

新课标
10元读本



专题 调研

主编 杜志建

问题诊断学习法

高效突破学习瓶颈
飞速提升学习成绩



物理 14 电学



$F=ma$ $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$
 $W=Fs \cos\alpha$
 $F_{引}=Gm_1m_2/r^2$ $\Phi=BS$
 $W_{总}=W_1+W_2+\dots+W_n$
 $v^2-v_0^2=2ax$ $PV=nRT$ $R=\frac{mv}{qB}$
 $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ $F_{安}=BIL$ $E=U/d$
 $W=Fs \cos\alpha$ $F_e=kQ_1Q_2/r^2$ $v=\lambda/T$
 $v_t=v_0+at$ $F=ma$
 $E=mv^2/2$

汕头大学出版社



2009年高考真题最新研究成果

专题 调研

目录

问题诊断学习法

高效突破学习瓶颈
飞速提升学习成绩



物理 14 电 学

丛书主编：杜志建

丛书编委：张耀胜 戎世忠 万洪禄 傅明峰

刘翠芝

本册主编



NLIC 2970718720

汕头大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

专题调研. 物理/杜志建主编. —汕头: 汕头大学出版社, 2008. 7

(专题调研系列)

ISBN 978 - 7 - 81120 - 308 - 0

I. 专... II. 杜... III. 物理课—高中—教学参考资料
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 053415 号

专题调研·物理

策 划: 杜志建

责任编辑: 胡开祥

封面设计: 李 陈

出版发行: 汕头大学出版社

广东省汕头市汕头大学内

印 刷: 河南永成彩色印刷有限公司

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16

版 次: 2009 年 7 月第 2 版

印 次: 2009 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 30 元

ISBN 978 - 7 - 81120 - 308 - 0

主 编: 杜志建

责任校对: 刘 娜

责任技编: 侯会锋

邮 编: 515063

电 话: 0754—2903126

印 张: 24.5

字 数: 588 千字

版权所有, 翻版必究

如发现印装质量问题, 请与承印厂联系退换

25. 如何分析带电粒子在复合场中的运动?	53
26. 感应电动势和感应电流的产生条件有何不同?	68
27. 如何用楞次定律、右手定则判断感应电流方向?	69
28. 如何理解法拉第电磁感应定律? 如何计算感应电动势的大小?	70
29. 如何处理电磁感应中的电路问题?	71
30. 电磁感应图像有哪些? 如何从这些图像上挖掘有效的解题信息?	72

目录

CONTENTS

34. 交变电流及其产生原理和性质特点是什么?	91
35. 什么是交流电的四值? 各有什么应用? 有效值如何计算?	92
36. 理想变压器有哪些规律?	95

考题一 电场	1
Step1 自我诊断/1	Step2 问题突破/4
Step3 高分秘笈/17	Step4 闯关与预测/20
答案与解析/105	

考题二 恒定电流	25
Step1 自我诊断/25	Step2 问题突破/27
Step3 高分秘笈/38	Step4 闯关与预测/40
答案与解析/108	

考题三 磁场	43
Step1 自我诊断/43	Step2 问题突破/46
Step3 高分秘笈/57	Step4 闯关与预测/60
答案与解析/110	

考题四 电磁感应	65
Step1 自我诊断/65	Step2 问题突破/68
Step3 高分秘笈/81	Step4 闯关与预测/83
答案与解析/114	

考题五 交变电流	89
Step1 自我诊断/89	Step2 问题突破/91
Step3 高分秘笈/101	Step4 闯关与预测/102
答案与解析/118	

索引



INDEX

(专题研究系列)

索引

★ 问题快速索引

1. 如何理解电荷和电荷守恒定律?	4
2. 如何理解库仑定律?	4
3. 如何理解并学会求解电场强度? 如何认识电场线?	5
4. 如何理解电势能、电势、等势面等相关概念?	6
5. 如何理解和求解电势差?	8
6. 如何认识等量同(异)种电荷产生的电场中的电场线的分布?	9
7. 如何理解电容器的电容? 决定电容大小的因素有哪些? 如何处理平行板电容器的两种动态变化问题?	9
8. 如何分析与处理带电粒子在电场中的运动?	11
9. 如何理解电流?	27
10. 如何理解电阻定律?	27
11. 如何理解部分电路的欧姆定律?	28
12. 如何熟练运用电路串、并联的特点来迅速解题?	29
13. 如何辨别电功和焦耳热, 纯电阻电路和非纯电阻电路?	30
14. 如何理解并运用闭合电路欧姆定律解题?	31
15. 如何分析电路的动态问题?	32
16. 含容电路有什么特点? 如何对含容电路进行分析?	33
17. 如何检查电路的故障?	34
18. 如何理解逻辑电路的有关概念?	35
19. 磁感线及其特点是什么? 如何判断电流的磁场的磁感线?	46
20. 什么是左手定则? 如何应用左手定则?	47
21. 如何求洛伦兹力作用下速度的最值问题?	48
22. 如何确定带电粒子的圆心和半径?	49
23. 如何计算带电粒子在磁场中的运动时间?	51
24. 如何处理带电粒子在磁场中的临界问题?	52

25. 如何分析带电粒子在复合场中的运动?	53
26. 感应电动势和感应电流的产生条件有何不同?	68
27. 如何用楞次定律、右手定则判断感应电流方向?	69
28. 如何理解法拉第电磁感应定律? 如何计算感应电动势的大小?	70
29. 如何处理电磁感应中的电路问题?	71
30. 电磁感应图像有哪些? 如何从这些图像上挖掘有效的解题信息?	72
31. 如何理解自感现象?	73
32. 如何处理电磁感应中的力电问题?	74
33. 如何在电磁感应中应用能量观点?	76
34. 交变电流及其产生原理和性质特点是什么?	91
35. 什么是交流电的四值? 各有什么应用? 有效值如何计算?	92
36. 理想变压器有哪些规律?	95
37. 理想变压器动态问题分哪两类? 分析此类问题的思路是什么?	95
38. 如何求解电能输送问题?	97

★ 易错快速索引

1. 对库仑定律适用条件的理解不到位而出错	13
2. 忽略对带电体运动过程的分析而出错	14
3. 分析带电物体在重力场和电场叠加场中运动过程顾此失彼导致出错	15
4. 对带电粒子在电场中的偏转以及做功问题理解不当造成错误	16
5. 混淆电功和焦耳热的概念而出错	35
6. 缺乏分析含电容电路的有效方法	36
7. 忽视对图像的理解, 不能正确分析与运用图像	37
8. 轨迹半径与圆形磁场半径混淆引发的错误	54
9. 误认为圆周轨迹越长运动时间就越长	55
10. 粒子电性的判断出错	55
11. 对物体在复合场中的运动过程分析不清导致错误	56
12. 电表显示示数原理不清引发的错误	77
13. 没有分清待求感应电动势是指瞬时感应电动势还是平均感应电动势导致的错误	78
14. 没有分清电路结构引发的错误	79
15. 仅根据线圈完全进入磁场中的运动性质就推断全程运动性质引发的错误	79
16. 没有理解 $U(I) = \frac{U_m(I_m)}{\sqrt{2}}$ 成立条件引发错误	98

17. 没有理解变压器公式成立条件引发错误	99
18. 把变压器输入电压作为原线圈两端电压引发的错误	100

★ 高分秘笈快速索引

1. 带电粒子在交变电场中的运动问题分析	17
2. 恒定电流热点问题	38
3. 带电粒子在电场、磁场组合场或复合场中的运动	57
4. 电磁感应综合问题	81
5. 交流电的三个热点问题	101
6. 如何理解电荷和电荷守恒定律?	9
7. 如何理解库仑定律?	26
8. 如何理解并求解电容?	66
9. 如何理解电势、电势差、电势能和电势能?	86
10. 如何理解等量同(异)种电荷产生的电场中的电场线的分布?	9
11. 如何理解电容器的电容? 决定电容大小的因素有哪些? 如何处理平行板电容器?	9
12. 如何理解电场强度?	19
13. 如何理解电场力?	26
14. 如何理解电势?	26
15. 如何理解电势差?	26
16. 如何理解电势能?	26
17. 如何理解电势能和电势能?	26
18. 如何理解电势能和电势能?	26
19. 如何理解电势能和电势能?	26
20. 如何理解电势能和电势能?	26
21. 如何理解电势能和电势能?	26
22. 如何理解电势能和电势能?	26
23. 如何理解电势能和电势能?	26
24. 如何理解电势能和电势能?	26
25. 如何理解电势能和电势能?	26
26. 如何理解电势能和电势能?	26
27. 如何理解电势能和电势能?	26
28. 如何理解电势能和电势能?	26
29. 如何理解电势能和电势能?	26
30. 如何理解电势能和电势能?	26
31. 如何理解电势能和电势能?	26
32. 如何理解电势能和电势能?	26
33. 如何理解电势能和电势能?	26
34. 如何理解电势能和电势能?	26
35. 如何理解电势能和电势能?	26
36. 如何理解电势能和电势能?	26
37. 如何理解电势能和电势能?	26
38. 如何理解电势能和电势能?	26
39. 如何理解电势能和电势能?	26
40. 如何理解电势能和电势能?	26
41. 如何理解电势能和电势能?	26
42. 如何理解电势能和电势能?	26
43. 如何理解电势能和电势能?	26
44. 如何理解电势能和电势能?	26
45. 如何理解电势能和电势能?	26
46. 如何理解电势能和电势能?	26
47. 如何理解电势能和电势能?	26
48. 如何理解电势能和电势能?	26
49. 如何理解电势能和电势能?	26
50. 如何理解电势能和电势能?	26
51. 如何理解电势能和电势能?	26
52. 如何理解电势能和电势能?	26
53. 如何理解电势能和电势能?	26
54. 如何理解电势能和电势能?	26
55. 如何理解电势能和电势能?	26
56. 如何理解电势能和电势能?	26
57. 如何理解电势能和电势能?	26
58. 如何理解电势能和电势能?	26
59. 如何理解电势能和电势能?	26
60. 如何理解电势能和电势能?	26
61. 如何理解电势能和电势能?	26
62. 如何理解电势能和电势能?	26
63. 如何理解电势能和电势能?	26
64. 如何理解电势能和电势能?	26
65. 如何理解电势能和电势能?	26
66. 如何理解电势能和电势能?	26
67. 如何理解电势能和电势能?	26
68. 如何理解电势能和电势能?	26
69. 如何理解电势能和电势能?	26
70. 如何理解电势能和电势能?	26
71. 如何理解电势能和电势能?	26
72. 如何理解电势能和电势能?	26
73. 如何理解电势能和电势能?	26
74. 如何理解电势能和电势能?	26
75. 如何理解电势能和电势能?	26
76. 如何理解电势能和电势能?	26
77. 如何理解电势能和电势能?	26
78. 如何理解电势能和电势能?	26
79. 如何理解电势能和电势能?	26
80. 如何理解电势能和电势能?	26
81. 如何理解电势能和电势能?	26
82. 如何理解电势能和电势能?	26
83. 如何理解电势能和电势能?	26
84. 如何理解电势能和电势能?	26
85. 如何理解电势能和电势能?	26
86. 如何理解电势能和电势能?	26
87. 如何理解电势能和电势能?	26
88. 如何理解电势能和电势能?	26
89. 如何理解电势能和电势能?	26
90. 如何理解电势能和电势能?	26
91. 如何理解电势能和电势能?	26
92. 如何理解电势能和电势能?	26
93. 如何理解电势能和电势能?	26
94. 如何理解电势能和电势能?	26
95. 如何理解电势能和电势能?	26
96. 如何理解电势能和电势能?	26
97. 如何理解电势能和电势能?	26
98. 如何理解电势能和电势能?	26
99. 如何理解电势能和电势能?	26
100. 如何理解电势能和电势能?	26

专题一

电 场

Step 1

自我诊断

发 现 问 题 很 重 要

3年 高频考点

考点 1

点电荷 库仑定律

考点 2

电场线的特性

考点 3

电势能、电势、等势面、电势差、电场力做功的计算

诊断试题

1. (2009 · 山东 · 20) 如图 1 所示, 在 x 轴上关于原点 O 对称的两点固定放置等量异种点电荷 $+Q$ 和 $-Q$, x 轴上的 P 点位于 $-Q$ 的右侧. 下列判断正确的是

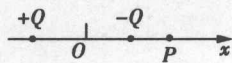


图 1

- A. 在 x 轴上还有一点与 P 点电场强度相同
- B. 在 x 轴上还有两点与 P 点电场强度相同
- C. 若将一试探电荷 $+q$ 从 P 点移至 O 点, 电势能增大
- D. 若将一试探电荷 $+q$ 从 P 点移至 O 点, 电势能减小

2. (2009 · 北京 · 16) 某静电场的电场线分布如图 2 所示, 图中 P 、 Q 两点的电场强度的大小分别为 E_P 和 E_Q , 电势分别为 U_P 和 U_Q , 则

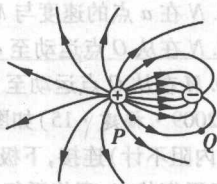


图 2

- A. $E_P > E_Q, U_P > U_Q$
- B. $E_P > E_Q, U_P < U_Q$
- C. $E_P < E_Q, U_P > U_Q$
- D. $E_P < E_Q, U_P < U_Q$

3. (2009 · 浙江 · 20) 空间存在匀强电场, 有一电荷量 $q(q > 0)$ 、质量 m 的粒子从 O 点以速率 v_0 射入电场, 运动到 A 点时速率为 $2v_0$. 现有另一电荷量 $-q$ 、质量 m 的粒子以速率 $2v_0$ 仍从 O 点射入该电场, 运动到 B 点时速率为 $3v_0$. 若忽略重力的影响, 则



- A. 在 O, A, B 三点中, B 点电势最高
 B. 在 O, A, B 三点中, A 点电势最高
 C. OA 间的电势差比 BO 间的电势差大
 D. OA 间的电势差比 BA 间的电势差小

4. (2008 · 海南 · 6) 如图 3 所示, 匀强电场中有 a, b, c 三点. 在以它们为顶点的三角形中, $\angle a = 30^\circ$, $\angle c = 90^\circ$. 电场方向与三角形所在平面平行. 已知 a, b 和 c 点的电势分别为 $(2 - \sqrt{3})\text{V}$, $(2 + \sqrt{3})\text{V}$ 和 2V . 该三角形的外接圆上最低、最高电势分别为

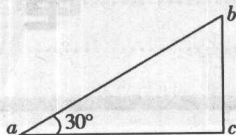


图 3

- A. $(2 - \sqrt{3})\text{V}, (2 + \sqrt{3})\text{V}$ B. $0\text{V}, 4\text{V}$
 C. $(2 - \frac{4\sqrt{3}}{3})\text{V}, (2 + \frac{4\sqrt{3}}{3})\text{V}$ D. $0\text{V}, 2\sqrt{3}\text{V}$

5. (2009 · 全国 II · 19) 图 4 中虚线为匀强电场中与场强方向垂直的等间距平行直线. 两粒子 M, N 质量相等, 所带电荷的绝对值也相等. 现将 M, N 从虚线上的 O 点以相同速率射出, 两粒子在电场中运动的轨迹分别如图中两条实线所示. 点 a, b, c 为实线与虚线的交点. 已知 O 点电势高于 c 点. 若不计重力, 则

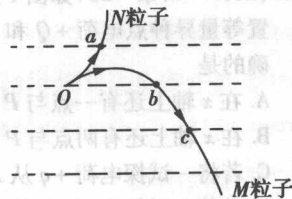


图 4

- A. M 带负电荷, N 带正电荷
 B. N 在 a 点的速度与 M 在 c 点的速度大小相同
 C. N 在从 O 点运动至 a 点的过程中克服电场力做功
 D. M 在从 O 点运动至 b 点的过程中, 电场力对它做的功等于零

6. (2009 · 福建 · 15) 如图 5 所示, 平行板电容器与电动势为 E 的直流电源 (内阻不计) 连接, 下极板接地. 一带电油滴位于电容器中的 P 点且恰好处于平衡状态. 现将平行板电容器的上极板竖直向上移动一小段距离

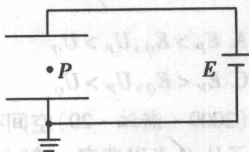


图 5

- A. 带电油滴将沿竖直方向向上运动
 B. P 点的电势将降低

考点 4

电容器的分析



考点 5

带电粒子在匀强电场中的运动

C. 带电油滴的电势能将减少

D. 若电容器的电容减小, 则极板带电量将增大

7. (2008 · 上海 · 23) 如图 6 所示为研究电子枪中电子在电场中运动的简化模型示意图. 在 Oxy 平面的 $ABCD$ 区域内, 存在两个场强大小均为 E 的匀强电场 I 和 II, 两电场的边界均是边长为 L 的正方形 (不计电子所受重力).

(1) 在该区域 AB 边的中点处由静止释放电子, 求电子离开 $ABCD$ 区域的位置.

(2) 在电场 I 区域内适当位置由静止释放电子, 电子恰能从 $ABCD$ 区域左下角 D 处离开, 求所有释放点的位置.

(3) 若将左侧电场 II 整体水平向右移动 $\frac{L}{n} (n \geq 1)$, 仍使电子从 $ABCD$ 区域左下角 D 处离开 (D 不随电场移动), 求在电场 I 区域内由静止释放电子的所有位置.



图 6

诊断报告

请对答案: 1. AC 2. A 3. AD 4. B 5. BD 6. B

7. (1) $(-2L, \frac{1}{4}L)$ (2) $xy = \frac{L^2}{4}$, 即在电场 I 区域内满足方程的点即为所求位置 (3) $xy =$

$L^2 (\frac{1}{2n} + \frac{1}{4})$, 即在电场 I 区域内满足方程的点即为所求位置. (详细解析见 P105)

我做错的题目有:

我有待掌握的高频考点有:

我的疑难问题有:



问题突破

找到解决问题的方法

名师诊断



问题清单

问题 1

如何理解电荷和电荷守恒定律？

问题 2

如何理解库仑定律？

名师释疑



诊断 1

电荷 电荷守恒定律

1. 自然界中的两种电荷：正电荷和负电荷。电荷在它的周围空间形成电场，电荷间的相互作用就是通过电场产生的。

2. 元电荷： $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

比荷：电荷的电荷量与质量之比，叫做该电荷的比荷。

3. 使物体带电的过程叫做起电，物体起电的方式有三种：(1)摩擦起电；(2)感应起电；(3)接触起电。

4. 电荷守恒定律：电荷既不能创造，也不能消灭，只能从一个物体转移到另一个物体；或者从物体的一部分转移到另一部分。

另一种表述：一个与外界没有电荷交换的系统，电荷的代数和总是保持不变。

诊断 2

库仑定律

1. 内容表述：真空中两个静止点电荷之间的相互作用力，与它们的电荷量的乘积成正比，与它们的距离的二次方成反比，作用力的方向在它们的连线上。

2. 公式： $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 。静电力常量 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 。

3. 适用条件：真空中的点电荷。点电荷是一种理想的物理模型。

4. 库仑力是按照力的性质命名的，因此它具有力的一切性质。

例证 1 对于库仑定律，下面说法中正确的是

A. 凡计算两个带电体间的相互作用力，都可以使用公式 $F = \frac{kQ_1 Q_2}{r^2}$

B. 两个点电荷之间的距离趋于零时，它们之间的库仑力将趋于无穷大

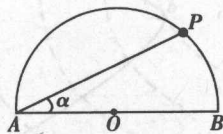
C. 真空中相互作用的两个点电荷，不论它们的电荷量是否相同，它们受到的库仑力大小一定相等

D. 库仑定律适用于点电荷，点电荷其实就是体积很小的带电体

精析 本题考查考生对库仑定律适用条件的理解。使用公式 $F = \frac{kQ_1 Q_2}{r^2}$ 的两个适用条件是真空和点电荷，故 A 错误；当两个点电荷之间的距离趋于零时，库仑定律就不再适用，犯了硬套数学公式的错误，B 错误；根据牛顿第三定律可判断 C 正确；点电荷是一种理想的物理模型，并不是指体积很小的带电体，D 错误。故选 C。



例证 2 (2009 苏州)如图 1-1 所示,电荷量为 Q_1 、 Q_2 的两个正点电荷分别置于 A 点和 B 点,两点相距为 L ,在以 L 为直径的光滑绝缘半圆环上,穿着一个带电荷量为 q 的小球(视为点电荷),在 P 点平衡,若不计小球的重力,那么 PA 与 AB 的夹角 α 与 Q_1 、 Q_2 的关系满足



- A. $\tan^2 \alpha = \frac{Q_1}{Q_2}$ B. $\tan^2 \alpha = \frac{Q_2}{Q_1}$
C. $\tan^3 \alpha = \frac{Q_1}{Q_2}$ D. $\tan^3 \alpha = \frac{Q_2}{Q_1}$

精析 建立沿 OP 方向为 y 轴,垂直 OP 方向为 x 轴, P 为原点的坐标系,由力的平衡知: $F_{AP} \sin \alpha =$

图 1-1

$F_{BP} \cos \alpha$ ①, $F_{AP} = \frac{kQ_1 q}{AP^2}$ ②, $F_{BP} = \frac{kQ_2 q}{BP^2}$ ③, $\frac{AP}{BP} = \cot \alpha$ ④,由①②③④式可求得: $\tan^3 \alpha = \frac{Q_2}{Q_1}$. 故选 D.

问题 3

如何理解并学会求解电场强度?
如何认识电场线?

诊断 3

1. 电场强度

(1) 定义式: $E = F/q$ (适用于所有电场), 单位: N/C 、 V/m .

(2) 矢量性: 电场中某点的场强方向跟正电荷在该点所受电场力的方向相同; 负电荷在电场中某点所受电场力的方向跟该点的场强方向相反. 说明:

① 电场中某一点的电场强度 E 是惟一的, 它的大小和方向与放入该点电荷 q 无关, 它决定于产生电场的电荷和所处的位置.

② 若空间中几个点电荷同时存在, 某点的场强等于它们单独存在时在该点产生场强的矢量和.

(3) 场强的三个公式

关于三个场强公式的适用条件			
	定义式	决定式	关系式
表达式	$E = \frac{F}{q}$	$E = \frac{kQ}{r^2}$	$E = \frac{U}{d}$
适用范围	任何电场, E 的大小以及方向与检验电荷的电荷量大小、是否存在都无关	真空中的点电荷. Q 为场源电荷的电荷量, r 为所研究点到场源电荷的距离	匀强电场. U 为电场中两点的电势差, d 为两点间沿电场线方向的距离
说明	电场中某点的场强和放入该点的检验电荷无关, 是由电场本身的性质决定的		

(4) 电场强度的大小和方向的判断方法:

① 电场强度大小的判定方法:

a. 用电场线的疏密程度进行判断, 电场线越密集, 场强越大, 电场线越稀疏, 场强越小.

b. 根据等差等势面的疏密判定场强大小, 电势差相等的等势面密集的地方场强大, 稀疏处场强小.



c. 运用场强公式计算场强, 根据场强定义式 $E = \frac{F}{q}$ 可知, 对于同一个电荷, 受电场力越大的点的场强越大, 或根据真空中点电荷场强决定式 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 可知, 在点电荷形成的电场中, 离场源电荷越近场强越强, 越远越弱.

d. 几个场源电荷存在的电场中场强要用矢量合成法则判定.

注意: 静电平衡状态的导体内部场强为零.

② 电场强度方向的判断方法:

a. 某点正电荷所受电场力的方向, 即该点的电场强度方向.

b. 电场强度的方向与电场线的切线在同一条直线上并指向电势降低的方向.

c. 电场强度的方向垂直等势面并指向电势降低的方向.

2. 电场线的特点

(1) 静电场中电场线始于正电荷或无穷远处, 止于负电荷或无穷远处. 它不封闭, 也不在无电荷处中断.

(2) 电场线的疏密反映了电场强度的大小 (疏弱密强).

(3) 电场线不相交 (包括相切).

(4) 电场线不是真实存在的.

(5) 电场线不表示电荷在电场中的运动轨迹.

例证 3 如图 1-2 所示, 带电荷量 $+q$ 的点电荷与均匀带电薄板相距为 $2d$, a 、 b 两点在薄板两侧与薄板的距离都为 d , $+q$ 、 a 、 b 的连线垂直通过板的几何中心, 若图中 a 点处的电场强度为零, 已知静电力常量为 k , 下列说法正确的是

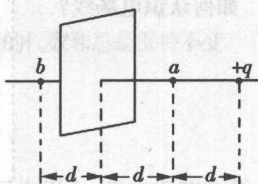


图 1-2

A. b 点的电场强度为 $k \frac{2q}{d^2}$, 方向向右

B. b 点的电场强度为 $k \frac{q}{4d^2}$, 方向向左

C. 薄板在 b 点产生的电场强度大小为 $k \frac{q}{d^2}$, 方向向左

D. 薄板在 b 点产生的电场强度大小为 $k \frac{q}{d^2}$, 方向向右

精析 a 点场强为零, 说明点电荷在 a 点产生的场强和均匀带电薄板产生的场强大小相等, 即 $E_{\text{板}} = E_{+q} = \frac{kq}{d^2}$, $E_{\text{板}}$ 方向水平向右, E_{+q} 方向水平向左. a 、 b 两点在薄板两侧与薄板距离都为 d , 故薄板在 b 点产生的场强与其在 a 点的场强等大反向. b 点的电场强度为 $\frac{10kq}{9d^2}$. 故选 C.

问题 4

如何理解电势能、电势、等势面等相关概念?

诊断 4

1. 电势能

(1) 定义: 由于移动电荷时静电力做的功与移动的路径无关, 电荷在电场中也具有势能, 这种势能叫做电势能. 电荷在电场中某点的电势能在数值上等于把该电荷从这一点移动到零势能位置时电场力所做的功.

(2) 电场力做功与电势能变化的关系: 电场力做正功, 电势能减小; 电场力做负功, 电势能增加; 电场力对电荷做功的多少等于电荷电势能的变化.



量. 根据功能关系, 可以用电场力做的功量度电荷电势能的变化. 用 ε 表示电势能, 则电荷从 A 点移到 B 点有 $W_{AB} = -\Delta\varepsilon = \varepsilon_A - \varepsilon_B$.

例证 4 (2008 南通) 如图 1-3 所示, 虚线表示等势面, 相邻两等势面间的电势差相等, 有一带电的小球在该电场中运动, 不计小球所受的重力和空气阻力, 实线表示该带正电的小球的运动轨迹, 小球在 a 点的动能等于 20 eV , 运动到 b 点时的动能等于 2 eV , 若取 c 点为零电势点, 则这个带电小球的电势能等于 -6 eV 时, 它的动能等于

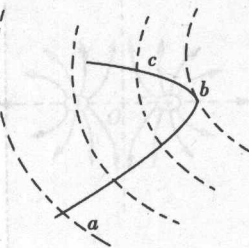


图 1-3

- A. 16 eV B. 14 eV
C. 6 eV D. 4 eV

精析 令相邻的等势面间的电势差为 U , 则应有: $-3qU = 2 \text{ eV} - 20 \text{ eV}$, 所以 $qU = 6 \text{ eV}$, 即 b 点的电势能为 6 eV , 由能量守恒知, 动能与电势能之和不变, 故带电小球的电势能等于 -6 eV 时, 它的动能等于 14 eV . 故选 B.

2. 电势 φ

(1) 定义式: $\varphi = \frac{E_p}{q}$, 单位: 伏特 (V), 标量.

(2) 电势的特点:

① 电势具有相对性, 电荷在某点的电势等于该点与零电势间的电势差. 若 A, B 两点中, $\varphi_B = 0$, 则有 $\varphi_A = U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$. 所以电势的大小决定于零电势点的选取 (大地或无穷远处默认为零).

② 电势由电场自身的因素决定的, 与检验电荷无关, 电势是用来反映电场能性质的物理量.

③ 电势是标量, 但有正负.

④ 沿电场线方向, 电势依次降低.

3. 电势与电场强度的关系

(1) 电势反映电场能的性质, 电场强度反映电场力的性质.

(2) 电势是标量, 具有相对性, 而电场强度是矢量, 不具有相对性.

(3) 电势与电场强度的大小没有必然的联系. 电场中某点的场强为零, 该点的电势不一定为零. 电场中某点电势为零, 场强不一定为零;

(4) 在匀强电场中有 $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = Ed$ (d 为 A, B 两点沿电场线方向的距离).

4. 等势面的性质

(1) 在同一等势面上各点电势相等, 所以在同一等势面上移动电荷, 电场力不做功.

(2) 电场线跟等势面一定垂直, 并且由电势高的等势面指向电势低的等势面.

(3) 等势面越密, 电场强度越大.

(4) 等势面不相交, 不相切.

例证 5 (2008 盐城) 将一正电荷从无限远处移入电场中的 M 点, 静电力做功 $W_1 = 6.0 \times 10^{-9} \text{ J}$, 若将一个等量的负电荷从电场中的 N 点移向无限远处, 静电力做功 $W_2 = 7.0 \times 10^{-9} \text{ J}$, 则 M, N 两点的电势 φ_M, φ_N , 有如下关系正确的是

A. $\varphi_M < \varphi_N < 0$ B. $\varphi_M > \varphi_N > 0$ C. $\varphi_N < \varphi_M < 0$ D. $\varphi_N > \varphi_M > 0$

精析 令无限远处的电势为零, 对正电荷 $0 - \varphi_M = \frac{W_1}{q}$, 对负电荷 $\varphi_N -$

$0 = \frac{W_2}{-q}$, 即有 $0 - \varphi_N = \frac{W_2}{q}$. 而 $W_1 < W_2$, 故有 $\varphi_N < \varphi_M < 0$. 故选 C.

例证 6 (2009 淮安) 如图 1-4 所示, 三条平行等距的直虚线表示电场中的三个等势面, 电势值分别为 10V、20V、30V, 实线表示一带负电的粒子在该区域内的运动轨迹, 对于轨迹上的 a、b、c 三点来说

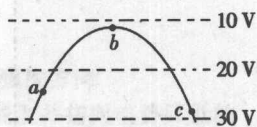


图 1-4

A. 粒子必先过 a, 再到 b, 然后到 c

B. 粒子在三点的受力大小 $F_a = F_b = F_c$ C. 粒子在三点的动能大小为 $E_a > E_b > E_c$ D. 粒子在三点的动能大小为 $E_c > E_a > E_b$

精析 作出电场中电场线如图 1-5 所示, 这是匀强电场, 粒子在三点的受力大小 $F_a = F_b = F_c$, 方向竖直向下, 不管如何运动, 电场力先做负功, 后做正功, 故可判定粒子在三点的动能大小为 $E_c > E_a > E_b$, 所以, A、C 都错, 故选 BD.

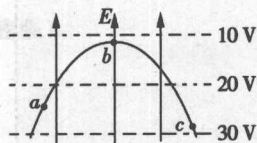


图 1-5

问题 5

如何理解和求解电势差?

诊断 5

1. 电势差 (又叫电压)

(1) 定义式: $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$ (2) 单位: 伏特 符号: V, $1V = 1J/C$

2. 电势与电势差的比较:

(1) 电势差是电场中两点间的电势的差值, $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$.

(2) 电场中某一点的电势的大小, 与选取的参考点有关; 电势差的大小, 与选取的参考点无关.

(3) 电势和电势差都是标量, 单位都是伏特, 都有正负值.

电势的正负表示该点比参考点的电势大或小.

电势差的正负表示两点的电势的高低.

3. 应用 $W_{AB} = qU_{AB}$ 计算时, 相关物理量用正、负值代入, 其结果: $W_{AB} > 0$, 电场力做正功; $W_{AB} < 0$, 电场力做负功. $U_{AB} > 0, \varphi_A > \varphi_B; U_{AB} < 0, \varphi_A < \varphi_B$.

例证 7 (2008 山东) 一个带正电的质点, 电荷量 $q = 2.0 \times 10^{-9}C$, 在静电场中, 由 a 点移到 b 点, 在这过程中, 除电场力外, 其他力做的功为 $6.0 \times 10^{-5}J$, 质点的动能增加了 $8.0 \times 10^{-5}J$, 则 a、b 两点间的电势差 U_{ab} 为

A. 3×10^4V B. 1×10^4V C. 4×10^4V D. 7×10^4V

精析 以带正电的质点为研究对象, 根据动能定理 $W_{其他力} + W_{电} = \Delta E_k$, 根据电势差的定义式 $U_{ab} = W_{电}/q = 1 \times 10^4V$. 故选 B.



问题 6

如何认识等量同(异)种电荷产生的电场中的电场线的分布?

诊断 6

等量同(异)种电荷产生的电场

1. 等量同种电荷形成的电场,如图 1-6 所示.

(1)两电荷的连线上:不管是等量同种正电荷还是负电荷的中点 O 处场强始终为零,等量同种正电荷的中点 O 的电势最小,而等量同种负电荷的中点 O 的电势最大.

(2)两电荷连线的中垂线上:不管是等量同种正电荷还是负电荷,从中点 O 处沿中垂面(中垂线)到无穷远处,场强先变大后变小.

(3)关于 O 点对称的两点场强大小相等,方向相反,电势相等.

2. 等量异种电荷形成的电场,如图 1-7 所示.

(1)两电荷的连线上:各点的电场强度方向从正电荷指向负电荷,沿电场线方向场强先变小后变大,从正电荷到负电荷电势逐渐减小.

(2)两电荷连线的中垂线上:场强方向相同,且与中垂线垂直,由中点到无穷远处,场强一直变小,各点电势相等且都等于零.

(3)关于中点 O 对称的两点场强等大同向,在中垂线上的两点电势相等.

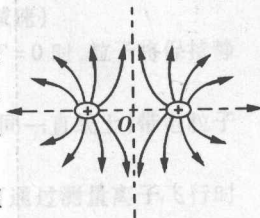


图 1-6

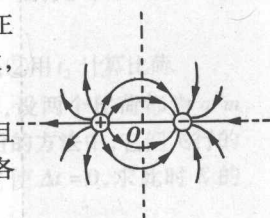


图 1-7

例证 8 如图 1-8 所示, Q_1 、 Q_2 为两个等量同种的正点电荷,在两者的电场中有 M 、 N 和 O 三点,其中 M 和 O 在 Q_1 、 Q_2 的连线上(O 为连线的中点), N 为过 O 点的垂线上的一点. 则下列说法中正确的是

A. 在 Q_1 、 Q_2 连线的中垂线位置可以画出一条电场线

B. 若将一个正点电荷分别放在 M 、 N 和 O 三点, 则该点电荷在 M 点时的电势能最大

C. 若将一个带电荷量为 $-q$ 的点电荷从 M 点移到 O 点, 则电势能减小

D. 若将一个带电荷量为 $-q$ 的点电荷从 N 点移到 O 点, 则电势能增加

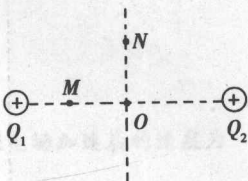


图 1-8

精析

根据等量同种正电荷形成的电场的连线和中垂线上的电场强度和电势的特点可判定 A 错; M 、 N 、 O 三点电势大小的关系为 $\varphi_M > \varphi_O > \varphi_N$, 可判定正点电荷在 M 点时的电势能最大, B 正确; 从 M 点到 O 点, 电势是减小的, 故电场力对 $-q$ 的点电荷做负功, 则电势能增加, C 错; 从 N 点到 O 点, 电势是增加的, 故电场力对 $-q$ 的点电荷做正功, 则电势能减小, D 错. 故选 B.

问题 7

如何理解电容器的电容? 决定电容大小的因素有哪些? 如何处理平行板电容器的两种动态变化问题?

诊断 7

电容器与电容

1. 电容器的构造: 任何两个彼此绝缘又相隔很近的导体都可以看成一个电容器.

2. 电容的定义: 电容器所带的电荷量 Q 与两极板间的电势差 U 的比值, 叫做电容器的电容.



3. 公式: $C = \frac{Q}{U}$. 单位: 法拉 (F), $1 \text{ F} = 1 \times 10^6 \mu\text{F} = 1 \times 10^{12} \text{ pF}$. 对于一个

确定的电容器, 其电容大小只由自身结构决定, 与 Q 、 U 无关.

4. 常见电容器: 平行板电容器、可变电容器、电解电容器等.

5. 平行板电容器的电容

(1) 平行板电容器的电容 C 与介电常数 ε 成正比, 跟正对面积 S 成正比, 跟极板间的距离 d 成反比. 设极板间距离为 d 、正对面积为 S 、电介质常数为 ε , 则有 $C = \frac{\varepsilon S}{4\pi k d}$ 或 $C \propto \frac{\varepsilon S}{d}$.

(2) 平行板电容器的两极板间的电场可认为是匀强电场, 则 $E = U/d$.

6. 处理两种典型的平行板电容器问题

(1) 两极板间电压 U 不变 (始终与电源相连).

(2) 电容器带电荷量保持不变 (充电后与电源断开).

分析与处理的依据:

① 电荷量、电压和电容的关系式 $Q = CU$.

② 平行板电容器的两极板间的电场是匀强电场, 即 $E = U/d$. 当电荷量 Q 保持不变时, 仅改变间距 d 时, 有 $E = \frac{4\pi k Q}{\varepsilon S} \propto \frac{Q}{S}$.

例证 9 (2008 · 重庆 · 21) 图 1-9(1) 是某同学设计的电容式速度传感器原理图, 其中上板为固定极板, 下板为待测物体. 在两极板间电压恒定的条件下, 极板上所带电荷量 Q 将随待测物体的上下运动而变化. 若 Q 随时间 t 的变化关系为 $Q = \frac{b}{t+a}$ (a, b 为大于零的常数), 其图像如图 1-9(2) 所示, 那么图 1-9(3)、1-9(4) 中反映极板间场强大小 E 和物体速率 v 随 t 变化的图线可能是

A. ①和③ B. ①和④ C. ②和③ D. ②和④

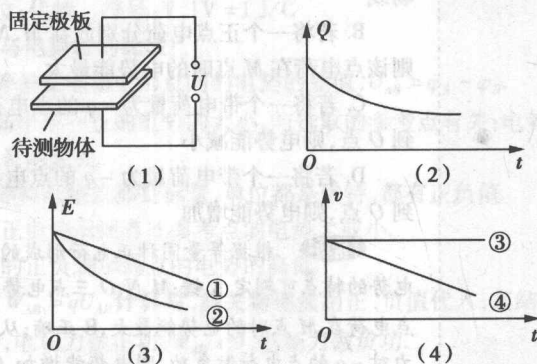


图 1-9

【精析】 本题考查电容式速度传感器的有关知识, 关键要掌握电容器的两种情况: ①两极板间电压恒定; ②两极板间电荷量不变. 理清相关物理量的变化, 找出彼此联系的函数关系.

由题意可知: $E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{Cd} = \frac{4\pi k Q}{\varepsilon S}$, 所以 E 随 t 变化的规律与 Q 随 t 变化的规律相似, 所以图线②正确. 由 $Q = CU = \frac{\varepsilon S}{4\pi k d} U = \frac{b}{t+a}$ 知, $d \propto t+a$, 因此物体速率 v 随时间 t 变化的图像是③, 故选 C.