南 京 航 空 航 天 大 学

二〇二一～ 二〇二二学年 第二学期《大学物理》I(1)，IA (1)试题

考试日期： 2022 年 6 月 27 日　　　试卷类型：A　　　试卷代号：

	班号	学号	姓名

题号	一	二	三	总分
得分				

本题分数	45
得　　分	

一、选择题（每小题 3 分，请将选项填入下表中）

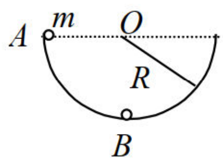
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

1　质点沿半径为R 的圆周运动，角加速度为常量β。已知 $t=0$ 时刻质点速度为零，则在$t>0$ 时刻，质点的切向加速度$a_{切}$ 及法向加速度$a_{法}$分别为

(A)　$a_{切}=\beta R$，　$a_{法}=\beta tR$　　　(B)　$a_{切}=-\beta/R$，　$a_{法}=\beta^2t^2R$

(C)　$a_{切}=\beta R$，　$a_{法}=\beta^2t^2R$　　　(D)　$a_{切}=\beta/R$，　$a_{法}=\beta tR$

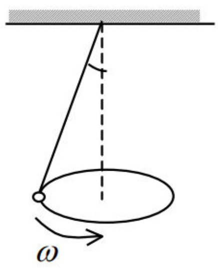
2. 一质量为 m 的质点，在半径为 R 的半球形容器中，由静止开始自边缘上的 A 点滑下，到达最低点 B 时，它对容器的正压力为 N. 则质点自 A 滑到 B 的过程中，摩擦力对其作的功为



(A)　$\frac{1}{2}R(N-3mg)$.　　　(B)　$\frac{1}{2}R(3mg-N)$.

(C)　$\frac{1}{2}R(N-mg)$.　　　(D)　$\frac{1}{2}R(N-2mg)$.

3. 图示一圆锥摆，质量为 m 的小球在水平面内以角速度ω匀速转动。在小球转动一周的过程中，小球所受重力的冲量及绳子拉力的冲量大小分别为



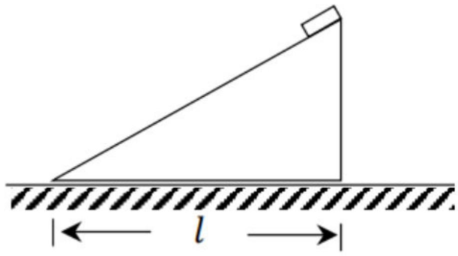
(A)　0，　　　0

(B)　$2\pi mg/\omega$，　　　0

(C)　$\omega mg/2\pi$，　　　$\omega mg/2\pi$

(D)　$2\pi mg/\omega$；　　　$2\pi mg/\omega$

4. 如图所示，光滑水平面上停放着底面长度为 l 的劈形大物块，开始时在大物块的顶点有一个静止的小物块，而后自由释放，于是这两个物块都有水平方向的移动。已知大物块、小物块的质量比为 3:1。设系统处处无摩擦，小物块滑落至底部时，大物块相对地面的水平移动距离



(A) $l/4$，　　(B) $3l/4$

(C) $l/3$　　(D) $2l/3$

5. 一质量为 m 的质点沿着一条曲线运动，其位置矢量在直角坐标系中的表达式为 $\vec{r} = a\cos\omega t\vec{i} + b\sin\omega t\vec{j}$，其中 a、b、ω 皆为常量，则以原点为参考点，此质点的角动量及所受力矩大小为

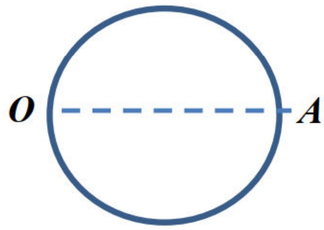
(A) $m\omega^2 ab$，　$m\omega^2 ab$

(B) $\omega m(b^2-a^2)\ \sin\omega t\cos\omega t$，$\omega^2 m(b^2-a^2)\ \cos2\omega t$

(C) $m\omega ab$；　0

(D) mab，　0

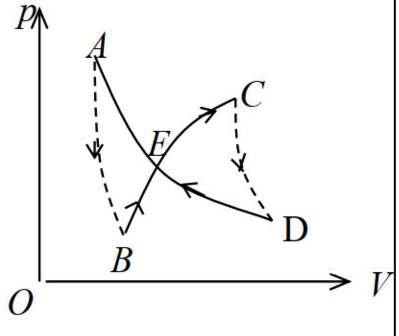
6. 半径为 R 的均匀细圆环，可绕通过环上 O 点且垂直于环面的水平光滑轴在竖直平面内转动，若圆环最初静止时直径 OA 沿水平方向（如图所示）。环由此位置下摆，则 A 到达最低位置时的速度大小为



(A) $2\sqrt{gR}$　　(B) $\sqrt{gR}$

(C) $2\sqrt{2gR}$　　(D) $\sqrt{2gR}$

7. 如图所示，绝热过程 AB、CD，等温过程 DEA，和任意过程 BEC，组成一循环过程。若图中 ECD 所包围的面积为 70J，EAB 所包围的面积为 30J，BEC 过程中系统从外界吸热为 140J。则：DEA 过程中系统放热____________.



(A) 100J　　(B) 40J

(C) 180J　　(D) 240J

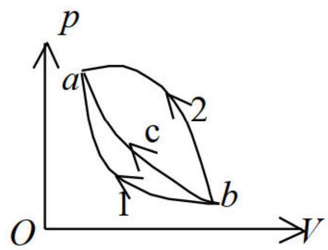
8．如图，bca 为理想气体绝热过程，$b1a$ 和 $b2a$ 是任意过程，则上述两个过程中气体作功与吸收热量的情况是:

(A) $b1a$ 过程放热，作负功；$b2a$ 过程放热，作负功.

(B) $b1a$ 过程吸热，作负功；$b2a$ 过程放热，作负功.

(C) $b1a$ 过程吸热，作正功；$b2a$ 过程吸热，作负功.

(D) $b1a$ 过程放热，作正功；$b2a$ 过程吸热，作正功.

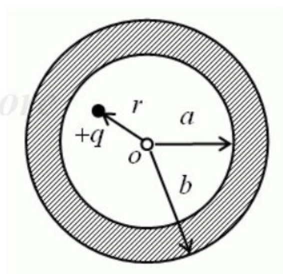


9．1 mol 理想气体作卡诺循环，高、低温热源温度分别为 400 K 及 300 K，在 400 K 的等温线上起始体积为 $V_1 = 0.001\ \mathrm{m^3}$，终止体积为 $V_2 = 0.005\ \mathrm{m^3}$，则在每一循环中气体传给低温热源的热量 Q_2 为（普适气体常量 $R = 8.31\ \mathrm{J/(mol\cdot K)}$）

(A) $Q_2 = 5.35\times10^3\mathrm{J}$　　(B) $Q_2 = 1.34\times10^3\mathrm{J}$

(C) $Q_2 = 4.01\times10^3\mathrm{J}$　　(D) $Q_2 = 6.69\times10^3\mathrm{J}$

10．有一内外半径分别为 a 和 b 的球形金属空腔，带电量为 Q，空腔内与球心 o 相距 r 处有一点电荷 q（如图所示），取无限远处为电势零点，则球心 o 点的电势为



(A) $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$　　(B) $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}+\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a}$

(C) $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}+\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 b}$　　(D) $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}-\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 a}+\dfrac{Q+q}{4\pi\varepsilon_0 b}$

11．真空中电荷 Q 均匀分布在半径为 a 的薄球壳上，则系统的总静电能为

(A) $\dfrac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 a}$　　(B) $\dfrac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0 a}$　　(C) $\dfrac{Q^2}{40\pi\varepsilon_0 a}$　　(D) $\dfrac{3Q^2}{20\pi\varepsilon_0 a}$

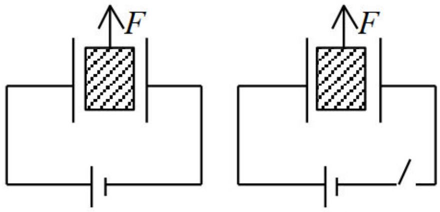
12．用力 F 把电容器中的电介质板拉出，在图(a)和图(b)的两种情况下，电容器中储存的静电能量将

(A)　都增加.

(B)　都减少.

(C)　(a)增加，(b)减少.

(D)　(a)减少，(b)增加.

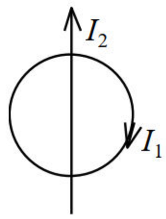


(a) 充电后仍与电源连接　　(b) 充电后与电源断开

13．真空中两只长直螺线管 1 和 2，长度相等，单位长度密绕匝数相同，直径之比 d_1 / d_2 =1/4。当它们通以相同电流时，两螺线管贮存的磁能之比为

(A) 1∶16　　(B)1:8　　(C) 1:4　　(D) 1:1

14．长直电流 I_2 与圆形电流 I_1 共面，并与其一直径相重合如图(但两者间绝缘)，设长直电流不动，则圆形电流将

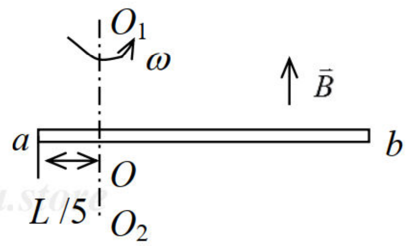


(A)　绕 I_2 旋转.　　(B)　向左运动.

(C)　向右运动.　　(D)　向上运动.

(E)　不动.

15．如图所示，一根长为 L 的金属细杆 ab 绕竖直轴 O_1O_2 以角速度ω在水平面内逆时针旋转。O_1O_2 在离细杆 a 端 $L/5$ 处。若已知地磁场在竖直方向的分量为$\vec{B}$ 。则 ab 两端间的电势差。



(A) $U_a - U_b = \frac{3}{10} B\omega L^2$

(B) $U_a - U_b = -\frac{3}{10} B\omega L^2$

(C) $U_a - U_b = 0$

(D) $U_a - U_b = -\frac{3}{5} B\omega L^2$

本题分数	55
得　　分	

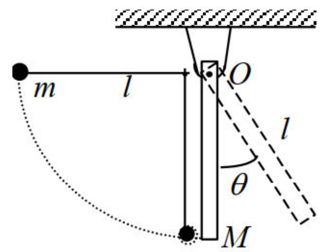
三、计算题

16．(本题 6 分) 质量为 m 的小球，在水中受的浮力为常力 F，当它从静止开始沉降时，受到水的粘滞阻力大小为 $f=-kv$（k 为常数）．求小球沉降开始后的 t 时刻在水中竖直沉降的速度 v.

17．（本题 9 分）长为 l 的匀质细杆，可绕过杆的一端 O 点的水平光滑固定轴转动，开始时静止于竖直位置．紧挨 O 点悬一单摆，轻质摆线的长度也是 l，摆球质量为 m．若单摆从水平位置由静止开始自由摆下，且摆球与细杆作完全弹性碰撞，碰撞后摆球正好静止．求：

(1) 细杆的质量．

(2) 细杆摆起的最大角度θ.

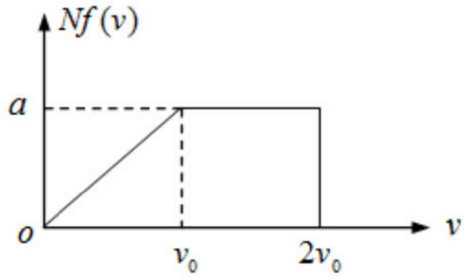


18.（本题 9 分）静质量为 m_0 的质点，开始时静止在某惯性系的坐标原点$x=0$ 处，$t=0$ 时刻起，质点在力 F_x 作用下沿 x 轴作加速度为常量 a 的匀加速直线运动。某时刻质点动能恰好等于其静能，求此时刻质点动量 p、所在位置x以及所受力F_x.

19.(本题 6 分) N 个假想的粒子，其速率分布如图所示，速率小于v_0时，为过原点的直线，v_0至 $2v_0$之间为平行于 v 轴的线段。求： (1) 由 N 和 v_0 求图中的常数 a ;

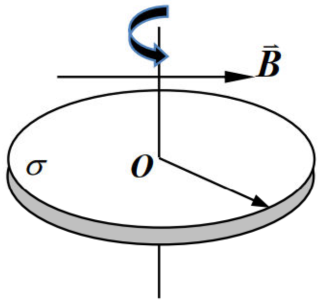
(2) 求速率在$1.5v_0$ 到 $2.0v_0$ 之间的粒子数;

(3) 求粒子的平均速率。



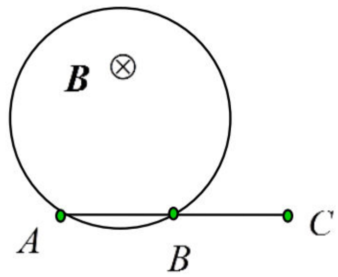
20.（本题 10 分）半径为 R 的带电球体，其电荷体密度分布为 $\rho=Kr^2$ ($r\leq R$)，r 为球心到场点的距离， K 为正常量．求：球体内、外的场强分布．

21.（本题 7 分）半径为 R 的薄圆盘，放在磁感强度为 B 的均匀磁场中，B 的方向与盘面平行，如图所示，圆盘电荷面密度为$+\sigma$，若圆盘以角速度 ω 绕其轴线逆时针转动，求作用在圆盘上的磁力矩。



22.（本题8分）

如图所示，在半径为10cm 的圆柱形空间，充满磁感应强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场，$\vec{B}$ 的方向如图所示，其量值以 3×10^{-3} T / s 的恒定速率增加，有一长为20cm 的金属棒 AC 放在图示位置，其一半 AB 位于磁场内部，另一半 BC 在磁场外部。求金属棒 AC 两端的感应电动势 ε_{AC} .



单选　1~5 CADAC　　提示：T_3 利用重力冲量、T_5 矢量叉乘注意方向

6~10 AABCD　　T_6 平行轴定理

11~15 CCACB

计算

16. $mg - F - kv = m\frac{dv}{dt}$

$$v = \frac{mg-F}{k}\left(1-e^{-\frac{k}{m}t}\right)$$

17. (1) 系统对O角动量守恒 且机械能守恒

$mgl = \frac{1}{2}mv^2$，$v = \sqrt{2gl}$

$$\begin{cases} ml\cdot v = J\omega \\ mgl = \frac{1}{2}J\omega^2 \\ J = \frac{1}{3}Ml^2 \end{cases}$$ 得 $M = 3m$

(2) $mgl = Mg\frac{l}{2}(1-\cos\theta)$，$\cos\theta = \frac{1}{3}$，$\theta = 70.5^\circ$

18. ① $mc^2 - m_0c^2 = m_0c^2$，$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}} = 2m_0$

$u = \frac{\sqrt{3}}{2}c$，$p = mu = \sqrt{3}m_0c = 1.732\,m_0c$

② $u^2 = 2ax$，$x = \frac{u^2}{2a} = 0.375\frac{c^2}{a}$

③ $F_x = \frac{dp}{dt} = m_0\cdot\frac{d}{dt}\left(\frac{u}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}\right)$

$F_x = 8m_0a$

19. (1) $(v_0+2v_0)\cdot\frac{a}{2} = N$，$a = \frac{2N}{3v_0}$

(2) $\bar{v} = \int_0^{2v_0} vf(v)\,dv = \int_0^{v_0} vf(v)\,dv + \int_{v_0}^{2v_0} vf(v)\,dv$

$\int_0^{v_0} vf(v)\,dv = \int_0^{v_0} v\cdot\frac{a}{Nv_0}\cdot v\,dv = \frac{2}{9}v_0$

$\int_{v_0}^{2v_0} vf(v)\,dv = \int_{v_0}^{2v_0} v\cdot\frac{a}{N}\,dv = v_0$

$\bar{v} = \frac{11}{9}v_0$

20. 1° $0<r\le R$

$$E\cdot 4\pi r^2=\frac{\sum q_i}{\varepsilon_0}$$

$$\sum q_i=\int_0^r kr^2\cdot 4\pi r^2\cdot dr=\frac{4\pi k}{5}\cdot r^5$$

$$E=\frac{kr^3}{5\varepsilon_0}\vec{e}_r$$

2° $r>R$

$$\sum q_i=\int_0^R kr^2\cdot 4\pi r^2 dr=\frac{4\pi k}{5}R^5$$

$$E\cdot 4\pi r^2=\frac{\sum q_i}{\varepsilon_0}$$

$$E=\frac{kR^5}{5\varepsilon_0 r^2}\vec{e}_r$$

（高斯定理）

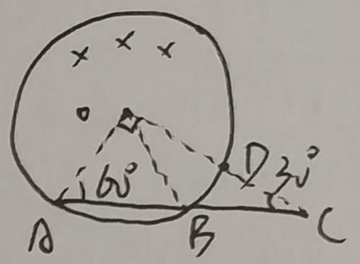
21. $P_m=IS$，$I_r=\dfrac{\sigma\cdot 2\pi r\cdot dr\cdot \frac{\omega\cdot dt}{2\pi}}{dt}=\sigma\omega r\,dr$

$$P_r=I_r\cdot\pi r^2=\pi\sigma\omega r^3 dr$$

$$P=\sum P_r=\int_0^R\pi\sigma\omega r^3 dr=\frac{\pi\sigma\omega R^4}{4}$$

$M=P\times B=\dfrac{\pi\sigma\omega R^4}{4}\cdot B$，垂直纸面向内

22.



由几何关系，得如图角度，O为圆心

$\because \varepsilon_{OA}=\varepsilon_{OC}=0$

$\therefore \varepsilon_{AC}=S\cdot\dfrac{\partial B}{\partial t}$，$S=S_{\triangle OAB}+S_{扇OBD}=(\frac{\sqrt{3}}{4}+\frac{\pi}{12})R^2$

$\varepsilon_{AC}=2.08\times10^{-5}\,V$