2000 年苏浙吉

1. 下面正确的说法是 (C)

   ① β 射线粒子和电子是两种不同的粒子

   ②红外线的波长比 X 射线的波长长

   ③ α 粒子不同于氦原子核

   ④ γ 射线的贯穿本领比 α 粒子的强

   A. ①② B. ①③ C. ②④ D. ①④

   > β 射线是高速电子流，和电子是同一种粒子，故①错误；红外线的波长比 X 射线的波长长，故②正确；α 粒子就是氦原子核，故③错误；贯穿本领由小到大依次是 α、β、γ，故④正确。综上所述，A、B、D 错误，C 正确。

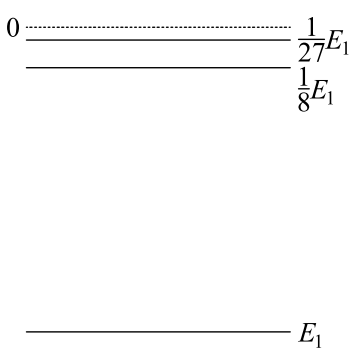
2. 光子的能量为 $h\nu$，动量的大小为 $\frac{h\nu}{c}$。如果一个静止的放射性元素的原子核在发生衰变时只发出一个 γ 光子，则衰变后的原子核 (C)

   A. 仍然静止 B. 沿着与光子运动方向相同的方向运动

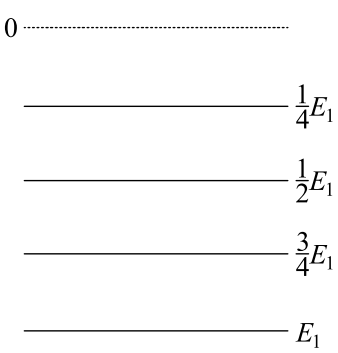
   C. 沿着与光子运动方向相反的方向运动 D. 可能向任何方向运动

   > 原子核衰变发出一个 γ 光子，动量的大小为 $\frac{h\nu}{c}$。由动量守恒可知，原子核获得的动量也为 $\frac{h\nu}{c}$，方向与光子运动的方向相反，故 C 正确。

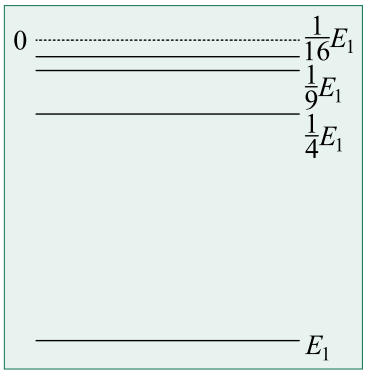
3. 氢原子的基态能量为 E_1。下列四个能级图，正确代表氢原子能级的是 (C)



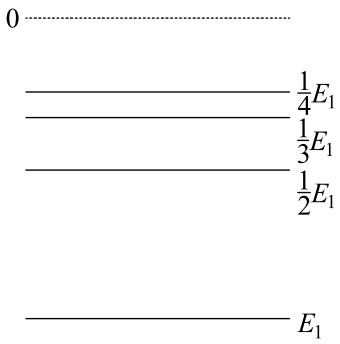
A.



B.



C.



D.

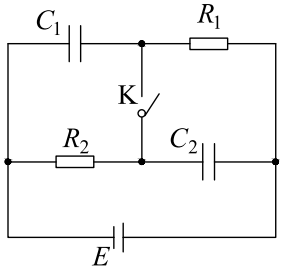
> 由玻尔理论，氢原子的基态能量为 E_1，则在不同量子数时的能量值为 $E_n = \frac{E_1}{n^2}$（$n = 1, 2, 3, 4, 5, \ldots$），由图中的数据和公式对应的只有 C 选项，故 C 正确。

4. 一绝热隔板将一绝热长方形容器隔成两部分，两边分别充满气体，隔板可无摩擦移动。开始时，左边的温度为 0 °C，右边的温度为 20 °C，隔板处于静止状态；当左边的气体加热到 20 °C，右边的气体加热到 40 °C 时，则达到平衡状态时隔板的最终位置（ B ）

A. 保持不动　　B. 在初始位置右侧　　C. 在初始位置左侧　　D. 决定于加热过程

> 假设隔板不动，对气体，由理想气体状态方程得 $\frac{pV}{T} = \frac{p'V}{T+\Delta T}$，则有 $\Delta p = p' - p = \frac{\Delta T}{T}p$。对左边的气体，$\Delta p_{左} = \frac{20}{273}p_{左}$；对右边的气体，$\Delta p_{右} = \frac{20}{293}p_{右}$。由于隔板可无摩擦移动，所以 $p_{左} = p_{右}$，则 $\Delta p_{左} > \Delta p_{右}$，故隔板向右侧移动，在初始位置右侧，故 B 正确。

5. 图示的电路图中，$C_2 = 2C_1$，$R_2 = 2R_1$。下列说法正确的是（ A ）



①开关处于断开状态，电容 C_2 的电量大于 C_1 的电量

②开关处于断开状态，电容 C_1 的电量大于 C_2 的电量

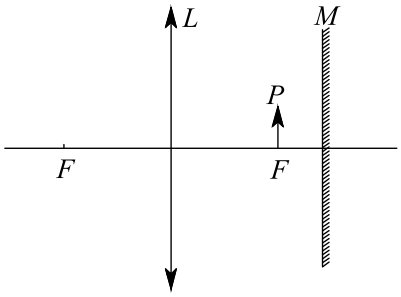
③开关处于接通状态，电容 C_2 的电量大于 C_1 的电量

④开关处于接通状态，电容 C_1 的电量大于 C_2 的电量

A. ①　　B. ④　　C. ①③　　D. ②④

> 开关处于断开状态时，电容 C_1 和 C_2 的电压都为电源电动势，由 $C=\frac{Q}{U}$、$C_2=2C_1$ 可知电容 C_2 的电量大于 C_1 的电量，故①正确，②错误；开关处于接通状态时，电容 C_1 和 R_2 并联，电容 C_2 和 R_1 并联，两电容两端的电压等于和它对应并联电阻的电压，由图可知两电阻串联且 $R_2=2R_1$，所以 R_2 两端的电压为 R_1 的 2 倍，由 $C=\frac{Q}{U}$ 可知，两个电容上的电量相等，故③④错误，故 A 正确。

6. 如图所示，凸透镜 L 的焦距为 f，在离透镜 $1.5f$ 处垂直放置一平面镜 M。现在焦点 F 处有一物体 P，则在透镜另一侧 (C)



A. 不成像　　B. 距透镜 $2f$ 处成等大、正立的实像

C. 距透镜 $2f$ 处成等大、倒立的实像　　D. 距透镜 f 处成等大、正立的虚像

> P 在平面镜中成像，距离透镜 $2f$。物体 P 发出的光经过平面镜 M 的反射，反射光线进入透镜 L 成像，相当于 P 的像从距离透镜 $2f$ 处发出光，在透镜 L 中成像。由透镜成像公式 $\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}$ 可得，P 的像通过透镜成的像为等大倒立的实像，故 C 正确，A、B、D 错误。

7. 如图 a 和图 b 所示，图中实线表示横波甲和横波乙在 t 时刻的波形图线，经过 1 s 后，甲的波峰 A 移到 A' 点，乙的波峰 B 移到 B' 点，如两图中虚线所示。下列说法中正确的是 (D)

①波甲的波长大于波乙的波长

②波甲的速度小于波乙的速度

③波甲的周期等于波乙的周期

④波甲的频率小于波乙的频率

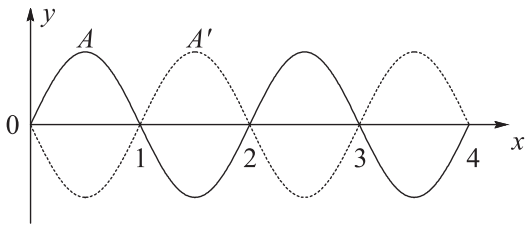


图 a

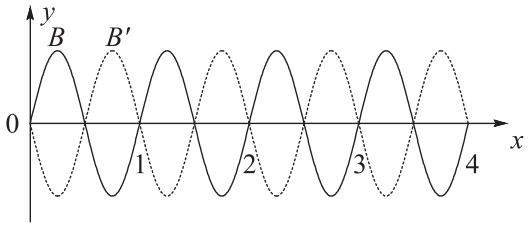
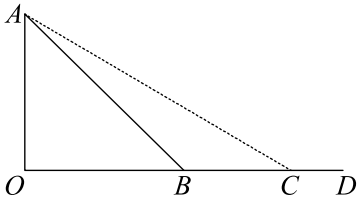


图 b

A. ①②　　B. ②④　　C. ①④　　D. ①③

由图可知波甲的波长为 2 m，乙的波长为 1 m，故①正确；由 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{\Delta x}{t}$ 得，甲波的速度为 1 m/s，乙波的速度为 0.5 m/s，故②错误；因为两波经历 1 s 都向前传播了 $\frac{1}{2}T$，所以它们的周期相同，频率相同，故③正确，④错误。综上所述，D 正确。

8. 如图所示，DO 是水平面，AB 是斜面。初速为 v_0 的物体从 D 点出发沿 DBA 滑动到顶点 A 时速度刚好为零，如果斜面改为 AC，让该物体从 D 点出发沿 DCA 滑动到 A 点且速度刚好为零，则物体具有的初速度（已知物体与路面之间的动摩擦因数处处相同且不为零）(B)



A. 大于 v_0　　B. 等于 v_0

C. 小于 v_0　　D. 取决于斜面的倾角

设斜面倾角为 θ，动摩擦因数为 μ，物体由 D 点出发，达到 A 端速度为零，它在 D 处的动能一部分转化为 A 处的重力势能，另一部分则克服摩擦力做功生热，由动能定理得 $-\mu mgs_{DB}-\mu mgs_{AB}\cos\theta-mgh=0-\frac{1}{2}mv^2$，整理得 $-\mu mgs_{OD}-mgh=0-\frac{1}{2}mv^2$，由此可见，速度 v 的大小只与 h 和 s_{OD} 有关，与斜面的倾角没有关系，故 B 正确。

9. 1956 年李政道和杨振宁提出在弱相互作用中宇称不守恒，并由吴健雄用 ${}^{60}_{27}\mathrm{Co}$ 放射源进行了实验验证，次年，李、杨二人为此获得诺贝尔物理奖，${}^{60}_{27}\mathrm{Co}$ 的衰变方程是

$$ {}^{60}_{27}\mathrm{Co}\longrightarrow {}^{\mathrm{A}}_{\mathrm{Z}}\mathrm{Ni}+{}^{0}_{-1}\mathrm{e}+\bar{\nu}_e $$

其中 $\bar{\nu}_e$ 是反中微子，它的电荷为零，静止质量可认为是零。

(1) Co 与 Fe 同周期，它应在周期表的第 四 周期。${}^{60}_{27}\mathrm{Co}$ 的核外电子数为 27。在上述衰变方程中，衰变产物 ${}^{\mathrm{A}}_{\mathrm{Z}}\mathrm{Ni}$ 的质量数 A 是 60，核电荷数 Z 是 28。

(2) 在衰变前 ${}^{60}_{27}\mathrm{Co}$ 核静止，根据云室照片可以看出，衰变产物 Ni 和 ${}^{0}_{-1}\mathrm{e}$ 的运动径迹不在一条直线上。如果认为衰变产物只有 Ni 和 ${}^{0}_{-1}\mathrm{e}$，那么衰变过程将违背 动量 守恒定律。

(3) 无水 $\mathrm{CoCl_2}$ 为深蓝色，吸水后变为粉红色的水合物，水合物受热后又变成无水 $\mathrm{CoCl_2}$，故常在实验室中用作吸湿剂和空气湿度指示剂。

$$ \mathrm{CoCl_{2\,深蓝色}}\xrightarrow[\triangle]{\text{吸水}}\mathrm{CoCl_{2\,粉红色}}\cdot x\mathrm{H_2O} $$

现有无水 $\mathrm{CoCl_2}$ 65 g，吸水后变成 $\mathrm{CoCl_2}\cdot x\mathrm{H_2O}$ 119 g，水合物中 x 的值是 6。

(4) ${}^{60}_{27}\mathrm{Co}$ 是典型的 γ 放射源，可用于作物诱变育种。我国应用该方法培育出了许多农作物新品种，如棉花高产品种“鲁棉 1 号”，年种植面积曾达到 3000 多万亩，在我国自己培育的棉花品种中栽培面积最大。γ 射线处理作物后主要引起 基因突变，从而产生可遗传的变异。除 γ 射线外，用于人工诱变的其它射线还有 X 射线、中子（流） 和 紫外线。

(1) 四；27；60；28　(2) 动量　(3) 6　(4) 基因突变；X 射线、中子（流）、紫外线

（1）由“质量数 = 质子数 + 中子数”以及“质子数 = 核外电子数”确定 ${}^{60}_{27}\mathrm{Co}$ 的核外电子数；由质量数和电荷数守恒确定 ${}^{A}_{Z}\mathrm{Ni}$ 中 $A=60$、$Z=28$。

（2）衰变方程隐含着四个守恒关系：质量数守恒、电荷数守恒、动量守恒和能量守恒。

（3）由化学方程式进行计算。

（4）诱变育种的原理是基因突变，γ 射线能提高基因突变频率；基因突变的诱变因素有化学因素、物理因素、生物因素。

10. 如图 29 所示。厚度为 h、宽度为 d 的导体板放在垂直于它的磁感应强度为 B 的均匀磁场中，当电流通过导体板时，在导体板的上侧面 A 和下侧面 A' 之间会产生电势差。这种现象称为霍尔效应。实验表明，当磁场不太强时，电势差 U、电流 I 和 B 的关系为 $U=k\frac{IB}{d}$，式中的比例系数 k 称为霍尔系数。

霍尔效应可解释如下：外部磁场的洛仑兹力使运动的电子聚集在导体板的一侧，在导体板的另一侧会出现多余的正电荷，从而形成横向电场。横向电场对电子施加与洛仑兹力方向相反的静电力。当静电力与洛仑兹力达到平衡时，导体板上下两侧之间就会形成稳定的电势差。设电流 I 是由电子的定向流动形成的，电子的平均定向速度为 v，电量为 e。回答下列问题：

(1) 达到稳定状态时，导体板上侧面 A 的电势 低于 下侧面 A' 的电势（填“高于”“低于”或“等于”）。

(2) 电子所受的洛仑兹力的大小为 evB。

(3) 当导体板上下两侧之间的电势差为 U 时，电子所受静电力的大小为 $\frac{eU}{h}$。

(4) 由静电力和洛仑兹力平衡的条件，证明霍尔系数为 $k=\frac{1}{ne}$。其中 n 代表导体板单位体积中电子的个数。

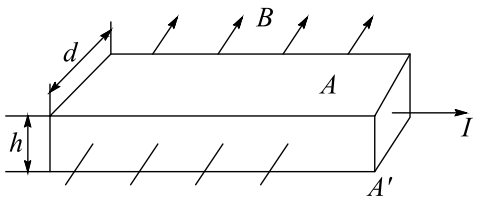


图 29

(1) 低于 (2) evB (3) $\frac{eU}{h}$（或 evB） (4) 电子受到横向静电力与洛仑兹力的作用，两力平衡，有 $\frac{eU}{h}=evB$

得 $U=hvB$

通过导体的电流强度 $I=nevdh$

由 $U=k\frac{IB}{d}$，有 $hvB=k\frac{nevdh\cdot B}{d}$

得 $k=\frac{1}{ne}$

（1）由左手定则知，电子聚集在上极板，故上侧面 A 的电势低于下侧面 A' 的电势。

（2）由洛伦兹力的公式知 $F=evB$。

（3）分析知电子受到静电力与洛伦兹力的作用，由两力平衡知 $\frac{eU}{h}=evB$，即电子所受的静电力为 $\frac{eU}{h}$（或 evB）。

（4）证明：由（3）知 $\frac{eU}{h}=evB$，得

$$U=hvB \tag{①}$$

通过导体的电流强度为

$$I=nevdh \tag{②}$$

由题意知

$$U=k\frac{IB}{d} \tag{③}$$

由①②③联立有

$$hvB=k\cdot\frac{nevB}{d}\cdot d\cdot h,$$

解得

$$k=\frac{1}{ne}. \tag{④}$$

11. 如图 30 所示，直角三角形的斜边倾角为 30°，底边 BC 长为 $2L$，处在水平位置，斜边 AC 是光滑绝缘的。在底边中点 O 处放置一正电荷 Q。一个质量为 m、电量为 q 的带负电的质点从斜面顶端 A 沿斜边滑下，滑到斜边上的垂足 D 时速度为 v。已知重力加速度为 g。

[将（1）（2）题正确选项前的标号填在题后括号内]

(1) 在质点的运动中不发生变化的是 (C)

①动能

②电势能与重力势能之和

③动能与重力势能之和

④动能、电势能、重力势能三者之和

A. ①② B. ②③ C. ④ D. ②

(2) 质点的运动是 (D)

A. 匀加速运动 B. 匀减速运动

C. 先匀加速后匀减速的运动 D. 加速度随时间变化的运动

(3) 该质点滑到非常接近斜边底端 C 点时速率 v_C 为多少？沿斜面向下的加速度 a_C 为多少？

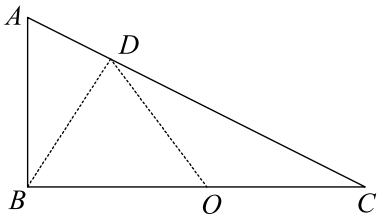


图 30

(1) C (2) D (3) $v_C=\sqrt{v^2+\sqrt{3}gL}$，$a_C=\frac{1}{2}g-\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{kQq}{mL^2}$

（1）带电质点运动的过程中，只有重力和电场力做功，质点具有动能、重力势能以及电势能，由功能关系知这三种能量之和始终为定值，故 C 正确。

（2）带电质点运动的过程中，所受的重力和斜面的支持力保持不变，但电场力发生变化，故合力的大小一直发生变化，所以质点做加速度随时间变化的运动，故 D 正确。

（3）因 $BD=\frac{BC}{2}=BO=OC=OD$，则 B、C、D 三点在以 O 为圆心的同一圆周上，是 O 点处点电荷 Q 产生的电场中的等势点，所以 q 由 D 到 C 的过程中电场力做功为零。由机械能守恒定律得

$$mgh=\frac{1}{2}mv_C^2-\frac{1}{2}mv^2 \tag{①}$$

由几何关系得

$$h=BD\sin 60^\circ=BC\sin 30^\circ\sin 60^\circ=\frac{\sqrt{3}}{2}L,$$

联立解得

$$v_C=\sqrt{v^2+\sqrt{3}gL}. \tag{②}$$

质点在 C 点受三个力的作用：电场力 $F=\frac{kQq}{L^2}$，方向由 C 指向 O 点；重力 mg，方向竖直向下；支持力 N，方向垂直于斜面向上。由牛顿第二定律得

$$mg\sin\theta-F\cos\theta=ma_C, \tag{③}$$

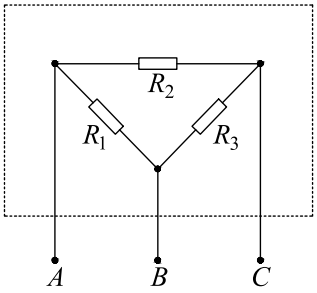
即

$$mg\sin 30^\circ-\frac{kQq}{L^2}\cos 30^\circ=ma_C,$$

解得

$$a_C = \frac{1}{2}g - \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{kQq}{mL^2}. \qquad (④)$$

12. 电阻 R_1、R_2、R_3 连结成图示的电路，放在一个箱中（虚框所示），箱面上有三个接线柱 A、B、C。请用多用电表和导线设计一个实验，通过在 A、B、C 的测量，确定各个电阻的阻值，要求写出实验步骤并用所测值表示电阻 R_1、R_2、R_3。



解法 1：

$R_1 = \frac{2xyz}{xy+yz-xz}$，$R_2 = \frac{2xyz}{yz-xy+xz}$，$R_3 = \frac{2xyz}{xy+xz-yz}$。

解法 2：

$R_1 = \frac{1}{2(y+z-x)}[2(xy+yz+zx)-x^2-y^2-z^2]$，

$R_2 = \frac{1}{2(x+z-y)}[2(xy+yz+zx)-x^2-y^2-z^2]$，

$R_3 = \frac{1}{2(x+y-z)}[2(xy+yz+zx)-x^2-y^2-z^2]$。

解法 1：比较灵活地用导线短接电路进行测量。实验步骤如下：

①用导线连结 BC，测出 A、B 两点间的电阻值 x；

②用导线连结 AB，测出 B、C 两点间的电阻值 y；

③用导线连结 AC，测出 B、C 两点间的电阻值 z。

则有 $\frac{1}{x} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ ①，$\frac{1}{y} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ ②，$\frac{1}{z} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3}$ ③，

联立①、②两式得 $\frac{1}{x} - \frac{1}{y} = \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_3}$ ④，

联立③、④两式得 $R_1 = \frac{2xyz}{xy+yz-xz}$，

同理可解得 $R_2 = \frac{2xyz}{yz-xy+xz}$，$R_3 = \frac{2xyz}{xy+xz-yz}$。

解法 2：不用导线短接，直接测量。实验步骤如下：

①测出 A、B 两点间的电阻值 x；

②测出 B、C 两点间的电阻值 y；

③测出 A、C 两点间的电阻值 z；

则有 $\frac{1}{x}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2+R_3}$ ①，$\frac{1}{y}=\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_1+R_3}$ ②，$\frac{1}{z}=\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_1+R_2}$ ③，

解得 $R_1=\frac{1}{2(y+z-x)}[2(xy+yz+zx)-x^2-y^2-z^2]$，$R_2=\frac{1}{2(x+z-y)}[2(xy+yz+zx)-x^2-y^2-z^2]$，$R_3=\frac{1}{2(x+y-z)}[2(xy+yz+zx)-x^2-y^2-z^2]$。