中山大学本科生期中考试

考试科目：《大学物理 II》（理科 A 卷）

学年学期：2019 学年第 1 学期　　姓　　名：________________

学 院/系：物理学院　　学　　号：________________

考试方式：闭卷　　年级专业：________________

考试时长：120 分钟　　班　　别：________________

任课老师:

警示 《中山大学授予学士学位工作细则》第八条："考试作弊者，不授予学士学位。"

-------------以下为试题区域，共 25 道小题，总分 100 分,考生请在答题纸上作答-------------

一、单选题（共 20 小题，每小题 2 分，共 40 分）

1. 1. 下列说法中正确的是（ C ）
（A） 电场强度大的地方电势一定高；（B）带负电物体的电势一定为负；
（C）电场强度相等处电势梯度也相等；（D）电场强度为零处电势一定为零。

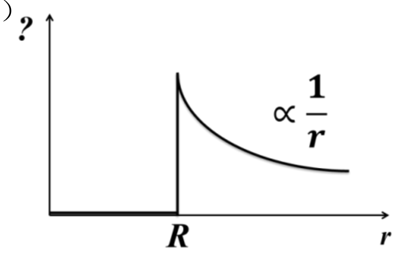
2. 在点电荷的电场中，若以点电荷为球心，作任一半径的球面，则该球面上的不同点（ C ）
（A）电势相同，电场强度矢量也相同；（B）电势不同，电场强度矢量也不同；
（C）电势相同，电场强度矢量不同；　　（D）电势不同，电场强度矢量相同；

3. 一半径为 R 的导体球表面的面电荷密度为σ，在距球面为 R 处，电场强度为（ C）

（A）$\frac{\sigma}{16\varepsilon_0}$ ；（B）$\frac{\sigma}{8\varepsilon_0}$ ；（C）$\frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$ ；（D）$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ ；（E）$\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ ；

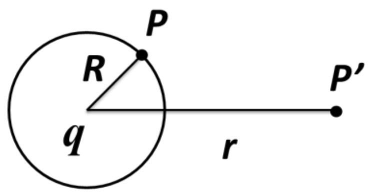
4. 把一个带负电的导体球 A 靠近一个不带电的孤立导体 B，结果使（ A ）
（A）导体 B 的电势降低；　　（B） 导体 B 的电势升高；
（C）导体 B 的右端电势比左端高；　　（D）导体 B 的电势没变化。

5. 图中曲线表示球对称或轴对称静电场的某一物理量随径向距离 r 变化的关系，请指出该曲线可以描述下列哪方面的内容？（E 为电场强度大小，U 为电势大小）（ B ）
（A）半径为 R 的无限长均匀带电圆柱体电场的 E-r 关系；
（B）半径为 R 的无限长均匀带电圆柱面电场的 E-r 关系；
（C）半径为 R 的均匀带正电球体电场的 U-r 关系；
（D）半径为 R 的均匀带正电球面电场的 U-r 关系；



6. 下列情况哪些是可能的？（　B　）
①导体净电荷为 0 而电位可以不为 0；　②导体电位为 0 而净电荷可以不为 0；
③导体带负电荷而电位可以为正；　　④导体带正电荷而电位可以为负。
（A）①②④；（B）①②③④；（C）③④；（D）②③④。

7. 如图，在点电荷 q 的电场中，选取以 q 为中心，R 为半径的球面上一点 P 作电势零点，则与点电荷 q 距离为 r 的 P’点的电势为（　　B　）

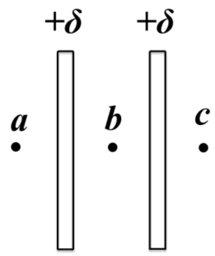


（A）$\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$　　（B）$\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R}\right)$

（C）$\frac{q}{4\pi\varepsilon_0(r-R)}$　　（D）$\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{r}\right)$

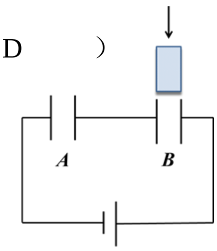
8. 真空中有一均匀带电球体和一均匀带电球面，如果它们的半径和所带电量都相等，则它们的静电能之间的关系是（　　B　）
（A）球体的静电能等于球面的静电能（B）球体的静电能大于球面的静电能
（C）　球体的静电能小于球面的静电能
（D）球体的内静电能大于球面的静电能，球体外的静电能小于球面的静电能

9. 如图，两无限大平行平面，其电荷面密度均为+δ，图中 a、b、c 三处的电场强度的大小分别为（B　）



（A）$0,\frac{\delta}{\varepsilon_0},0$；（B）$\frac{\delta}{\varepsilon_0},0,\frac{\delta}{\varepsilon_0}$；（C）$\frac{\delta}{2\varepsilon_0},\frac{\delta}{\varepsilon_0},\frac{\delta}{2\varepsilon_0}$；（D）$0,\frac{\delta}{2\varepsilon_0},0$；

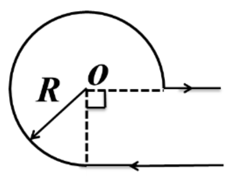
10. 如图，两个同样的平行板电容器 A 和 B，串联后接在电源上，再把电容器 B 充满相对介电常数为 ε_r 的均匀介质，则电容器 A 中的场强 E_A 与电容器 B 中的场强E_B的变化情况是（D　　）



（A）E_A不变 E_B增大；（B）E_A不变 E_B减小；

（C）E_A减小 E_B增大；（D）E_A增大 E_B减小；

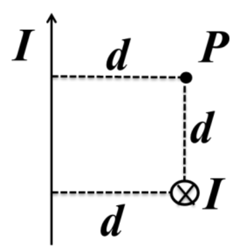
11. 一根无限长细导线有电流 I，折成如图所示形状，圆弧部分的半径为 R，则圆心处磁感应强度 B 的大小为（ A　　）



（A）$\frac{\mu_0 I}{4\pi R}+\frac{3\mu_0 I}{8R}$　（B）$\frac{\mu_0 I}{2\pi R}+\frac{3\mu_0 I}{8\pi R}$　（C）$\frac{\mu_0 I}{4\pi R}-\frac{3\mu_0 I}{8R}$　（D）$\frac{\mu_0 I}{4\pi}+\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$

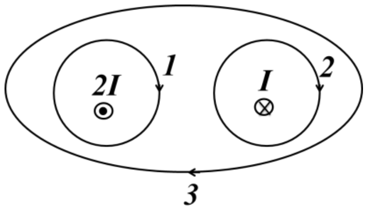
12. 下述中哪些是洛伦兹力的特点？（　C　）
① 洛伦兹力始终与运动电荷的速度相垂直；　②洛伦兹力始终与磁感应强度相垂直；
③ 洛伦兹力不能改变运动电荷的动量；　　④洛伦兹力不对运动电荷做功。
（A）①③④；（B）①②③；（C）①②④；（D）②③④。

13. 如图，两条无限长直导线互相垂直，距离为 d，P 点到这两条导线距离都是 d，若两导线都载有电流 I，那么 P 点的磁感应强度是多少？（ C ）



(A) 0; (B) $\frac{\mu_0 I}{2\pi d}$; (C) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2\pi d}$; (D) $\frac{\mu_0 I}{\pi d}$。

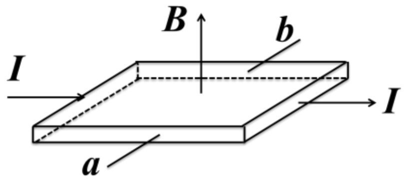
14. 如图，流出纸面的电流为 2I，流进纸面的电流为 I，这两个稳恒电流为回路 1，2，3 所包围。下列 $\vec{B}$沿哪一个回路的环流是正确的？（ D ）



（A） $\oint_1 \vec{B}\cdot d\vec{l}=2\mu_0 I$;（B）$\oint_2 \vec{B}\cdot d\vec{l}=-2\mu_0 I$;

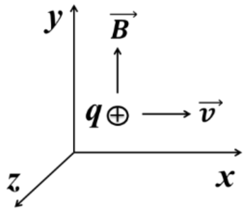
（C）$\oint_3 \vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0 I$; （D）$\oint_3 \vec{B}\cdot d\vec{l}=-\mu_0 I$;

15. 如图，通有电流 I 的金属薄片，置于垂直于薄片的均匀磁场$\vec{B}$中，则金属片上 a，b 两端的电势相比为（ C ）



（A）$U_a > U_b$; （B）$U_a = U_b$; （C）$U_a < U_b$; （D）无法确定;

16. 如图，均匀磁场的磁感应强度为$\vec{B}$，方向沿 y 轴正向，要使电量为 q 的正离子沿 x 轴正向作匀速直线运动，则必须加一个均匀电场$\vec{E}$，其大小和方向为 （ D ）

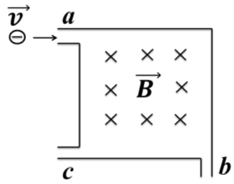


（A）$E=B/v$，E 沿 z 轴正向； （B）$E=B/v$，E 沿 z 轴负向;
（C）$E=Bv$，E 沿 z 轴正向； （D）$E=Bv$，E 沿 z 轴负向;

17. 从电子枪同时射出两个电子，初速度分别为 v 和 $2v$，经垂直磁场偏转后，则（ C ）
（A）初速度为 v 的电子先回到出发点 （B）初速度为 $2v$ 的电子先回到出发点
（C）同时回到出发点 （D）不能回到出发点

18. 一电子垂直射向一载流直导线，则该电子在磁场作用下将（ A ）
（A）沿电流方向偏转;（B）沿电流反方向偏转;（C）不偏转;（D）垂直于电流方向偏转.

19. 一正方形空腔的横截面上有三个小孔 a、b、c，腔内分布着均匀磁场 B，方向如图。今有一束具有不同速率的电子束由 a 孔射入空腔，若在 b、c 两孔分别有电子射出，则两孔射出的电子速率之比 $v_b:v_c=$（ **A** ）



（A）2:1 （B） 4:1 （C）1:2 （D）1:4

20. 如图，L_1 和 L_2 是两个半径相同的圆形回路，两回路中都有长直电流 I_1 和 I_2，放置的位置相同，但在回路 L_2 外又有长直电流 I_3，如 P_1 和 P_2 是圆形回路上的对应点，则（ C ）

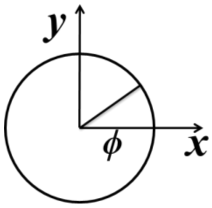
（A） $\oint_{L_1}\vec{B}\cdot d\vec{l}=\oint_{L_2}\vec{B}\cdot d\vec{l}$，且$B_{P_1}=B_{P_2}$;

（B） $\oint_{L1}\vec{B}\cdot d\vec{l}\neq\oint_{L2}\vec{B}\cdot d\vec{l}$，但$B_{P1}=B_{P2}$；

（C）$\oint_{L1}\vec{B}\cdot d\vec{l}=\oint_{L2}\vec{B}\cdot d\vec{l}$，但$B_{P1}\neq B_{P2}$；（D）$\oint_{L1}\vec{B}\cdot d\vec{l}\neq\oint_{L2}\vec{B}\cdot d\vec{l}$，且$B_{P1}\neq B_{P2}$；

二、计算题（共 5 小题，共 60 分）

21. 一半径为 R 的带电细圆环，其电荷线密度不是常数，满足$\lambda=\lambda_0 cos\phi$，式子中$\lambda_0$为一常数，$\phi$为半径 R 与 x 轴所成的夹角。如图所示，试求环心处的电场强度。(二倍角公式：$cos2\phi=2cos^2\phi-1$，$sin2\phi=2cos\phi\, sin\phi$)



解：$dE_x=-\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 R^2}cos\phi$，---2 分

$dE_y=-\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\sin\phi$，---2 分

$dq=Rd\phi\cdot\lambda_0 cos\phi$--2 分

$$E_x=\int dE_x=-\frac{1}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\int Rd\phi\cdot\lambda_0 cos\phi\cdot cos\phi=-\frac{\lambda_0}{8\pi\varepsilon_0 R}\int(cos2\phi+1)d\phi$$

得到：$E_x=-\frac{\lambda_0}{4\varepsilon_0 R}$---3 分

同理：$E_y=\int dE_y=-\frac{1}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\int Rd\phi\cdot\lambda_0 cos\phi\cdot sin\phi=-\frac{\lambda_0}{8\pi\varepsilon_0 R}\int(sin2\phi)d\phi$

得到：$E_y=0$--3 分

综上，$\vec{E}=-\frac{\lambda_0}{4\varepsilon_0 R}\vec{i}$

22. 两个金属球壳，一个半径为 2R 另一个半径为 R，二球间距离 r>>R。两个金属球原来电位分别为 V_1 和 V_2。若用导线将它们连接起来，那么此时两球的电位为多少？

解：设两个球原来分别带电量 q_1 和 q_2，连接后带电量分别为q_1'和q_2'，电位为 V，

由电荷守恒定律：$q_1+q_2=q_1'+q_2'$---------------------------------------2 分

由于距离非常远，可以当成孤立球来计算电势，连接前有：

$$V_1=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0 2R}q_1\text{；}$$ ---------------------------------------2 分

$$V_2=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0 R}q_2$$ ---2 分

连接后有 ：$V=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0 2R}q_1'$--2 分

$$V=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0 R}q_2'$$ --2 分

将后四个式子代入第一个式子，得到 $V=\frac{2}{3}V_1+\frac{1}{3}V_2$

23. 一半径为 R 的薄塑料圆盘，在盘面均匀分布着电荷 q，若圆盘绕通过圆心且与盘面垂直的轴以角速度 ω 作匀速转动时，在盘心处的磁感应强度大小多少？

解：取一 dr 宽的圆环，带电量$dq=\frac{q}{\pi R^2}2\pi r dr$，----------------------------------4 分

每秒转 ω /2π 圈，每圈 dq 的电量，则相当于电流 $dI=\frac{q}{\pi R^2}2\pi r dr\frac{\omega}{2\pi}=\frac{q\omega}{\pi R^2}rdr$，

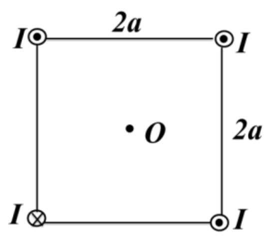
---4 分

按圆电流公式$dB=dI\frac{\mu_0}{2r}=\frac{\mu_0}{2r}\frac{q\omega}{\pi R^2}rdr$

$$B=\int dB=\int_0^R\frac{\mu_0}{2r}\frac{q\omega}{\pi R^2}rdr=\frac{\mu_0 q\omega}{2\pi R}$$ --4 分

另用运动电荷产生磁场也可解得。

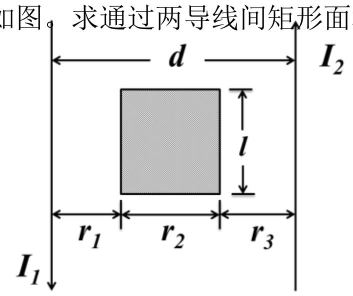
24. 四条垂直于纸面的载流细长直导线，每条中的电流强度为都 I。这四条导线被纸面截得的断面如图，它们组成了边长为 2a 的正方形，且每条长直导线处在正方形的四个顶角上。每条导线中的电流流向如图，则在图中正方形中心点 O 的磁感应强度的大小是多少？



解：左上和右下电流产生的磁场互相抵消，
左下和右上的电流产生的磁场互相叠加，产生的

$B = 2 \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{\mu_0 I}{\pi\sqrt{2}a}$，方向向右下。

25. 两平行长直导线相距 d=40cm，每根导线载有电流 $I_1=I_2=20A$，如图，求通过两导线间矩形面积的磁通量（$r_1=r_3=10cm$，l=25cm）。



解：磁感应强度为两电流产生的相加，

$B=B_1+B_2=\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x}+\frac{\mu_0 I_2}{2\pi(d-x)}$，-----------------------------2 分

磁通量为：$\Phi = \int BdS = \int_{r_1}^{r_1+r_2}\left(\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x}+\frac{\mu_0 I_2}{2\pi(d-x)}\right)ldx = \frac{\mu_0 I_1 l}{2\pi} ln\frac{r_1+r_2}{r_1} + \frac{\mu_0 I_2 l}{2\pi} ln\frac{d-r_1}{d-r_1-r_2}$

--6 分

整理后得到：$\Phi = \frac{\mu_0 I_1 l}{2\pi} ln\frac{d-r_1}{r_1}$，---2 分

带入数据$\Phi = 2.2 \times 10^{-6}$ Wb　-----------------------------------2 分