

高二物理新编教案

目 录

第 1 讲、内能 能量守恒定律·····	2
第 2 讲、电荷的相互作用—库仑定律·····	7
第 3 讲、电场的描述—电场强度 电场线·····	11
第 4 讲、电场能的性质—电势能 电势 电势差·····	13
第 5 讲、静电的利用与防范·····	15
第 6 讲、电路 电功 电功率·····	19
第 7 讲、电动势 闭合电路欧姆定律·····	22
第 8 讲、第一次阶段测试·····	24
第 9 讲、测电源电动势和内电阻（实验）·····	27
第 10 讲、闭合电路专题分析·····	29
第 11 讲、磁场 磁感强度 磁感线·····	31
第 12 讲、磁场对电流的作用 左手定则·····	34
第 13 讲、安培力作用下导体的平衡·····	37
第 14 讲、第二次阶段测试·····	40
第 15 讲、高一物理复习—周期性运动·····	43
第 16 讲、高一物理复习—功和能·····	46

第 1 讲、内能 能量守恒定律

【知识要点】

一、物体的内能

1. 分子动能

(1) 分子动能：组成物体的分子，由于热运动而具有的能叫做分子动能。

由于分子永不停息地做无规则运动，所以不论温度高低，分子动能不会为零。

(2) 分子平均动能：物体里所有分子动能的平均值叫做分子热运动的平均动能。

平均动能与物质种类无关，只与分子质量和平均速度（由温度决定）有关。

(3) 温度微观含义：温度是物体分子热运动_____的标志。

①同一温度下，不同物质分子的平均动能都相同，但由于不同物质的分子质量不一定相同，所以分子热运动的平均速率不一定相同。

②温度反映的是大量分子平均动能的大小，不能反映个别分子的动能大小，同一温度下，各个分子的动能不尽相同。

2. 分子势能

(1) 分子势能：由于分子间存在相互作用力，并由它们的相对位置决定的能叫分子势能。

(2) 分子力做功跟分子势能变化的关系（类同于重力做功与重力势能变化的关系）

分子力做正功时，分子势能_____，分子力做负功时，分子势能_____。（增加或减小）

(3) 决定分子势能的因素：

从宏观上看：分子势能跟物体的体积有关。

从微观上看：分子势能跟分子间距离 r 有关。

3. 物体的内能：

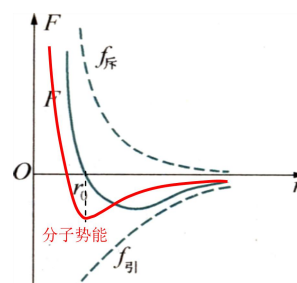
(1) 物体的内能：物体中所有分子的分子动能和分子势能的总和叫做物体的内能。

(2) 任何物体都具有内能。

(3) 决定物体内能的因素：

从宏观上看：物体内能的大小由物体的摩尔数、温度和体积三个因素决定。

从微观上看：物体内能的大小由组成物体的分子总数，分子热运动的平均动能和分子间的距离三个因素决定。



二、内能改变的两个途径

(1) 做功可以改变物体的内能：① 外界对物体做功，物体的内能增加。② 物体对外界做功，物体的内能减少。③ 做功使物体内能发生改变的时候，内能的改变就用功数值来量度。外界对物体做多少功，物体的内能就增加多少；物体对外界做多少功，物体的内能就减少多少。

(2) 热传递可改变物体的内能：① 热传递使物体的内能发生改变的时候，内能的改变是用热量来量度的。物体吸收了多少热量，物体的内能就增加多少；物体放出了多少热量，物体的内能就减少多少。② 热传递的三种方式：对流、传导、辐射。

(3) 做功和热传递在改变物体的内能上是等效的。

(4) 做功和热传递在本质上是不同的： 做功是其他形式的能量和内能之间的转化（不同形式能量间的转化）。热传递是物体间内能的转移（同种形式能量的转移）

三、能量守恒定律

(一) 热力学第一定律：

1. 表达式： $\Delta U = W + Q$

2. 符号法则：物体内能增加时， ΔU 为正，物体内能减少时， ΔU 为负；外界对物体做功时，

W 为正，物体对外界做功时， W 为负；物体吸收热量时， Q 为正，物体放出热量时， Q 为负。

3. 热力学第一定律是反映机械能与内能的转化和守恒的具体表现形式。

(二) 能量守恒定律

1. 能量守恒定律：能量既不会凭空产生，也不会凭空消失，它只能从一种形式转化为别的形式，或者从一个物体转移到别的物体，在转化或转移的过程中其总量不变。

2. 能的转化和守恒是自然界的普遍规律，违背该定律的永动机是永远无法实现的。

(三) 第一类永动机

1. 永动机---不需要任何能量而能永远运动的装置。

2. 第一类永动机：人们把设想中的不消耗能量的机器叫做第一类永动机。

3. 第一类永动机的设想由于违背了能量守恒定律，所以不可能制成。



四、能的转化的方向性

(一) 热传导过程的方向性

1. 不可能使热量由低温物体传递到高温物体，而不引起其他变化。

2. 热传导过程是有方向的，这个过程可以向一个方向自发地进行，但要实现相反方向的过程，必须借助外界的帮助，因而产生其他影响或引起其他变化。

3. 自然规律：跟热现象相联系的宏观过程都具有方向性。

(二) 第二类永动机

1. 第二类永动机：人们把想象中能够从单一热源吸收热量，全部用来做功而不引起其他变化的热机，叫做第二类永动机。

2. 第二类永动机不可能制成：表示机械能和内能的转化过程具有方向性，尽管机械能可以全部转化为内能，内能却不能全部转化成机械能，同时不引起其他变化。

3. 第一类永动机和第二类永动机

它们都不可能制成，第一类永动机的设想违反了能量守恒定律；第二类永动机的设想虽不违反能量守恒定律，但违背了跟热现象相联系的宏观过程具有方向性的自然规律。

(三) 能量的耗散

1、能量耗散：流散的内能无法重新收集起来加以利用的现象叫做能量耗散。

2、能量耗散从能量转化的角度反映出自然界中的宏观过程具有方向性。

(四) 能源的开发和利用

【例题精讲】

【专题 1】物体内能及其改变

【例 1】有甲、乙两种气体，如果甲气体内分子平均速率比乙气体内平均速率大，则（ ）

- A. 甲气体温度，一定高于乙气体的温度
- B. 甲气体温度，一定低于乙气体的温度
- C. 甲气体的温度可能高于也可能低于乙气体的温度
- D. 甲气体的每个分子运动都比乙气体每个分子运动的快

【例 2】关于分子势能以下说法正确的是（ ）

- A. 分子势能只由分子引力决定
- B. 分子势能跟物体的体积有关
- C. 物体体积增大时，分子势能一定增加
- D. 物体体积减小时分子势能一定减小

【例 3】关于物体内能及其变化，下列说法正确的是（ ）

- A. 物体的温度改变时，其内能必定改变
- B. 物体对外做功，其内能不一定改变，向物体传递热量，其内能不一定改变
- C. 对物体做功，物体内能必定改变；物体向外传出一定热量，其内能必定 改变
- D. 若物体与外界不发生热交换，则物体的内能必定不改变

【例 4】关于物体内能，下列说法中正确的是（ ）

- A. 手感到冷时，搓搓手就会感到暖和些，这是利用做功改变物体的内能
- B. 将物体举高或使它们的速度增大，是利用做功来使物体的内能增大
- C. 阳光照晒衣服，衣服的温度升高，是利用热传递来改变物体的内能
- D. 用打气筒打气，筒内气体变热，是利用热传递来改变物体的内能

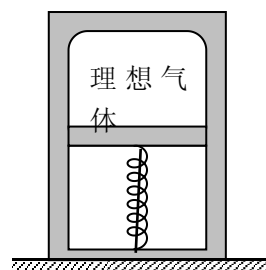
【例 5】在温度均匀的液体中，一个小气泡由液体的底层缓慢地升至液面，上升过程中气泡的体积不断增大，则气泡在浮起过程中（ ）

- A、放出热量
- B、吸收热量
- C、无吸热也不放热
- D、无法判断

【专题 2】能量的转化、守恒及其转化的方向性

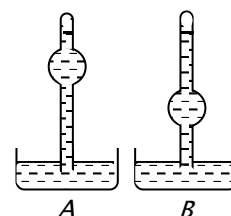
【例题 6】空气压缩机在一次压缩中，活塞对空气做了 $2 \times 10^5 J$ 的功，同时空气的内能增加了 $1.5 \times 10^5 J$ ，则它从外界吸收了热量还是放出了热量？_____传递的热量是多少？

【例 7】如图所示，密闭绝热的具有一定质量的活塞，活塞的上部封闭着气体，下部为真空，活塞与器壁的摩擦忽略不计，置于真空中的轻弹簧的一端固定于容器的底部。另一端固定在活塞上，弹簧被压缩后用绳扎紧，此时弹簧的弹性势能为 E_p (弹簧处于自然长度时的弹性势能为零)，现绳突然断开，弹簧推动活塞向上运动，经过多次往复运动后活塞静止，气体达到平衡态，经过此过程（ ）



- A. E_p 全部转换为气体的内能
- B. E_p 一部分转换成活塞的重力势能，其余部分仍为弹簧的弹性势能
- C. E_p 全部转换成活塞的重力势能和气体的内能
- D. E_p 一部分转换成活塞的重力势能，一部分转换为气体的内能，其余部分仍为弹簧的弹性势能

【例 8】A、B 两装置，均由一支一端封闭，一端开口且带有玻璃泡的管状容器和水银槽组成，除玻璃泡在管上的位置不同外，其他条件都相同。将两管抽成真空后，开口向下竖直插入水银槽中（插入过程没有空气进入管内），水银柱上升至图示位置停止。假设这一过程水银与外界没有热交换，则下列说法正确的是（ ）



- A. A 中水银的内能增量大于 B 中水银的内能增量
- B. B 中水银的内能增量大于 A 中水银的内能增量
- C. A 和 B 中水银体积保持不变，故内能增量相同
- D. A 和 B 中水银温度始终相同，故内能增量相同

【例 9】热传导的方向性是指（ ）

- A. 热量只能从高温物体传递到低温物体，而不能从低温物体传递到高温物体
- B. 热量只能从低温物体传递到高温物体，而不能从高温物体传递到低温物体
- C. 热量既能从高温物体传递到低温物体，又可以从低温物体传递到高温物体
- D. 热量会自发地从高温物体传递到低温物体，而不会自发地从低温物体传递到高温物体

【例 10】关于热传递的下列说法中正确的是（ ）

- A. 热传递是物体间内能的转移
- B. 热量总是从温度高的物体传给温度低的物体而不引起其它变化
- C. 热量总是从内能多的物体传给内能少的物体
- D. 吸收热量的物体温度必上升

【例 11】下列对能量耗散理解正确的是（ ）

- A. 能量耗散说明能量在不停减少
- B. 能量耗散遵循能量守恒
- C. 能量耗散说明能量不能凭空产生，但可凭空消失
- D. 能量耗散从能量转化角度反映出自然界的宏观过程具有方向性

【基础训练】

1. 摩擦生热，_____能转化为_____能；水电站里水轮机带动发电机发电，_____能转化为能；电动机带动水泵把水送到高处，_____能转化为_____能；植物吸收太阳光进行光合作用，能转化为_____能；燃料燃烧时发热，_____能转化为_____能。

2. 汽车沿盘山公路可以驶入高耸入云的山峰，载重货车下山时，其重力势能_____（选填“增大”、“减小”、“不变”）；为了减少车速，司机师傅不时踩踏刹车踏板，有一部分机械能转化为_____；途中，汽车要经常停下来，让工作人员用水龙头向车轮闸片部位喷水，这是为了_____。

3. 在一个配有活塞的厚玻璃筒里放一小团硝化棉，迅速向下压活塞，可以看到棉花燃烧起来，放手后活塞被弹起。(1)活塞压缩筒内气体做功是将_____能转化为_____能；(2)棉花燃烧后活塞被弹起是_____能转化为_____能。

4. 一定质量的 0°C 的冰溶解成 0°C 的水，其总的分子动能 E_k ，分子热能 E_p ，以及内能 E 的变化是（ ）

- A. E_k 、 E_p 、 E 均变大
- B. E_k 、 E_p 、 E 均变小
- C. E_k 不变、 E_p 变大、 E 变大
- D. E_k 不变、 E_p 变小、 E 变小

5. 能量转化与守恒是自然界的基本规律之一，下列过程中机械能转化为电能的是（ ）

- A. 干电池放电
- B. 给蓄电池充电
- C. 风力发电
- D. 电动机带动水泵抽水

6. 下列说法中错误的是（ ）

- A. 能的转化和守恒定律只适用于物体内能的变化
- B. 只要有能的转化和转移，就一定遵从能量守恒定律
- C. 能的转化和守恒定律是人们认识自然和利用自然的有力武器
- D. 任何一种形式的能在转化为其他形式的能的过程中，消耗多少某种形式的能量，就能得到多少其他形式的能量，而能的总量是保持不变

7. 我们大力发展火力发电，火电厂进的是“煤”，出的是“电”，在这个过程中能量的转化是（ ）

- A. 机械能→内能→化学→能电能
- B. 化学能→内能→机械能→电能
- C. 化学能→重力势能→动能→电能
- D. 内能→化学能→机械能→电能

8. 电动机通电后电动机带动其他机器运转，一段时间后，电动机的外壳就会变得烫手，则下列关于能的转化和守恒的说法中正确的是（ ）

- A. 电能全部转化为机械能，总的能量守恒
- B. 电能一部分转化为机械能，另一部分转化为内能，总的能量守恒
- C. 电能全部转化为内能，内能守恒
- D. 电能转化为机械能和内能，机械能守恒

9. 《深圳商报》2004年3月11日报道：近日一种新型太阳能公共卫生间落户北京东郊民巷，该卫生间的能源全部由位于顶部的太阳能电池板提供。它还能将多余的能量储存在蓄电池里，这种能量转化和储存的方式是（ ）

- A. 太阳能转化为内能，再转化为电能
- B. 太阳能转化为电能，再转化为化学能
- C. 太阳能转化为内能，再转化为化学能
- D. 太阳能转化为电能，再转化为光能

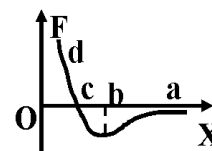
10. 下列对能量的转化和守恒定律的认识，错误的是（ ）

- A. 某种形式的能量减少，一定存在其他形式能量的增加
- B. 某个物体的能量减少，必然有其他物体的能量增加
- C. 不需要任何外界的动力而持续对外做功的机器——永动机是不可能制成的
- D. 石子从空中落下，最后停止在地面上，说明机械能消失了

11. 下列说法正确的是 ()
- A. 任何物体的内能就是组成物体的所有分子热运动动能的总和
 - B. 只要对内燃机不断改进, 就可以把内燃机得到的全部内能转化为机械能
 - C. 做功和热传递在改变内能的方式上是不同的
 - D. 满足能量守恒定律的物理过程都能自发进行
12. 对一定质量的气体, 下列说法中正确的是 ()
- A. 温度升高, 压强一定增大
 - B. 温度升高, 分子热运动的平均动能一定增大
 - C. 压强增大, 体积一定减小
 - D. 吸收热量, 可能使分子热运动加剧、气体体积增大
13. 下述做法能改善空气质量的是 ()
- A. 以煤等燃料作为主要生活燃料
 - B. 利用太阳能、风能和氢能等能源替代化石能源
 - C. 鼓励私人购买和使用汽车代替公交车
 - D. 限制使用电动车

【拓展提高】

14. 两个分子甲和乙相距较远 (此时它们之间的分子力可忽略), 设甲固定不动, 乙逐渐靠近甲, 直到不能再靠近为止的整个过程中 ()
- A. 分子力总是对乙做正功
 - B. 乙总是克服分子力做功
 - C. 先是乙克服分子力做功; 然后分子力对乙做正功
 - D. 先是分子力对乙做正功; 然后乙克服分子力做功
15. 有两个分子, 用 r 表示它们之间的距离, 当 $r=r_0$ 时, 两分子间的斥力和引力相等, 使两分子从相距很远处 ($r>r_0$) 逐渐靠近, 直至不能靠近为止 ($r<r_0$)。在整个过程中两分子间相互作用的势能 ()
- A. 一直增加
 - B. 一直减小
 - C. 先增加后减小
 - D. 先减小后增加
16. 若已知分子势能增大, 则在这个过程中: (AC)
- A. 一定克服分子力做
 - B. 分子力一定减小
 - C. 分子间距离的变化情况无法确定
 - D. 以上说法都不正确
17. 如图, 甲分子固定在坐标原点 O , 乙分子位于 X 轴上, 甲分子对乙分子的作用力与两分子间距离的关系如图中曲线所示, $F>0$ 为斥力, $F<0$ 为引力, a 、 b 、 c 、 d 为 x 轴上四个特定的位置, 现把乙分子从 a 处由静止释放, 则 ()
- A. 乙分子由 a 到 b 做加速运动, 由 b 到 c 做减速运动
 - B. 乙分子由 a 到 c 做加速运动, 到达 c 时速度最大
 - C. 乙分子由 a 到 b 的过程中, 两分子间的分子势能一直减少
 - D. 乙分子由 b 到 d 的过程中, 两分子间的分子势能一直增加
18. 下列说法正确的是 ()
- A. 热量不能由低温物体传递到高温物体
 - B. 外界对物体做功, 物体的内能必定增加
 - C. 第二类永动机不可能制成, 是因为违反了能量守恒定律
 - D. 不可能从单一热源吸收热量并把它全部用来做功, 而不引起其他变化
19. 关于永动机和热力学定律的讨论, 下列叙述正确的是 ()
- A. 第二类永动机违反能量守恒定律
 - B. 如果物体从外界吸收了热量, 则物体的内能一定增加
 - C. 外界对物体做功, 则物体的内能一定增加
 - D. 做功和热传递都可以改变物体的内能, 但从能量转化或转移的观点来看是有区别的



第2讲、电荷的相互作用—库仑定律

【知识要点】

一、电荷和电荷守恒

1. 自然界中只有____种电荷，分别叫做____电荷和____电荷。
2. 同种电荷相斥，异种电荷相吸。我们规定毛皮摩擦橡胶棒，橡胶棒带____电；丝绸摩擦玻璃棒，玻璃棒带____电。
3. 物体所带电荷的多少叫做电荷量，电荷量的单位是C，读作库仑，简称库。
4. 摩擦起电、接触起电、感应起电和电荷中和现象的本质都是电荷的转移。
5. 元电荷：最小电荷量 $e=1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ，叫做元电荷。一般带电体的带电量都等于元电荷 e 的整数倍，一个电子或一个质子所带电荷量的大小，正好是一个的元电荷。（元电荷不是电荷）
6. 电荷守恒定律：电荷既不能____，也不能____，只能从一个物体____到另一个物体，或从物体的____转移到____，在转移的过程中，电荷的总量____，这就是电荷守恒定律。

二、库仑定律

1. 点电荷：当带电体的形状、大小、电荷分布对电荷间相互作用力的影响可以忽略时，带电体可以看成带有电荷的点，这样的带电体叫做点电荷。
2. 库仑定律
真空中两个静止点电荷之间的相互作用力的大小，跟它们的电荷量的乘积成正比，跟它们的距离的平方成反比；力的方向在它们的连线上。

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}, \quad k \text{ 叫做静电力常量，在国际单位制中 } k=9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$$

- 注：**(1)库仑定律的条件：真空中的点电荷；
 (2)库仑力是指两个电荷间的一对作用力和反作用力，大小相等方向相反；
 (3)点电荷的电性有正负之分，但在计算静电力的大小时，可用所带电量的绝对值进行计算，根据电荷之间的电荷异同来判断是引力还是斥力。

【例题精讲】

【专题1】电荷和电荷守恒

【例题1】已知在环境温度、湿度、气压相同的情况下，可得出以下序列：玻璃、尼龙、羊毛、丝绸、棉花、纸张、硬橡胶、腈纶……序列中两种物质摩擦时，排在前面的物质带正电，后面的物质带负电，而且两种物质在序列中距离越远，摩擦起电现象越显著。用事先准备的尼龙、羊毛、腈纶等材料，进行摩擦起电的实验，下面的叙述中正确的是（ ）

- A. 尼龙棒与羊毛摩擦，尼龙棒带负电
- B. 腈纶与羊毛摩擦，腈纶带正电
- C. 尼龙与腈纶摩擦，不能起电
- D. 羊毛与腈纶摩擦较尼龙与羊毛摩擦，有更显著的起电现象

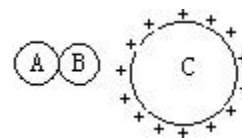
【例题2】目前普遍认为，质子和中子都是由被称为 u 夸克和 d 夸克的两类夸克组成。 u 夸克带电荷量为 $2e/3$ ， d 夸克带电荷量为 $-e/3$ ， e 为元电荷。下列论断可能正确的是（ ）

- A. 质子由1个 u 夸克和1个 d 夸克组成，中子由1个 u 夸克和2个 d 夸克组成
- B. 质子由2个 u 夸克和1个 d 夸克组成，中子由1个 u 夸克和2个 d 夸克组成
- C. 质子由1个 u 夸克和2个 d 夸克组成，中子由2个 u 夸克和1个 d 夸克组成
- D. 质子由2个 u 夸克和1个 d 夸克组成，中子由1个 u 夸克和1个 d 夸克组成

【例题 3】关于元电荷的下列说法中，正确的是（ ）

- A. 元电荷是表示跟电子所带电荷量数值相等的电荷量
- B. 电子就是元电荷
- C. 质子就是元电荷
- D. 原子核外所有电子电量的总和是元电荷

【例题 4】图中 A、B 是两个不带电的相同的绝缘金属球，它们靠近带正电荷的金球 C。在下列情况中，判断 A、B 两球的带电情况：



- (1) A、B 接触后分开，再移去 C，则 A _____，B _____；
- (2) A、B 接触，用手指瞬间接触 B 后再移去 C，则 A _____，B _____；
- (3) A、B 接触，用手指接触 A，先移去 C 后再移去手指，则 A _____，B _____。

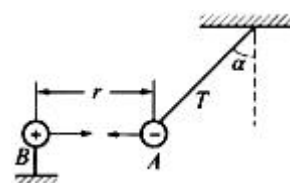
【专题 2】库仑定律

【例 5】试比较电子和质子间的静电引力和万有引力。已知电子的质量 $m_1=9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$ ，质子的质量 $m_2=1.67 \times 10^{-27}\text{kg}$ 。电子和质子的电荷量的绝对值都是 $1.60 \times 10^{-19}\text{C}$ 。

【例 6】两个相同的均匀带电小球，分别带有 $Q_1=1\text{C}$ ， $Q_2=-2\text{C}$ 的电荷量，在真空中相距 r 时，相互作用力为 F 。

- (1) 今将 Q_1 、 Q_2 、 r 都加倍，作用力多大？
- (2) 只改变两电荷的电性，作用力如何变化？
- (3) 只将 r 增大 2 倍，作用力如何变？
- (4) 将两个小球接触一下，仍放回原处，作用力如何变化？
- (5) 使两小球接触后，静电力的大小不变，两球应如何放置？

【例 7】如图所示，把质量为 2g 的带正电小球 A 用绝缘细绳悬起，若将带电量为 $Q=-4.0 \times 10^{-6}\text{C}$ 的带电球 B 靠近 A，当两个带电小球在同一高度相距 30cm 时，绳与竖直方向成 $\alpha=45^\circ$ 角。试求：



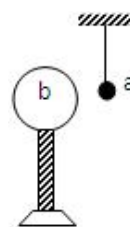
- (1) B 球受到的库仑力大小
- (2) A 球的带电量

【例 8】A、B 两点电荷所带电量为 $+Q$ 和 $-2Q$ ，相距为 a ，引入点电荷 C 后，要使 A、B、C 都处于平衡状态，在下列两种情况下，求 C 应放在何处？带何种电荷？电量是多少？

- (1) A、B 固定 (2) A、B、C 均不固定

【基础训练】

1. 绝缘细线上端固定，下端悬挂一轻质小球 a，a 的表面镀有铝膜，在 a 的近旁有一绝缘金属球 b，开始时 a、b 都不带电，如图所示。现使 b 带电，则 ()



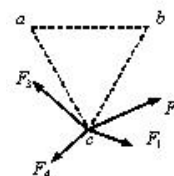
- A. a、b 之间不发生相互作用
- B. b 将吸引 a，吸住后不放开
- C. b 立即把 a 排斥开
- D. b 先吸引 a，接触后又把 a 排斥开

2. 如图所示，半径相同的两个金属小球 A、B，带有电量相等的电荷，相隔一定距离，两球之间的相互吸引力的大小是 F。今让第三个半径相同的不带电的金属小球先后与 A、B 两球接触后移开。这时，A、B 两球之间的相互作用力的大小是 ()



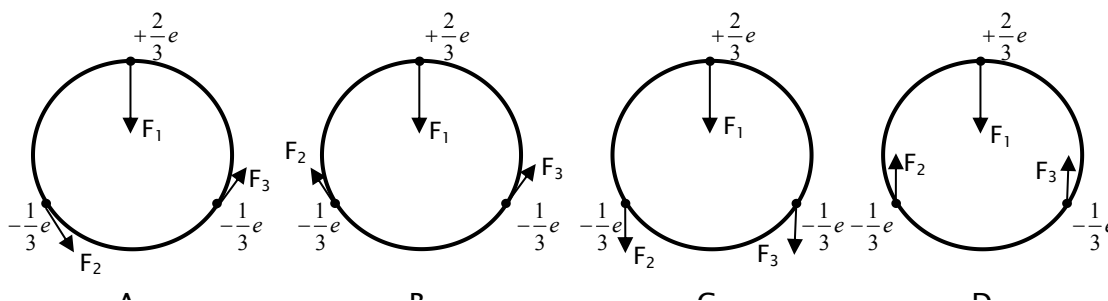
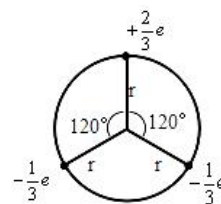
- A. F/8
- B. F/4
- C. 3F/8
- D. 3F/4

3. 如图所示，三个完全相同的金属小球 a、b、c 位于等边三角形的三个顶点上，a 和 c 带正电，b 带负电，a 所带电量的绝对值比 b 的小。已知 c 受到 a 和 b 的静电力的合力可用图示四条有向线段中的一条来表示，它应是 ()



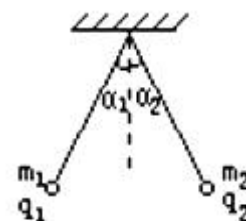
- A. F_1
- B. F_2
- C. F_3
- D. F_4

4. 据研究报道，中子内有一个电荷量为 $+\frac{2}{3}e$ 的上夸克和两个电荷量为 $-\frac{1}{3}e$ 的下夸克，一简单模型是三个夸克都在半径为 r 的同一圆周上，如图所示。下面给出的四幅图中，能正确表示出各夸克所受静电作用力的是 ()



【拓展提高】

5. 在同一点用两根等长丝线悬挂两个带同种电荷的小球如图所示，其质量和电量大小分别为 m_1 、 q_1 和 m_2 、 q_2 。两球因相斥平衡时悬线与竖直线的夹角分别为 α_1 、 α_2 。



(1) 若两球带电量不等 (设 $q_1 > q_2$)，质量相等 ($m_1 = m_2$)，则夹角的大小关系为 α_1 _____ α_2 ；

(2) 若两球带电量相等 ($q_1 = q_2$)，质量不等 (设 $m_1 > m_2$)，则夹角的大小关系为 α_1 _____ α_2 。

6. 如图所示，带电小球 A、B 的电荷分别为 Q_A 、 Q_B ， $OA = OB$ ，都用长 L 的丝线悬挂在 O 点。静止时 A、B 相距为 d。为使平衡时 AB 间距离减为 $d/2$ ，可采用以下哪些方法 ()



- A. 将小球 B 的质量增加到原来的 8 倍
- B. 将小球 A、B 的质量都增加到原来的 2 倍
- C. 将小球 A、B 的电荷量都减小到原来的一半
- D. 将小球 A、B 的电荷量都减小到原来的一半，同时将小球 B 的质量增加到原来的 2 倍。

【随堂练习】

1. 有 A、B、C 三个塑料小球，A 和 B，B 和 C，C 和 A 都是相互吸引的，如果 A 带正电，则（ ）
 - A. B、C 两球都带负电
 - B. B 球带负电，C 球带正电
 - C. B、C 两球中必有一个带负电，另一个不带电
 - D. B、C 两球都不带电

2. 下列说法正确的是（ ）
 - A. 摩擦起电现象说明机械能可以转化为电能；也说明通过做功可以创造出电荷
 - B. 摩擦起电实质上是电荷从一个物体转移到另一个物体的过程
 - C. 感应起电说明电荷可以从带电的物体转移到原先不带电的物体上
 - D. 电中和是等量异种电荷完全相互抵消的现象

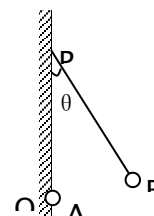
3. 把两个完全相同的金属球 A 和 B 接触一下，再分开一段距离，发现两球之间相互排斥。则 A、B 两球原来的带电情况不可能是（ ）
 - A. 带有等量异种电荷
 - B. 带有等量同种电荷
 - C. 带有不等量异种电荷
 - D. 一个带电，另一个不带电

4. 用细绳悬挂三个轻质通草球，其中任意两个靠近都相互吸引，根据这个现象，可以肯定三个小球（ ）
 - A. 均带电
 - B. 只有一个带电
 - C. 只有一个不带电，另两个带同种电荷
 - D. 只有一个不带电，另两个带异种电荷

5. 一个点电荷对放在相距 10cm 处的另一个点电荷的静电力为 F，如果两个点电荷之间的距离减少到 5cm，此时它们之间的静电力为（ ）
 - A. 2F
 - B. 4F
 - C. F/2
 - D. F/4

6. （多选）两个相同的金属小球（可看作点电荷），带电量之比为 1:7，在真空中相距为 r，两者相互接触后再放回原来的位置上，则它们间的库仑力可能是原来的（ ）
 - A. 4/7
 - B. 3/7
 - C. 9/7
 - D. 16/7

7. 如图所示，竖直绝缘墙壁上的 Q 处有一固定的质点 A，在 Q 正上方的 P 点用丝线悬挂另一质点 B，A、B 两质点因为带电而相互排斥，致使悬线与竖直方向成 θ 角。由于漏电使 A、B 两质点的带电量逐渐减少，在电荷漏完之前，悬线对悬点 P 的拉力大小（ ）



- A. 保持不变
- B. 先变小后变大
- C. 逐渐减小
- D. 逐渐增大

8. 甲物体原来带有 $8 \times 10^{-8} \text{C}$ 的正电荷，乙物体原来带有 $1 \times 10^{-8} \text{C}$ 的负电荷，将它们接触后，甲物体带 $3 \times 10^{-8} \text{C}$ 的正电荷，那么乙物体此时带_____电，它的电量为_____C。

第3讲、电场的描述—电场强度 电场线

【知识要点】

一、电场

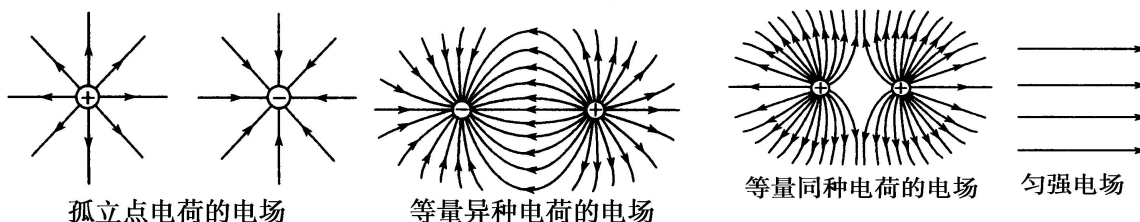
基本性质：能够对电场中的电荷有力的作用，这个力叫做电场力

二、电场强度

1. 定义式： $E = \frac{F}{q}$ ，适用于任何电场，是矢量，单位：N/C 或 V/m
2. 点电荷的场强： $E = \frac{kQ}{r^2}$ ，适用于计算真空中的点电荷产生的电场
3. 方向：规定正电荷在电场中某点所受电场力的方向为该点的电场强度方向
4. 电场强度的叠加：电场中某点的电场强度，为各个点电荷单独产生的电场强度的矢量和。

三、电场线

1. 特点
 - (1) 电场线从正电荷或(无限远处)出发，到无限远处或到负电荷
 - (2) 电场线在电场中不相交
 - (3) 在同一电场里，电场线越密的地方场强越大
 - (4) 电场线上某点的切线方向表示该点的场强方向
 - (5) 沿电场线方向电势逐渐降低
 - (6) 电场线和等势面在相交处相互垂直
2. 几种典型电场的电场线



四、匀强电场：

在电场某一区域里，如果各点的电场强弱和方向都相同，这个区域的电场就叫做匀强电场。

五、场强公式

电场某一点的电场强度 E 与试探电荷 q 无关，由场电荷和该点在电场中的位置决定。

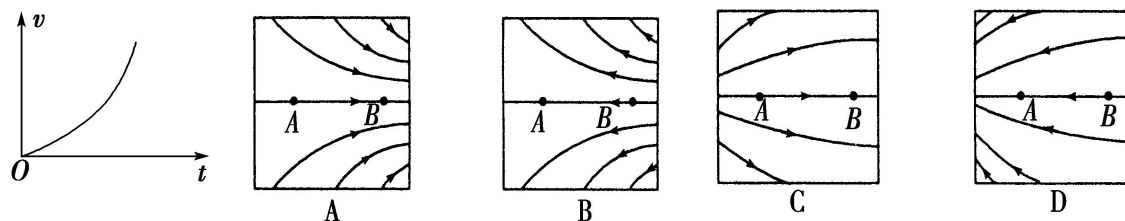
1. $E = F/q$ ，适用于任何电场，与 q 无关。
2. $E = kQq/r^2$ ，适用于电场点电荷的电场， Q 为场电荷。
3. $E = U/d$ ，适用于匀强电场， d 为电场方向上的距离。

六、电场的叠加

1. 电场叠加：多个电荷在空间某处产生的电场为各电荷在该处所产生的电场的矢量和。
2. 计算法则：平行四边形定则。

【例题精讲】

【例1】有一负电荷自电场中的 A 点自由释放，只受电场力作用，沿电场线运动到 B 点，它运动的速度图象如图所示，则 A 、 B 所在电场区域的电场线分布可能是选项图中的（ ）



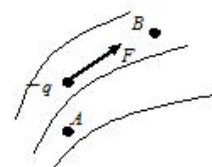
【例2】在正电荷 Q 的电场中的某一点放入一个电量为 $q = +5 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的点电荷，它受到的电场力大小为 $3 \times 10^{-4} \text{ N}$ ，方向向右，则该点的场强大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ N/C，方向 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。如果取走 q ，该点场强大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ N/C，如果放入电量为 $q' = -2.5 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的点电荷，则该点的场强大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ N/C，方向 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

【基础训练】

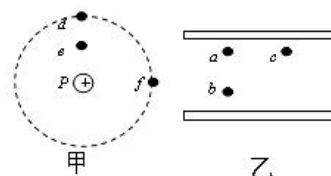
1. 电场最基本的特性是它对放入其中的电荷发生 $\underline{\hspace{2cm}}$ 的作用，因此电场强度是描述电场 $\underline{\hspace{2cm}}$ 的性质的物理量。放入电场中某点的点电荷受到的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 跟它 $\underline{\hspace{2cm}}$ 的比值叫做该点的电场强度，我们规定电场中某点的场强方向跟放在该点的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 电荷的受力方向相同。

2. 电场线可以把电场中各点的场强大小和方向形象地表示出来：电场线上每一点的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 都跟该点的场强方向一致，电场线较密处场强较 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，匀强电场中的电场线一定是分布 $\underline{\hspace{2cm}}$ 且互相 $\underline{\hspace{2cm}}$ 的直线。

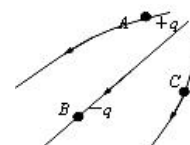
3. 图为某电场中的几条电场线，电场中有一个点电荷 $-q$ ，它所受电场力 F 的方向如图所示，试在图中标出电场线的指向，A、B 两点中，场强较大的是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 点，若在 A、B 两点分别放上等量异号电荷 $-q$ 与 $+q$ ，则 $\underline{\hspace{2cm}}$ 点上电荷所受到的电场力较大。



4. (1) 试在图甲上画出点电荷 P 周围的电场线的分布图。(2) 试在图乙上画出两块相互平行、带等量异号电荷的金属板之间的电场线的分布图。

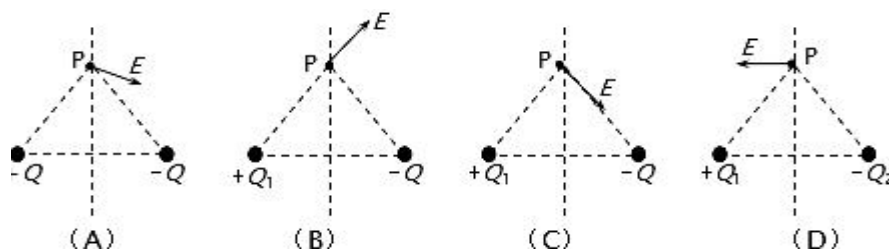


5. 右图为某区域的电场线图，A、B、C 为电场中的三点，在图中作出分别放在 A、B 两点处的正、负电荷所受电场力的方向和 C 点处的场强方向。

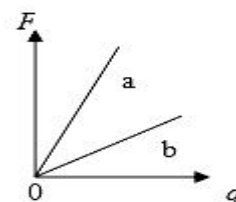


【拓展提高】

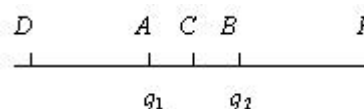
6. 如图所示， $+Q_1$ 、 $-Q_2$ 是两个点电荷，P 是这两个点电荷连线中垂线上的一点。图中所画 P 点的电场强度方向可能正确的是 ()



7. 在电场中有 A、B 两点，分别将检验电荷放入这两点，得到如图所示检验电荷所受电场力与其电量之间关系的函数图线 a 和 b，根据图线比较 A、B 两点的场强大小，可得 $E_a \underline{\hspace{2cm}} E_b$ (填 “<”、“=” 或 “>”)。



8. 如图所示，真空中有两个点电荷 q_1 和 q_2 ，分别位于 A 点和 B 点， q_1 为正电荷， q_2 为负电荷，所带电量分别为 $2 \times 10^{-8} \text{ C}$ 和 $-8 \times 10^{-8} \text{ C}$ ，相距 20cm，求：



- (1) AB 连线中点 C 处的场强，
- (2) 在 AB 连线上 A 点外侧，距 A 点 20cm 处的 D 点的场强，
- (3) 在 AB 连线上 B 点外侧，距 B 点 20cm 处的 P 点的场强。

第4讲、电场能的性质—电势能 电势 电势差

【知识要点】

一、电势能 (ϵ_p)

电场对电荷有作用力而产生的由电荷相对位置决定的能量叫电势能。电势能是标量，电势能的正负号表示能量的大小，它的大小和零势能面的选择有关。

注：在研究微观带电粒子时常用的能量单位是电子伏特，符号 eV， $1\text{eV}=1.6\times 10^{-19}\text{J}$ 。

二、电势、电势差

1. 电荷在电场中某点所具有的电势能 W 与电荷的电荷量的比值叫做电场中该点的电势，用 φ 表示，则 $\varphi = w/q$ ，电势是标量。

2. 电场中两点间电势的差值称为电势差，用 U 表示，则 A、B 两点间的电势差为 $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$

三、电场力做功与电势差关系：

在电场中 A、B 两点间移动电荷时，电场力做的功等于电量 q 和这两点间电势差 U_{AB} 的乘积。

$$W_{AB} = qU_{AB}$$

【例题精讲】

【例 1】如果把 $q=1.0\times 10^{-8}\text{C}$ 的正电荷，从无穷远移至电场中的 A 点，需要克服电场力做功 $W = 1.2\times 10^{-4}\text{J}$ ，那么：

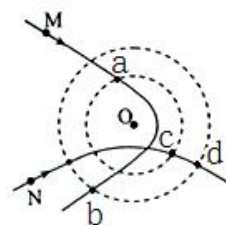
- (1) q 在 A 点的电势能和 A 点的电势各是多少？
- (2) q 未移入电场前 A 点的电势是多少？

【例 2】一个电荷只在电场力作用下从电场中的 A 点移到 B 点时，电场力做了 $5\times 10^{-6}\text{J}$ 的功，那么 ()

- A. 电荷在 B 处时将具有 $5\times 10^{-6}\text{J}$ 的电势能
- B. 电荷在 B 处时将具有 $5\times 10^{-6}\text{J}$ 的动能
- C. 电荷的电势能减少了 $5\times 10^{-6}\text{J}$
- D. 电荷的动能增加了 $5\times 10^{-6}\text{J}$

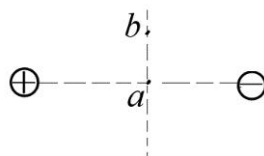
【例 3】如图所示，一带正电的点电荷固定于 O 点，两虚线圆均以 O 为圆心，两实线分别为带电粒子 M 和 N 先后在电场中运动的轨迹，a、b、c、d 为轨迹和虚线圆的交点，不计重力。则 ()

- A. a 点的场强和 c 点的场强相同
- B. M 带正电荷，N 带负电荷
- C. N 在从 c 点运动到 d 点的过程中电场力做功
- D. M 在 b 点的电势能等于 N 在 d 点的电势能



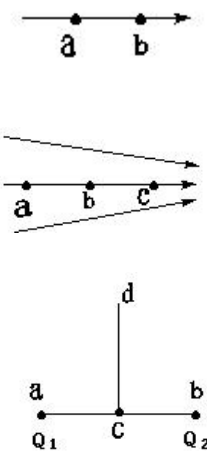
【例 4】如图所示，a、b 是等量异种点电荷连线的中垂线上的两点，则某检验电荷在 a、b 处 ()

- A. 电场力大小相等方向相同
- B. 电场力大小不等方向相反
- C. 电势能相同
- D. 电势能不同



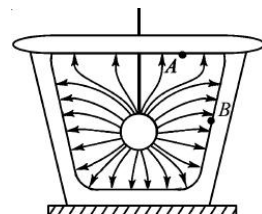
【基础训练】

- 从电势差定义式 $u = w/q$ ，可以看出 ()
 - 电场中两点间的电势差与电场力做的功 W 成正比，与移送的电量 q 成反比
 - 电场力在电场中两点间移动的电荷越多，电场力做的功越大
 - 将 1 库的负电荷从一点移到另一点电场做了 1 焦的功，这两点间的电势差的大小是 1 伏
 - 两点间的电势差，等于把正点电荷从一点移到另一点电场力做的功
- 如图所示，a、b 为某电场线上的两点，那么以下的结论正确的是 ()
 - 把正电荷从 a 移到 b，电场力做正功，电荷的电势能减少
 - 把正电荷从 a 移到 b，电场力做负功，电荷的电势能增加
 - 把负电荷从 a 移到 b，电场力做正功，电荷的电势能增加
 - 把负电荷从 a 移到 b，电场力做负功，电荷的电势能增加
- 如图所示，电场中 a、b、c 三点， $ab=bc$ ，则把点电荷 $+q$ 从 a 点经 b 移到 c 的过程中，电场力做功的大小关系有 ()
 - $W_{ab} > W_{bc}$
 - $W_{ab} = W_{bc}$
 - $W_{ab} < W_{bc}$
 - 无法比较
- 如图所示，在真空中有两个等量正电荷 Q_1 和 Q_2 ，分别置于 a、b 两点，dc 为 ab 连线的中垂线，d 为无穷远处，现将另一正电荷由 c 点沿 cd 移向 d 点的过程中，下述中正确的是 ()
 - q 的电势能逐渐增大
 - q 的电势能逐渐减小
 - q 受到的电场力一直在减小
 - q 受到的电场力先增大后减小
- 关于电势与电势能的说法，正确的是 ()
 - 电荷在电势越高的地方，电势能也越大
 - 电荷在电势越高的地方，它的电量越大，所具有的电势能也越大
 - 在正点电荷电场中的任一点处，正电荷所具有的电势能一定大于负电荷所具有的电势能
 - 在负点电荷电场中的任意点，正电荷所具有的电势能一定小于负电荷所具有的电势能

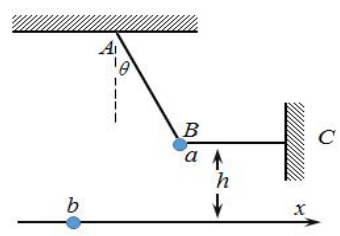


【拓展提高】

- 金属容器置于绝缘板上，带电小球用绝缘细线悬挂于容器中，容器内的电场线分布如图所示。容器内表面为等势面，A、B 为容器内表面上的两点，下列说法正确的是 ()
 - A 点的电场强度比 B 点的大
 - 小球表面的电势比容器内表面的低
 - 将检验电荷从 A 点移到 B 点，电场力做负功
 - 将检验电荷从 A 点沿不同路径移到 B 点，电场力做的功相同
- 将带电量为 6×10^{-6} C 的负电荷从电场中 A 点移到 B 点，克服电场力做了 3×10^{-5} J 的功，再将电荷从 B 点移到 C 点，电场力做了 1.2×10^{-5} J 的功，则 A、C 间的电势差为 _____ V，电荷从 A 点移到 B 点再从 B 点移到 C 点的过程中，电势能变化了 _____ J。



- 如图所示，绝缘细线 AB 和 BC 系一个质量为 m 的带电量为 $+q$ 的小球 a，AB 与竖直方向的夹角为 θ ，x 轴为与 ABC 同一竖直面内的水平方向，带电小球 b 从左侧无限远处沿 +x 方向移动到右侧无穷远处，经过 a 球正下方 h 处时水平绝缘细线 BC 的拉力恰为零。若将带电小球视为点电荷，静电力恒量为 k ，则 b 球带 _____ 电，电荷量为 _____。b 小球在该移动过程中电势能的变化情况是 _____。



第5讲、静电的利用与防范 电场综合应用

【知识要点】

一、静电的利用

在工业生产和日常生活中，静电对我们人类有可利用的一面，也有需要防范的一面。利用静电的方法有很多，可归纳为下列几种情况：第一种是利用电场对带电微粒的吸引作用，比如静电除尘、静电喷涂和静电复印等；有些内衣据称具有杀菌功能，主要也是利用人体与特殊布料摩擦时产生静电，形成不利于细菌生长的环境。第二种是利用静电产生的高压放电，比如警棍和电蚊拍等

二、静电的防范

静电产生的危害非常多，防范的主要途径是消除电荷的积累。比如保持空气的湿度，使产生的静电荷能被潮湿的空气“导”走；使用避雷针是减少累积在云层中的电荷，从而避免雷击的可能；在油罐车下拖一根接地的铁链是为了及时把摩擦中产生的静电导向大地。当然还有一些是通过使用特殊的防静电材料，从源头上防止静电的产生，甚至有些材料会利用放射性同位素的电离本领来消除静电。

三、静电应用和防范的辩证关系

从本单元的学习中我们发现静电的作用具有两面性：一方面，它的性质可以在科研或生产中被人们利用，比如静电复印、静电植绒等；另一方面，需要我们积极防范它有害的一面。只有在充分认识了静电的各种物理特性后，我们才可以使静电更好地为人们服务。实际上对人类来说，任何物理现象往往是有利有弊的，我们要创设条件，趋利避害。

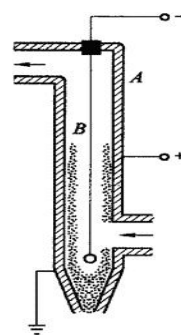
四、电场综合应用

电场线、等势面和带电粒子在电场中的运动轨迹线，是电场单元的重点和难点，涉及到带电粒子的电性问题、受力问题、运动问题、做功和能量变化问题，解决此类问题，需要学生明确带电体的受力和初状态，且能够应用牛顿定律和功能关系进行分析。

【例题精讲】

【专题1】静电的利用和防范

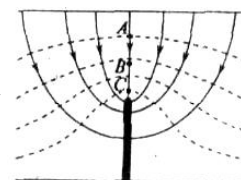
【例1】以煤作燃料的工厂、电站，每天排出的烟气带走大量的煤粉，不仅浪费燃料，而且严重地污染环境，图是静电除尘器的原理示意图。除尘器由金属管A和悬在管中的金属丝B组成，A接到高压电源的正极，B接到高压电源的负极。请简要叙述静电除尘的原理。



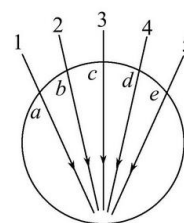
【专题2】根据电场线与等势面的关系求解相关问题

【例2】如图所示，实线为电场线，虚线为等势面。且 $AB=BC$ ，电场中A、B、C三点的场强分别为 E_A 、 E_B 、 E_C ，电势分别为 ϕ_A 、 ϕ_B 、 ϕ_C ，AB、BC间的电势差分别为 U_{AB} 、 U_{BC} ，则下列关系式中正确的是（ ）

- A. $\phi_A > \phi_B > \phi_C$ B. $E_C < E_B < E_A$
 C. $U_{AB} < U_{BC}$ D. $U_{AB} = U_{BC}$

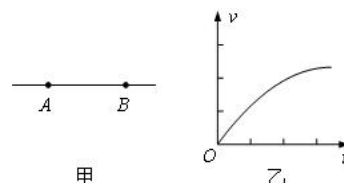


【例 3】真空中一点电荷形成的电场中的部分电场线如图所示，分别标记为 1、2、3、4、5，且 1、2 和 5、4 分别关于 3 对称。以电场线 3 上的某点为圆心画一个圆，圆与各电场线的交点分别为 a、b、c、d、e，则下列说法中正确的是（ ）



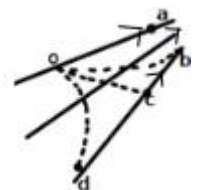
- A. 电场强度 $E_a > E_c$
- B. 电势 $\phi_b > \phi_c$
- C. 将一正电荷由 a 点移到 d 点，电场力做正功
- D. 将一负电荷由 b 点移到 e 点，电势能减小

【例 4】图甲是某电场中的一条电场线，A、B 是这条电场线上的两点。若将一负电荷从 A 点自由释放，负电荷在电场力作用下沿电场线从 A 到 B 运动过程中的 v-t 图线如图乙所示。比较 A、B 两点电势的高低和场强的大小，可得（ ）



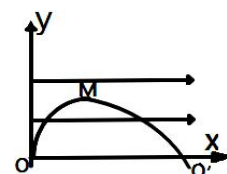
- A. $\phi_A = \phi_B$
- B. $\phi_A < \phi_B$
- C. $E_A = E_B$
- D. $E_A < E_B$

【例 5】一个带负电的微粒（不计重力），在如图所示电场中 O 点的速度方向沿 OC 方向，那么关于该带电微粒此后在电场中的运动的轨迹，下列说法正确的是（ ）

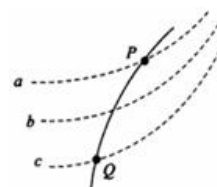


- A. 可能是 Oc
- B. 可能是 Ob
- C. 可能是 Oa
- D. 可能是 Od

【例 6】如图所示，在水平方向的匀强电场中，有一带电体 P 自 O 点竖直向上射出，它的初动能为 4J，当它上升到最高点 M 时，它的动能为 5J，则物体折回通过与 O 在同一水平线上的 O' 点时，其动能为_____。

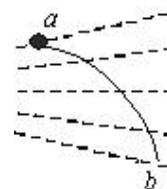


【例 7】如图所示，虚线 a、b、c 代表电场中三个等势面，相邻等势面之间的电势差相等，即 $U_{ab} = U_{bc}$ ，实线为一带正电的质点仅在电场力作用下通过该区域时的运动轨迹，P、Q 是这条轨迹上的两点，据此可知（ ）



- A. 三个等势面中，a 的电势最高
- B. 带电质点在 P 点具有的电势能比在 Q 点具有的电势能小
- C. 带电质点通过 P 点时的动能比通过 Q 点时大
- D. 带电质点通过 P 点时的加速度比通过 Q 点时小

【例 8】某同学在研究电子在电场中的运动时，得到了电子由 a 点运动到 b 点的轨迹（图中实线所示），图中未标明方向的一组虚线可能是电场线，也可能是等势面，则下列说法正确的判断错误的是（ ）



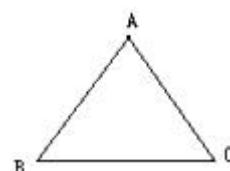
- A. 如果图中虚线是电场线，电子由 a 点运动到 b 点，动能减小，电势能增大
- B. 如果图中虚线是等势面，电子由 a 点运动到 b 点，动能增大，电势能减小
- C. 不论图中虚线是电场线还是等势面，a 点的场强都大于 b 点的场强
- D. 不论图中虚线是电场线还是等势面，a 点的电势都高于 b 点的电势

【基础训练】

- 下列用电器中，主要利用静电的吸附作用进行工作的是（ ）
 - 复印机
 - 电冰箱
 - 电话机
 - 电饭煲
- 下列措施中，不属于防止静电危害的是（ ）
 - 在印刷厂中保持适当的湿度
 - 油罐车的后部有一根拖在地上的“小辫子”
 - 在地毯编织中夹杂导电纤维
 - 小汽车的顶部露出一根小金属杆
- 下列现象中，不属于静电利用的是（ ）
 - 用静电处理种子
 - 用导电橡胶制作飞机起落架上的轮胎
 - 用长期带有静电的薄膜治疗软组织损伤
 - 用压电陶瓷制作压电打火机
- 下列措施中，能将产生的静电尽快导走的是（ ）
 - 静电复印图片
 - 手术室里的医生穿着由导电材料制成的鞋子
 - 电工钳柄上装有绝缘套
 - 静电除尘
- 印染车间之所以需要保持一定的湿度，是因为在生产过程中，纤维上的_____会吸引空气中的尘埃，而如果空气具有一定的湿度，则可以让_____被潮湿的空气导走，从而保证产品质量。
- 生活中静电有时会给我们带来麻烦，为了防范静电对人类的危害，我们可以采_____、_____、保持良好接地等措施。
- 静电的应用有多种，依据的物理原理几乎都是让带电的物质微粒在_____力的作用下，奔向并吸附在电极上。

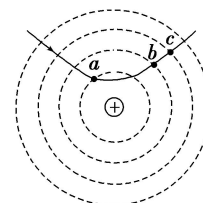
【拓展提高】

8. 匀强电场中的 A、B、C 三点的如图所示，连线构成边长为 $\sqrt{3}a$ 的等边三角形。把带电量为 $-e$ 的电子从 A 移动到 B，电场力做功 W ；把带电量为 e 的粒子从 B 移到 C，电场力也做功 W ，则下列说法中正确的是（ ）



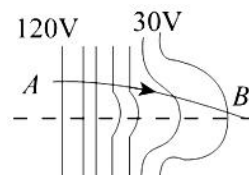
- A、B、C 三点的电势关系为 $\phi_A > \phi_B > \phi_C$ ；
- A、B、C 三点的电势关系为 $\phi_A > \phi_B = \phi_C$ ；
- 电场强度的方向一定与 BC 垂直；
- 若场强与纸面平行，则场强大小等于 $\frac{2W}{3ea}$

9. （多选）图中虚线为一组间距相等的同心圆，圆心处固定一带正电的点电荷。一带电粒子以一定初速度射入电场，实线为粒子仅在电场力作用下的运动轨迹，a、b、c 三点是实线与虚线的交点。则该粒子（ ）



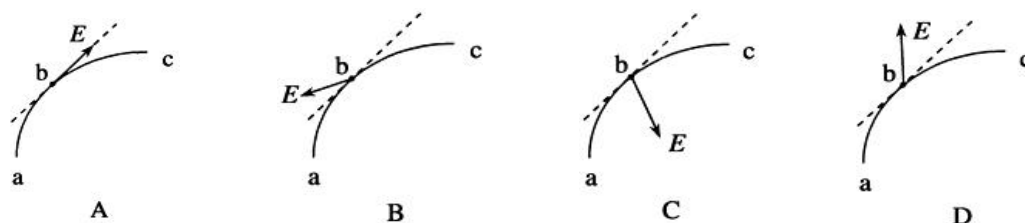
- 带负电
- 在 c 点受力最大
- 在 b 点的电势能大于在 c 点的电势能
- 由 a 点到 b 点的动能变化大于由 b 点到 c 点的动能变化

10. (多选) 一粒子从 A 点射入电场, 从 B 点射出, 电场的等势面和粒子的运动轨迹如图所示, 图中左侧前三个等势面彼此平行, 不计粒子的重力. 下列说法正确的有 ()

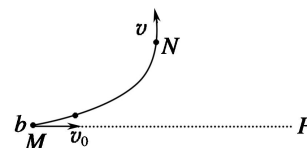


- A. 粒子带负电荷
- B. 粒子的加速度先不变, 后变小
- C. 粒子的速度不断增大
- D. 粒子的电势能先减小, 后增大

11. 一带负电荷的质点, 在电场力作用下沿曲线 abc 从 a 运动到 c, 已知质点的速率是递减的. 关于 b 点电场强度 E 的方向, 下图中可能正确的是(虚线是 b 点的切线) ()

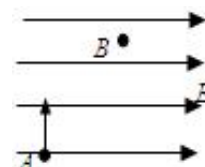


12. (多选) 如下图所示, 在足够大的光滑绝缘水平面内有一带正电的点电荷 a(图中未画出), 与 a 带同种电荷的质点 b 仅在 a 的库仑力作用下, 以初速度 v_0 (沿 MP 方向) 由 M 点运动到 N 点, 到 N 点时速度大小为 v , 且 $v < v_0$, 则 ()



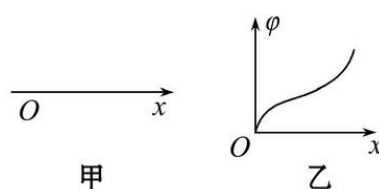
- A. a 电荷一定在虚线 MP 下方
- B. b 电荷在 M 点、N 点的加速度大小可能相等
- C. b 电荷在 M 点的电势能小于在 N 点的电势能
- D. b 电荷从 M 点到 N 点的过程中, a 电荷对其做的总功为负值

13. 如图所示, 一带电小球从 A 处竖直向上进入一水平方向的匀强电场中, 进入电场时小球的动能为 6J, 运动到最高点 B 时小球的动能为 10J, 则小球运动到与 A 点在同一水平面上的 C 点 (图中未画出) 时的动能为 ()



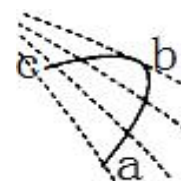
- A. 6J
- B. 16J
- C. 46J
- D. 26J

14. (多选) 如图甲, 某电场的一条电场线与 Ox 轴重合, 取 O 点电势为零, Ox 方向上各点电势 ϕ 随 x 变化的规律如图乙所示. 若在 O 点由静止释放一电子, 电子仅受电场力的作用, 则 ()



- A. 电子的速度先逐渐增大后逐渐减小
- B. 电子的加速度先逐渐减小后逐渐增大
- C. 该电场线可能是孤立点电荷产生的
- D. 该电场线可能是等量异种电荷产生的

15. 图中虚线表示等势面. 相邻两等势面间的电势差相等. 有一带正电的小球在电场中运动, 实线表示该带正电的小球运动轨迹. 小球在 a 点的动能等于 20eV, 运动到 b 点时的动能等于 2eV. 若取 c 点为零势点, 则当这个带电小球的电势能等于 -6eV 时 (不计重力和空气阻力), 它的动能等于 ()



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

第6讲、电路 电功 电功率

【知识要点】

基本要求

一、电流和电压

1. 电流的定义：电荷的定向移动形成电流。
2. 产生电流的条件：
 - (1) 自由电荷：_____
 - (2) 电势差（电压）：_____。
3. 电流强度：通过导体横截面的电量跟通过这些电量所用时间的比值。
公式： $I = q/t$ 。
单位：安培，简称：安，符号：A，是国际单位制中的基本单位。
方向：跟正电荷定向移动方向相同；跟负电荷定向移动方向相反。

二、电功和电功率

1. 电功：电路中电场力做的功（亦称电流做的功）叫做电功。
计算公式： $W = qU = UI t$ 。
国际单位：焦耳（J）。常用单位：千瓦时（kW·h），即“度”。 $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$ 。
2. 电功率：电流所做的功跟完成这些功所用时间的比值叫做电功率。
公式： $P = W/t = UI$ 。在纯电阻电路中还可写成： $P = I^2 R = U^2/R$ 。
单位：瓦特（符号W）。常用单位还有：千瓦（kW）。
额定电功率的概念和应用：额定功率为用电器在正常工作时的功率。实际功率可以小于等于额定功率。

三、串联电路

1. $I_1 = I_2 = \dots = I_n$
 2. $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ ，电压分配： $U \propto R$ 。
 3. $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$
 4. $P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$ ，功率分配： $P \propto R$ 。
- 注意： $P_{\text{总}} = P_1 + P_2 + \dots + P_n$

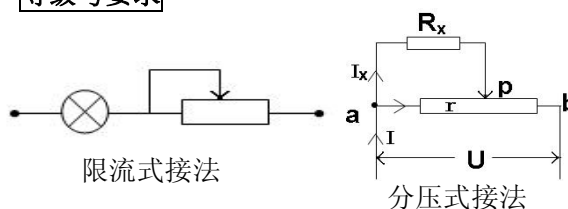
四、并联电路

1. $U_1 = U_2 = \dots = U_n$
 2. $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ ，电流分配： $I \propto 1/R$ 。
- 注意：并联电阻具有分流作用。电阻越小，分得电流越大。
3. $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$ 注意：总电阻小于任一导体的电阻。
 4. $P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$ ，功率分配： $P \propto 1/R$ 。

等级考要求

五、电路混联以及滑动变阻器的接法

1. 限流式
2. 分压式



3. 分压式接法动态分析：设路端电压 U 不变。当滑动变阻器的滑动触头 P 从 a 端滑向 b 端的过程中，总电阻逐渐减小；总电流 I 逐渐增大； R_x 两端的电压逐渐增大，电流 I_x 也逐渐增大；滑动变阻器 r 左半部的电流 I' 将_____（填变化情况）。

4. 关于电功和电功率，以下说法中正确的是()

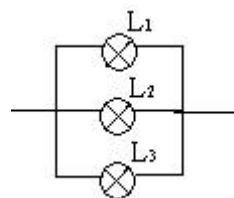
- A. 电流做功越多，单位时间内消耗的电能越多
- B. 电功率大的用电器，消耗的电能一定多
- C. 通电时间较长的用电器，消耗的电能较多
- D. 电能消耗越快的用电器，它的电功率一定越大

5. 小灯泡标有“6 V、3 W”的字样，这里“6 V”表示它的_____，“3 W”表示它的_____。它正常工作时的电流是_____A，电阻是_____Ω。

6. 电阻 $R_1=3\Omega$ ， $R_2=6\Omega$ ， $R_3=2\Omega$ ，将它们并联后接入电路，其总电阻为_____Ω，流过它们的电流之比 $I_1:I_2:I_3=_____$ 。

7. 电阻 R_1 和 R_2 并联于 A、B 间，已知电阻 $R_1=6\Omega$ ，A、B 间的总电阻为 2Ω ，则电阻 $R_2=_____$ Ω。若在 A、B 间加上 12V 的电压，则流过 A、B 间电路的总电流为_____A。

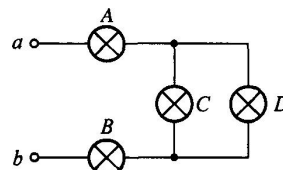
8. 三个灯泡所标的额定值分别是 L_1 “220V、100 W”， L_2 “220V、40W”， L_3 “220V、25W”。如图所示连接。则：



- (1) 各个灯泡两端的电压之比 $U_1:U_2:U_3$ 为_____；
- (2) 各灯泡中的电流强度之比 $I_1:I_2:I_3$ 为_____；
- (3) 各灯泡实际消耗的电功率之比 $P_1:P_2:P_3$ 为_____。

【拓展提高】

9. 如图所示电路中，各灯额定电压和额定功率分别是：A 灯“10V、10W”，B 灯“60V、60W”，C 灯“40V、40W”，D 灯“30V、30W”。在 a、b 两端加上电压后，四个灯都能发光。比较各灯消耗功率的大小，正确的是()

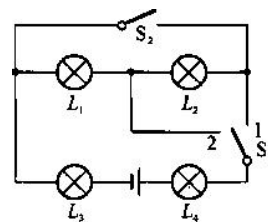


- A. $P_B > P_D > P_C > P_A$
- B. $P_B > P_A > P_D > P_C$
- C. $P_B > P_D > P_C > P_A$
- D. $P_A > P_C > P_D > P_B$

10. 两个电阻， $R_1=8\Omega$ ， $R_2=2\Omega$ ，并联在电路中，欲使这两个电阻消耗的功率相等，可行的方法是()

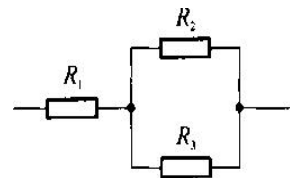
- A. 用一个阻值为 2Ω 的电阻与 R_2 串联
- B. 用一个阻值为 6Ω 的电阻与 R_2 串联
- C. 用一个阻值为 6Ω 的电阻与 R_1 串联
- D. 用一个阻值为 2Ω 的电阻与 R_1 串联

11. 四个灯如图所示连接，电源内阻不计，当将开关 S_2 断开， S_1 接通“1”时， L_1 最亮， L_2 与 L_4 最暗且亮度相同；当将 S_1 接通“2”，并把 S_2 闭合时，则_____最亮，_____最暗。



12. 一个用电器上标有“ $2k\Omega$ 、1W”，允许加在这个用电器两端的最大电压为_____V，这个用电器允许通过的最大电流为_____A。当这个用电器两端加上 20V 电压时，它实际消耗电功率为_____W。

13. 三个标有“ 100Ω 、4W”、“ 12.5Ω 、8W”、“ 90Ω 、10W”字样的电阻，当它们串联时允许加的最大总电压是_____V，并联时允许通过的最大总电流是_____A。



第 7 讲、闭合电路欧姆定律

(等级考要求)

【知识要点】

一、电源

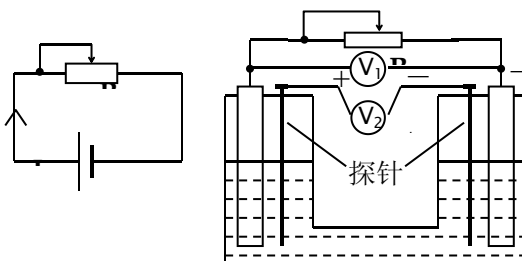
1. 电源：电源能够向外输送电能，说明电源可以把其他能量转化成电能，故电源是把_____转化为_____的装置。
2. 电动势：电动势是反映电源把其他形式的能转换成电能的本领的物理量。电动势使电源两端产生电压。在电路中，电动势常用 E 表示，单位是伏 (V)。

二、闭合电路欧姆定律

研究闭合电路，主要物理量有 E 、 r 、 R 、 I 、 U ，前两个是常量，后三个是变量。

(1) 内容：闭合电路中的电流强度跟电源电动势成正比，跟内外电路中的电阻之和成反比。

(2) 公式：_____



三、路端电压与负载的关系

1. 路端电压与外电阻的关系

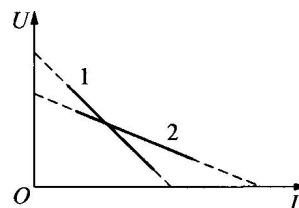
(1) 根据 $U=E-Ir$, $I=\frac{E}{R+r}$ 可知：当 R _____时， U 增大，当 R _____时， U 减小

(2) 当外电路断开时， $R=\infty$, $I=$ _____, $U=$ _____；当外电路短路时， $R=0$, $I=$ _____, $U=$ _____

2. 路端电压与电流的关系图像

由 $U=E-Ir$ 可知， $U-I$ 图像是一条向下倾斜的直线，如图说出：

- (1) 图线与纵轴截距的意义_____
- (2) 图线与横轴截距的意义_____
- (3) 图像斜率的意义_____
- (4) 与部分电路欧姆定律 $U-I$ 曲线的区别_____



四、电源的功率和效率

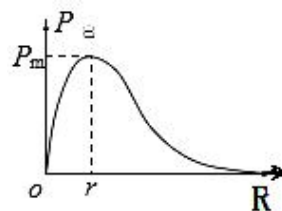
1. 功率：

(1) 电源的功率 (电源的总功率) $P_E=EI$

(2) 电源的输出功率 $P_{出}=UI$

(3) 电源内部消耗的功率 $P_r=I^2r$

讨论：电源的输出功率 $P=\frac{E^2R}{(R+r)^2}=\frac{4Rr}{(R+r)^2}\frac{E^2}{4r}\leq\frac{E^2}{4r}$ ，可见电源输出功率随外电阻变化的图线如图所示，而当内外电阻相等时，电源的输出功率最大，为 $P_m=\frac{E^2}{4r}$ 。

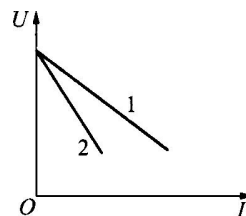


2. 电源的效率： $\eta=\frac{P}{P_E}=\frac{U}{E}=\frac{R}{R+r}$ (最后一个等号只适用于纯电阻电路)

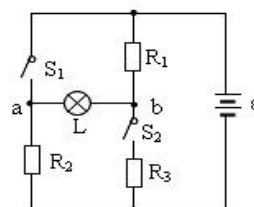
【例题精讲】

【例 1】(多选题) 如图所示，将两个电源的 $U-I$ 关系图像，画在同一直角坐标系上，由图像可得出正确的结论是 ()

- $E_1=E_2$, 内阻 $r_1<r_2$
- $E_1=E_2$, 内阻 $r_1>r_2$
- 发生相同电流变化的情况下，电源 1 的路端电压变化较大
- 发生相同电流变化的情况下，电源 2 的路端电压变化较大



【例 2】如图所示的电路中， $R_1=3\Omega$ ， $R_2=9\Omega$ ， $R_3=6\Omega$ ，电源电动势 $\varepsilon=24V$ ，内阻不计。当开关 S_1 、 S_2 均开启和均闭合时，灯泡 L 都同样正常发光。



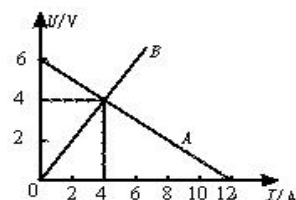
(1) 写出两种情况下流经灯泡的电流方向：

S_1 、 S_2 均开启时：

S_1 、 S_2 均闭合时：

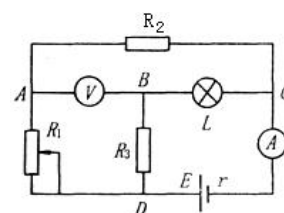
(2) 求灯泡正常发光时的电阻 R 和电压 U

【例 3】如图所示，直线 A 为电源的 U—I 图线，直线 B 为电阻 R 的 U—I 图线，用该电源和电阻组成闭合电路时，电源的输出功率和电路的总功率分别是 ()

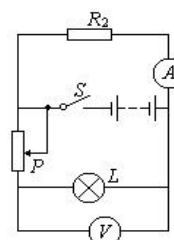


- A. 16W, 32W B. 8W, 16W
C. 16W, 24W D. 8W, 12W

【例 4】如图所示，电源内阻 $r=2\Omega$ ， $R_3=8\Omega$ ，L 为一个标有“12V、12W”的灯泡，若改变滑动变阻器 R_1 触片的位置，使 L 正常发光时，安培计的示数为 1.5A，伏特表的示数恰好为零，求电阻 R_2 的阻值，电源输出功率及电源电动势分别是多少？



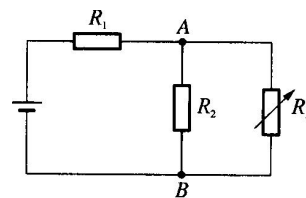
【例 5】如图所示，电灯 L 标有“4V、1W”。滑动变阻器 R 总电阻为 50Ω ，当滑片 P 滑至某位置时，L 恰好正常发光，此时电流表示数为 0.45A，由于外电路发生故障，电灯 L 突然熄灭，此时电流表示数变为 0.5A，电压表示数变为 10V，若导线完好，电路中各处接触良好，试问：



- (1) 发生故障是短路还是断路？发生在何处？
- (2) 发生故障前，滑动变阻器接入电路的阻值为多少？
- (3) 电源电动势和内电阻分别为多大？

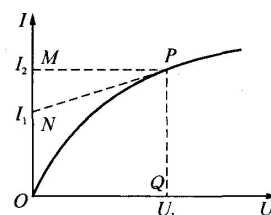
【基础训练】

- 如图所示， R_1 、 R_2 为定值电阻，当可变电阻 R_3 的阻值增大时 ()
 - A、B 间电压增大
 - A、B 间电压减小
 - 流过 R_1 的电流增大
 - 电路总电流增大
- 如果闭合电路中电源的电动势为 12V，外电压为 10V，当有 0.5C 电量通过电路时，下列结论正确的是 ()



- 在电源内部，非静电力将 5J 的其它形式的能转化为电能
 - 在电源内部，静电力将 6J 的其它形式的能转化为电能
 - 在电源外部，静电力将 6J 的电能为其它形式的能
 - 在电源外部，静电力将 5J 的电能为其它形式的能
- 用电动势为 E 、内电阻为 r 的电源对外供电，则 ()
 - 当电源短路时，放电电流趋向无穷大
 - 当电源短路时，放电电流为 E/r
 - 当外电路断路时，路端电压为零
 - 当电源短路时，电源发出的总功率最小
 - 将一电源电动势为 E ，内阻为 r 的电池，与外电路连接，构成一个闭合电路，用 R 表示外电路电阻， I 表示电路的总电流，下列说法正确的是 ()

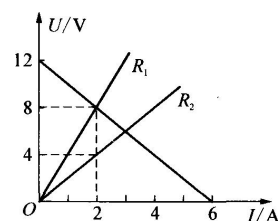
- 由 $U_{\text{外}}=IR$ 可知，外电压随 I 的增大而增大
 - 由 $U_{\text{内}}=Ir$ 可知，电源两端的电压随 I 的增大而增大
 - 由 $U=E-Ir$ 可知，电源输出电压随输出电流 I 的增大而减小
 - 由 $P=IU$ 可知，电源的输出功率 P 随输出电流 I 的增大而增大
- 小灯泡通电后其电流 I 随所加电压 U 变化的图线如图所示， P 为图线上一点， PN 为图线过 P 点的切线， PQ 为 U 轴的垂线， PM 为 I 轴的垂线。则下列说法中正确的是 ()



- 随着所加电压的增大，小灯泡的电阻减小
- 对应 P 点，小灯泡的电阻为 $R=U_1/I_1$
- 对应 P 点，小灯泡的电阻为 $R=U_1/I_2$
- 对应 P 点，小灯泡的电阻为 $R=U_1/(I_2-I_1)$

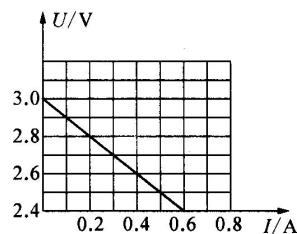
【拓展提高】

- 某一电源的路端电压与电流的关系和电阻 R_1 、 R_2 的电压与电流的关系如图所示。用此电源和电阻 R_1 、 R_2 组成电路， R_1 、 R_2 可以同时接入电路，也可以单独接入电路。为使电源输出功率最大，可采用的接法是 ()



- 将 R_1 单独接到电源两端
- 将 R_2 单独接到电源两端
- 将 R_1 、 R_2 串联后接到电源两端
- 将 R_1 、 R_2 并联后接到电源两端

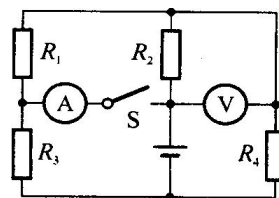
- (多选题) 如图所示，是测某干电池的电动势和内电阻时得到的 $U-I$ 图像，从图像可知 ()



- 此电池的电动势为 3V
- 此电池的短路电流为 0.6A
- 此电池的内电阻为 5Ω
- 当路端电压为 2.8V 时，外电路总电阻是 14Ω

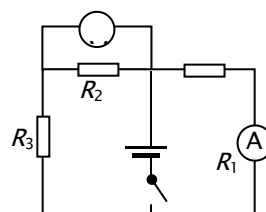
- 如图所示，电源内阻 r 为 0.4Ω ， $R_1=R_2=R_3=4\Omega$ 。当开关 S 闭合时，电流表与电压表的示数分别为 1.5A 和 2V。问：

- (1) 电源电动势为多大？
- (2) 开关断开后，电压表的示数为多少？



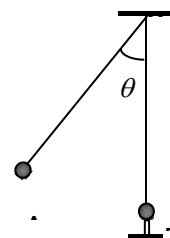
二、单项选择题 II (每题 4 分共 16 分)

9. 如图, 已知 $R_3=4\Omega$, 闭合电键后, 安培表读数为 0.75A , 伏特表读数为 2V , 经过一段时间, 一个电阻断路, 安培表读数变为 0.8A , 伏特表读数变为 3.2V , 则 电源的电动势 E 和内阻 r 分别是 ()



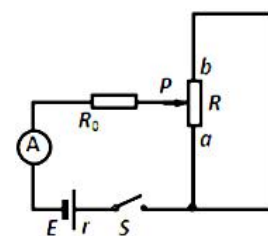
- A. $E=4\text{V}, r=1\Omega$
- B. $E=4\text{V}, r=2\Omega$
- C. $E=2\text{V}, r=1\Omega$
- D. $E=2\text{V}, r=2\Omega$

10. 如图, 用等长绝缘线分别悬挂两个质量、电量都相同的带电小球 A 和 B, 两线上端固定于同一点 O, 将 B 球固定在 O 点正下方. 当 A 球静止时, 两悬线夹角在以下情况中, 夹角保持不变的是 ()



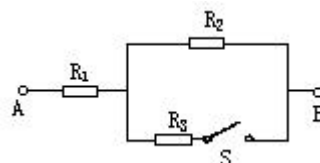
- A. 同时使 A 球的质量和电量都减半
- B. 同时使 B 两球的质量和电量都减半
- C. 同时使两悬线长度减半
- D. 同时使两悬线长度和 A 球的电量都减半

11. 在如图电路中, 电源电动势 $E=6\text{V}$, 内阻 $r=3\Omega$, 保护电阻 $R_0=1\Omega$, 滑动变阻器总电阻 $R=20\Omega$, 闭合电键 S, 在滑片 P 从 a 滑到 b 的过程中, 若安培表内阻忽略, 正确的是 ()



- A. 安培表的示数始终减小
- B. 安培表的示数始终增大
- C. 电源的输出功率先减小后增大, 再减小后增大
- D. 电源的输出功率先增大后减小, 再增大后减小

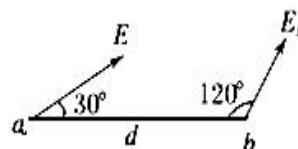
12. 如图所示, $R_1=2\Omega, R_2=10\Omega, R_3=10\Omega$, A、B 两端接在电压恒定的电源上, 则 ()



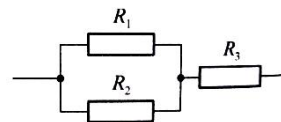
- A. S 断开时, R_1 与 R_2 的功率之比为 $1:1$
- B. S 闭合时通过 R_1 与 R_2 的电流之比为 $4:1$
- C. S 断开与闭合两情况下, 电阻 R_1 两端的电压之比为 $12:7$
- D. S 断开与闭合两情况下, 电阻 R_2 的功率之比为 $49:36$

三、填空题 (每格 4 分 共 32 分)

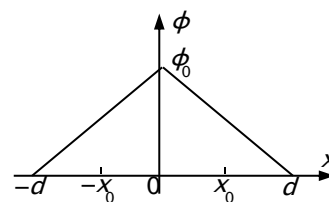
13. 在点电荷 Q 产生的电场中有 a、b 两点, 相距为 d , 已知 a 点的场强大小为 E , 方向与 ab 连线成 30° , b 点的场强方向与 ab 连线成 120° , 如图所示. 则点电荷 Q 的电性为_____, (填“正电”或“负电”), b 点的场强 $E_b=_____$.



14. 如图所示, 三个电阻 R_1, R_2, R_3 依次标有“ $12\Omega, 3\text{W}$ ”、“ $8\Omega, 5\text{W}$ ”、“ $6\Omega, 6\text{W}$ ”, 则允许接入电路的最大电压为_____V, 此时三个电阻消耗的总功率为_____W.

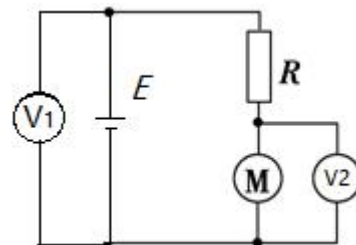


15. 空间有一平行于 x 轴方向的静电场, 如图所示为 x 轴上各点的电势 ϕ 随 x 的变化图像. 一带电量为 $-q$ 的粒子在电场中以 $x=0$ 为中心. 沿 x 轴在区间 $[-x_0, x_0]$ 内做周期性运动. 若图中 ϕ_0, d 和 x_0 为已知量, 则 $x=x_0$ 处的电势大小为_____ ; 在 $x=x_0$ 处的电场强度为_____ ; 在 $-x$ 半轴一侧的电场方向为_____ (填“ $+x$ ”或“ $-x$ ”); 粒子运动过程中的最大动能为_____.



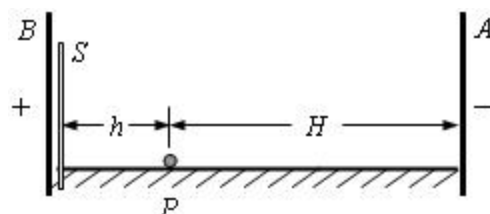
四、计算题（共 26 分）

16. （16 分）如图所示是一提升重物用的直流电动机工作时的电路图。电动机内电阻 $R_M=0.8\ \Omega$ ，电路中另一电阻 $R=10\ \Omega$ ，电源内阻 $r=12\ \Omega$ ，图中两个电压表示数 $U_2=110\text{V}$ ， $U_1=160\text{V}$ 。试求：



- (1) 通过电动机的电流
- (2) 电源电动势 E
- (3) 输入电动机的电功率
- (4) 电动机的输出功率

17. （12 分）如图所示，在光滑绝缘水平面两端有两块平行带电金属板 A、B，其间存在着场强 $E=200\text{N/C}$ 的匀强电场，靠近正极板 B 处有一薄挡板 S。一个带电小球，质量为 $m=1\times 10^{-2}\text{kg}$ ，电量 $q=-2\times 10^{-3}\text{C}$ ，开始时静止在 P 点，它与挡板 S 的距离为 $h=5\text{cm}$ ，与 A 板距离为 $H=45\text{cm}$ 。静止释放后小球在电场力的作用下向左运动，与挡板 S 相碰后电量减少到碰前的 k 倍， $k=5/6$ ，碰后小球的速度大小不变。



- (1) 小球第一次与挡板 S 碰撞时的速度多大？
- (2) 请通过分析、计算、推理小球从 P 点开始运动到第一次速度为 0 的运动过程，并计算出与挡板 S 经过多少次碰撞后，才能运动到 A 板？（ $\lg 1.2=0.079$ ）

第9讲、测电源电动势和内电阻（实验）

【知识要点】

一、实验目的

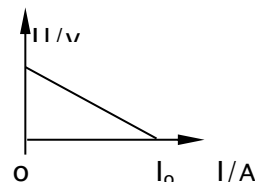
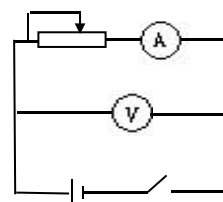
测定电源的_____。

二、实验原理

如图所示，电源电动势 E ，内电阻 r ，与路端电压 U ，电流 I 的关系可写为 $E=$ _____。

1. 公式法：测出两组 U 、 I 数值，带入 $E=U+Ir$ 得到的两方程，可求到 E 、 r 值，这种方法误差较大。

2. 图像法：可以多测出几组 U 、 I 值，然后在 $U-I$ 坐标平面内描出各组 U 、 I 值所对应的点，通过这些点画一直线，如图所示，直线与纵轴的交点的纵坐标就是电池的电动势的大小，直线与横轴的交点的横坐标就是电池的短路电流 $I_{短}=E/r$ ，因此可求的内电阻 $r=E/I_{短}$ 。



三、实验器材

_____、_____、_____、_____、开关、导线。

四、实验步骤

1. 连接电路：电流表取 0.6A 量程，电压表取 3V 量程，移动触头位置使连入电路中的有效阻值_____。

2. 测几组 (I, U) 值：闭合电键，移动变阻器触头位置，使电流有明显示数，记下一组 (I, U) 值，断开电键。

用同样方法，多次移动变阻器触头位置，记录多组 (I, U) 值，然后断开电键。

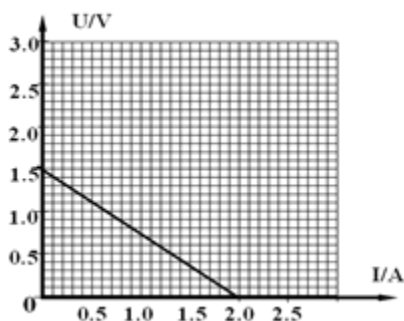
3. 建立坐标系、描点：纵轴表示_____，横轴表示_____，取合适的标度，使所描坐标点分布绝大部分坐标纸，必要时纵坐标可以_____。

4. 据描出的坐标点作出 $U-I$ 图像：应使图象尽量多的通过描出的点，不在图象上的点要尽量对称的分布于图线两侧，误差很大，应坚决舍弃。

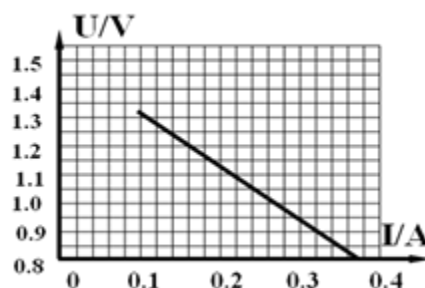
5. 测算电动势和内电阻：准确读出 $U-I$ 图线与纵轴和横轴的交点坐标，并带入 $U=E-Ir$ 中，算出 $E=?$ $r=?$

【例题精析】

【例 1】以下是伏安法测干电池电动势和内电阻实验中得到的两条 $U-I$ 图线：

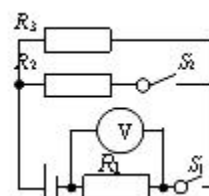


实验所测干电池的
 电动势为_____V，
 内电阻为_____Ω，



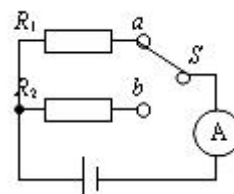
实验所测干电池的
 电动势为_____V，
 内电阻为_____Ω。

【例 2】如图所示电路中， $R_1=R_2=R_3=1\Omega$ ，当 S_1 、 S_2 都闭合时，电压表示数为 1V，当 S_1 闭合、 S_2 断开时，电压表示数为 0.8V，则电源电动势为 $\varepsilon=$ _____ V，内电阻为 $r=$ _____ Ω 。

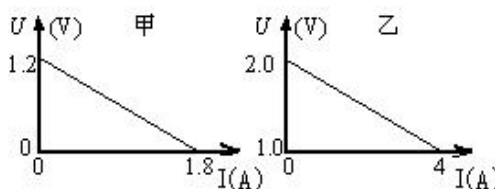


【基础训练】

1. 如图所示电路中， $R_1=2.5\Omega$ ， $R_2=5.5\Omega$ ，当 S 接到 a 时，电流表示数为 1A，当 S 接到 b 时，电流表示数为 0.5A，则电源电动势 $\varepsilon=$ _____ V，内电阻 $r=$ _____ Ω 。

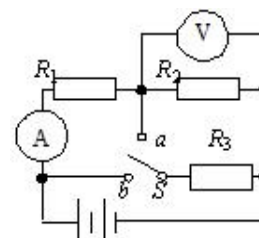


2. 某同学根据实验测得的数据画出如图甲所示图像，则可知电源的电动势为 _____ V，内阻为 _____ Ω ，若画出如图乙所示图像，则可知电源的电动势为 _____ V，内阻为 _____ Ω 。



3. 在伏安法测电源电动势和内阻时，当变阻器的滑片在某一位置时，电压表和电流表的读数分别为 0.2A 和 1.98V；当变阻器的滑片在另一位置时，电压表和电流表的读数分别为 0.4A 和 1.96V，据此结果计算得出的电动势和内阻各是多少？

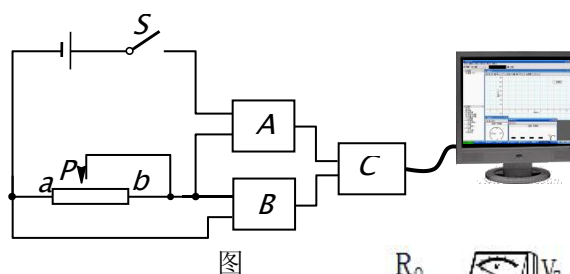
4. 如图所示电路中，电阻 $R_1=9\Omega$ ， $R_2=3\Omega$ ， $R_3=6\Omega$ ， S 打向 a 时，电压表示数为 2V， S 打向 b 时，电流表示数为 0.8A，求电源电动势和内电阻。



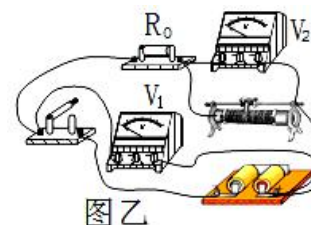
【拓展提高】

5. 《测量电源的电动势和内电阻》的实验中。

(1) 甲同学利用 DIS 实验系统进行测量，连接成如图所示的电路。图中方框 A 是 _____ 传感器，方框 B 是 _____ 传感器。闭合电键前，滑动变阻器的滑动头 P 应位于 _____ 端（选填“a”或“b”）。



(2) 乙同学不想使用 DIS 系统测量，由于实验室找不到合适的电流表，他试图采用如图乙所示的电路实物连接图进行测量。图乙中的器材为：



- (A) 干电池两节，每节电池的电动势约为 1.5V，内阻未知；
- (B) 直流电压表 V_1 、 V_2 ，内阻很大；
- (C) 定值电阻 R_0 ，但阻值未知；
- (D) 滑动变阻器；
- (E) 导线和电键。

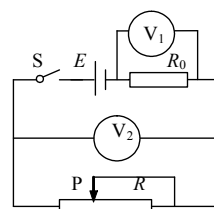
该同学合上电键，调节滑动变阻器，分别记下滑动变阻器在不同位置时两个电压表的示数。若以表 V_1 的示数 U_1 为纵坐标，表 V_2 的示数 U_2 为横坐标作图像，得到一条不过原点的直线，已知直线的斜率为 k ，截距为 b ，则两节干电池总的电动势大小为 _____，两节干电池的总内阻 _____（选填“能”或“不能”）求出；如果该同学以 U_1 为纵坐标，希望通过图像的截距直接读得到两节干电池的电动势，则应选用 _____ 作为横坐标作图。

第 10 讲、闭合电路专题分析

【例题精析】

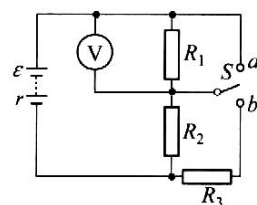
【例 1】在右图的闭合电路中，当滑片 P 向左移动时，两电表读数的变化是（ ）

- A. V_1 变大, V_2 变大 B. V_1 变小, V_2 变大
C. V_1 变大, V_2 变小 D. V_1 变小, V_2 变小



【例 2】如图所示电路中，电源的电动势 $\varepsilon = 16V$ ，电阻 $R_1 = R_2 = R_3 = 10\Omega$ ，电源内阻 $r = 1\Omega$ 。求下述各种情况中电压表的示数（电压表的内阻非常大，流过电压表的电流可忽略不计）。

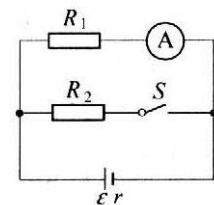
- (1) 电键 S 接在 a 点
(2) 电键 S 断开
(3) 电键 S 接在 b 点



【基础训练】

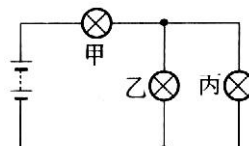
1. 如图所示电路中，电池内阻符号为 r ，电键 S 原来是闭合的。当 S 断开时，电流表（ ）

- A. $r=0$ 时示数变大, $r \neq 0$ 时示数变小
B. $r=0$ 时示数变小, $r \neq 0$ 时示数变大
C. $r=0$ 或 $r \neq 0$ 时, 示数都变大
D. $r=0$ 时示数不变, $r \neq 0$ 时示数变大



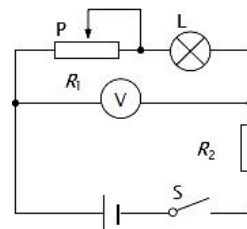
2. 甲、乙、丙三个灯泡，按图方式连接到电池组上，如果丙灯泡处发生短路，某同学对电路各部分发生的变化作了如下推测（设各灯灯丝不被烧毁）：①丙灯两端电压为零，②电池组的路端电压为零，③甲灯变得更亮④乙灯变得更亮，其中（ ）

- A. 只有①、③正确 B. 只有②、③正确
C. 只有③、④正确 D. 只有①、②正确



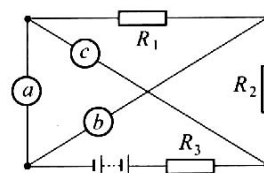
3. 如图所示电路中，电源电压恒定不变，若将滑动变阻器的滑片 P 向右移动的过程中，电路中的（ ）

- A. 电压表示数减小, 灯 L 变暗
B. 电压表示数减小, 灯 L 变亮
C. 电压表示数增大, 灯 L 变暗
D. 电压表示数增大, 灯 L 变亮

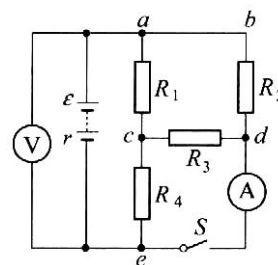


4. 如图电路，a、b、c 分别表示电流表或电压表，电表都是理想的，则下列各组电表示数中可能的是（ ）

- A. $a=1A$, $b=2V$, $c=0.5A$
B. $a=2V$, $b=0.5A$, $c=1A$
C. $a=0.5A$, $b=1A$, $c=2V$
D. $a=2V$, $b=1A$, $c=0.5A$

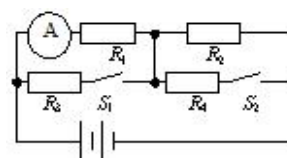


5. 如图所示的电路中, 电阻 $R_1=12\ \Omega$, $R_2=R_3=R_4=6.0\ \Omega$ 。当电键 S 断开时, 电压表的示数为 12V, 全电路消耗的电功率为 13W。问电键 S 闭合后, 电压表及电流表的示数各是多大(电流表的内阻忽略不计, 电压表的内阻非常大)?

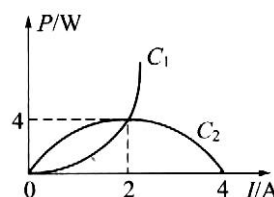


【拓展提高】

6. 如图所示电路中, 电阻 $R_1=6\ \Omega$, $R_2=18\ \Omega$, $R_3=3\ \Omega$, $R_4=9\ \Omega$, 当电键 S_1 断开、 S_2 闭合时, 电流表示数为 0.6A, 当电键 S_1 闭合、 S_2 断开时, 电流表示数为 $\frac{2}{15}$ A, 求 S_1 、 S_2 都闭合时电流表的示数。

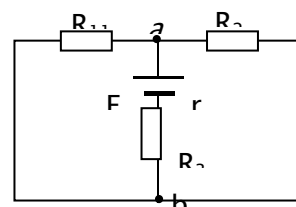


7. 如图所示, 抛物线 C_1 、 C_2 分别是纯电阻直流电路中, 内、外电路消耗的电功率随电流变化的图线, 由该图可知下列说法中错误的是 ()

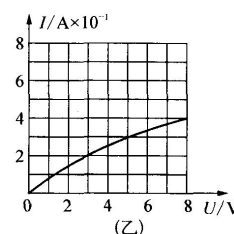
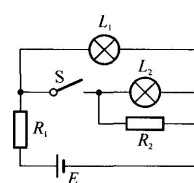


- A. 电源的电动势为 4V
- B. 电源的内电阻为 1 Ω
- C. 电源输出功率最大值为 8W
- D. 电源被短路时, 电源消耗的最大功率可达 16W

8. 如图所示电路中, 电源的总功率是 40W, $R_1=4\ \Omega$, $R_2=6\ \Omega$, a、b 两点间的电压是 4.8V, 电源的输出功率是 37.6W。求电源的内电阻和电动势。



9. 如图甲所示的电路中, $R_1=10\ \Omega$, $R_2=30\ \Omega$, 它们都是不随温度改变的定值电阻, 白炽灯 L 的伏安特性曲线如图乙所示, 电源电动势 $E=8V$, 内阻不计, 试求:



- (1) 当电键断开时通过灯泡的电流
- (2) 当电键闭合时灯泡两端的电压和两个灯泡消耗的总功率

第 11 讲、磁场 磁感强度 磁感线

【知识要点】

一、磁场

1. 磁场是一种特殊的物质

磁极周围有磁场，电流周围有磁场（奥斯特），变化的电场也能产生磁场（麦克斯韦）。

2. 磁场的基本性质：

对放入其中的磁极和电流有磁场力的作用（对电流可能有力的作用）。

磁极和电流之间的相互作用力（包括磁极与磁极、电流与电流、磁极与电流）都是运动电荷通过磁场发生的。

二、磁感应强度

1. 物理意义：描述磁场的强弱和方向

2. 定义： $B = \frac{F}{IL}$ （条件是匀强磁场，或 ΔL 很小，并且 $L \perp B$ ）

(1) 磁感应强度是矢量。

(2) 单位是特斯拉，符号为 T， $1T=1N/Am=1kg/As^2$ 。

(3) 磁感应强度 B 是由磁场自身性质决定的，与 F 及 IL 的有无和大小都无关。

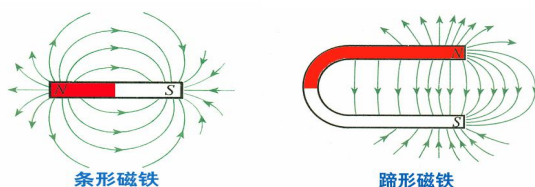
3. 磁场的叠加：空间中如果同时存在两个以上的电流或磁体在某点激发的磁场，该点的磁感应强度 B ，是各电流或磁体在该点激发磁场的磁感应强度的矢量和。

三、磁感线

1. 磁感线：用来形象地描述磁场中各点的磁场方向和强弱的曲线。磁感线上每一点的切线方向就是该点的磁场方向，也就是在该点小磁针静止时 N 极的指向。磁感线的疏密表示磁场的强弱。

2. 磁感线特点：不存在，不相交，但是封闭曲线（和静电场的电场线不同）。

3. 磁体周围的磁感线：



4. 电流周围的磁感线：安培定则

	直线电流的磁场	通电螺线管的磁场	环形电流的磁场
特点	无磁极的非匀强磁场	与条形磁铁的磁场相似	与小磁针相似
安培定则			
立体图			
横截面图	从上往下看	从左往右看	从右往左看

四、磁通量

1. 定义式： $\Phi = BS$ ， S 垂直于磁感应强度 B 的有效面积。磁通量是标量，磁通量的单位是 Wb。可以理解为穿过某一面积的磁感线的条数。

2. 对磁通量的理解应注意以下四点：

(1) $\Phi = BS$ 只适用于 B 与 S 垂直的情况，若 B 、 S 的方向间的夹角为 θ ，则 $\Phi = BS \cos \theta$

(2) S 不一定是某个线圈的真正面积，而是线圈在磁场范围内的面积

(3) 磁通量与线圈的匝数无关

(4) 合磁通求解的正负问题：规定某个方向穿入的磁通量为正，反方向穿入的磁通量为负，平面内各个方向穿入的磁通量的代数和等于穿过这个平面内的磁通量。

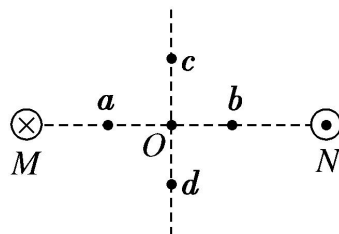
3. 磁通密度：

匀强磁场中，有 $\Phi = BS$ ， $B = \Phi / S$ ， Φ / S 叫磁通密度。所以，磁感应强度也叫磁通密度，可理解为垂直穿过单位面积的磁感线条数。

【例题精析】

【专题 1】磁感应强度的叠加

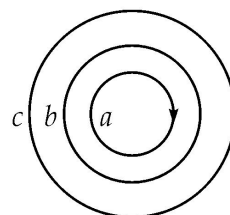
【例 1】如图，两根相互平行的长直导线过纸面上的 M 、 N 两点，且与纸面垂直，导线中通有大小相等、方向相反的电流。 a 、 O 、 b 在 M 、 N 的连线上， O 为 MN 的中点。 c 、 d 位于 MN 的中垂线上，且 a 、 b 、 c 、 d 到 O 点的距离均相等。关于以上几点处的磁场，下列说法正确的是（ ）



- A. O 点处的磁感应强度为零
- B. a 、 b 两点处的磁感应强度大小相等，方向相反
- C. c 、 d 两点处的磁感应强度大小相等，方向相同
- D. a 、 c 两点处磁感应强度的方向不同

【专题 2】对磁通量的理解

【例 2】如图所示， a 、 b 、 c 三个闭合线圈，放在同一平面内，当 a 圈中有电流 I 通过时，它们的磁通量分别为 Φ_a 、 Φ_b 、 Φ_c ，下列说法中正确的是（ ）



- A. $\Phi_a < \Phi_b < \Phi_c$
- B. $\Phi_a > \Phi_b > \Phi_c$
- C. $\Phi_a < \Phi_c < \Phi_b$
- D. $\Phi_a > \Phi_c > \Phi_b$

【基础训练】

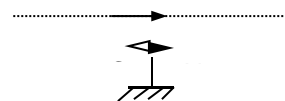
1. (多选题) 关于磁场和磁感线的描述，下列说法正确的是（ ）

- A. 磁感线总是从 N 极出发，到 S 极终止
- B. 磁感线就是细铁屑连成的曲线
- C. 异名磁极间相互吸引，同名磁极间相互排斥，都是通过磁场发生作用的
- D. 磁感线永远不会相交

2. (多选题) 下列情况中比较正确地反映了奥斯特实验的是（ ）

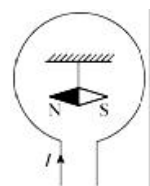
- A. 电流由南向北时，其下方的小磁针 N 极偏向东边
- B. 电流由南向北时，其下方的小磁针 N 极偏向西边
- C. 电流由东向西时，其下方的小磁针 N 极偏向南边
- D. 电流由东向西时，其下方的小磁针 N 极偏向北边

3. 如图所示，一束带负电粒子沿着水平方向向右飞过磁针正上方，磁针 N 极将（ ）



- A. 向纸内偏转
- B. 向纸外偏转
- C. 不动
- D. 无法确定

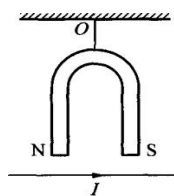
4. 如图所示为磁场、磁场作用力演示仪中的赫姆霍兹线圈，当在线圈中心处挂上一个磁针，且与线圈在同一平面内，则当赫姆霍兹线圈中通以如图所示方向的电流时()



- A. 小磁针 N 极向里转
- B. 小磁针 N 极向外转
- C. 小磁针在纸面内向左摆动
- D. 小磁针在纸面内向右摆动

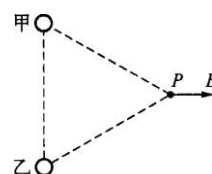
【拓展提高】

5. 如图所示，蹄形磁铁用悬线悬于 O 点，在磁铁正下方，固定一水平放置的长直导线，当导线中通以自左向右的电流时，蹄形磁铁发生的运动将是()



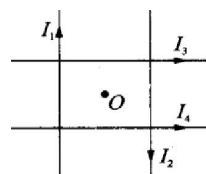
- A. N、S 极同时向外偏转
- B. N、S 极同时向里偏转
- C. N 极向外偏转，S 极向里偏转
- D. N 极向里偏转，S 极向外偏转

6. 如图所示，甲、乙两根垂直于纸面放置的长直导线中通以大小相等的电流，两导线旁有一点 P，P 点到甲、乙两导线的距离相等，要使 P 点的磁场方向水平向右，则甲、乙中所通的电流方向应为()



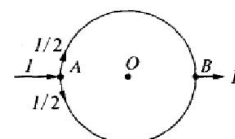
- A. 甲、乙中电流都向外
- B. 甲、乙中电流都向里
- C. 甲中电流向外，乙中电流向里
- D. 甲中电流向里，乙中电流向外

7. 如图所示，在同一平面内有四根通电直导线，相互绝缘，四根导线中电流 $I_1=I_3>I_2=I_4$ ，要使 O 点磁场减弱，则应切断哪一根导线中的电流()



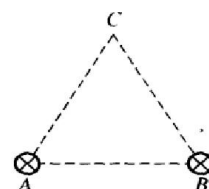
- A. 切断 I_1
- B. 切断 I_2
- C. 切断 I_3
- D. 切断 I_4

8. 如图所示，电流从 A 点分两路通过对称的半圆支路汇合于 B 点，在圆环中心 O 处的磁感应强度为()



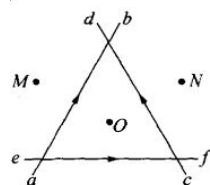
- A. 最大，垂直纸面向外
- B. 最大，垂直纸面向里
- C. 零
- D. 无法确定

9. 两根长直通电导线互相平行，电流方向相同，它们的截面处于等边 $\triangle ABC$ 的 A 和 B 处，如图所示，两通电导线在 C 处产生磁场的磁感应强度大小都是 B_0 ，则 C 处磁场的总磁感应强度大小是()

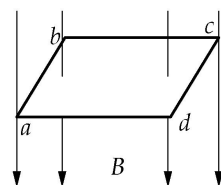


- A. 0
- B. B_0
- C. $\sqrt{3} B_0$
- D. $2B_0$

10. 如图所示，三根彼此绝缘的无限长直导线的一部分 ab、cd、ef 构成一个等边三角形，O 为三角形的中心，M、N 分别为 O 关于导线 ab、cd 的对称点，当三根导线中通以大小相等，方向如图的电流时，O 点磁感应强度的大小为 B，M 点磁感应强度的大小为 B' ，则 N 点磁感应强度的大小为_____；若将导线 ef 中的电流撤去，而保持另两根导线中的电流不变，则 N 点磁感应强度的大小变为_____。



11. 矩形线圈 abcd 有 n 匝，面积大小为 S，放在水平面内，加一个竖直向下的范围较大的匀强磁场，如图所示，磁感应强度为 B。



- (1) 若线圈从图示位置绕 ab 边转过 60° ，则穿过线圈的磁通量是多少？
- (2) 若线圈绕 ab 边转过 180° ，则穿过线圈的磁通量是多少？

第 12 讲、磁场对电流的作用 左手定则

【知识要点】

一、磁场对电流的作用

1. 磁场对放入其中的电流可能有力的作用（电流平行磁场放置时，不受磁场的作用力）
2. 安培力：磁场对放入其中的电流的作用力，叫安培力。
3. 安培力方向的判定

用“左手定则”判定：展开左手，使大拇指与其余四指垂直，并且都跟手掌在一个平面内，让磁感线穿过手心，并使四指指向电流所指方向，则大拇指的方向就是通电导线所受磁场力的方向。安培力的方向总是垂直于磁场与电流构成的平面。

二、安培力作用下导体的运动

1. 磁铁对直电流：电流元法+特殊位置法

(1) 电流元法：即把整段电流等效为多段直线电流元，先用左手定则判断出每小段电流元所受安培力的方向，从而判断整段电流所受合力方向，最后确定运动方向。

(2) 特殊位置法：把电流或磁铁转到一个便于分析的特殊位置后再判断安培力方向，从而确定运动方向。

2. 磁铁对圆电流：等效法

环形电流可以等效为小磁针，通电螺线管可以等效成条形磁铁，条形磁铁可等效成环形电流或通电螺线管，通电螺线管也可以等效成很多匝的环形电流。

3. 电流对电流：利用结论法

(1) 直电流对直电流：共面平行时，同向电流相吸，反向电流相斥；共面不平行时，有转到反向平行的趋势（是“转同时靠近”的例外）。

(2) 直（圆）电流对圆电流：共面时看靠近边电流方向，同向相吸，反向相斥；不共面时，有转到共面同向的趋势（“转同时靠近”）。

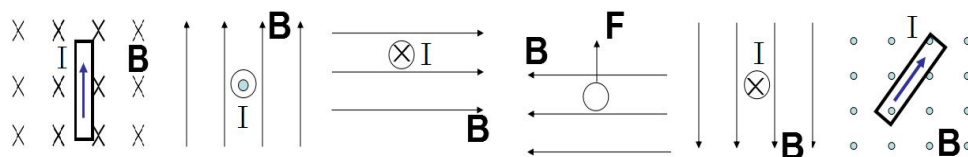
4. 电流对磁体：转换研究对象法

定性分析磁体在电流作用下的受力及运动问题时，可以先分析电流在磁体磁场中所受的安培力，然后由牛顿第三定律确定磁体磁体的受力及运动情况。

【例题精析】

【专题 1】左手定则简单应用

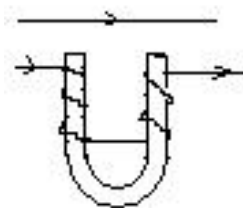
【例 1】下图中表示通电直导线在磁场中的受力情况，请标出电流或磁场力的方向。



【专题 2】磁铁对直电流的作用：电流元法+特殊位置法

【例 2】如图所示，有一通电直导线放在蹄形电磁铁的正上方，导线可以自由移动，当电磁铁线圈与直导线中通以图示的电流时，有关直导线运动情况的说法中正确的是（ ）

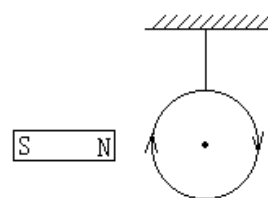
- A. 俯视顺时针转动，同时下降
- B. 俯视顺时针转动，同时上升
- C. 俯视逆时针转动，同时下降
- D. 俯视逆时针转动，同时上升



【专题3】磁铁对圆电流的作用：圆电流等效为小磁针

【例3】 如图所示，轻质导体环用细线挂在条形磁铁附近，磁铁的轴线穿过圆环圆心且与环共面，当能以图示方向电流时，导体环将()

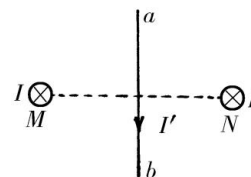
- A. 不发生转动，靠近磁铁
- B. 不发生转动，离开磁铁
- C. 俯视顺时针转动，同时靠近磁铁
- D. 俯视逆时针转动，同时靠近磁铁



【专题4】电流对电流的作用：利用结论法

【例4】 如图所示，通电直导线 ab 位于两平行导线横截面 MN 的连线的中垂线上，当平行导线通以同向等值电流时，以下说法中正确的是()

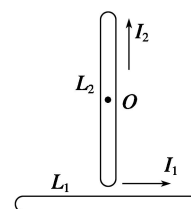
- A. ab 顺时针旋转
- B. ab 逆时针旋转
- C. a 端向外， b 端向里旋转
- D. a 端向里， b 端向外旋转



【点评】 两直电流不共面时，有转到同向平行的趋势

【例5】 通有电流的导线 L_1 、 L_2 处在同一平面(纸面)内， L_1 是固定的， L_2 可绕垂直纸面的固定转轴 O 转动(O 为 L_2 的中心)，各自的电流方向如图所示。下列哪种情况将会发生()

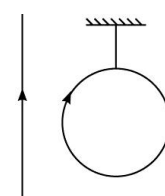
- A. 因 L_2 不受磁场力的作用，故 L_2 不动
- B. 因 L_2 上、下两部分所受的磁场力平衡，故 L_2 不动
- C. L_2 绕轴 O 按顺时针方向转动
- D. L_2 绕轴 O 按逆时针方向转动



【点评】 两直电流共面不平行时，有转到反向平行的趋势(“转同时靠近”的例外)。

【例6】 把圆形导线圈用细线挂在通电直导线附近，使两者在同一竖直平面内，其中直导线固定，线圈可以自由活动，如图所示圆线圈中通入图示方向的电流时，线圈将()

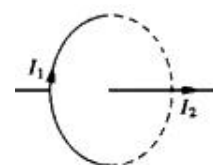
- A. 远离直导线
- B. 靠近直导线
- C. 发生转动，同时靠近直导线
- D. 发生转动，同时离开直导线



【点评】 直电流与圆电流共面时，看靠近边电流方向，同向相吸，反向相斥。

【例7】 如图所示，一根长直导线穿过载有恒定电流的金属圆环的中心且垂直于环的平面，导线和环中的电流方向如图所示，则环受到的磁场力为()

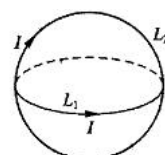
- A. 沿环的半径向外
- B. 沿环的半径向内
- C. 水平向左
- D. 等于零



【点评】 电流与磁感线平行时，不受力。

【例8】 一个可自由运动的线圈 L_1 和一个固定的线圈 L_2 互相绝缘垂直放置，且两个圆线圈的圆心重合，当两线圈通以如图所示方向的电流时，则从左向右看，线圈 L_1 将()

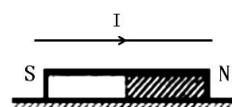
- A. 不动
- B. 顺时针转动
- C. 逆时针转动
- D. 向纸内平动



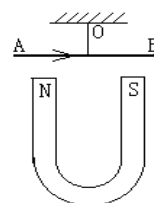
【点评】 两电流不共面时，有转到同向平行的趋势

【基础训练】

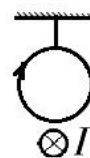
1. 关于通电直导线在匀强磁场中所受的安培力，下列说法正确的是()
- A. 安培力的方向可以不垂直于直导线
 B. 安培力的方向总是垂直于磁场的方向
 C. 安培力的方向可能垂直于磁场的方向
 D. 安培力的大小与通电导线和磁场方向的夹角无关
2. 如图所示，在磁铁上方的直导线可以自由运动，当通入向右电流 I 时，导线将()



- A. 不发生转动，靠近磁铁
 B. 不发生转动，离开磁铁
 C. 俯视顺时针转动，同时靠近磁铁
 D. 俯视逆时针转动，同时靠近磁铁
3. 如图所示，用细绳悬于 O 点的可自由转动的通电导线 AB 放在蹄形磁铁的上方，当导线中能以图示方向电流时，从上向下看， AB 的转动方向及细绳中张力变化情况为()



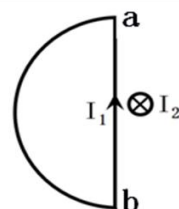
- A. AB 顺时针转动，张力变大
 B. AB 逆时针转动，张力变小
 C. AB 顺时针转动，张力变小
 D. AB 逆时针转动，张力变大
4. 如图所示，把轻质通电导线圈用细线挂在直电流的正上方时，从上向下看，线圈的转动方向及细绳中张力变化情况为()



- A. 顺时针转动，张力变大
 B. 逆时针转动，张力变小
 C. 顺时针转动，张力变小
 D. 逆时针转动，张力变大
5. 如上图所示，一条形磁铁放在水平桌面上，在其左上方固定一根与磁铁垂直的长直导线，当导线中通以图示方向的电流时()



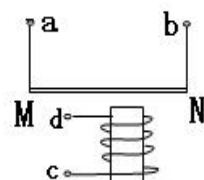
- A. 磁铁对桌面的压力增大，且受到向右的摩擦力作用
 B. 磁铁对桌面的压力减小，且受到向右的摩擦力作用
 C. 磁铁对桌面的压力增大，且受到向左的摩擦力作用
 D. 磁铁对桌面的压力减小，且受到向左的摩擦力作用
6. 如图所示，一弓形线圈通以逆时针电流，在其圆弧的圆心处，垂直于纸面放一直导线，当直导线通有指向纸内的电流时，线圈将()



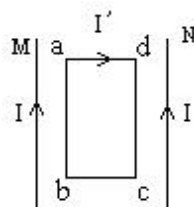
- A. a 端向纸内、 b 端向纸外转动，且靠近导线
 B. a 端向纸内、 b 端向纸外转动，且远离导线
 C. b 端向纸内、 a 端向纸外转动，且靠近导线
 D. b 端向纸内、 a 端向纸外转动，且远离导线

【拓展提高】

7. (多选题) 如图所示，一金属直杆 MN 两端接有导线，悬挂于线圈上方， MN 与线圈轴线均处于竖直平面内，为使 MN 垂直于纸面向外运动，则()



- A. 将 a 、 c 端接在电源正极， b 、 d 端接在电源负极
 B. 将 b 、 d 端接在电源正极， a 、 c 端接在电源负极
 C. 将 a 、 d 端接在电源正极， b 、 c 端接在电源负极
 D. 将 b 、 c 端接在电源正极， a 、 d 端接在电源负极
8. 如图所示，两根长通电导线 M 、 N 中通有同方向等大小的电流，一闭合线框 $abcd$ 位于两平行通电导线所在平面上，并可自由运动，线框两侧与导线平行且等距，当线框中通有图示方向电流时，该线框将()



- A. ab 边向里， cd 边向外转动
 B. ab 边向外， cd 边向里转动
 C. 线框向左平动，靠近导线 M
 D. 线框向右平动，靠近导线 N

第 13 讲、安培力作用下导体的平衡

【知识要点】

一、安培力大小的计算

1. 通电导线垂直磁场方向时, $F=BIL$
2. 通电导线平行磁场方向时, $F=0$
3. 通电导线与磁场方向夹角 α 时, $F=BLI\sin\alpha$ 。

高中只要求会计算 $\alpha=0$ (不受安培力) 和 $\alpha=90^\circ$ 两种情况, 式中 L 指导线的有效长度。如图所示, 有效长度 L 等于两端点所连直线的长度, 相应的电流方向沿 L 由始端流向末端。任意形状的闭合线圈, 其有效长度为零。



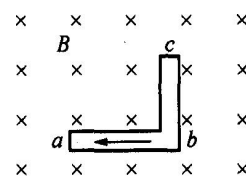
二、安培力作用下导体的平衡

1. 选定研究对象
2. 对研究对象进行完整受力分析, 注意变三维为二维, 画出平面受力分析图, 其中安培力的方向要注意垂直 B 与 IL 构成的平面
3. 列平衡方程进行求解

【例题精析】

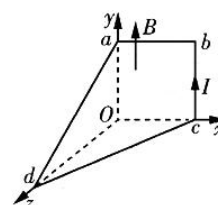
【专题 1】安培力的计算

【例 1】在垂直纸面向里的匀强磁场中, 有一段弯折成直角的金属导线 abc , $ab=bc=L$ 。导线中通有如图所示方向的电流, 电流大小为 I , 磁场的磁感应强度为 B , 要使该段导线保持静止不动, 应在 b 点加一大小为_____的力, 其方向为_____。



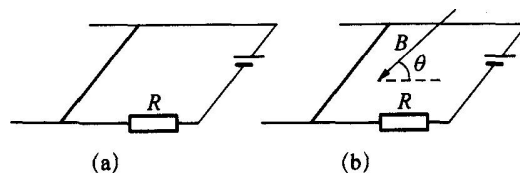
【例 2】如图所示, $abcd$ 四边形闭合线框, a 、 b 、 c 三点坐标分别为 $(0, L, 0)$, $(L, L, 0)$, $(L, 0, 0)$, 整个空间处于沿 y 轴正方向的匀强磁场中, 通入电流 I , 方向如图所示, 关于四边形的四条边所受到的安培力的大小, 下列叙述中正确的是()

- A. ab 边与 bc 边受到的安培力大小相等
- B. cd 边受到的安培力最大
- C. cd 边与 ad 边受到的安培力大小相等
- D. ad 边不受安培力作用

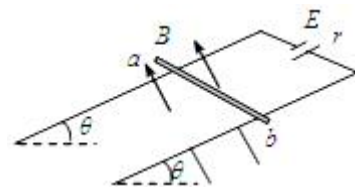


【专题 2】安培力作用下的平衡

【例 3】如图(a)所示, 水平平行金属导轨上放一根质量为 m 的金属棒, 导轨间距为 L , 电源电动势为 E , 电阻为 R , 电源内阻和导轨、金属棒电阻均不计, 为使棒对导轨的压力为零, 应加一磁场, 其磁感应强度 B 至少为_____, 方向_____。若所加磁场的磁感应强度为 B , 方向如图(b), 导轨光滑, 则刚开始释放时金属棒的加速度大小为_____。

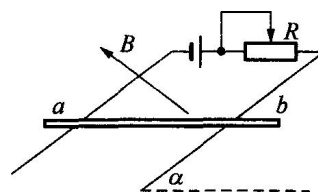


【例 4】如图所示，两平行金属导轨间的距离 $L=0.40\text{m}$ ，金属导轨所在的平面与水平面夹角 $\theta=37^\circ$ ，在导轨所在平面内，分布着磁感应强度 $B=0.50\text{T}$ 、方向垂直遇导轨所在平面的匀强磁场。金属导轨的一端接有电动势 $E=4.5\text{V}$ 、内阻 $r=0.50\Omega$ 的直流电源。现把一个质量 $m=0.040\text{kg}$ 的导体棒 ab 放在金属导轨上，导体棒恰好静止。导体棒与金属导轨垂直、且接触良好，导体棒与金属导轨接触的两点间的电阻 $R_0=2.5\Omega$ ，金属导轨电阻不计， g 取 10m/s^2 。已知 $\sin 37^\circ=0.60$ ， $\cos 37^\circ=0.80$ ，求：



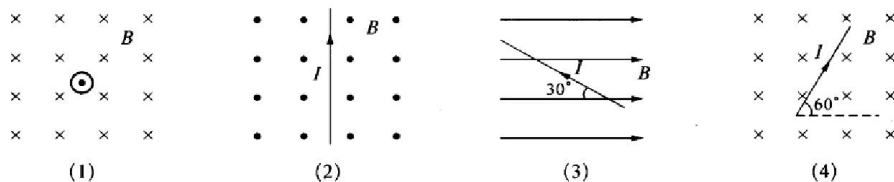
- (1) 导体棒受到的安培力大小
- (2) 导体棒受到的摩擦力
- (3) 若只把匀强磁场 B 的方向改为竖直向上，其他条件都不变，导体棒受到的摩擦力有多大？

【例 5】如图所示，宽为 L 的金属框架和水平面夹角为 α ，处于磁感应强度为 B 的匀强磁场中，磁场方向垂直于框架平面。导体棒 ab 质量为 m ，置于金属框架上将向下匀加速运动，导体棒与框架之间的最大静摩擦力为 f_m 。为使导体棒静止在框架上，将电动势为 E 的电源接入电路，则需接入的滑动变阻器的阻值范围为_____。



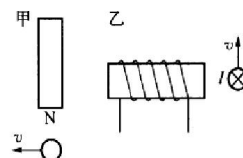
【基础训练】

1. 将长度为 20cm 、通有 0.1A 电流的直导线，放入一匀强磁场中，电流与磁场的方向如图所示。已知磁感应强度为 1T ，试求下列各图中导线所受安培力的大小并在图中标明方向。



- (1) $F_1=$ _____N (2) $F_2=$ _____N (3) $F_3=$ _____N (4) $F_4=$ _____N

2. 如图所示，已知通电导线在磁铁下侧或在通电螺线管右侧受磁场力作用而运动的方向，试在图中画出导线中或线圈中的电流方向。

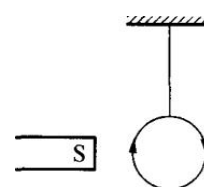


3. 如图，长为 $2L$ 的直导线折成边长相等，夹角为 60° 的 V 形，并置于与其所在平面相垂直的匀强磁场中，磁感应强度为 B ，当在该导线中通以电流强度为 I 的电流时，该 V 形通电导线受到的安培力大小为()



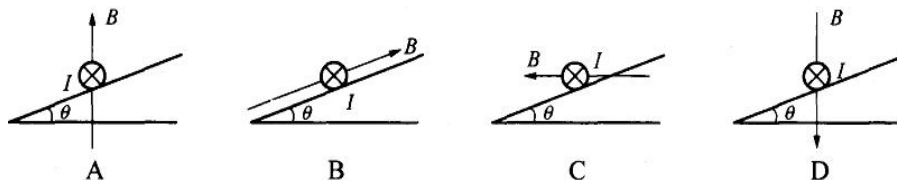
- A. 0 B. $0.5BIL$ C. BIL D. $2BIL$

4. 如图所示, 在条形磁铁 S 极附近悬挂一个线圈, 线圈与水平磁铁位于同一平面内, 当线圈中电流沿图示方向流动时, 将会出现()



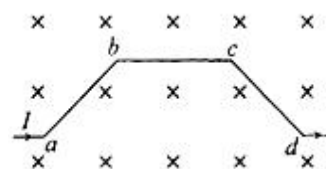
- A. 线圈向磁铁平移
- B. 线圈远离磁铁平移
- C. 从上往下看, 线圈顺时针转动, 同时靠近磁铁
- D. 从上往下看, 线圈逆时针转动, 同时靠近磁铁

5. (多选题) 质量为 m 的通电细杆 ab 置于倾角为 θ 的导轨上, 导轨宽度为 d , 杆与导轨间的摩擦因数为 μ , 有电流时, ab 恰好在导轨上静止, 下图是它的四个侧视图, 标出四种可能的匀强磁场方向, 其中杆 ab 与导轨之间的摩擦力可能为零的图是()

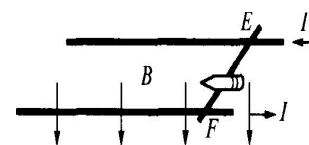


【拓展提高】

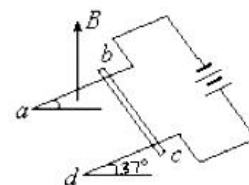
6. 如图所示, 一段导线 $abcd$ 位于磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中, 且与磁场方向 (垂直于纸面向里) 垂直。线段 ab 、 bc 和 cd 的长度均为 L , 且 $\angle abc = \angle bcd = 135^\circ$ 。流经导线的电流为 I , 方向如图中箭头所示。导线段 $abcd$ 所受到的磁场的作用力的合力大小为_____ , 方向为_____。



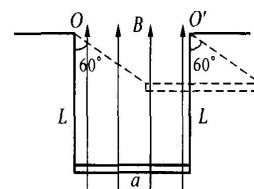
7. 电磁炮是一种理想的兵器, 它的主要原理如图所示, 1982 年澳大利亚国立大学制成了能把 2.2g 的弹体 (包括金属杆 EF 的质量) 加速到 10km/s 的电磁炮 (常规炮弹为 2km/s)。若轨道宽 2m , 长 100m , 通过的电流为 10A , 则轨道间所加匀强磁场的磁感应强度为_____ T , 磁场力的最大功率 $P =$ _____ W (轨道摩擦不计)。



8. ab 、 cd 为平行的金属导轨相距为 L , 其平面与水平面成 37° , 匀强磁场 B 方向竖直向上, 一质量为 m 的金属棒在导轨上, 与导轨间的动摩擦因数为 $\mu = 0.5$, 为使棒静止在斜导轨上, 求通过棒的电流强度。(取最大静摩擦力 = 滑动摩擦力)

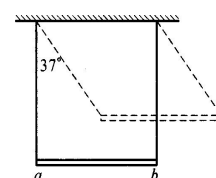


9. 如图所示, 质量为 60g 的铜棒长 $a = 20\text{cm}$, 棒的两端与长 $L = 30\text{cm}$ 的细软铜线相连, 吊在磁感应强度 $B = 0.5\text{T}$, 方向竖直向上的匀强磁场中。当棒中通过恒定电流 I 后, 铜棒向上摆动, 最大偏角 $\theta = 60^\circ$, g 取 10m/s^2 , 求:



- (1) 铜棒中电流 I 的大小
- (2) 铜棒在摆动过程中的最大速率 (结果保留二位有效数字)

10. 如图所示, 铜棒 ab 长 0.1m , 质量为 0.06kg , 两端由两根长都是 1m 的轻铜线悬挂起来, 铜棒 ab 保持水平, 整个装置静止于竖直平面内, 装置所在处有竖直向下的匀强磁场, 磁感应强度 $B = 0.5\text{T}$, 现给铜棒 ab 中通入恒定电流, 铜棒发生摆动。已知最大偏转角为 37° , 则铜棒从最低点运动到最高点的过程中, 求:

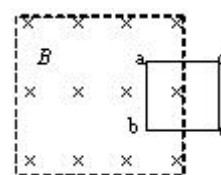
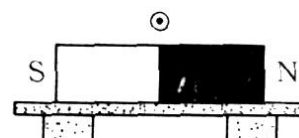
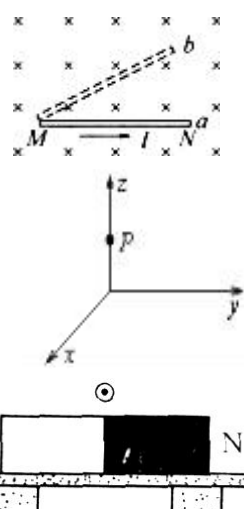


- (1) 安培力做的功
- (2) 恒定电流的大小 (不计感应电流影响)

第 14 讲、第二次阶段测试

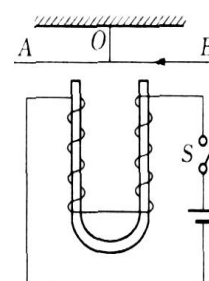
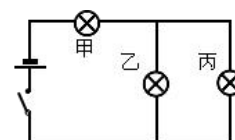
一、单选题（每题 3 分，共 24 分）

1. 对静止在桌面上的木块，下列说法正确的是()
 - A. 木块无动能，但有分子平均动能
 - B. 木块无动能，也无分子平均动能
 - C. 木块有动能，但无分子平均动能
 - D. 木块有动能，也有分子平均动能
2. 关于电场和磁场的说法中正确的是()
 - A. 电场线是封闭曲线
 - B. 磁感线是不封闭曲线
 - C. 电荷在电场中一定受到电场力作用
 - D. 通电导线在磁场中一定受到磁场力的作用
3. 下列哪个措施是为了防止静电产生的危害()
 - A. 静电复印
 - B. 静电喷漆
 - C. 在高大的烟囱中安装静电除尘器
 - D. 在高大的建筑物顶端装上避雷针
4. 关于自然过程中的方向性下列说法正确的是()
 - A. 摩擦生热的过程是可逆的
 - B. 实际的宏观过程都具有“单向性”或“不可逆性”
 - C. 空调机既能致冷又能致热，说明热传递不存在方向性
 - D. 凡是符合能量守恒的过程一般都是可逆的
5. 如图所示，通电导线 MN 在纸面内从 a 位置绕其一端 M 转至 b 位置时，通电导线所受磁场力的大小变化情况是()
 - A. 变小
 - B. 不变
 - C. 变大
 - D. 不能确定
6. 一束电子流沿 x 轴正方向高速运动，如图所示，则电子流产生的磁场在 z 轴上的 P 点处的方向是()
 - A. 沿 y 轴正方向
 - B. 沿 y 轴负方向
 - C. 沿 z 轴正方向
 - D. 沿 z 轴负方向
7. 如图所示，条形磁铁静止放在粗糙水平桌面上，在其正中央的上方固定一根直导线，导线与磁铁垂直。现给导线通以垂直于纸面向外的恒定电流，磁铁仍在桌面上保持静止，则()
 - A. 磁铁对桌面的压力减小，不受桌面的摩擦力作用
 - B. 磁铁对桌面的压力减小，受到桌面的摩擦力作用
 - C. 磁铁对桌面的压力增大，不受桌面的摩擦力作用
 - D. 磁铁对桌面的压力增大，受到桌面的摩擦力作用
8. 如图，正方形线圈 abcd 的一半处于匀强磁场中，线圈平面与磁场方向垂直。在线圈以 ab 为轴转 90° 的过程中，穿过线圈的磁通量大小()
 - A. 一直减小
 - B. 先增大后减小
 - C. 先减小后增大
 - D. 先不变后减小

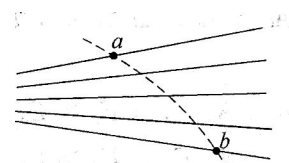


二、单项选择题 II（每题 4 分共 16 分）

9. 完全相同的甲、乙、丙三盏电灯，允许消耗的最大功率为 10W，连接方法如图所示，接入电源后整个电路允许消耗的最大功率为()
 - A. 10W
 - B. 15W
 - C. 20W
 - D. 30W
10. 如图所示，接通开关 S 的瞬间，用细线悬于 O 点的可自由转动的通电直导线 AB 将()
 - A. A 端向下，B 端向上，悬线张力不变
 - B. B 端向下，A 端向上，悬线张力不变
 - C. 俯视，做顺时针转动，悬线张力变大
 - D. 俯视，做逆时针转动，悬线张力变小

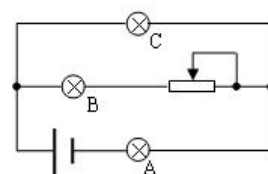


11. 在图中实线是一组未标明方向的点电荷电场的电场线，虚线是某一带电粒子通过该区域时的运动轨迹，a、b 是轨迹上的两点。若带电粒子在运动中只受电场力的作用，根据此图不能正确判断出()



- A. 电场强度的方向
- B. 带电粒子在 a、b 两点的受力方向
- C. 带电粒子在 a、b 两点所受电场力哪点较大
- D. 带电粒子在 a、b 两点的加速度哪点较大

12. 图示电路中，若滑动变阻器滑动触头向左移动时，电灯 A、B、C 的亮度将()



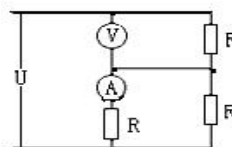
- A. A、C 变亮，B 变暗
- B. A、B 变亮，C 变暗
- C. 都变暗
- D. 都变亮

三、填空题(每格 2 分, 共 20 分)

13. 电流的磁效应是_____首先发现的，电磁感应现象是_____首先发现的。

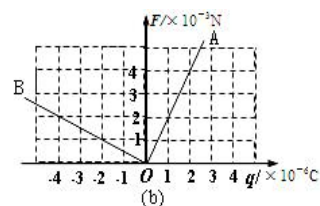
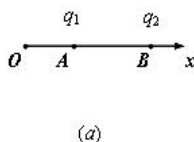
14. 100℃ 的水的分子平均动能_____100℃ 的水蒸气的分子平均动能，100℃ 的水的内能_____100℃ 相同质量的水蒸气的内能。(选填“大于”、“等于”或“小于”)。

15. 一根长为 10cm 的通电导线，放在磁感应强度为 0.4T 的匀强磁场中，导线与磁场方向垂直，则当导线中通入的电流 $I = \underline{\hspace{2cm}}$ A 时，该导线受到的磁场力的大小为 10^{-3} N；若将导线中的电流减至 0.01A，则该处的磁感应强度 $B = \underline{\hspace{2cm}}$ T。



16. 在如图电路中，三个电阻的阻值均为 6Ω ，电压 U 为 9V，则电压表的示数为_____V，电流表的示数为_____A。

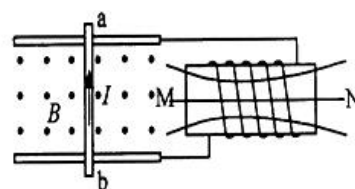
17. 在如图(a)所示的 x 轴上有一个点电荷 Q (图中未画出)，A、B 两点的坐标分别为 0.2m 和 0.5 m。放在 A、B 两点的检验电荷 q_1 、 q_2 受到的电场力跟检验电荷所带电量的关系如图(b)所示。则 A 点的电场强度大小为_____N/C，点电荷 Q 的位置坐标为 $x = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



四、综合应用题 (40 分)

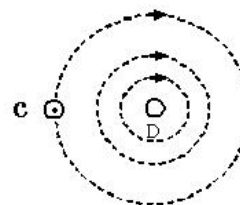
18. 作图 (12 分)

(1) 导体棒 ab 在匀强磁场中沿金属导轨运动时，产生的感应电流 I 的方向从 b 到 a ， MN 为螺线管中的一根磁感线。请在图中：



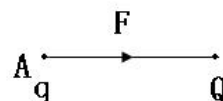
- ①画出导体棒 ab 运动的方向
- ②画出磁感线 MN 的方向

(2) 如图，C、D 为两根垂直于纸面的平行通电直导线，C 的电流方向垂直纸面向外，D 周围的同心圆表示 D 中电流的磁场分布，画出：



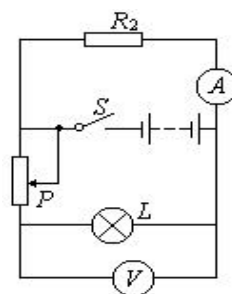
- ①导线 D 中的电流方向
- ②导线 C 受到的磁场力方向

19. (12分) 真空中有一固定着的点电荷 Q ，在它左侧 0.3m 处的 A 点放入一个 $q_1=1.0\times 10^{-9}\text{C}$ 的正电荷，测出它受到的电场力 $F=2.0\times 10^{-5}\text{N}$ ，方向如图所示。求



- (1) Q 的电荷量是多少?
- (2) Q 在 A 点的电场强度大小和方向怎样?
- (3) 如果撤走 q_1 ，将 $q_2=4.0\times 10^{-9}\text{C}$ 放在 A 点，则 q_2 所受电场力的大小是多少?

20. (16分) 如图所示，电灯 L 标有“ 4V 、 1W ”。滑动变阻器 R 总电阻为 50Ω ，当滑片 P 滑至某位置时， L 恰好正常发光，此时电流表示数为 0.45A ，由于外电路发生故障（只有一处），电灯 L 突然熄灭，此时电流表示数变为 0.5A ，电压表示数变为 10V ，若导线完好，电路中各处接触良好，试问：



- (1) 哪一用电器发生故障，是短路还是断路？发生在何处？
- (2) 发生故障前，滑动变阻器接入电路的阻值为多少？
- (3) 电源电动势和内电阻分别为多大？

第 15 讲、高一物理复习—周期性运动

【知识要点】

一、圆周运动

1. 圆周运动快慢的描述： v 、 ω （是矢量，但方向不要求）、 T 、 n 的意义、大小、方向和各量间的关系。

2. 圆周运动的动力学描述：向心力与向心加速度

(1) 向心力：大小， $F = m\omega^2 r = mv^2/r$ 。方向，总指向圆心。作用，改变速度方向。来源，合力沿半径方向的分力充当向心力。注意：区分匀速圆周运动和非匀速圆周运动的力的不同。

(2) 向心加速度：大小， $a = \omega^2 r = v^2/r = (2\pi/T)^2 r = (2\pi n)^2 r$ 。物理意义，描述线速度方向改变快慢。

3. 圆周运动动力学问题处理方法：

一般地说，当做圆周运动物体所受的合力不指向圆心时，可以将它沿半径方向和切线方向正交分解，其沿半径方向的分力为向心力，只改变速度的方向，不改变速度的大小；其沿切线方向的分力为切向力，只改变速度的大小，不改变速度的方向。

做圆周运动物体所受的向心力和向心加速度，同样遵从牛顿第二定律： $F_n = ma_n$ 。在列方程时，根据物体的受力分析，在方程左边写出物体半径方向上的合外力，右边写出物体需要的向心力。

二、机械振动和机械波

1. 机械振动的有关概念：回复力（等同于向心力）、平衡位置、全振动、位移（相对平衡位置）、简谐运动（充分必要条件， $F = -kx$ ）、振幅（表示振动强弱）、周期和频率（表示振动快慢，由系统本身的性质决定）。

2. 典型的简谐运动：弹簧振子

(1) 说明位移、回复力、加速度、速度、动能和势能的变化规律（周期性和对称性）

(2) 周期和频率，与振幅无关，只由振子质量和弹簧的劲度决定。

(3) 可以证明，竖直放置的弹簧振子的振动也是简谐运动，这个结论可以直接使用。

(4) 在水平方向上振动的弹簧振子的回复力是弹簧的弹力；在竖直方向上振动的弹簧振子的回复力是弹簧弹力和重力的合力。

3. 典型的简谐运动：单摆（等级考要求）

(1) 单摆的特点：①单摆是实际摆的理想化，是一个理想模型；②单摆振动可看作简谐运动的条件： $\alpha < 5^\circ$ 。③单摆的等时性（伽利略），在振幅很小的情况下，单摆的振动周期与振幅、摆球的质量等无关；④单摆的回复力由重力沿圆弧方向的分力提供（半径方向合力提供向心力）。

(2) 周期公式： $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ （惠更斯）， l 为等效摆长，是悬点到球心的距离。

(3) 单摆周期公式的应用：测量当地的重力加速度

4. 机械波

(1) 形成条件：波源（振动的物体）、介质（具有弹性的媒质）

(2) 波的特点和传播：①相邻的质点间存在着相互作用力，振动时，前一质点带动后一质点振动。②各个质点在平衡位置附近往复振动，不随波的传播而迁移（水中的树叶）③质点做受迫振动，各质点开始振动时的振动方向、频率、振幅，对简谐波而言都和振源相同。

(3) 波长、波速和频率：波速取决于介质，频率取决于波源，波长 $\lambda = v/f$

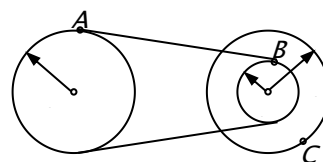
5. 振动图像和波动图像及其应用：

时间、空间的周期性和方向的双向性，必须注意图像问题的多解性。

【例题精析】

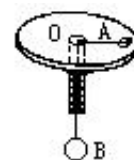
【专题 1】同轴转动及皮带传动问题

【例 1】 如图所示的皮带传动装置中，右边两轮固定在一起同轴转动，图中 A、B、C 三轮的半径关系为 $r_A=r_C=2r_B$ ，设皮带不打滑，则三轮边缘上的一点线速度之比 $v_A:v_B:v_C=$ _____，角速度之比 $\omega_A:\omega_B:\omega_C=$ _____。向心加速度之比：_____。



【专题 2】圆周运动动力学问题

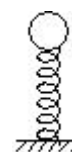
【例 2】 如图所示，用细绳一端系着的质量为 $M=0.6\text{kg}$ 的物体 A 静止在水平转盘上，细绳另一端通过转盘中心的光滑小孔 O 吊着质量为 $m=0.3\text{kg}$ 的小球 B，A 的重心到 O 点的距离为 0.2m 。若 A 与转盘间的最大静摩擦力为 $f=2\text{N}$ ，为使小球 B 保持静止，求转盘绕中心 O 旋转的角速度 ω 的取值范围。



【专题 3】简谐运动的分析

【例 3】 如图所示，质量为 m 的小球放在劲度为 k 的轻弹簧上，使小球上下振动而又始终未脱离弹簧。

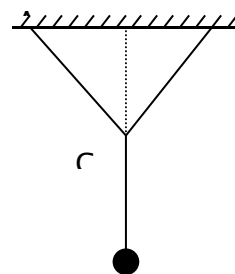
(1) 最大振幅 A 是多大？ (2) 在这个振幅下弹簧对小球的最大弹力 F_m 是多大？



【例 4】 弹簧振子以 O 点为平衡位置在 B、C 两点之间做简谐运动。B、C 相距 20cm 。某时刻振子处于 B 点。经过 0.5s ，振子首次到达 C 点。求：

- (1) 振动的周期和频率
- (2) 振子在 5s 内通过的路程及位移大小
- (3) 振子在 B 点的加速度大小跟它距 O 点 4cm 处 P 点的加速度大小的比值

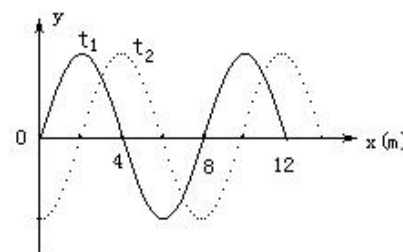
【例 5】 三根长度相等都为 L 的细线一端系于 C 点，另两端固定于天花板上相距为 L 的 A、B 两点，剩下的一端系一小球。当小球垂直于纸面振动时，其周期为_____；当小球左右摆动时，其周期为_____；



【专题 4】图像分析

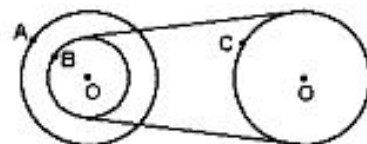
【例 6】 一列横波在 x 轴上传播，在 $t_1=0$ 和 $t_2=0.005\text{s}$ 时的波形图如图，求：

- (1) 设 $T > (t_2 - t_1)$ ，如果波向左传播波速是多大？如果波向右传播波速是多大？
- (2) 设 $T < (t_2 - t_1)$ ，且 $v=6000\text{m/s}$ 求波的传播方向。
- (3) 若无条件限制，波速是多大？

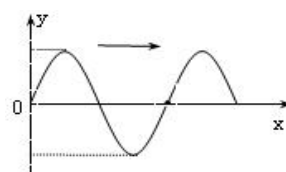


【基础练习】

- 关于振动和波的关系，下列说法正确的是（ ）
 - 如果波源停止振动，在介质中传播的波也立即停止
 - 发声体在振动时，一定会产生声波
 - 波动的过程是介质质点由近及远的传播过程
 - 波动的过程是质点的振动形式及能量由近及远的传播过程
- 如图所示的皮带传动装置中，轮A和B同轴，A、B、C分别是三个轮边缘的点，且 $R_A=R_C=2R_B$ ，则三质点角速度和线速度的关系分别为（皮带不打滑）（ ）
 - $\omega_A:\omega_B:\omega_C=1:2:1$, $v_A:v_B:v_C=1:2:1$
 - $\omega_A:\omega_B:\omega_C=2:2:1$, $v_A:v_B:v_C=2:1:1$
 - $\omega_A:\omega_B:\omega_C=1:2:2$, $v_A:v_B:v_C=1:1:2$
 - $\omega_A:\omega_B:\omega_C=2:2:1$, $v_A:v_B:v_C=1:2:2$



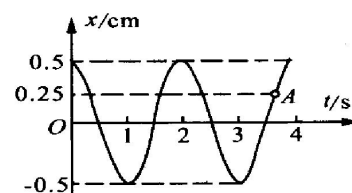
- 一列沿 x 轴正方向传播的横波，其振幅为 A ，波长为 λ ，某一时刻的波的图象如图 在该时刻，某一质点的坐标为 $(\lambda, 0)$ ，经过四分之一周期后，该质点的坐标为（ ）
 - $\frac{5\lambda}{4}, 0$
 - $\lambda, -A$
 - λ, A
 - $\frac{5\lambda}{4}, A$



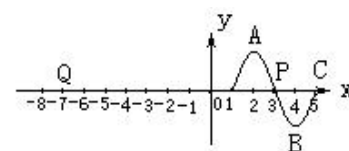
- 一弹簧振子做简谐运动，周期为 T （ ）
 - 若 t 时刻和 $(t+\Delta t)$ 时刻振子速度的大小相等、方向相反，则 Δt 一定等于 $T/2$ 的整数倍
 - 若 t 时刻和 $(t+\Delta t)$ 时刻振子位移的大小相等、方向相同，则 Δt 一定等于 T 的整数倍
 - 若 $\Delta t=T/2$ ，则在 t 时刻和 $(t-\Delta t)$ 时刻弹簧的长度一定相等
 - 若 $\Delta t=T$ ，则在 t 时刻和 $(t-\Delta t)$ 时刻振子运动的加速度一定相同

【拓展提高】

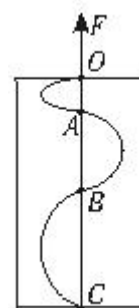
- 劲度系数为 20N/cm 的弹簧振子，它的振动图象如图所示，在图中 A 点对应的时刻（ ）
 - 振子所受的弹力大小为 0.5N ，方向指向 x 轴的负方向
 - 振子的速度方向指向 x 轴的正方向
 - 在 $0\sim 4\text{s}$ 内振子作了 1.75 次全振动
 - 在 $0\sim 4\text{s}$ 内振子通过的路程为 0.35cm ，位移为 0



- 如图为 $t=0$ 时刻波形，波向左传。已知在 $t_1=0.7\text{s}$ 时 P 点第二次出现波峰，则（ ）
 - 质点 A 和 B 的位移在 $t=0$ 时刻相等
 - 在 $t=0$ 时刻 C 向上运动
 - 在 $t_2=0.9\text{s}$ 末 Q 点第一次出现波峰
 - 在 $t_3=1.26\text{s}$ 末 Q 点第二次出现波峰



- 如图所示，一块质量为 2kg 、涂有碳黑的玻璃板，在拉力 F 的作用下竖直向上做匀变速直线运动。一个频率为 5Hz 的振动方向为水平且固定的振针，在玻璃板上画出了如图所示的图线，量得 $OA=1\text{cm}$ ， $OB=4\text{cm}$ ， $OC=9\text{cm}$ 。求拉力 F 的大小。（不计一切摩擦阻力，取 $g=10\text{m/s}^2$ ）



第 16 讲、高一物理复习—功和能

【知识要点】

一、功

1. 功：力对空间积累效应, 和位移相对应（也和时间相对应）。功等于力和沿该力方向上的位移的乘积。求功必须指明是“哪个力”“在哪个过程中”做的功。

2. 功是标量，但有正负：正功，有利于物体运动，是动力做功。负功，阻碍物体运动，是阻力做功。

3. 会求合力的功和变力的功

二、功率

1. 功率的定义式： $P = \frac{W}{t}$ ，所求出的功率是时间 t 内的平均功率。

2. 功率的计算式： $P = Fv \cos \theta$ ，其中 θ 是力与速度间的夹角。

3. 汽车的两种加速问题

(1) 恒定功率加速：汽车做加速度不断减小的加速运动，速度最大值 $v_m = \frac{P_m}{F} = \frac{P_m}{f}$ 。恒定功率的加速一定不是匀加速。这种加速过程，发动机做的功，只能用 $W = Pt$ 计算，不能用 $W = Fs$ 计算。

(2) 恒定牵引力加速：汽车做匀加速运动，而随着 v 的增大， P 也将不断增大，直到 P 达到额定功率 P_m ，功率不能再增大了。这时匀加速运动结束，其最大速度为 $v_t = \frac{P_m}{F} < \frac{P_m}{f} = v_m$ ，此后汽车要想继续加速就只能做恒定功率的变加速运动了。要注意两种加速运动过程的最大速度的区别。

三、功能关系

功是一种过程量，它和一段位移（一段时间）相对应；而能是一种状态量，它与一个时刻相对应。两者的单位是相同的（都是 J），但不能说功就是能，也不能说“功变成了能”。做功的过程是能量转化的过程，功是能量转化的量度。

1. 物体动能的增量由外力做的总功来量度： $W_{\text{外}} = \Delta E_k$ ，这就是动能定理。

2. 物体重力势能的增量由重力做的功来量度： $W_G = -\Delta E_p$ ，这就是势能定理。物体重力势能的改变由重力做的功来量度，弹性势能的改变由弹力做功来完成。

3. 物体机械能的增量由重力以外的其他力做的功来量度： $W_{\text{其它}} = \Delta E_{\text{机}}$ ， $W_{\text{其它}} = 0$ 时，机械能守恒。

4. 摩擦力做的总功，用来量度系统增加的内能。 $Q = f \cdot d$ ， d 为这两个物体间的相对位移。

【例题精析】

【例 1】质量是 2000kg、额定功率为 80kW 的汽车，在平直公路上行驶中的最大速度为 20m/s。若汽车从静止开始做匀加速直线运动，加速度大小为 2m/s^2 ，运动中的阻力不变。求：

- (1) 汽车所受阻力的大小
- (2) 汽车做匀加速运动的时间
- (3) 3s 末汽车的瞬时功率
- (4) 汽车在匀加速运动中牵引力所做的功

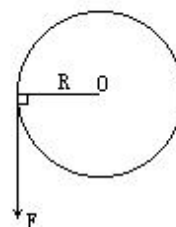
【例 2】如图所示，一根轻弹簧下端固定，竖立在水平面上。其正上方 A 位置有一只小球。小球从静止开始下落，在 B 位置接触弹簧的上端，在 C 位置小球所受弹力大小等于重力，在 D 位置小球速度减小到零。小球下降阶段下列说法中错误的是（ ）

- A. 在 B 位置小球动能最大
- B. 在 C 位置小球动能最大
- C. 从 A→C 位置小球重力势能的减少大于小球动能的增加
- D. 从 A→D 位置小球重力势能的减少等于弹簧弹性势能的增加



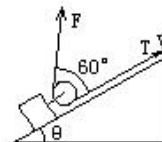
【例 3】如图所示，某力 $F=10\text{N}$ 作用于半径 $R=1\text{m}$ 的转盘的边缘上，力 F 的大小保持不变，但方向始终保持与作用点的切线方向一致，则转动一周这个力 F 做的总功应为（ ）

- A. 0J B. $20\pi\text{J}$ C. 10J D. 20J



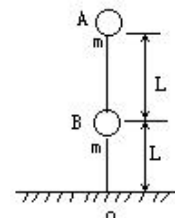
【例 4】某人用恒力 $F=100\text{N}$ 通过滑轮把物体 M 拉上斜面，如图所示，作用力 F 的方向与斜面的夹角为 60° ，若物体沿斜面运动 1m ，则力对物体做功为（ ）

- A. 100J B. 150J C. 200J D. 条件不足无法确定



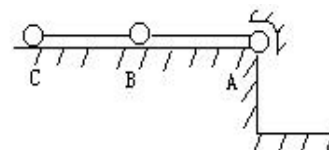
【例 5】如图所示，长为 $2L$ 的轻杆上端及其正中央固定两个质量均为 m 的小球，杆竖立在光滑的水平面上，杆原来静止，现让其自由倒下，设杆在倒下过程中着地端始终不离开地面，则 A 着地时的速度为（ ）

- A. $\frac{1}{5}\sqrt{15gL}$ B. $\frac{2}{5}\sqrt{15gL}$ C. $\frac{1}{5}\sqrt{30gL}$ D. $\frac{2}{5}\sqrt{30gL}$

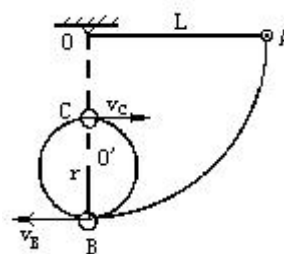


【例 6】某地强风的风速约为 $v=20\text{m/s}$ ，设空气 $\rho=1.3\text{kg/m}^3$ 。如果把通过横截面积为 $s=20\text{m}^2$ 的风的动能全部转化为电能，则利用上述已知量计算电功率的公式应为 $P=$ _____。大小约为 _____ W (保留 1 位有效数字)。

【例 7】质量均为 m 的三个小球 A、B、C 用两条长均为 L 的细绳连接着，置高为 h 的光滑水平平台上，且 $L>h$ ，如图所示，在平台边缘的轨道恰好能使小球无摩擦地通过，A 球刚好跨过平台边缘。若 A 球、B 球相继落地后均不弹起，求 C 小球刚离开桌面边缘时的速度。

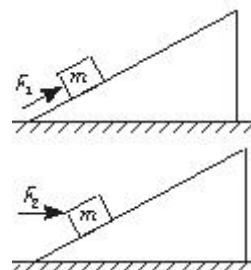


【例 8】如图所示，质量为 m 的小球由长为 L 的细绳 (质量不计) 固定在 O 点，令将小球水平拉至 A 点静止释放，在 O 点正下方何处钉一铁钉 O' 方能使小球绕 O' 点在竖直平面内做圆周运动？



【基础练习】

- 质量为 m 的物体，受水平力 F 的作用，在粗糙水平面上运动，下列说法错误的是（ ）
 - 如果物体做加速直线运动， F 一定做正功
 - 如果物体做减速直线运动， F 一定做负功
 - 如果物体做减速直线运动， F 可能做正功
 - 如果物体做匀速直线运动， F 一定做正功
- 质量为 m 的物体在竖直向上的恒力 F 作用下减速上升了 H ，在这个过程中，下列说法中正确的有（ ）
 - 物体的重力势能增加了 $(F+mg)H$
 - 物体的动能减少了 FH
 - 物体的机械能增加了 FH
 - 物体重力势能的增加小于动能的减少
- 用力将重物竖直提起，先是从静止开始匀加速上升，紧接着匀速上升。如果前后两过程的运动时间相同，不计空气阻力，则（ ）
 - 加速过程中拉力做的功比匀速过程中拉力做的功大
 - 匀速过程中拉力做的功比加速过程中拉力做的功大
 - 两过程中拉力做的功一样大
 - 上述三种情况都有可能
- 如图所示，分别用两个恒力 F_1 和 F_2 先后两次将质量为 m 的物体从静止开始，沿着同一个粗糙的固定斜面由底端推到顶端，第一次力 F_1 的方向沿斜面向上，第二次力 F_2 的方向沿水平向右，两次所用时间相同。在这两个过程中（ ）
 - F_1 和 F_2 对物体所做功不相同
 - 物体的机械能变化不相同
 - F_1 和 F_2 对物体所做功相同
 - 物体的加速度不相同



【拓展提高】

- 质量为 m 的物体，从静止开始以 $g/2$ 的加速度竖直下落 h ，下列说法中错误的是（ ）
 - 物体的机械能守恒
 - 物体的机械能减少了 $mgh/2$
 - 物体的重力势能减少 mgh
 - 物体克服阻力做功 $mgh/2$
- 质量为 1kg 的物体，从静止开始下落，经过 3s 的时间落地，落地时速度大小为 10m/s ，若取 $g=10\text{m/s}^2$ ，那么下列判断正确的是（ ）
 - 重力对物体做功为 450J
 - 物体的机械能减少了 150J
 - 物体克服阻力做功为 50J
 - 合力对物体做功为 50J
- 质量分别为 m_1 和 m_2 的两个物体分别受到恒定外力 F_1 、 F_2 的作用，设它们从静止开始，要使它们在相同的时间内两物体动能的增量相同，则 F_1 、 F_2 应满足的关系是（ ）
 - $F_1 : F_2 = m_1 : m_2$
 - $F_1 : F_2 = m_2 : m_1$
 - $F_1 : F_2 = \sqrt{m_1} : \sqrt{m_2}$
 - $F_1 : F_2 = \sqrt{m_2} : \sqrt{m_1}$
- 如图所示，皮带的速度是 3m/s ，圆心之间的距离 $s=4.5\text{m}$ ，现将 $m=1\text{kg}$ 的小物体轻轻放在左轮正上方的皮带上，物体与皮带间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ ，电动机带动皮带将物体从左轮运动到右轮正上方时电动机多消耗了多少电能？

