- (A) R / r . (B) R^2 / r^2 . (C) r^2 / R^2 . (D) r / R .

8. 设高温热源的热力学温度是低温热源的热力学温度的 n 倍, 则理想气体在一次卡诺循环中, 对外做的功是传给低温热源热量的【 】

- (A) n 倍. (B) $n-1$ 倍. (C) $\frac{1}{n}$ 倍. (D) $\frac{n+1}{n}$ 倍.

9. 热力学第二定律表明:【 】

- (A) 不可能从单一热源吸收热量使之全部变为有用的功.
(B) 无论可逆与不可逆过程, 系统的熵增总是大于零.
(C) 功可以全部转化为热量, 但热量不能全部转化为功.

(D) 一切自发过程都是不可逆的.

10. 设一定的理想气体(摩尔质量是 M , 玻尔兹曼常数为 k) 温度为 T , 压强为 p , 体积为 V ,

已知速率分布函数为 $f(v)$, 则小于最概然速率 v_p 的分子数为【 】

(A) $\frac{pV}{kT} \int_0^{v_p} f(v) dv.$

(B) $\frac{pV}{kT} \int_0^{v_p} v f(v) dv.$

(C) $\frac{VT}{pk} \int_0^{v_p} f(v) dv.$

(D) $\frac{VT}{pk} \int_0^{v_p} v f(v) dv.$

二. 填空题(每空 3 分, 共 30 分)(如有根号或 π , 请保留)

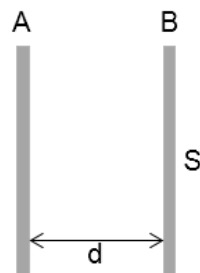
1. 一质点沿 x 方向运动, 其加速度随时间变化关系为 $a = 2t$ (SI), 如果初始时质点的速度 v_0 为 1 m/s , 则当 t 为 3s 时, 质点的速度 $v =$ _____ m/s 。

2. 一质量为 m 的质点沿着一条曲线运动, 其位置矢量在空间直角坐标系中的表达式为 $\vec{r} = a(\cos \omega t)\vec{i} + 2a(\sin \omega t)\vec{j}$, 其中 a 、 ω 皆为常量, \vec{i} 、 \vec{j} 为互相垂直的单位矢量且 $\vec{i} \times \vec{j} = \vec{k}$ 。则此质点对原点的角动量 \vec{L} 为 = _____。(矢量表示)

3. 某一飞轮的转动惯量为 J , 在 $t = 0$ 时角速度为 ω_0 , 此后飞轮经历制动过程, 阻力矩的大小为 $M = \omega^2$, 其中 ω 为角速度。则从开始制动到 $\omega = \frac{1}{3}\omega_0$ 所经过的时间 $t =$ _____, 在此过程中阻力做功为 _____。

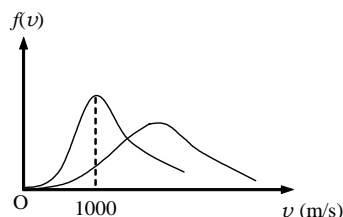
4. 一长为 l , 质量为 m 的均匀链条, 伸直放在光滑的水平桌面上, 使其边缘稍稍伸出桌面并由静止释放, 如果铁链沿伸长方向开始滑动, 则当其长度的 $\frac{1}{2}$ 滑离桌边时, 铁链下端的速率为 _____。

5. 两块带电金属板平行放置, 其中 A 板带电量为 q_1 , B 板带电量为 q_2 , 平板面积 S 远大于间距 d , 试求静电平衡时 A 板左侧的面电荷密度为 _____。



6. 一无铁芯的长直螺线管，导线中通以电流 I ，如果在保持其半径和总匝数不变的情况下，把螺线管拉长使长度变为原来的 2 倍，则它内部的磁场强度变为原来的_____倍，自感系数将变为原来的_____倍，管内总磁能变为原来的_____倍。

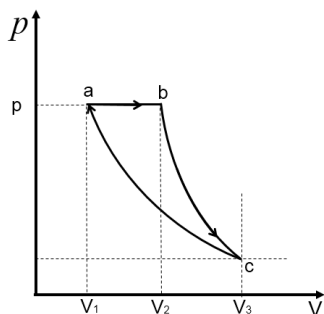
7. 图示的曲线分别表示了氢气 (H_2) 和氦气 (He) 在同一温度下的分子速率的分布情况。由图可知，氢气分子的方均根速率为_____ m/s 。



三. 计算题 (10 分)

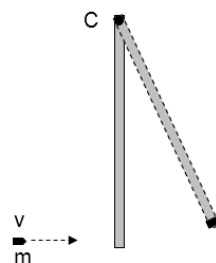
1mol 刚性多原子 (原子数大于 3) 的理想气体，经过如图所示的循环过程：其中 $a \rightarrow b$ 为等压过程, $b \rightarrow c$ 为绝热过程, $c \rightarrow a$ 为等温过程。(普适常数为 R)

- (1). 写出此理想气体的状态方程，并求等体摩尔热容 C_V 和等压摩尔热容 C_p 分别为多少?
- (2). 已知 V_1, V_2, V_3 ，求此循环的效率。



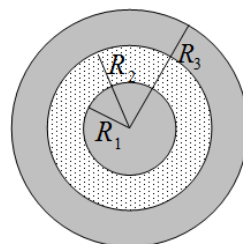
四. 计算题 (10 分)

一个质量为 M ，长为 l 的匀质细棒可绕点 C 在竖直平面内转动。现在有一质量为 m 的子弹以水平速度 v 射入细棒中，并留在细棒下端随棒转动，若细棒刚好可转过 90° ，求子弹的初速度 v 等于多少？



五. 计算题 (10 分)

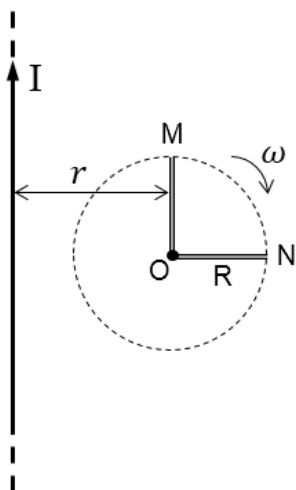
一个半径为 R_1 的金属球与内外径分别为 R_2 和 R_3 的金属球壳同心放置，其中金属球带电 Q ，金属球壳不带电。金属球与球壳之间填充相对介电常数为 ϵ_r 的电介质。求 (1) 金属球的电势 (以无穷远处为势能零点); (2) 金属球与球壳之间的电场能量。



六. 计算题 (10 分)

如图所示，一无限长直导线上通过稳定电流 I ，电流方向向上，导线旁有一长度为 R 的金属棒，绕其一端 O 在一平面内顺时针匀速转动，角速度为 ω ， O 点到导线的垂直距离为 r ($r > R$)，设直导线在金属棒旋转的平面内，试求：

- (1) 当金属棒转到与长直导线平行且 O 端向下时，即 OM 位置，棒内感应电动势的大小和方向；
- (2) 当金属棒转到与长直导线垂直且 O 端靠近导体时，即 ON 位置，棒内感应电动势的大小和方向。



北京邮电大学 2015-2016 学年第 二 学期

《大学物理 B (上)》期末考试试题答案

一、 选择题 (每题 3 分, 共 30 分)

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

二、 填空题 (每题 3 分, 共 30 分)

1. 10 ; 2. $\underline{2m\omega a^2 \vec{k}}$; 3. $\underline{\frac{2J}{\omega_0}}$; $\underline{\frac{4}{9} J \omega_0^2}$; 4. $\underline{\frac{\sqrt{gl}}{2}}$;
5. $\underline{\frac{q_1 + q_2}{2S}}$; 6. $\underline{1/2 \text{ 或 } 0.5}$; $\underline{1/2 \text{ 或 } 0.5}$; $\underline{1/2 \text{ 或 } 0.5}$ 7. $\underline{1000\sqrt{3}}$.

三、 计算题 (10 分)

解:(1) 理想气体的状态方程: $pV = RT$. (1 分)

等体摩尔热容 $C_{v,m} = 3R$, 等压摩尔热容 $C_{p,m} = 4R$. (2 分)

(2) $a \rightarrow b$ 过程中, $Q_1 = C_p(T_b - T_a) = 4R(T_b - T_a) = 4p(V_2 - V_1)$, 吸热. (3 分)

$c \rightarrow a$ 过程中, $Q_2 = A = \int_c^a p dV = RT \ln \frac{V_1}{V_3} = pV_1 \ln \frac{V_1}{V_3}$, 放热. (2 分)

$$\text{效率为: } \eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1} = 1 - \frac{V_1 \ln \frac{V_3}{V_1}}{4(V_2 - V_1)} \quad (2 \text{ 分})$$

四、 计算题 (10 分)

解: 细棒对 C 点的转动惯量为 $J = \frac{1}{3} Ml^2$ (2 分)

子弹打进木棒的过程中, 系统对 C 点的角动量守恒:

$$mlv = (ml^2 + J)\omega, \text{ 得 } \omega = \frac{3mv}{(3m + M)l}. \quad (4 \text{ 分})$$

在随后的转动过程中, 机械能守恒:

$$\frac{1}{2}(ml^2 + J)\omega^2 = mgl + Mg \frac{l}{2}, \text{ 所以 } v = \sqrt{\frac{(3m + M)(2m + M)}{3m^2}} gl. \quad (4 \text{ 分})$$

五、 计算题 (10 分)

解: (1) 根据对称性做半径为 r 的同心球面,

当 $R_1 < r < R_2$ 时, 根据高斯定理可得 $4\pi r^2 D = Q$, 所以场强为 $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_r\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$; (2 分)

同理当 $r > R_3$ 时, 可得外部的场强为 $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$; (2 分)

所以金属球上的电势为:

$$V(r) = \int_{R_1}^{R_2} \frac{1}{4\pi\epsilon_r\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} dr + \int_{R_3}^{+\infty} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{\epsilon_r R_1} - \frac{1}{\epsilon_r R_2} + \frac{1}{R_3} \right] \quad (3 \text{ 分})$$

(2) 电场能量为

$$W = \int_{R_1}^{R_2} \frac{1}{2} \epsilon_r \epsilon_0 E^2 \cdot 4\pi r^2 dr = \int_{R_1}^{R_2} \frac{1}{2} \epsilon_r \epsilon_0 \left(\frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q}{r^2} \right)^2 \cdot 4\pi r^2 dr = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_r\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right). \quad (3 \text{ 分})$$

六、 计算题 (10 分)

解: 右边距轴上 x 远处一点的磁感应强度为 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$, 方向垂直纸面向内。 (2 分)

(1) 当在 OM 位置上时,

$$\mathcal{E} = \int_0^l (v \times B) \times dl = \int_0^l \omega l \times \frac{\mu_0 I}{2\pi x} dl = \frac{\mu_0 I \omega R^2}{4\pi r} \quad (3 \text{ 分})$$

方向是 O 指向 M, 即 M 点的电势高。 (1 分)

(2) 当在 ON 位置上时,

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= \int_r^{r+R} (v \times B) \cdot dl = \int_r^{r+R} \omega (x - r) \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi x} dx \\ &= \frac{\mu_0 I \omega}{2\pi} \left[R - r \ln \frac{r + R}{r} \right] \end{aligned} \quad (3 \text{ 分})$$

方向是 O 指向 N, 即 N 点的电势高。 (1 分)